

COMMITTENTE:



APPALTATORE A.T.I.



(Capogruppo Mandataria)

ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A. (Mandante)

ESIM S.r.l. (Mandante)

ALPITEL S.p.A. (Mandante)

ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l. (Mandante)

LINEA PALERMO-MESSINA RADDOPPIO FIUMETORTO-CEFALÙ-CASTELBUONO TRATTA OGLIASTRILLO-CASTELBUONO

PROGETTO COSTRUTTIVO

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Codice Elaborato

COMMESSA LOTTO FASE ENTE OPERA DISCIPLINA TIPO Progr. REV.

RS01 20 C ZZ RHIM 00 03 018 A

Scala:

-

File: RS0120CZZRHIM0003018A.pdf

Formato: pdf

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
A	Luglio 2021	PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE			

PROGETTAZIONE:

APPROVAZIONI:



Chimica
Applicata
Depurazione
Acque S.n.c.
di Filippo Giglio & C.

Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova" da ACCREDIA con n° 0439

Azienda con Sistema di Gestione Qualità certificato ISO 9001 n° IT -55570 e con Sistema di Gestione Ambientale certificato ISO 14001 n° IT -56880 e sistema di Gestione OHSAS 18001:2007 n° IT-108080



Area tecnica - Settore Monitoraggi e Controllo - Settore Servizi Tecnici

COMUNE DI CEFALU'

**CITTÀ METROPOLITANA DI
PALERMO**

Committente

TOTO COSTRUZIONI S.p.A.

Viale Abruzzo, 410

66100 CHIETI (CH)



ELABORATO

LINEA PALERMO-MESSINA

Raddoppio Fiumetorto-Cefalù-Castelbuono Tratta Ogliastrillo-Castelbuono

VALUTAZIONE DEL RISCHIO SPECIFICO AMBIENTALE

(Punto 7 Determina MATTM -Approvazione PUT del 22/06/2015)

PIANO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Menfi, 21 luglio 2021

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	5
1.1	Premessa.....	5
1.1	Obiettivi del monitoraggio ambientale.....	5
2	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	8
2.1	Descrizione generale del progetto	8
2.2	Descrizione delle tecnologie di scavo	8
2.2.1	Scavo con Tunnel Boring Machine	8
2.2.2	Tecnologia di scavo adottata	13
2.2.3	Additivi utilizzati	16
3	STRUTTURA ORGANIZZATIVA DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE	17
1.2	Componenti ambientali oggetto delle indagini Errore. Il segnalibro non è definito.	
3.1	Ambiente idrico superficiale.....	17
3.2	Ambiente idrico sotterraneo	18
3.3	Suolo.....	18
4	MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI	20
4.1	PREMESSA.....	20
4.2	MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	20
4.2.1	Finalità del monitoraggio AO.....	20
4.2.2	Parametri da determinare AO	21
4.2.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO	22
4.3	MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	22
4.3.1	Finalità del monitoraggio CO	22
4.3.2	Parametri da determinare CO	22
4.3.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO	23
1.3	MONITORAGGIO POST OPERAM..... Errore. Il segnalibro non è definito.	
4.3.4	Finalità del monitoraggio PO.....	23
4.3.5	Parametri da determinare PO	23
4.3.6	Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO	23

4.4	METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....	23
4.4.1	Misure in situ.....	23
4.4.2	Prelievo campioni per analisi di laboratorio.....	24
4.5	DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO	24
5	MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE.....	25
5.1	PREMESSA.....	25
5.2	MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	27
5.2.1	Finalità del monitoraggio AO.....	27
5.2.2	Parametri da determinare AO	27
5.2.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO	29
5.3	MONITORAGGIO IN CORSO D’OPERA	29
5.3.1	Finalità del monitoraggio CO	29
5.3.2	Parametri da determinare CO	29
5.3.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO	30
5.4	MONITORAGGIO POST OPERAM.....	30
5.4.1	Finalità del monitoraggio PO.....	30
5.4.2	Parametri da determinare PO	30
5.4.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO	30
5.5	METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO.....	30
5.5.1	Misure in situ.....	30
5.5.2	Prelievo campioni per analisi di laboratorio.....	31
6	MONITORAGGIO SUOLO	32
6.1	PREMESSA.....	32
6.2	MONITORAGGIO ANTE OPERAM.....	32
6.2.1	Finalità del monitoraggio AO.....	32
6.2.2	Parametri da determinare AO	32
6.3	MONITORAGGIO POST OPERAM.....	33
6.3.1	Finalità del monitoraggio PO.....	33
6.3.2	Parametri da determinare PO	33
6.3.3	Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO	33
6.4	METODOLOGIE DI RILEVAMENTO	33
6.4.1	Generalità	33



6.5 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO34

PRELIMINARE

1 INTRODUZIONE

1.1 Premessa

La prescrizione n. 4 di cui al Provvedimento Direttoriale del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (M.A.T.T.M.) prot. DVADEC-2015-0000206 del 22/06/2015 con cui veniva approvato il Piano di Utilizzo di cui all'art. 5 co. 3 del D.M. 161/2012 relativo alle opere in epigrafe indica che *“Venga concordato con ARPA Sicilia e presentato al M.A.T.T.M. prima, durante ed alla fine dei lavori, un piano di monitoraggio lungo il tracciato degli scavi della galleria Cefalù e nei siti di deposito provvisorio che comprenda, mediante l'installazione di idonee strumentazioni, una costante valutazione del rischio specifico ambientale per quanto riguarda la possibile contaminazione delle acque superficiali e di falda, sia durante gli scavi che in fase di deposito provvisorio che in fase di deposito finale garantendo il rispetto di limiti previsti dall'Allegato 2 Parte III del D.Lgs. 152/2006 – Criteri per la classificazione dei corpi idrici a destinazione funzionale –, dall'All. V Parte III del D.Lgs. 152/2006 Tabella 3 – Limiti di emissione degli scarichi idrici – e dall'All. V Parte IV del D.Lgs. 152/2006 Tabella 2 – Concentrazione soglia di contaminazione nelle acque sotterranee –“.*

In ottemperanza a questa specifica prescrizione è stata prodotta un'analisi sito-specifica di valutazione del rischio alla quale si aggiunge uno specifico Piano di Monitoraggio Ambientale che è l'oggetto del presente lavoro.

Il presente documento definisce pertanto le linee guida per il monitoraggio ambientale della linea Palermo – Messina per la tratta Ogliastrillo – Castelbuono, con particolare riferimento ai tratti di scavo della GN Cefalù con fresa TBM in modalità EPB, indicando gli obiettivi e i requisiti del monitoraggio e i criteri metodologici prescelti; tale Piano di Monitoraggio Ambientale integra e completa il più generale Piano di Monitoraggio allegato al progetto esecutivo, la cui codifica è RS2P 20 E22RG IM0000 001 A e che nel prosieguo del presente lavoro verrà richiamato come Piano di Monitoraggio “generale”.

Il monitoraggio dell'opera, nelle sue diverse fasi, è stato programmato al fine di tutelare il territorio e la popolazione residente dalle possibili modificazioni che potrebbero essere indotte dall'adozione della tecnica di scavo con TBM in modalità EPB.

Il presente Progetto di Monitoraggio Ambientale è stato redatto tenendo conto delle prescrizioni di cui alla Determina prot. DVADEC-2015-0000206 del 22/06/2015 e dell'analisi sito-specifica di valutazione del rischio (v. documento *“Valutazione del Rischio specifico ambientale per i materiali da scavo condizionati provenienti dallo scavo meccanizzato della galleria Cefalù – Relazione Tecnica Descrittiva”*), documenti che hanno consentito di indirizzare le attività di monitoraggio segnalando le aree e le componenti ambientali maggiormente critiche sia durante le fasi di realizzazione dell'opera che nella fase di Post-Operam.

1.1 Obiettivi del monitoraggio ambientale

Il Progetto di Monitoraggio esposto nel presente documento ha lo scopo di determinare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambiente a seguito della costruzione dell'opera,

risalendo alle loro cause. Esso è orientato a determinare se tali variazioni sono imputabili all'opera in costruzione o già realizzata, ed a ricercare i correttivi che meglio possano ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con la situazione ambientale preesistente.

Il monitoraggio dello stato ambientale, eseguito prima, durante e dopo la realizzazione dell'opera consentirà di:

- verificare l'effettivo manifestarsi delle previsioni d'impatto;
- verificare l'efficacia dei sistemi di mitigazione posti in essere;
- garantire la gestione delle problematiche ambientali che possono manifestarsi nelle fasi di costruzione della galleria, in quella di deposito intermedio delle terre nei siti di deposito intermedio ed in quella successiva al deposito del materiale scavato presso i siti di destinazione finale;
- rilevare tempestivamente emergenze ambientali impreviste per potere intervenire con adeguati provvedimenti.

Il Monitoraggio si articola in tre fasi, in funzione delle fasi evolutive dell'iter di realizzazione dell'opera:

- Monitoraggio Ante Operam (MAO);
- Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO);
- Monitoraggio Post Operam (MPO).

Il compito del Monitoraggio Ante Operam (MAO) è quello di:

- fornire una descrizione dello stato dell'ambiente (naturale ed antropico) prima dell'intervento ("situazione di bianco") individuando eventuali criticità presenti ancor prima dell'inizio dei lavori;
- rilevare un adeguato scenario di indicatori ambientali cui riferire l'esito dei rilevamenti in corso d'opera e ad opera finita;
- fungere da base per la previsione delle variazioni che potranno intervenire durante la costruzione e l'esercizio, proponendo le eventuali contromisure.

Il compito del Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO) è quello di:

- segnalare il manifestarsi di eventuali emergenze ambientali affinché sia possibile intervenire nei modi e nelle forme più opportune per evitare che si producano eventi irreversibili e gravemente compromissivi della qualità dell'ambiente;
- garantire il controllo di situazioni specifiche, affinché sia possibile adeguare la conduzione dei lavori a particolari esigenze ambientali;
- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere per ridurre gli impatti ambientali dovuti alle operazioni di costruzione dell'opera.

Il compito del Monitoraggio Post Operam (MPO) è quello di:

- verificare gli impatti ambientali intervenuti per effetto della realizzazione dell'opera;
- accertare la reale efficacia dei provvedimenti posti in essere per garantire la mitigazione degli impatti sull'ambiente naturale ed antropico;
- indicare eventuali necessità di ulteriori misure per il contenimento degli effetti non previsti.

PRELIMINARE

2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

2.1 Descrizione generale del progetto

L'intervento oggetto del presente progetto di cantierizzazione riguarda il raddoppio della linea ferroviaria Palermo - Messina, nella tratta Ogliastrillo-Castelbuono. Il raddoppio sarà realizzato in variante rispetto alla linea esistente e si svilupperà per una lunghezza complessiva di circa 12 chilometri, dalla progressiva 62+926 alla progressiva 75+100.

Il tracciato del raddoppio è previsto quasi interamente in galleria ad eccezione di brevi tratti all'aperto, ubicati rispettivamente in corrispondenza della zona del torrente Carbone e della zona di Castelbuono, e nei tratti terminali di intersezione con la linea attuale.

Lo sviluppo del raddoppio è caratterizzato dalla costruzione della galleria Cefalù che si estende per circa 6.900 metri, dalla progr. 62+926 circa alla progressiva 69+890 circa e nel cui tratto intermedio sarà realizzata la fermata interrata di Cefalù con tutte le opere annesse, quali galleria pedonale di accesso al piano mezzanino, galleria di sfollamento, pozzi equilibratori, ecc. Superata la galleria Cefalù, si sviluppa il tratto all'aperto nella zona Carbone contraddistinto da un manufatto scatolare di attraversamento del torrente Mazzatore e un viadotto di attraversamento del torrente Carbone, separati da una trincea tra la progr. 69+940 circa e la progr. 70+027 circa. Il tracciato prosegue in sotterraneo con la galleria S. Ambrogio, lungo il cui tracciato si diparte la galleria naturale della finestra omonima. All'uscita della galleria S. Ambrogio il tracciato fuoriesce all'aperto in corrispondenza del viadotto di attraversamento del torrente Malpertugio, prosegue con la galleria naturale Malpertugio, che sottopassa l'attuale strada SS 286 e termina all'aperto in corrispondenza della Stazione di Castelbuono.

A seguire verranno descritte nel dettaglio le tecnologie utilizzate per lo scavo della Galleria Cefalù, con particolare riferimento alla modalità EPB che ha reso necessaria la redazione del presente lavoro.

Da qui in avanti, nel presente documento, quando si farà riferimento all'opera lo si farà con riguardo proprio allo scavo della galleria con tecnologia TBM in modalità EPB e alla conseguente gestione dei materiali da scavo condizionati.

2.2 Descrizione delle tecnologie di scavo

Nel suo complesso l'opera sarà eseguita in parte mediante l'impiego del metodo di scavo in tradizionale e in parte impiegando una fresa scudata che permette migliori performance rispetto allo scavo cosiddetto "in tradizionale".

2.2.1 Scavo con Tunnel Boring Machine

La fresa meccanica a piena sezione (*Tunnel Boring Machine*, da cui la sigla TBM) è una macchina che permette la meccanizzazione completa dello scavo delle gallerie e della realizzazione del rivestimento delle stesse. Tale macchinario può lavorare in roccia, anche molto resistente, al di sotto di falde acquifere e in casi particolari anche all'interno della falda acquifera stessa.

Il “cuore” delle TBM è rappresentato dallo “scudo” (shield in inglese), cioè il cilindro metallico che chiude la macchina e su cui, ad una estremità, è montata la testa rotante che porta gli utensili di scavo veri e propri. La testa ruota a 1-10 giri al minuto (a seconda della sua dimensione e del materiale in cui scava) e rimuove piccole scaglie di materiale. Dentro il cilindro, alle spalle della testa rotante, c'è una camera in cui è raccolto il materiale scavato, che a seconda del tipo di TBM, può essere estratto *tal quale* o mischiato a fango (“slurry shield”), la scelta dipende dalle condizioni dell'ammasso in cui si scava. Il materiale esce dalla camera per mezzo di una coclea, o vite senza fine, e viene posto su un nastro trasportatore.

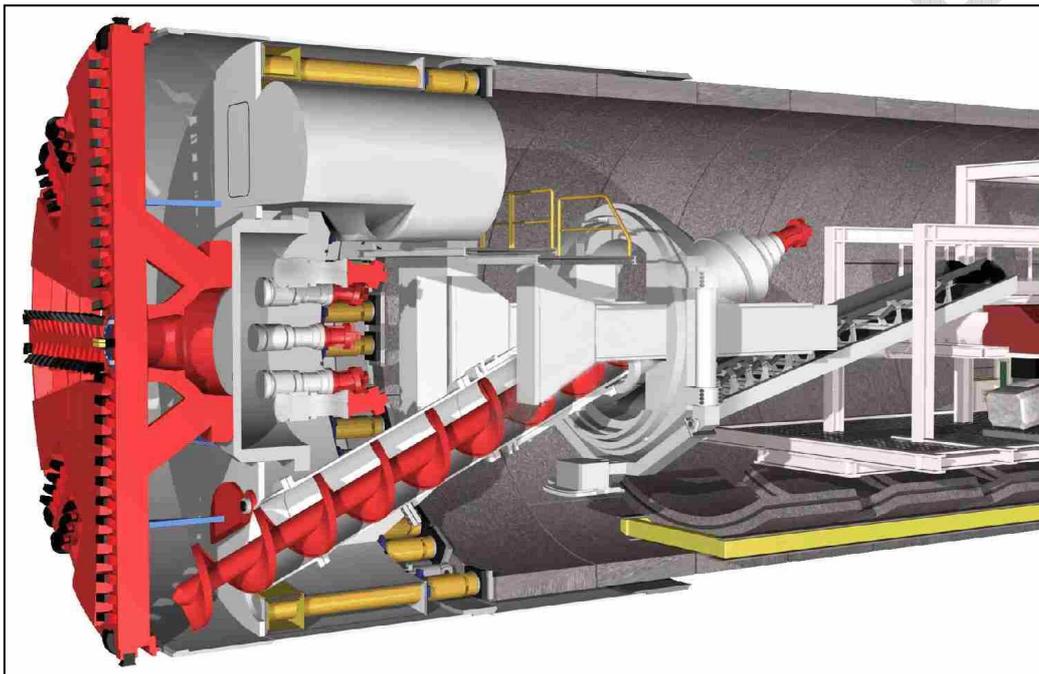


Figura 1. Schema di funzionamento della TBM con evidenza della coclea di raccolta e trasporto materiale

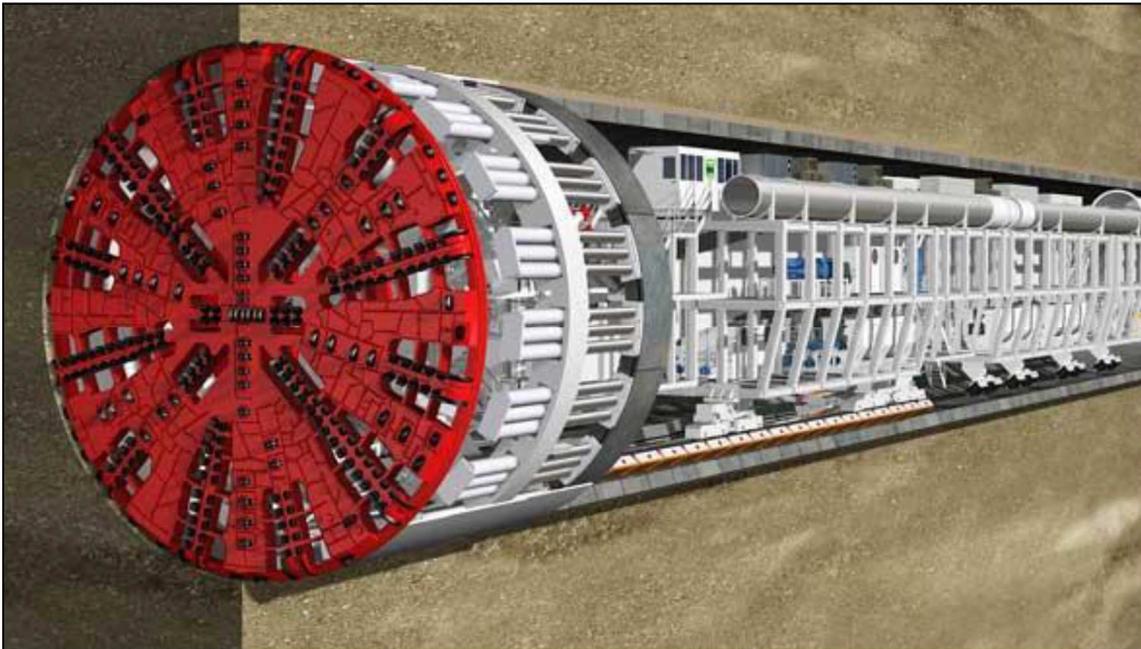


Figura 2. Schema di impegno della TBM (Tunnel Boring Machine)

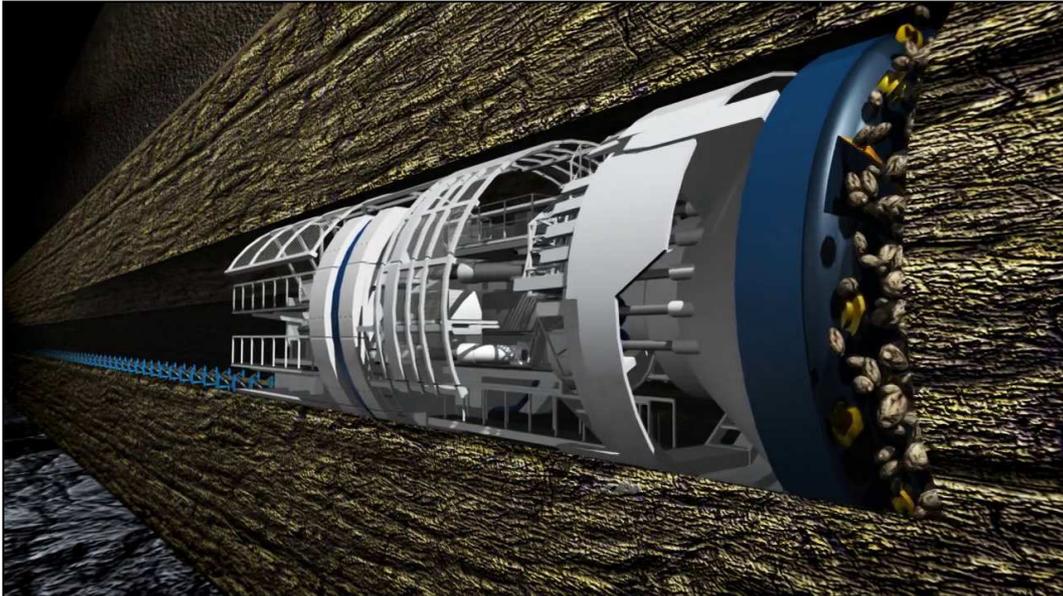


Figura 3. Esempio della sequenza di Avanzamento della TBM (Tunnel Boring Machine)



Figura 4. Conclusione dello scavo e fuoriuscita della talpa

L'avanzamento della macchina avviene come un lombrico: dei martinetti idraulici puntano sulla roccia (se sufficientemente sana, altrimenti sul rivestimento appena posizionato) e spingono in avanti lo scudo. Tutti i servizi passano dentro lo scudo, dall'elettricità per la camera di controllo (solitamente al fronte) ai condotti per i fanghi di miscelazione. Sempre dentro lo scudo è presente il sistema di posizionamento dei conci in calcestruzzo prefabbricati per il rivestimento.

Le TBM che possono lavorare nella particolare modalità EPB (Earth Pressure Balanced), in particolare, sono sempre più frequentemente impiegate grazie ai differenti contesti

geotecnici nei quali possono essere adoperate (dalle argille alle ghiaie con ciottoli) e alla loro indiscussa flessibilità di impiego. La tecnologia EPB prevede la costante applicazione della pressione al fronte mediante l'utilizzo dello stesso terreno scavato, temporaneamente mantenuto in pressione nella camera di scavo, regolando opportunamente la spinta esercitata dai martinetti, la velocità di rotazione della testa fresante ed i volumi di terreno estratti dalla coclea di raccolta. Il terreno in camera di scavo viene mantenuto ad una pressione media in grado di controbilanciare la pressione dell'acqua di falda e di applicare l'aliquota di tensione efficace orizzontale definita in fase di progetto.

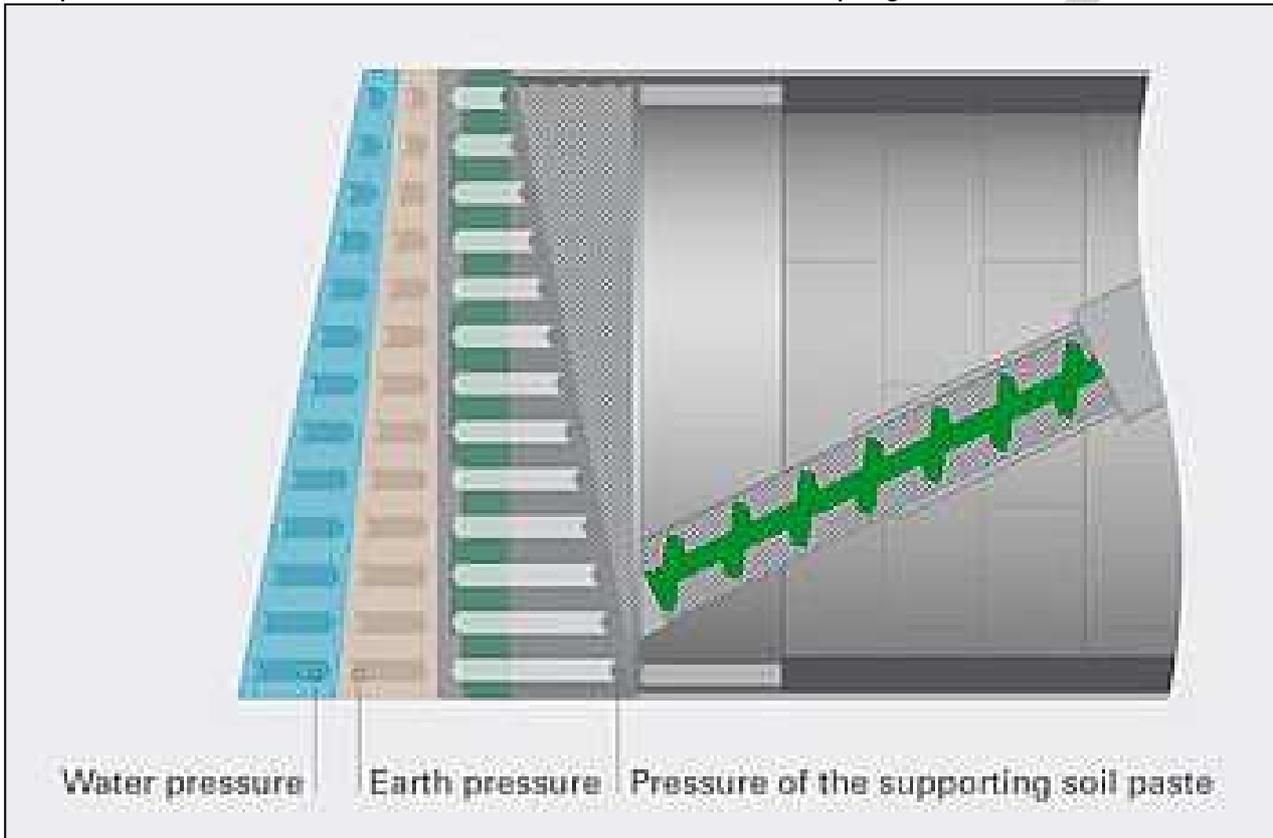


Figura 5. Schema di funzionamento EPB

Affinché la terra possa applicare correttamente la pressione al fronte è necessario, durante le operazioni di scavo, condizionare il terreno all'interno della camera di scavo mediante l'iniezione al fronte di una soluzione composta da acqua, schiume e polimeri. Quando adeguatamente condizionato, il terreno si presenta sotto forma di una pasta morbida e omogenea. Il condizionamento è anche finalizzato a ridurre il peso del terreno presente in camera di scavo e a ridurre l'attrito intergranulare e quello tra il terreno e le parti metalliche della macchina a contatto con il terreno stesso con tutti i benefici in termini di consumo e di tempistiche di perforazione precedentemente descritti.



Figura 6. Alcuni esempi della consistenza che può presentare il materiale condizionato e scavato con TBM

2.2.2 Tecnologia di scavo adottata

In particolare, per la realizzazione dell'opera verrà utilizzata una fresa di tipo "dual mode", che prevede, cioè, la possibilità di operare secondo due differenti modalità di scavo, con diversi impatti sulle terre di scavo:

1. **Modalità EPB.** In tale modalità di scavo, che interesserà circa il 10% del tracciato di scavo, i prodotti che potenzialmente entreranno in contatto con la terra di scavo sono:

- a. Additivo schiumogeno. Necessario per il condizionamento del fronte, migliora la lavorabilità, riduce gli attriti sulla testa e, quindi, i consumi della macchina (in termini elettrici e di usura dei materiali);
 - b. Eventuali ulteriori additivi coadiuvanti il condizionamento del materiale;
 - c. Acqua. Come l'additivo schiumogeno, è necessaria per il condizionamento del fronte in quanto migliora la lavorabilità, riduce gli attriti sulla testa e, quindi, i consumi della macchina (in termini elettrici e di usura dei materiali);
 - d. Grasso per la tenuta ermetica del cuscinetto principale che impedisce il refluitamento di materiale all'interno dello stesso
 - e. Grasso per la lubrificazione del cuscinetto principale
2. **Modalità APERTA.** In tale modalità di scavo, che interesserà il restante 90% del tracciato, i prodotti che potenzialmente entreranno in contatto con la terra di scavo sono:
- a. Acqua. E' necessaria, in misura variabile in funzione delle caratteristiche dei materiali attraversati, per il condizionamento del fronte: migliora la lavorabilità, riduce gli attriti sulla testa e, quindi, i consumi della macchina (in termini elettrici e di usura dei materiali);
 - b. Grasso per la tenuta ermetica del cuscinetto che impedisce il refluitamento di materiale all'interno dello stesso;
 - c. Grasso per la lubrificazione del cuscinetto.

Nella fase di allontanamento dal fronte di scavo i materiali potrebbero essere additivati con calce idrata, come disidratante, per conferire ai materiali di scavo le caratteristiche meccaniche necessarie al loro riutilizzo.

Da quanto sopra sommariamente descritto, risulta evidente che l'unica modalità di scavo in grado di produrre un potenziale rischio, per l'ambiente in generale e la risorsa idrica in particolare, è la prima (EPB), proprio a causa dell'utilizzo di additivi chimici per favorire lo scavo in queste particolari condizioni.

Dal punto di vista litologico, il tracciato di scavo della galleria Cefalù che la TBM scaverà in assetto EPB è così composto:

- Terrazzi Marini, per una lunghezza pari a circa 700 metri;
- Flysch Numidico, per una lunghezza pari a circa 840 metri;

Dal punto di vista delle progressive chilometriche, i tratti interessati dallo scavo in EPB, quindi con l'utilizzo dei suddetti additivi, sono i seguenti:

<i>Galleria Naturale Cefalù - Canna di binario dispari</i>			
TRATTO	PROGRESSIVE CHILOMETRICHE	LUNGHEZZA (ml)	VOLUME DI SCAVO (m ³)
TRATTO 1	da pk 63+180,01 a pk 63+550,01	370	29.045,04
TRATTO 5	da pk 65+935,24 a pk 66+355,24	420	32.970,05
TRATTO 8	da pk 67+194,62 a pk 67+250,13	55,51	4.357,54
		TOT. 845,51 ml	TOT. 66.372,63 m³

<i>Galleria Naturale Cefalù - Canna di binario pari</i>			
TRATTO	PROGRESSIVE CHILOMETRICHE	LUNGHEZZA (ml)	VOLUME DI SCAVO (m ³)
TRATTO 8	da pk 67+261,53 a pk 67+205,81	55,72	4.374,31
TRATTO 5	da pk 66+363,19 a pk 65+941,57	421,62	33.096,96
TRATTO 1	da pk 63+551,44 a pk 63+180,01	371,43	29.156,84
		TOT. 848,80 ml	TOT. 66.628,11 m³

2.2.3 Additivi utilizzati

La metodologia di scavo con TBM in modalità EPB presuppone l'impiego di prodotti chimici che rendano agevole sia il sostegno e lo scavo del fronte di avanzamento, sia l'accumulo e il trasporto del terreno scavato. I prodotti utilizzati per questa operazione, definita "**condizionamento del terreno**", sono principalmente additivi schiumogeni e polimeri di varia natura, selezionati in funzione delle caratteristiche del terreno – da cui dipendono anche le specifiche di avanzamento – e della eventuale presenza di falda (scavo sotto il livello dell'acqua).

Gli additivi in questione sono principalmente tensioattivi anionici e additivi polimerici in soluzione acquosa. La maggior parte dei tensioattivi schiumogeni utilizzati dalla TBM in modalità EPB sul fronte di scavo per ottemperare alle funzioni precedentemente descritte sono formati da "*Sodium Lauryl Ether Sulfate*" ovvero Sodio Lauril Etere Solfato (SLES), Alcoli con C12-14, Etossilati, Solfati e Sale Sodico. In sostanza si tratta di *glicoli polietilenici e tensidi o surfattanti*.

Nel giugno 2017 l'Istituto di Ricerche Farmacologiche Mario Negri ha presentato i risultati della sperimentazione ecotossicologica sito-specifica eseguita sugli additivi condizionanti e sulle terre e rocce da scavo che si intendono utilizzare nella realizzazione dell'opera. Tali dati sono stati utilizzati quali parametri di input per l'analisi sito-specifica di valutazione del rischio di cui si è tenuto conto per la redazione del presente documento.

3 STRUTTURA ORGANIZZATIVA DEL PROGETTO DI MONITORAGGIO AMBIENTALE

Il progetto di monitoraggio ambientale è suddiviso in ambiti di monitoraggio in funzione delle componenti ambientali in studio. Il monitoraggio sarà costituito, come detto, dalle fasi:

- *Ante Operam* (AO);
- *Corso d'Opera* (CO);
- *Post Operam* (PO).

Ciascuna componente ambientale è indagata, se ritenuto necessario, durante tutte e tre le fasi del monitoraggio.

In fondo al presente capitolo viene riportata una tabella di sintesi dei monitoraggi previsti.

L'opera in oggetto interessa un territorio piuttosto vario dal punto di vista morfologico e paesaggistico e si sviluppa in galleria per quanto riguarda la fase di scavo e all'aperto per ciò che concerne la fase di gestione dei materiali da scavo condizionati.

La scelta relativa alle componenti ambientali da monitorare, in quanto significative per caratterizzare la qualità dell'ambiente in cui l'opera si colloca, è stata effettuata tenendo conto, oltre che delle prescrizioni del M.A.T.T.M., delle valutazioni scaturite dall'analisi sito-specifica di valutazione del rischio e del contesto territoriale circostante.

Il monitoraggio ambientale verrà quindi esteso ai seguenti 3 ambiti:

- Ambiente idrico superficiale;
- Ambiente idrico sotterraneo;
- Suolo.

3.1 Ambiente idrico superficiale

I possibili impatti dell'opera sull'ambiente idrico superficiale sono essenzialmente riconducibili alle sole attività di deposito dei materiali da scavo condizionati nei siti di deposito intermedio e nei siti di deposito finale. Le attività di scavo in galleria, invece, non si prevede abbiano impatti su tale comparto ambientale in quanto lo scavo con TBM avviene in profondità nel sottosuolo. Sarà tuttavia attivo il monitoraggio delle acque superficiali previsto nel Piano di Monitoraggio "generale" dell'opera che consentirà di verificare tale ipotesi (in particolare il monitoraggio previsto sul "Rio Pisciotto").

Gli accertamenti che si effettuano nei riguardi del sistema idrico di superficie consentono di valutare le modifiche indotte dai lavori di costruzione dell'opera con riferimento alla qualità delle acque a valle delle attività di cantiere che possono indurre il rischio di inquinamenti localizzati.

Nello specifico, come accennato in precedenza, le attività che possono determinare impatti su tale componente sono quelle legate ai siti di deposito intermedio e ai siti di deposito finale: il materiale da scavo condizionato depositato potrebbe contenere inquinanti dovuti ai prodotti condizionanti (tensioattivi) che, o a causa dell'acqua rilasciata dal materiale stesso o a causa dell'acqua piovana che potrebbe lisciviare il materiale, potrebbero defluire in superficie raggiungendo corpi idrici superficiali e causando alterazioni nella qualità delle acque o dei sedimenti. Inoltre, il materiale in sospensione, trasportabile dall'acqua fino al corpo idrico superficiale, potrebbe indurre un intorbidimento delle acque e di conseguenza alterazioni o sottrazione di habitat naturali. Anche nel caso in cui tali acque venissero convogliate e raccolte si porrebbe il problema dello scarico di acque reflue (sottoposte a trattamento) che potrebbero determinare alterazioni di tipo chimico-fisico.

3.2 Ambiente idrico sotterraneo

I potenziali impatti che la costruzione dell'opera può generare sull'ambiente idrico sotterraneo sono legati principalmente alle attività di realizzazione della galleria con tecnologia TBM – EPB; tuttavia, anche i siti di deposito finale potrebbero produrre un potenziale impatto su tale comparto. Non si ritiene, invece, che il deposito nei siti di deposito intermedio possano arrecare modificazioni alle acque sotterranee, sia per le modalità di deposito delle terre che, soprattutto, per i ridotti tempi di deposito.

Le eventuali influenze potrebbero manifestarsi o perdurare anche dopo la fine dei lavori, pertanto tale monitoraggio verrà proposto in tutte e tre le fasi, Ante Operam, Corso d'Opera e Post Operam.

Le indagini relative alla componente in questione sono state programmate per tenere sotto controllo le condizioni idrogeologiche dei siti laddove la realizzazione delle opere può apportare significative modifiche dello stato attuale. I parametri tenuti sotto controllo hanno il fine di valutare sia le variazioni delle condizioni di deflusso, sia le variazioni della qualità dei corpi idrici sotterranei.

Le possibilità di inquinamento delle acque sotterranee sono dovute essenzialmente alle sostanze impiegate nei processi di scavo per iniezioni di condizionamento.

I punti di rilevamento sono distribuiti lungo le parti del tracciato realizzate in modalità EPB e sono stati scelti tenendo conto della direzione di flusso prevista della falda, ponendoli sia a monte che a valle idrogeologica delle attività costruttive per poter verificare che durante la fase di costruzione si mantengano le stesse condizioni ambientali rilevate prima dell'inizio dei lavori. Altri punti di monitoraggio sono ubicati intorno ai siti di deposito finale, sempre secondo la logica monte – valle.

3.3 Suolo

Il monitoraggio ambientale relativo alla componente suolo è finalizzato a verificare la conservazione delle caratteristiche chimico-fisiche dei suoli in quelle aree di cantiere dove verrà stoccato temporaneamente il materiale da scavo per poi essere successivamente rimosso. Verranno pertanto eseguite delle analisi sui suoli sia in fase ante operam che in fase post operam.

L'impatto potenziale dell'opera sul suolo è riconducibile alla presenza dei siti di deposito intermedio.

Le attività di monitoraggio vengono eseguite nelle fasi di AO e PO.

Tabella 1: Schema previsto per il Monitoraggio Ambientale (A.O. Ante Operam; C.O. Corso d'Opera; P.O. Post Operam; N.P. Non Previsto)

	Acque Superficiali	Acque Sotterranee	Suolo
Tracciato GN (TBM-EPB)	N.P.	A.O. C.O. P.O.	N.P.
Siti Intermedio Deposito	A.O. C.O. P.O.	N.P.	A.O. P.O.
Siti Definitivo Deposito	A.O. C.O. P.O.	A.O. C.O. P.O.	N.P.

PRELIMINARE

4 MONITORAGGIO ACQUE SUPERFICIALI

4.1 PREMESSA

Il Monitoraggio ha lo scopo di esaminare le eventuali variazioni che intervengono nell'ambito delle acque superficiali, in tutti i loro aspetti, risalendone alle cause al fine di stabilire se tali variazioni sono imputabili alla realizzazione o all'esercizio dell'opera, e per ricercare i correttivi che meglio possono ricondurre gli effetti rilevati a dimensioni compatibili con l'ambiente idrico preesistente.

Gli impatti prevedibili a spese dell'ambiente idrico superficiale sono legati esclusivamente all'inquinamento delle acque.

Tenendo conto che nell'area interessata dai lavori di costruzione dell'opera in progetto sono presenti pochi corsi d'acqua dal regime torrentizio influenzati notevolmente dalla pluviometria stagionale si ritiene insignificante l'impatto relativo al consumo della risorsa idrica, in alcuni casi presente solamente in alcune stagioni.

Il programma di monitoraggio ambientale per le acque superficiali interessa i corsi d'acqua più vicini alle aree di deposito, sia intermedio che definitivo.

La scelta di tali corsi d'acqua è conseguenza della loro vicinanza ai siti di deposito e, pertanto, dei possibili impatti che potranno derivare da queste aree.

Il monitoraggio verrà eseguito nelle 3 fasi:

- Ante-Operam (AO);
- Corso d'Opera (CO);
- Post-Operam (PO).

L'articolazione delle azioni relative ad ogni fase del monitoraggio verrà descritta più dettagliatamente nei paragrafi seguenti.

4.2 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

4.2.1 Finalità del monitoraggio AO

Il Monitoraggio Ante Operam (MAO) delle acque superficiali ha lo scopo di definire le condizioni esistenti e le caratteristiche del corso d'acqua, in termini qualitativi, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio dovrà rilevare la variabilità nel tempo di tali caratteristiche (variazioni legate alle condizioni stagionali) basandosi, quando possibile, su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità del corso d'acqua; in alternativa (nel caso di limitata quantità di dati disponibili), i confronti dovranno essere eseguiti con dati di letteratura o con previsioni di modelli teorici.

Il MAO ha infine lo scopo di definire l'obiettivo degli eventuali interventi per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del corso d'acqua tale da evitare soluzioni non compatibili con il particolare ambiente idrico.

4.2.2 Parametri da determinare AO

Stanti le premesse e le considerazioni sopra enunciate, la scelta dei parametri da monitorare deve prevedere una caratterizzazione qualitativa del corpo idrico. A tal fine saranno eseguite misure in situ e saranno prelevati campioni d'acqua da analizzare in laboratorio sotto il profilo fisico-chimico-batterologico su di una sola sezione per ogni corso d'acqua, localizzata a valle idraulica rispetto al futuro cantiere.

Più in dettaglio saranno oggetto di monitoraggio i parametri chimico-fisici riportati in tabella.

Tabella 2: Parametri per le acque superficiali

Temperatura
pH
Conducibilità elettrica
Potenziale Redox
Ossigeno disciolto
COD
TOC
Materiali in sospensione
Tensioattivi anionici
Durezza totale
Idrocarburi totali
Alcalinità da carbonati
Tensioattivi

Poiché tutti i corsi d'acqua oggetto di monitoraggio sono di carattere stagionale e il flusso delle acque potrebbe spesso risultare pressoché nullo, nei casi di assenza di portata verranno prelevati i sedimenti fluviali, su cui verranno determinati i parametri seguenti:

Tabella 3: Parametri per i sedimenti

Arsenico
Cadmio
Zinco
Cromo totale
Mercurio
Nichel
Piombo
Rame
Tensioattivi anionici
Durezza totale
Idrocarburi C>12

pH

Tensioattivi

4.2.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO

Le frequenze di monitoraggio sono state definite in maniera da rappresentare al meglio la situazione ambientale. Si è pertanto scelto di eseguire i prelievi dei campioni di acque superficiali con cadenza mensile per la determinazione dei parametri indicati in tabella 2.

Le determinazioni sui sedimenti, come detto, verranno eseguite nel caso di assenza di flusso idrico, in luogo di quelle sulle acque.

4.3 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

4.3.1 Finalità del monitoraggio CO

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO), ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri qualitativi del sistema delle acque superficiali.

Il Monitoraggio in Corso D'Opera (MCO) si esegue su ciascun corso d'acqua attraverso due sezioni, una a monte ed una a valle dell'area di lavoro.

La sezione di valle sarà localizzata nella stessa posizione impiegata per la campagna AO.

La scelta della sezione di monte richiederà una preventiva verifica che nel tratto compreso tra monte e valle non vi siano derivazioni, scarichi o immissioni d'acqua.

A seguito del rilevamento e della segnalazione di scostamenti dei valori dei parametri misurati tra la sezione di monte e quella di valle il MCO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e le indagini per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste si dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi imprevisti.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà una durata pari al tempo di utilizzo delle aree nei siti di deposito intermedio e pari al tempo di abbancamento nei siti di deposito definitivo.

4.3.2 Parametri da determinare CO

I parametri che verranno determinati nella fase CO saranno gli stessi della fase AO. Si prevedono pertanto, sia sulla sezione di monte che su quella di valle:

- campionamento delle acque ed analisi di laboratorio per la determinazione dei parametri di cui in tabella 2 in caso di presenza di flusso idrico;
- campionamento dei sedimenti ed analisi di laboratorio per la determinazione dei parametri di cui in tabella 3 in caso di assenza di flusso idrico;

In aggiunta alle operazioni sopra illustrate, nel caso di scostamento tra i valori rilevati tra una sezione di monte ed una di valle, ovvero in una stessa sezione rispetto alla fase di Ante Operam, occorrerà valutare l'opportunità di eseguire indagini di approfondimento su parametri da valutare di volta in volta.

4.3.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO

Le frequenze di monitoraggio sono state definite in maniera tale da consentire, durante le lavorazioni correnti, un monitoraggio costante e pressoché continuo che dia modo di poter intervenire tempestivamente nel caso si riscontrassero anomalie dovute ai lavori. Si è pertanto scelto di eseguire i prelievi dei campioni di acque superficiali con cadenza settimanale per la determinazione dei parametri indicati in tabella 2. Tale periodicità è legata unicamente al tempo di deposito dei materiali scavati in modalità EPB nei siti di deposito intermedio.

4.3.4 Finalità del monitoraggio PO

Il Monitoraggio Post Operam (MPO) dovrà verificare gli effetti a lunga scadenza della realizzazione dell'opera sull'ambiente idrico, ovvero verificare che eventuali effetti negativi indotti durante la costruzione scompaiano al termine della stessa.

Il MPO avrà una durata tale da garantire che si siano stabiliti i nuovi equilibri ambientali, relativamente alle acque superficiali, controllando che questi siano compatibili con il quadro preesistente.

4.3.5 Parametri da determinare PO

I parametri da monitorare sono gli stessi definiti per la fase CO.

4.3.6 Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO

Le operazioni di Monitoraggio Post Operam saranno eseguite nell'anno successivo al termine dei lavori (intesi come ultimazione di deposito dei materiali provenienti dagli scavi eseguiti in modalità EPB), con una cadenza coincidente con quella delle operazioni effettuate in fase di Ante Operam (misure mensili).

4.4 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

4.4.1 Misure in situ

Le misure in situ prevedono il rilievo della temperatura dell'acqua e dell'aria, della Conducibilità elettrica, del pH, del Potenziale Redox e dell'Ossigeno disciolto.

Le misure della temperatura dell'aria e dell'acqua potranno essere effettuate mediante termometro a mercurio o elettronico ed andranno riportate con l'approssimazione del mezzo grado.

Il valore di pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici; il Potenziale Redox e l'Ossigeno disciolto saranno determinati con apposita sonda.

Tali strumenti andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro; i valori rilevati saranno la media di tre determinazioni consecutive e i risultati della taratura saranno annotati sulle apposte schede.

I rilievi dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

4.4.2 Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Campionamento

Il campionamento sarà realizzato tramite sonda a trappola che sarà immersa nel filone principale della corrente al di sotto del pelo libero. Si dovranno preferire punti ad elevata turbolenza evitando zone di ristagno e zone dove possano manifestarsi influenze del fondo, della sponda o di altro genere.

Per la raccolta del campione si utilizzerà una scheda predisposta e sarà redatto un verbale di campionamento che sarà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Etichettatura dei contenitori

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- punto di prelievo (nome del corso d'acqua);
- sezione del corso d'acqua su cui si effettua il prelievo;
- data e ora del campionamento.

Conservazione e spedizione

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

4.5 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

I punti di misura e prelievo vanno ubicati su sezioni rappresentative delle caratteristiche dei corpi idrici sottoposti a monitoraggio e sono situati a monte e a valle dei siti di deposito delle terre, sia intermedi che definitivi. I corpi idrici sottoposti a monitoraggio sono quelli più vicini a ciascun sito di deposito.

Per tutti i corsi d'acqua oggetto di monitoraggio, le sezioni a valle saranno monitorate nelle fasi AO, CO e PO, mentre le sezioni a monte saranno invece monitorate esclusivamente nelle fasi CO e PO.

5 MONITORAGGIO ACQUE SOTTERRANEE

5.1 PREMESSA

Il monitoraggio dell'ambiente idrico sotterraneo ha lo scopo di controllare l'impatto dei lavori sul sistema idrogeologico superficiale e profondo, al fine di prevenire alterazioni di tipo qualitativo delle acque ed eventualmente programmare efficaci interventi di contenimento e mitigazione.

Per quanto riguarda l'aspetto quantitativo, il controllo della possibile variazione del livello piezometrico nei depositi litoidi oggetto di scavo è già considerato nel PMA "generale" e pertanto non verrà considerato nel presente lavoro.

Gli impatti previsti riguardano quindi la potenziale diffusione in falda di sostanze inquinanti (tensioattivi) legate al processo di avanzamento delle gallerie e la potenziale infiltrazione di sostanze inquinanti per percolazione dalle aree di deposito definitivo.

Le misure saranno effettuate in corrispondenza di piezometri che verranno realizzati ad hoc.

Per tali punti sono previste attività di controllo mediante il prelievo di campioni e l'analisi di laboratorio delle acque prelevate.

L'assetto idrogeologico del territorio in esame è caratterizzato da terreni poco permeabili dove non vi sono significative manifestazioni idrogeologiche (livelli di falda discontinui).

Sulla base degli studi condotti (Relazione geologica e idrogeologica – RS2H00D07RGGE0001001A) si è potuta constatare lungo il tracciato della GN Cefalù la presenza di una circolazione confinata nella coltre di terreno sciolto superficiale in corrispondenza dei livelli maggiormente permeabili con estensione e potenza generalmente limitata ma comunque dipendente dalle dimensioni e dalla continuità dei depositi che la ospitano.

La direzione del flusso principale è ortogonale alla linea di costa e l'alimentazione è legata in massima parte alle precipitazioni meteoriche e solo subordinatamente ai modesti apporti del reticolo superficiale.

All'interno del Flysch Numidico è presente una ridottissima circolazione in corrispondenza degli orizzonti litoidi fratturati dove i livelli misurati risultano tra loro correlabili solo in pochissimi casi e su distanze molto limitate, il che sembrerebbe escludere l'esistenza di una falda freatica continua.

Una situazione diversa si rileva nella zona di Cefalù dove è in affioramento il blocco carbonatico che costituisce la Rocca, la quale è circondata da numerose sorgenti (Gruppo Sorgente Presidiana), alcune sottomarine, il cui acquifero di alimentazione viene ipotizzato, in base alle portate rilevate, di estensione molto superiore a quello della rocca di Cefalù. Gli studi eseguiti nell'area (Bartolomei et alii, 1983) ipotizzano la presenza, al di sotto del Flysch Numidico in affioramento nella zona di Cefalù, di una continuità litologica tra il blocco carbonatico in questione e l'unità idrogeologica di Pizzo Carbonara.

Tale ipotesi sembrerebbe confermata dalla presenza, nell'area urbana di Cefalù, di un pozzo denominato Pozzo S. Barbara, sfruttato per uso potabile con una portata emunta di circa 35 l/sec, distante circa 20 m dall'asse del tracciato della galleria Cefalù, in un tratto però che

non sarà interessato dallo scavo in modalità EPB con utilizzo di tensioattivi. Il pozzo più vicino ai tratti in EPB è risultato essere il pozzo individuato con la sigla P2, ubicato ad una distanza pari a circa 50 m dal tratto 1 della GN Cefalù e considerato come principale bersaglio nell'analisi sito-specifica di valutazione del rischio di cui si è tenuto conto per la redazione del presente documento; tale pozzo sarà chiaramente oggetto di monitoraggio.

Sulla base degli studi geologici e degli impatti previsti è stato programmato un monitoraggio per la componente acque sotterranee che si articola in tre fasi:

- ante operam (AO);
- corso d'opera (CO);
- post operam (PO).

I punti vanno localizzati tenendo in considerazione la direzione del flusso della falda rispetto alle aree di cantiere oggetto di monitoraggio e, sempre rispetto ad esse, sono stati collocati a monte e a valle idrogeologica.

Lungo il tracciato della GN Cefalù verranno realizzati 3 piezometri per ognuno dei tre tratti che saranno oggetto di scavo con TBM-EPB; i 3 piezometri saranno ubicati secondo la seguente logica:

- n. 1 piezometri in corrispondenza della sezione centrale del tratto d'interesse ad una distanza di circa 20-30 m in direzione monte;
- n. 2 piezometri in corrispondenza rispettivamente delle sezioni iniziale e finale del tratto d'interesse ad una distanza di circa 20-30 m in direzione valle.

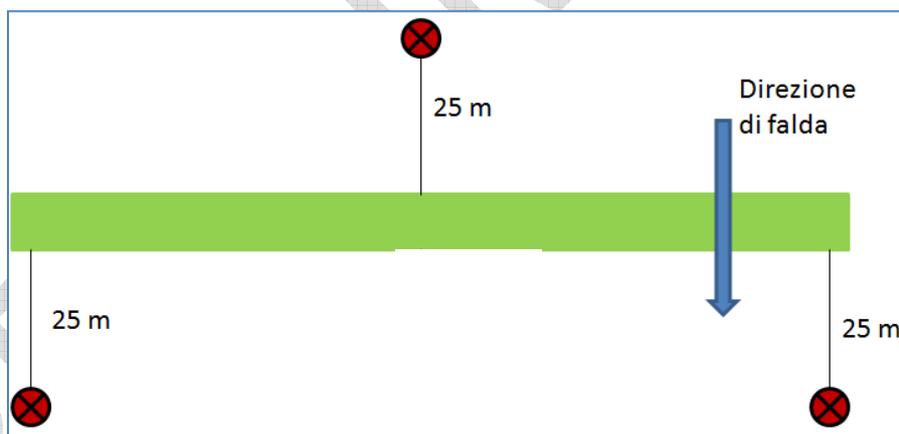


Figura 7: Schema (in pianta) della disposizione dei piezometri (in rosso) rispetto alla galleria (in verde)

Essendo tre i tratti interessati da scavo in modalità EPB si avrà un totale di $3 \times 3 = 9$ piezometri lungo il tracciato della GN Cefalù

Per quanto riguarda i siti di deposito definitivo, verranno realizzati:

- n. 1 piezometri ad una distanza dal confine dell'area di abbancamento di circa 20-30 m in direzione monte;
- n. 2 piezometri ad una distanza dal confine dell'area di abbancamento di circa 20-30 m in direzione valle.

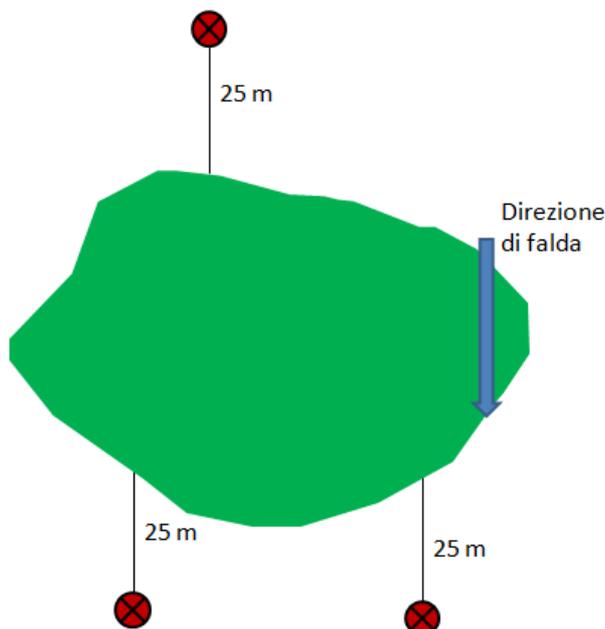


Figura 8: Schema (in pianta) della disposizione dei piezometri (in rosso) rispetto ai siti di deposito finale (in verde)

Essendo tre i siti di deposito definitivo, si avrà un totale di $3 \times 3 = 9$ piezometri. Verranno quindi realizzati e monitorati complessivamente n. 18 piezometri.

5.2 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

5.2.1 Finalità del monitoraggio AO

Il Monitoraggio AO delle acque sotterranee ha lo scopo di definire le caratteristiche, in termini quantitativi e qualitativi, delle acque sotterranee presenti nell'area interessata dai lavori, in assenza dei disturbi provocati dalle lavorazioni e dall'opera in progetto. Il monitoraggio dovrà rilevare la variabilità nel tempo di tali caratteristiche (variazioni legate alle condizioni stagionali) basandosi, quando possibile, su una serie di dati sufficientemente lunga da coprire in maniera soddisfacente il campo di variabilità dell'acquifero; ove disponibili dovranno essere raccolti anche dati pregressi, relativi a misure effettuate da altri soggetti o enti.

Il MAO ha anche lo scopo di definire gli interventi possibili per ristabilire condizioni di disequilibrio che dovessero verificarsi in fase CO o PO, garantendo un quadro di base delle conoscenze dei corpi idrici sotterranei, da integrare ovviamente con gli studi idrogeologici eseguiti in fase di progettazione.

5.2.2 Parametri da determinare AO

Per la definizione delle caratteristiche qualitative delle acque sotterranee si determineranno, tramite misure di campagna e di laboratorio, i parametri riportati nella tabella seguente.

Tabella 4: Parametri per le acque sotterranee

Livello piezometrico
Temperatura aria
Temperatura acqua
pH
Conducibilità elettrica
Potenziale Redox
Ossigeno disciolto
Durezza totale
Alcalinità da carbonati
Tensioattivi anionici
Tensioattivi non ionici
Idrocarburi totali
Arsenico
Zinco
Cadmio
Cromo
Cromo (VI)
Ferro
Mercurio
Nichel
Piombo
Rame
Manganese
Solfati
Cloruri
Azoto ammoniacale
Azoto nitroso
Azoto nitrico
Fosforo totale
Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)
Idrocarburi aromatici (BTEX)

Per continuità ed omogeneità con il Piano di Monitoraggio “generale”, per ogni piezometro sarà registrato anche il livello piezometrico (m s.l.m.) della falda acquifera.

5.2.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO

Le operazioni di monitoraggio Ante Operam verranno realizzate prima dell'inizio delle lavorazioni di scavo in modalità EPB.

5.3 MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

5.3.1 Finalità del monitoraggio CO

Il Monitoraggio in Corso d'Opera (MCO) ha lo scopo di controllare che l'esecuzione dei lavori per la realizzazione dell'opera non induca alterazioni dei caratteri quantitativi e qualitativi del sistema delle acque sotterranee.

In riferimento alle caratteristiche quantitative delle acque, per continuità ed omogeneità con il Piano di Monitoraggio "generale", il MCO dovrà evidenziare anche eventuali variazioni di livello piezometrico.

Per quanto riguarda le caratteristiche qualitative delle acque sotterranee, il MCO dovrà segnalare eventuali variazioni dello stato chimico delle acque e situazioni di inquinamento.

A seguito del rilevamento e della segnalazione di scostamenti rispetto ai caratteri preesistenti il MCO dovrà avviare le procedure di verifica, per confermare e valutare lo scostamento, e le indagini per individuarne le cause.

Una volta stabilite queste si dovrà dare corso alle contromisure predisposte o elaborate al momento nel caso di eventi imprevisti.

Il Monitoraggio in Corso d'Opera avrà una durata pari al tempo di costruzione delle opere civili (i lavori di armamento e attrezzaggio tecnologico della tratta non determineranno infatti ricadute sull'ambiente idrico) per quanto riguarda lo scavo della GN Cefalù e pari al tempo di abbancamento e ripristino ambientale delle cave per quanto riguarda i siti di deposito definitivo.

Inoltre, per rispettare quanto indicato nei punti 4 e 7 della Determina prot. DVADEC-2015-0000206 del 22/06/2015, verranno installate nei piezometri di valle delle centraline elettroniche collegate in rete e capaci di trasmettere i valori misurati di alcuni parametri indicatori in modo da garantire l'effettivo controllo costante richiesto nella già citata Determina.

5.3.2 Parametri da determinare CO

I parametri da monitorare sono gli stessi previsti per il MAO proprio al fine di riscontrare eventuali modificazioni delle condizioni Ante Operam.

Verranno determinati i livelli dei piezometri e verranno eseguite le stesse analisi in sito previste per il Monitoraggio A.O.

Inoltre, in ottemperanza a quanto puntualmente indicato al **punto 4** della "**Determina**" trasmessa con nota protocollo DVADEC-2015-0000206 del 22 giugno 2015 dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare – Direzione Generale per le Valutazioni e le Autorizzazioni Ambientali, per mezzo di sonde collegate a centraline elettroniche, saranno monitorati e registrati in tempo reale i valori misurati dei parametri indicati nella seguente tabella.

Tabella 5: Parametri oggetto di monitoraggio in continuo

Livello piezometrico
Temperatura acqua
pH
Conducibilità elettrica
Potenziale Redox

5.3.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio CO

Le misure di livello le analisi dei parametri chimico-fisici saranno avranno frequenza mensile, mentre Le analisi dei parametri indicati in tabella 5 verranno effettuate in maniera continua. La durata del monitoraggio in corso d'opera è strettamente legato alla fasi di escavo in modalità EPB e alla tratta interessata da detta modalità escavo

5.4 MONITORAGGIO POST OPERAM

5.4.1 Finalità del monitoraggio PO

Il Monitoraggio Post Operam (MPO) dovrà verificare gli effetti a lunga scadenza dell'opera sull'ambiente idrico sotterraneo.

I risultati del MPO andranno quindi confrontati non solo con il quadro preesistente all'opera, ma anche con le tendenze evolutive del locale ambiente idrico.

Il MPO avrà una durata tale da garantire che si siano stabiliti i nuovi equilibri ambientali, relativamente alle acque sotterranee, controllando che questi siano compatibili con il quadro preesistente. In base alle attuali conoscenze si può ipotizzare una durata massima indicativa di due anni dalla fine degli scavi in modalità EPB.

5.4.2 Parametri da determinare PO

I parametri da monitorare sono gli stessi previsti per il MAO, saranno perciò rilevati i livelli dei piezometri e gli stessi parametri chimico-fisici precedentemente illustrati.

5.4.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO

Le frequenze del monitoraggio P.O. saranno uguali a quelle del MAO; verrà sospeso il monitoraggio in continuo sul set di parametri ridotto aggiunto durante il MCO.

La durata massima indicativa del monitoraggio sarà di due anni e verrà eseguito al termine della fase di Corso d'Opera come precedentemente definita. La durata del MPO potrà essere modulata in relazione agli esiti delle misurazioni.

5.5 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO E CAMPIONAMENTO

5.5.1 Misure in situ

Le misure del livello statico verranno effettuate mediante sonda elettrica il cui cavo sia marcato almeno ogni centimetro.

La misura andrà effettuata dalla bocca del piezometro o pozzo (bordo del rivestimento) o da altro punto fisso e ben individuabile; verrà quindi misurata l'altezza della bocca del piezometro o del punto di riferimento rispetto al suolo. L'indicazione del punto di riferimento dovrà essere riportata sulla scheda di misura.

Il livello statico sarà indicato con l'approssimazione del centimetro.

La misura della temperatura dell'aria e dell'acqua potrà essere effettuata mediante termometro a mercurio o elettronico ed andrà riportata con l'approssimazione del mezzo grado. L'ossigeno disciolto verrà determinato tramite apposita sonda, il pH e la Conducibilità Elettrica saranno determinati con pH-metro e conducimetro elettronici che andranno tarati all'inizio ed alla fine di ogni giornata di lavoro. I risultati della taratura saranno annotati su apposite schede. In relazione agli strumenti da utilizzare per la determinazione di questi ultimi parametri, potranno essere impiegate, in alternativa, anche sonde multiparametriche.

I rilievi ed i campionamenti dovranno essere eseguiti sempre con le stesse procedure e gli stessi strumenti in tutti i punti di misura ed in tutte le fasi; analogamente il grado di approssimazione dei valori numerici dei parametri dovrà essere identico.

Prima dell'esecuzione del MAO, il soggetto incaricato di tale attività dovrà provvedere a:

- determinare la quota assoluta dell'estremità superiore della tubazione (testa piezometro o pozzo);
- rilievo della posizione del piezometro o pozzo in termini di coordinate geografiche.

5.5.2 Prelievo campioni per analisi di laboratorio

Campionamento

Il campionamento da piezometri dovrà essere preceduto dallo spurgo di un congruo volume di acqua in modo da scartare l'acqua giacente e prelevare acqua veramente rappresentativa della falda. Il monitoraggio delle acque sotterranee prevede campionamenti periodici nei punti prescelti di un quantitativo di acqua sufficiente per il corretto svolgimento delle analisi di laboratorio sia chimico – fisiche che microbiologiche. Per ogni prelievo dovrà essere redatto un verbale di campionamento che verrà trasmesso in copia al laboratorio di analisi.

Etichettatura dei contenitori

I contenitori utilizzati dovranno essere contrassegnati da apposite etichette di tipo autoadesivo con sopra riportate le seguenti informazioni:

- sigla identificativa del piezometro;
- data e ora del campionamento.

Conservazione e spedizione

Per impedire il deterioramento dei campioni, questi andranno stabilizzati termicamente tramite refrigerazione a 4 °C e recapitati al laboratorio di analisi entro le ventiquattro ore dal prelievo prevedendone il trasporto in casse refrigerate.

6 MONITORAGGIO SUOLO

6.1 PREMESSA

Le operazioni di monitoraggio della componente suolo consentiranno di valutare le modificazioni delle caratteristiche chimico-fisiche dei terreni dovute fondamentalmente alle operazioni di stoccaggio dei materiali da scavo.

Le alterazioni della qualità dei suoli conseguenti all'impianto dei depositi possono essere dovute al contatto, diretto o per il tramite di acque di percolazione, tra i materiali da scavo oggetto di stoccaggio ed il suolo sottostante. Poiché una volta terminata l'attività di deposito su un sito, il ripristino dei luoghi riporterà il vecchio piano di campagna nuovamente a contatto diretto con l'atmosfera, disponibile al contatto con persone e con acque meteoriche e di ruscellamento superficiale, allora il monitoraggio sarà esclusivamente rivolto alle aree di deposito intermedio.

Si ritiene quindi necessario prevedere due sole fasi di monitoraggio, Ante Operam e Post Operam.

Il monitoraggio ante-operam sarà volto alla conoscenza delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo indisturbato, prima cioè delle modificazioni apportate dalle fasi di lavorazione.

Il monitoraggio post-operam viene effettuato al fine di verificare eventuali potenziali contaminazioni apportate dalle fasi di stoccaggio dei materiali da scavo.

6.2 MONITORAGGIO ANTE OPERAM

6.2.1 Finalità del monitoraggio AO

Il monitoraggio Ante Operam ha lo scopo di caratterizzare lo stato del suolo, in termini qualitativi, prima dell'inizio dei lavori. Il MAO fornirà un quadro di base delle conoscenze delle caratteristiche del terreno che permetterà di definire gli interventi possibili per ristabilire eventuali condizioni di disequilibrio.

6.2.2 Parametri da determinare AO

Allo scopo di ottenere informazioni esaustive riguardanti la qualità dei suoli, dovranno essere compiute alcune campagne d'indagine finalizzate alla determinazione delle caratteristiche chimico-fisiche degli stessi.

Le indagini da eseguirsi dovranno spingersi fino alla profondità di 1 m su di un punto per ognuno dei siti di deposito.

Dovranno essere determinati i seguenti parametri chimico-fisici del suolo, per caratterizzarlo prima delle eventuali modificazioni apportate dal cantiere:

Tabella 6: Parametri per il suolo

Arsenico
Cadmio
Zinco

Cromo totale
Mercurio
Nichel
Piombo
Rame
Tensioattivi anionici
Durezza totale
Idrocarburi C>12
pH
Tensioattivi

1.1.1 Frequenza delle operazioni di monitoraggio AO

Le misure descritte nel paragrafo precedente verranno realizzate, nella fase Ante Operam, una sola volta.

6.3 MONITORAGGIO POST OPERAM

6.3.1 Finalità del monitoraggio PO

Il monitoraggio Post Operam ha lo scopo di evidenziare, sui punti di stoccaggio dei materiali da scavo, le eventuali alterazioni delle caratteristiche chimico-fisiche originarie del terreno. Nel caso venissero riscontrate variazioni negative significative, prima della risistemazione definitiva, si provvederà alla bonifica del terreno.

6.3.2 Parametri da determinare PO

I parametri da determinare sono gli stessi descritti per la fase Ante Operam.

6.3.3 Frequenza delle operazioni di monitoraggio PO

Le operazioni di monitoraggio Post Operam verranno realizzate una sola volta dopo le attività di sgombero del cantiere e di ripristino del sito che prevedono la rimozione di tutti i materiali dalle aree di cantiere dismesse.

6.4 METODOLOGIE DI RILEVAMENTO

6.4.1 Generalità

Il campione di materiale prelevato rappresenterà la matrice da cui proviene in modo tale da poter offrire, mediante l'analisi chimica, un quadro esaustivo dello stato qualitativo di quest'ultima. I campioni di terreno prelevati saranno del tipo puntuale e provengono da singoli prelievi. Ogni aliquota di terreno che rappresenterà il campione finale sarà omogeneizzata al fine di presentare distribuzione uniforme delle sue caratteristiche. L'omogeneizzazione sarà realizzata tramite rimescolamento, avendo cura di evitare contatto con materiali contaminati. L'omogeneizzazione si renderà indispensabile in quando da un determinato quantitativo di terreno ricaveranno più aliquote.

Ciascuna delle aliquote prelevate sarà introdotta in idonei barattoli di contenimento in vetro e plastica muniti di coperchio a chiusura ermetica.

I criteri di campionamento e prelievo saranno conformi a quanto prescritto dalla vigente normativa in materia di bonifiche e secondo gli standard UNI EN ISO 9001, che prevede l'applicazione della metodologia U.S. EPA Pb 92-963408 '91 e le norme tecniche UNI 10802.

Nel rispetto delle specifiche prescrizioni dettate dall'allegato 2 alla parte IV Titolo V D.Lgs. 152/06i campioni saranno prelevati senza l'utilizzo di sistemi perturbanti (acqua, oli ecc)

Inoltre le modalità relative alla conservazione dei campioni prelevati dal fondo scavo e dalle pareti saranno conformi ai seguenti criteri:

- l'aliquota prescelta sarà posizionata su un telo di nylon usa e getta;
- il campione sarà preparato tramite omogeneizzazione e quartatura con scarto del materiale litoide >2cm;
- il campione sarà conservato in barattoli di vetro, plastica e vials con tappo a tenuta ed etichettato;

il campione sarà conservato in borsa frigo ad una temperatura $\leq 4^{\circ}$ C.

6.5 DEFINIZIONE DEI PUNTI DI MONITORAGGIO

Le aree all'interno delle quali saranno svolte le attività di monitoraggio sono i siti di deposito intermedio delle terre e rocce da scavo indicate nel PUT. Verrà prelevato un campione per ogni sito di deposito, in corrispondenza del punto baricentrico dell'area di deposito smarini.