

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. INGEGNERIA AMBIENTALE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE ANDORA

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO
Relazione Generale

SCALA:

-


COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

I V 0 I 0 0 D 6 9 R G T A 0 0 0 0 0 0 2 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	A. Colonna	Febbraio 2022	I. Perrini	Febbraio 2022	G.Fadda	Febbraio 2022	S. Paduli Ing. Padulosi S.p.A. Ordine degli Ingegneri di Roma n. 25827 sez. A	
B	Emissione Esecutiva	A. Colonna	Ottobre 2023	D. Bensaadi	Ottobre 2023	G.Fadda	Ottobre 2023		

File: IV0I00D69RGTA0000002B

n. Elab.:

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B


INDICE

1	INTRODUZIONE	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
2.1	DEFINIZIONE E CONDIZIONI DI APPLICABILITÀ DEL D.P.R. 120/17	8
3	CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL DPR 120/2017	12
4	SITI DI PRODUZIONE.....	14
4.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	14
4.2	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	16
4.3	INQUADRAMENTO URBANISTICO	20
4.4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO.....	21
4.5	USO PREGRESSO DEL SITO ED INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO CONTAMINAZIONE	56
4.6	CAMPIONAMENTO ED ANALISI.....	56
4.7	CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI	58
4.8	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE ACQUE DI FALDA.....	61
5	METODICHE DI SCAVO, ANALISI E OPERAZIONI SUI SOTTOPRODOTTI	64
5.1	TECNICHE DI SCAVO	64
5.2	QUADRO DEI MATERIALI DI SCAVO PRODOTTI.....	64
5.3	TRATTAMENTI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	65
5.4	ATTIVITA' DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA.....	65
6	SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO.....	71
6.1	SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE	71
6.2	MODALITÀ DI DEPOSITO DEI MATERIALI DI SCAVO.....	74
6.3	MODALITÀ DI TRASPORTO	76
7	SITI DI DEPOSITO FINALE	77
7.1	RIUTILIZZO FINALE INTERNO AL PROGETTO	78
7.2	RIUTILIZZO FINALE ESTERNO AL PROGETTO	78
7.3	CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI	80
7.4	EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO	80

Allegati:

Allegato 1 - Quantitativi di materiali di scavo prodotti e Tabella di Riutilizzo

Allegato 2 - Cronoprogramma lavori

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 69</p>	<p>DOCUMENTO RG TA 00 00 002</p>	<p>REV. B</p>	<p>PAG. 3/86</p>

Allegato 3 - Annesso tecnico per la gestione dei materiali provenienti dallo scavo meccanizzato con additivi: indirizzi metodologici e valutazioni programmatiche sugli studi sperimentali e sul protocollo operativo di corso d'opera

Allegato 4 - Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG – Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "Sapienza – Università di Roma")

Allegato 5 – Protocollo d'intesa (2011)

Allegato 6 – Bozza Protocollo di intenti ex art. 15 della L. 241/1990 avente a oggetto la Progettazione e l'iter autorizzativo delle opere di sistemazione del Sito di conferimento materiali provenienti dalla realizzazione della nuova tratta ferroviaria tra Andora e Finale Ligure, a seguito della sottoscrizione del Protocollo d'Intesa del'11 aprile 2011

1 INTRODUZIONE

Il presente documento rappresenta il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo (di seguito PUT), redatto secondo le indicazioni del Decreto del Presidente della Repubblica del 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" e si prefigge lo scopo di rappresentare le modalità di gestione e di utilizzo dei materiali da scavo prodotti nell'ambito dei lavori di realizzazione delle opere relative al Progetto Definitivo del Raddoppio della Linea Ferroviaria Genova-Ventimiglia nella tratta Finale Ligure - Andora.

La linea Genova – Ventimiglia appartiene alla direttrice principale Milano – Genova – Ventimiglia e riveste un ruolo fondamentale nei collegamenti est – ovest e di questi con il nord. Il progetto di raddoppio dell'intera linea Genova – Ventimiglia, si pone l'obiettivo di incrementare la capacità della linea, ridurre i tempi di percorrenza ed ampliare i moduli di stazione, al fine di migliorare l'efficacia del servizio di trasporto. Attualmente questa tratta è fortemente disomogenea sia per la presenza di tratti a doppio binario che si alternano a tratti a semplice binario.

La tratta Finale Ligure – Andora è parte del progetto complessivo di raddoppio della linea Genova – Ventimiglia.

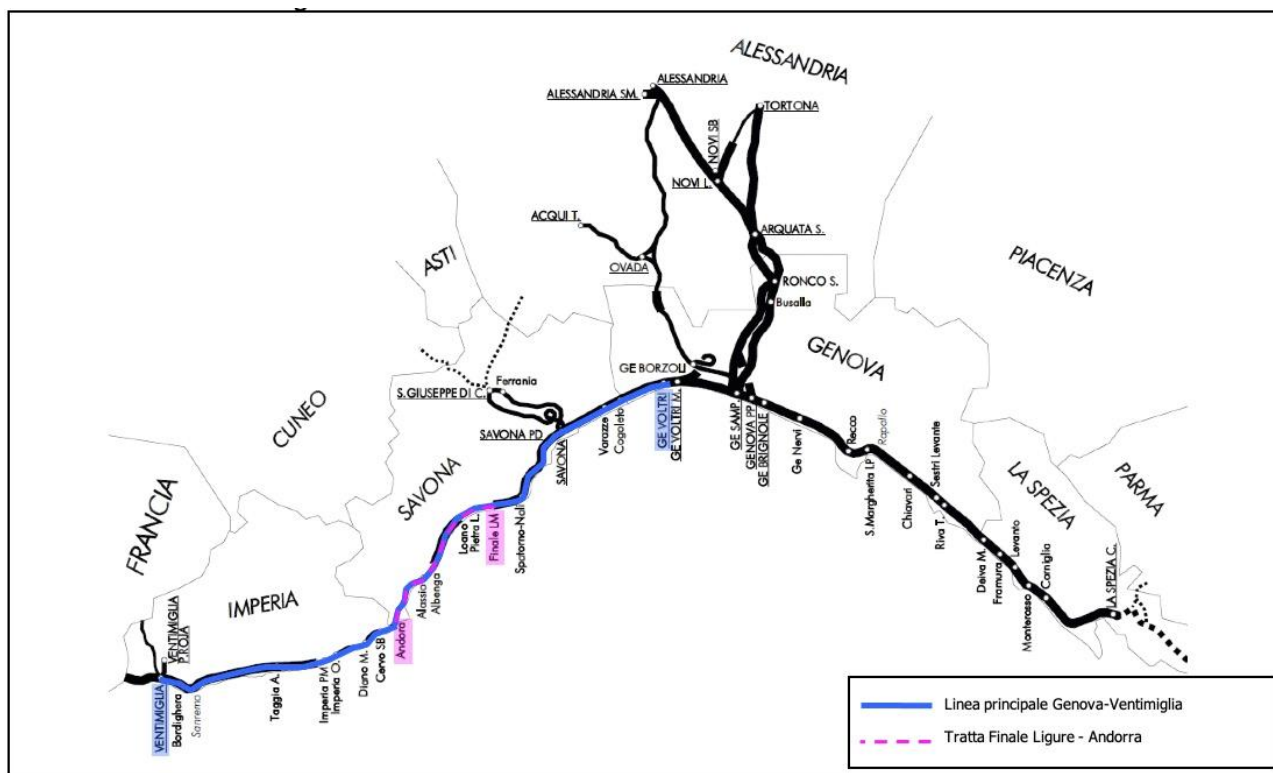


FIGURA 1-1

LINEA GENOVA-VENTIMIGLIA DI PROGETTO CON INDIVIDUAZIONE DELLA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B	PAG. 5/86

Tutto ciò premesso, il presente Piano di Utilizzo delle Terre e rocce di scavo (PUT) è stato redatto per descrivere la gestione di tali materiali prodotti dai lavori di realizzazione dell'opera in progetto appena descritta.

Il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo è stato elaborato in ottemperanza a quanto previsto dal D.P.R. 120 del 13 giugno 2017, che ha sostituito le procedure e l'iter previsti dal D.M. 161/12, abrogato dall'entrata in vigore dal D.P.R. sopracitato.

Il Piano di Utilizzo, redatto secondo le indicazioni di cui all'Allegato 5 del Decreto sopra citato e secondo le "Linee Guida sull'applicazione della disciplina l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" del nuovo manuale pubblicato dal Consiglio del SNPA (Sistema Nazionale per la Protezione Ambientale), con delibera n. 54/2019 di approvazione, costituisce parte integrante del Progetto Definitivo e descrive le modalità di gestione dei materiali da scavo prodotti dai lavori di realizzazione dell'opera ferroviaria. In particolare, il documento indica le quantità e le modalità di gestione delle terre e dei materiali che si originano nell'ambito delle attività di realizzazione delle opere, nelle fasi di produzione, trasporto ed utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

Il documento, pertanto, contiene le informazioni necessarie ad appurare che i materiali derivanti dalle operazioni di scavo eseguite per la realizzazione dell'opera in progetto rispondano ai criteri dettati dal Regolamento e stabiliti sulla base delle condizioni previste dall'art. 184bis, comma 1 del D.Lgs. n. 152 del 2006 e ss.mm.ii., in modo da poter essere escluse dal regime normativo dei rifiuti e quindi essere gestite come sottoprodotti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del Decreto.

Tale approccio risponde all'esigenza di migliorare l'uso delle risorse naturali limitando, di fatto, il ricorso all'approvvigionamento di materiali da cava, e di prevenire, nel rispetto dell'art. 179, comma 1, del D.Lgs. n. 152 del 2006 e ss.mm.ii, la produzione di rifiuti.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo è stato redatto in conformità al D.P.R 120/2017. Tuttavia, a titolo esemplificativo ma non esaustivo, si riportano di seguito le principali disposizioni normative nazionali e locali applicabili alle finalità del presente studio.

- **Decreto Legislativo del 3 settembre 2020, n. 121** - Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti;
- **Decreto-Legge 16 luglio 2020, n. 76** – testo coordinato con la legge di conversione 11 settembre 2020, n. 120 (in questo stesso S.O.), recante: «Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitale.»
- **Delibera del 9 maggio 2019, n. 54** – Approvazione del manuale "Linea guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo";
- **Decreto Ministero dell'Ambiente del 1 marzo 2019, n. 46** - Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
- **Decreto del Presidente della Repubblica del 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”;
- **Legge del 11 novembre 2014, n. 164** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133 (c.d. Decreto Sblocca Italia) - “Misure urgenti per l’apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l'emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive”;
- **Legge del 11 agosto 2014, n. 116** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea”;
- **Decreto del Ministero dell'Ambiente del 3 giugno 2014, n. 120** - competenze e funzionamento dell'Albo Gestori Ambientali;
- **Decreto Legge 31 maggio 2014, n. 83 (c.d. Decreto Cultura)** - recante “Disposizioni urgenti per la tutela del patrimonio culturale, lo sviluppo della cultura e il rilancio del turismo”;
- **Decreto legge 31 agosto 2013 n. 101** - Termine iniziale di operatività del SISTRI al 1° ottobre 2013;
- **Legge del 9 agosto 2013, n. 98** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69 (c.d. Del Fare), recante disposizioni urgenti per il rilancio dell’economia”;

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

- **Legge del 24 giugno 2013, n. 71** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 26 aprile 2013, n. 43 recante disposizioni urgenti per il rilancio dell'area industriale di Piombino, di contrasto ad emergenze ambientali, in favore delle zone terremotate del maggio 2012 e per accelerare la ricostruzione in Abruzzo e la realizzazione degli interventi per Expo 2015. Trasferimento di funzioni in materia di turismo e disposizioni sulla composizione del CIPE”;
- **Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. 0000096 del 20 marzo 2013** “Definizione termini iniziali di operatività del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRi)”;
- **Decreto 14 febbraio 2013, n. 22** “Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS), ai sensi dell'articolo 184 - ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni”;
- **Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 gennaio 2013** – derubricazione SIN;
- **Legge 24 marzo 2012, n. 28** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n.2, recante misure straordinarie ed urgenti in materia ambientale”;
- **Decreto Ministeriale 22 dicembre 2010** - “Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti”;
- **Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205** - “Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive”;
- **Decreto Ministeriale 27 settembre 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 29 giugno 2010, n. 128** - "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69”;
- **Legge 27 febbraio 2009, n. 13** - “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”;
- **Legge 28 gennaio 2009, n. 2** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale”;
- **Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4** - “Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 152, recante norme in materia ambientale”;
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152** - “Norme in materia Ambientale”. Il D.Lgs. recepisce in toto l'articolato del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 relativamente ai rifiuti;

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

- **Decreto Ministeriale 29 luglio 2004, n. 248** - “Disciplina delle attività di recupero, trattamento e smaltimento dei beni di amianto e prodotti contenenti amianto”;
- **Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36** - “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;
- **Legge 23 marzo 2001, n. 93** - Disposizioni in campo ambientale (collegato ambientale) pubblicata sulla Gazzetta ufficiale del 4 aprile 2001 n. 79;
- **Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998** – Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22;
- **Decreto Ministeriale 5 aprile 2006, n. 186** - Decreto di modifica del Decreto Ministeriale 5/2/98 “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5.2.97, n. 22”;
- **Deliberazione 27 luglio 1984** - Disposizioni per la prima applicazione dell’articolo 4 del decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti;
- **Legge 22 luglio 1975, n. 382** - "Norme sull'ordinamento regionale e sulla organizzazione della Pubblica Amministrazione" - legge delega al Governo;
- **Decreti del 1972 (n. 3 del 14 gennaio) e del 1977 (n. 616 del 24 luglio)**, in seguito ai quali le cave rientrano tra le materie di competenza delle regioni, che possono così emanare leggi autonome in materia, pur nel rispetto della normativa nazionale;
- **D.P.R 24 luglio 1977, n. 616** - "Attuazione della delega di cui all'art.1 della legge 22 luglio 1975, n. 382 (art. 62)", è stato attuato il trasferimento delle competenze in materia "cave e torbiere" dallo Stato alle Regioni;
- **Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443** che distingue le attività estrattive di cava e di miniera in relazione alla tipologia di materiale estratto

2.1 DEFINIZIONE E CONDIZIONI DI APPLICABILITÀ DEL D.P.R. 120/17

Con particolare riferimento all’applicazione del D.P.R. 120/2017 e a quanto riportato all’art. 2 (Definizioni) comma 1 dello stesso, si riportano di seguito gli elementi chiave inerenti alla gestione delle terre e rocce da scavo in qualità di sottoprodotti provenienti dall’opera ferroviaria in progetto:

- si considerano lavori, tutte le attività di costruzione, scavo, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione relativi agli interventi di raddoppio della tratta Finale Ligure - Andora;
- si considera come opera, ai sensi dell’art. 2 del D.P.R. 120/2017, l’insieme dei lavori di costruzione della tratta Finale Ligure - Andora;
- sono considerate terre e rocce da scavo tutti i materiali derivanti dagli scavi finalizzati alla realizzazione dell’opera ferroviaria, anche contenenti materiali antropici, conformi ai limiti di cui alle


	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

colonne A e B, Tabella 1, allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii; le terre e rocce da scavo sono costituite da suolo derivante da attività di scavo attraverso tradizionali mezzi meccanici con l'utilizzo di materiali per il consolidamento delle opere di fondazione;

- l'Autorità Competente di cui all'art. 5, comma 1, lettera o) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. è identificata nel Ministero della Transizione Ecologica;
- i siti di produzione in cui sono generate le terre e rocce da scavo, sono le wbs/parti d'opera in cui è stata suddivisa l'opera, in funzione della loro ubicazione, così come individuati nel presente Piano di Utilizzo;
- i siti di deposito intermedio previsti sono le aree di stoccaggio denominate AS-01, AS-02, AS-03, AS-04, AS-05, AS-06, AS07, AS08, AS09, AS10, AS11, AS12, AS13, AS14, AS15, AS16, AS17 e le aree di deposito temporaneo DT01, DT02, DT06, DT08 e DT09;
- i siti di destinazione sono wbs/parti d'opera facenti parte dell'opera stessa o siti esterni in cui il sottoprodotto verrà utilizzato come di seguito individuati;
- il Proponente che presenta il Piano di Utilizzo è RFI S.p.A. (di cui Italfer S.p.A. rappresenta il soggetto tecnico);
- il Produttore delle terre e rocce da scavo, sarà il soggetto (o più soggetti) incaricato da RFI S.p.A. affidatario dei lavori.
- l'Esecutore che attuerà il Piano di Utilizzo sarà il Produttore delle terre e rocce da scavo per le wbs/parti d'opera interne al cantiere nonché il soggetto (o più soggetti) incaricato da RFI S.p.A. e il Proprietario/Gestore dei siti di destinazione finale esterni.

Inoltre, in riferimento a quanto previsto dall'art. 4 (Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti) del D.P.R. 120/2017 si riportano di seguito i requisiti che le terre e rocce da scavo oggetto del presente Piano di Utilizzo soddisfano per essere qualificate sottoprodotti, in dettaglio:

- le terre e rocce da scavo saranno prodotte dai lavori relativi al raddoppio della tratta Finale Ligure - Andora, il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- le terre e rocce da scavo prodotte saranno utilizzate secondo quanto definito nel presente Piano di Utilizzo in parte per la formazione di opere in terra e/o di opere di rinverdimento e mitigazione ambientale nell'ambito dei lavori in oggetto ed in parte per il rimodellamento dei siti di deposito definitivi individuati nel presente documento;
- le terre e rocce da scavo sono idonee ad essere utilizzate direttamente al termine del ciclo di produzione senza alcun ulteriore trattamento diverso dalle operazioni di normale pratica industriale descritte successivamente;
- come riportato di seguito nel presente documento sulla base delle indagini di caratterizzazione ambientale ad oggi eseguite, il materiale da scavo soddisfa i requisiti di qualità ambientale secondo l'Allegato 4 del suddetto Decreto, riportante le "Procedure di caratterizzazione chimico-fisica e accertamento delle qualità ambientali". Tali requisiti verranno inoltre confermati attraverso le

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

ulteriori indagini che verranno eseguite in corso d'opera ai sensi dell'Allegato 9 "Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e per le ispezioni".

Il comma 3 definisce sia la percentuale in peso pari al 20% massimo di componente antropico possibile presente affinché una terra e roccia da scavo possa essere qualificata come riporto e quindi come sottoprodotto, nonché quali sono i parametri di qualità ambientale per tali materiali oltre ai requisiti già fissati al comma 2.


Pertanto, in caso di scavo di materiale di riporto, suddetti requisiti saranno verificati rispettivamente secondo la metodica riportata in Allegato 10 del Decreto, ed effettuato il Test di Cessione secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo.

In caso di terre e rocce da scavo contenenti amianto presente in affioramenti geologici naturali, come definito al comma 4, il limite applicabile per tale parametro ai fini del loro utilizzo quali sottoprodotti è riferito alla Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo n. 152 del 2006, secondo quanto previsto dall'allegato 4 al presente regolamento. Il parametro amianto è escluso dall'applicazione del test di cessione.


Il comma 5 del suddetto articolo afferma inoltre che "La sussistenza delle condizioni di cui al comma 2 del presente articolo è comprovata dal proponente tramite il Piano di Utilizzo".

Relativamente alle condizioni di applicabilità del D.P.R. 120/2017, si precisa che in fase di Progetto definitivo e di redazione del presente PUT si è posta particolare attenzione nell'individuazione dei siti di deposito intermedio, dove le terre e rocce da scavo verranno temporaneamente depositate in attesa del loro trasferimento al sito di destinazione finale, aventi una capacità complessiva tale da assicurare il deposito delle stesse in qualità di sottoprodotti, anche nel caso in cui la possibilità di dare esecuzione al Piano di Utilizzo venisse meno in corso d'opera per eventi eccezionali quali, per esempio: la rescissione del contratto o il fallimento dell'Esecutore del PUT, la necessità di riappaltare l'opera secondo le onerose procedure previste dalla normativa vigente in materia di opere pubbliche, la sopraggiunta indisponibilità di uno o più siti di destinazione finale dei sottoprodotti individuati nel PUT, ecc.

Appare evidente, infatti, che qualora si verificasse una o più delle suddette ipotesi, le terre e rocce da scavo oggetto del presente PUT non risulteranno "abbandonate" e pertanto non vi sarà alcuna volontà di disfarsene da parte del Produttore o del Proponente del PUT; essendo del tutto assente, pertanto, il requisito soggettivo inerente la volontà di disfarsi del bene - necessario per la qualifica in qualità di rifiuti - le terre e rocce da scavo continueranno ad essere gestite in qualità di sottoprodotti in attesa di presentare all'Autorità Competente, ove necessario, un'eventuale Variante al PUT approvato ai sensi dell'art. 15 del D.P.R. 120/2017.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B	PAG. 11/86

Occorre infine precisare che il Programma Lavori relativo alle opere in progetto potrà essere dettagliato solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, pertanto ai fini della completa tracciabilità dei materiali di scavo, le eventuali modifiche rispetto a quanto previsto all'interno del presente PUT - anche se ritenute non sostanziali né comportanti Varianti al PUT (ridistribuzione dei riutilizzi interni senza variazione dei quantitativi in gioco, redistribuzione dei sottoprodotti nelle diverse aree di stoccaggio, dettaglio sul conferimento dei materiali di scavo provenienti dalla tratta in esecuzione) verranno opportunamente comunicate all'Autorità Competente.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

3 CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL DPR 120/2017

Il Piano di Utilizzo è stato pertanto redatto sulla base dei contenuti richiesti dall'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017; ad evidenza di quanto affermato si riporta di seguito la puntuale corrispondenza delle tematiche affrontate nel PUT e negli elaborati tecnici ad esso allegati ai singoli contenuti richiesti dall'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017.

Secondo quanto previsto dal suddetto allegato *“Il Piano di Utilizzo indica che i materiali da scavo derivanti dalla realizzazione di opere o attività manutentive di cui all'articolo 1, comma 1 lettera a) del presente regolamento saranno utilizzate, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi purché esplicitamente indicato”*.

Nel dettaglio il piano di utilizzo indica:

1. *l'ubicazione dei siti di produzione delle terre e rocce da scavo con l'indicazione dei relativi volumi in banco suddivisi nelle diverse litologie;*

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 4 e documento correlato *“Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001”*;

2. *l'ubicazione dei siti di destinazione e l'individuazione dei cicli produttivi di destinazione delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti, con l'indicazione dei relativi volumi di utilizzo suddivisi nelle diverse tipologie e sulla base della provenienza dai vari siti di produzione. I siti e i cicli produttivi di destinazione possono essere alternativi tra loro;*

L'ubicazione dei siti di destinazione delle terre e rocce da scavo nonché gli approfondimenti tecnici -degli stessi, sono riportati nei Cap. 6 e 7 e documenti correlati *“Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IV0100D69SHTA0000002”* e *“Schede tecniche dei siti di deposito finale – IV0100D69SHTA0000003”*.

Si precisa che non sono previsti cicli produttivi di destinazione delle terre e rocce da scavo.

3. *le operazioni di normale pratica industriale finalizzate a migliorare le caratteristiche merceologiche, tecniche e prestazionali delle terre e rocce da scavo per il loro utilizzo, con riferimento a quanto indicato all'allegato 3;*

All'interno del Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 5, qualora si renda necessario si possono prevedere trattamenti di normale pratica industriale quali selezione granulometrica, riduzione volumetrica e stesa al suolo sulle terre e rocce da scavo.

4. *le modalità di esecuzione e le risultanze della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo eseguita in fase progettuale in conformità alle previsioni degli allegati 1, 2 e 4, precisando in particolare:*
 - *i risultati dell'indagine conoscitiva dell'area di intervento (ad esempio, fonti bibliografiche, studi pregressi, fonti cartografiche) con particolare attenzione alle attività antropiche svolte nel sito o di caratteristiche geologiche-idrogeologiche naturali dei siti che possono comportare la presenza di materiali con sostanze specifiche;*

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 4 e documento correlato “*Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001*”;

- *le modalità di campionamento, preparazione dei campioni e analisi con indicazione del set dei parametri analitici considerati che tenga conto della composizione naturale delle terre e rocce da scavo, delle attività antropiche pregresse svolte nel sito di produzione e delle tecniche di scavo che si prevede di adottare, esplicitando quanto indicato agli allegati 2 e 4;*

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel CAP. 4 e 5 e documento correlato “*Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001*”;

- *la necessità o meno di ulteriori approfondimenti in corso d’opera e i relativi criteri generali da seguire, secondo quanto indicato nell’allegato 9, parte A;*

Nel Piano di Utilizzo, al par. 5.4, sono stati riportati i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione in corso d’opera, conformemente a quanto stabilito dall’Allegato 9 del D.P.R.;

5. *l’ubicazione degli eventuali siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo, anche alternativi tra loro, con l’indicazione della classe di destinazione d’uso urbanistica e i tempi del deposito per ciascun sito;*


All’interno del Piano di Utilizzo, nel documento correlato “*Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IV0100D69SHTA0000002*” e nel cap. 6 si riporta l’ubicazione dei siti di deposito temporaneo, delle aree tecniche e delle aree di stoccaggio nonché l’indicazione delle classi di destinazione urbanistica e i tempi di deposito.

6. *i percorsi previsti per il trasporto delle terre e rocce da scavo tra le diverse aree impiegate nel processo di gestione (siti di produzione, aree di caratterizzazione, siti di deposito intermedio, siti di destinazione e processi industriali di impiego), nonché delle modalità di trasporto previste (ad esempio, a mezzo strada, ferrovia, slurrydotto, nastro trasportatore);*

All’interno del Piano di Utilizzo, le modalità di trasporto previste per la movimentazione delle terre e rocce da scavo dai siti di produzione, depositi intermedi e siti di destinazione sono descritte nel cap. 6 e nei documenti correlati “*Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IV0100D69SHTA0000002*” e “*Corografia viabilità di conferimento ai siti di destinazione finale – IV0100D69CZTA0000001*”.

Al fine di esplicitare quanto richiesto, i punti 1. 2. 3. 4. e 5. e 6. sono riportati nei documenti correlati:

- IV0100D69SHTA0000001 “Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione”
- IV0100D69SHTA0000002 “Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito intermedio”
- IV0100D69SHTA0000003 “Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito finale”
- IV0100D69CZTA0000001 “Piano di Utilizzo – Corografia viabilità di conferimento ai Siti di destinazione finale”

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

4 SITI DI PRODUZIONE

Al fine di fornire un quadro completo delle caratteristiche dei siti di produzione delle terre di seguito si riportano le seguenti informazioni:

- Inquadramento territoriale e topo-cartografico
- Inquadramento urbanistico
- Inquadramento geologico ed idrogeologico
- Uso pregresso del sito ed interferenze con aree a rischio contaminazione
- Campionamento e analisi

Ulteriori dettagli sui singoli siti di produzione delle terre sono riportati nelle schede cartografiche (doc. correlato I IV0I00D69SHTA0000001 “*Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione*”) che comprendono:


- Schede cartografiche dei siti di produzione
- Ubicazione punti di indagine suolo e sottosuolo e acque sotterranee
- Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Terreni, Acque sotterranee.

4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La tratta ferroviaria oggetto di intervento è localizzata nella Regione Liguria da Finale Ligure ad Andora, in provincia di Savona, per una lunghezza totale di 32,300 km circa.

La tratta, che corre più o meno parallela alla costa con una distanza dalla stessa variabile da un minimo di 200 metri ad un massimo di oltre 4,5 km, attraversa, con tratti all’aperto e tratti in galleria, il territorio comunale di una serie di comuni che si affacciano sul mare:

- Finale Ligure
- Borgio Verezzi
- Tovo San Giacomo
- Pietra Ligure
- Loano
- Borghetto Santo Spirito
- Ceriale
- Albenga
- Villanova d’Albenga
- Alassio
- Laigueglia

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

- Andora.

Tabella 1
Contesti amministrativi interessati da est a ovest

Regioni	Provincia	Comuni
Liguria	Savona	Finale Ligure
		Borgio Verezzi
		Pietra Ligure
		Tovo San Giacomo
		Loano
		Borghetto Santo Spirito
		Ceriale
		Albenga
		Villanova d'Albenga
		Alassio
		Laigueglia
		Andora



Figura 4-1 - Localizzazione del tracciato d'intervento

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Si riporta di seguito una sintetica descrizione dell'intervento, rimandando per ogni maggiore dettaglio alla Relazione Generale e agli specifici elaborati di progetto.

4.2 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione del raddoppio della tratta Andora-Finale dell'estesa di circa 32 km, di cui 25 km in galleria, completamente in variante rispetto al tracciato attualmente in esercizio.

Nell'ambito del progetto è compresa anche la realizzazione della nuova stazione di Albenga e delle fermate di Alassio (in galleria), Borghetto S. S. e Pietra Ligure, come riportato nella figura sottostante.

Con il nuovo tracciato in variante rispetto alla liea storica, verranno dismessi gli impianti esistenti di Laigueglia, Alassio, Albenga, Ceriale, Borghetto S. Spirito, Loano, Pietra Ligure e Borgio Verezzi.

La tratta in questione si caratterizza per i seguenti elementi principali:

- Lunghezza totale: **32052 metri** prendendo a riferimento il Binario Pari
- Lunghezza gallerie (naturali ed artificiali): **25300 metri** circa (79% della tratta)
- Galleria più lunga: **9725 metri (galleria "Alassio")**, di cui circa 91 in artificiale e 9634 in naturale
- Viadotto più lungo: **460 metri (viadotto sul Neva)**

La linea in progetto interessa diversi comuni, in particolare da Genova verso Ventimiglia i territori dei comuni di Finale Ligure, Borgio Verezzi, Tovo San Giacomo, Giustenice, Pietra Ligure, Loano, Borghetto Santo Spirito, Ceriale, Albenga, Villanova D'Albenga, Alassio, Laigueglia e Andora.

Nel dettaglio il progetto consta delle seguenti opere:

- Realizzazione gallerie naturali Caprazoppa, Montegrosso, Castellari, Pineland (parte naturale e parte artificiale), Croce, Alassio.
- Realizzazione delle gallerie artificiali Parei, Bastia I e Bastia II, galleria via del Morteo, galleria da 83+178 a 83+209.
- Viadotti ferroviari: Bottassano, Maremola/Giustenice, Varatella, Carenda, Neva, Arroscia, Merula.
- Viadotti stradali: ponte stradale sul torrente Giustenice, secondo ponte sul torrente Giustenice, ponte stradale sul torrente Arroscia, ponte sul rio Casazza, viadotto su S.P. n°3, nuova viabilità su torrente pk 0+318.
- Stazioni di Finale Ligure (adeguamento stazione esistente), Albenga e Andora (risistemazione finale dell'area di stazione).
- Fermate di Pietra Ligure, Borghetto S.S. e Alassio.

La linea ferroviaria in progetto, il cui sviluppo è prevalentemente in galleria, nei tratti in viadotto e rilevato attraversa una serie di corsi d'acqua, principali e secondari, a carattere prevalentemente torrentizio.

Nella Tabella seguente è riportato l'elenco dei bacini attraversati con l'indicazione dei corsi d'acqua di maggiore rilievo che interferiscono con il "nuovo" tracciato ferroviario.

Bacino per AdB	Progressiva	Corso d'acqua
Pora	65+950	Torrente Pora
	69+500	Torrente Bottassano
Maremola	71+076	Torrente Maremola
	71+329	Torrente Giustenice
Nimbalto	76+197	Rio Casazza
	76+334	Rio delle Vigne
	76+641	Rio Castellaro
Varatella	77+451	Torrente Varatella
Carenda	82+298	Rio Fasceo
	83+324	Rio delle Cioppe
	83+668	Rio dei Colombi/Carenda
Centa	85+050	Torrente Neva
	86+753	Torrente Arroscia
	87+123	Rio Toco
La Liggia	92+022	Rio Barbona
	92+373	Rio Caudi
Merula	97+101	Torrente Merula

Lungo lo sviluppo del tracciato sono previste 6 gallerie naturali. Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche geometriche delle gallerie naturali:

Gallerie	PK (BP) iniziale	PK finale (BP)	Lunghezza (m)	Copertura massima (m)	Sezione tipo
GN01 - Galleria Caprazoppa	66+149	69+443	3294	260	Galleria doppia canna – singolo binario scavo tradizionale
GN02 - Galleria Montegrosso	69+544	70+965	1421	256	Galleria doppia canna – singolo binario scavo tradizionale
GN03 - Galleria Castellari	71+492	76+177	4685	104	Galleria doppia canna – singolo binario scavo meccanizzato
GN04 - Galleria Pineland	76+916	77+056	140	13	Galleria singola canna – doppio binario scavo tradizionale
GN05 - Galleria Croce	77+728	82+216	4489	414	Galleria doppia canna – singolo binario scavo meccanizzato
GN06 - Galleria Alassio	87+180	96+814	9634	506	Galleria doppia canna – singolo binario scavo meccanizzato

Nell'ambito del progetto è compresa la realizzazione delle nuove fermate di Alassio (in galleria), Borghetto S. S. e Pietra Ligure, la realizzazione della nuova stazione di Albenga e l'adeguamento delle stazioni

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

esistenti di Finale Ligure e Andora. Fra queste infrastrutture la nuova stazione di Albenga cade nelle vicinanze della Rete Natura 2000.

La stazione di Albenga sarà servita da 4 binari per il servizio passeggeri e da binari a servizio del piazzale merci e per la sottostazione elettrica: l'intero impianto è posto in rilevato a quota +26.00 circa.

L'accesso carrabile e ciclabile alla stazione avverrà tramite la nuova viabilità di progetto NV15 da Albenga, e dalla viabilità NVX6 da Albenga-regione S. Clemente.

Il fabbricato viaggiatori, posto a quota +21.75 circa, sarà composto da un volume di un unico piano a pianta rettangolare delimitato nella parte posteriore dal rilevato dei binari; sul lato destro della piazza, parallelo alle banchine è disposto il fabbricato a due piani che ospita i locali tecnologici. Il progetto prevede inoltre una copertura metallica a cassette dello spazio tra i due fabbricati, antistante l'accesso al sottopasso, proiettando così all'esterno del fabbricato viaggiatori lo spazio dell'atrio/attesa.

In corrispondenza della stazione è prevista la realizzazione di:

- due marciapiedi ad isola a servizio dei binari, di lunghezza 400 m e larghezza 8.00 m circa, ad h= 55 cm dal p.f.;
- un marciapiede di servizio, ad h=25 cm dal p.f.;
- pensiline ferroviarie metalliche a copertura dei collegamenti verticali e dell'attesa in banchina per una lunghezza di 77,45m;
- collegamenti verticali mediante due scale fisse e ascensore per ciascuna banchina;
- un sottopasso lungo circa 24.45 m con larghezza minima 3.60 m e altezza 2.50 m, garantisce il collegamento tra i marciapiedi, il parcheggio di stazione e il fabbricato viaggiatori;
- fabbricato viaggiatori a quota sottopasso di dimensioni 17,20x6.70m con atrio/attesa, servizi igienici e biglietterie automatiche;
- fabbricato tecnologico a quota sottopasso di dimensioni 34,80x9,15m che ospita al piano terra i locali CTA/TT, Alimentazione, G.E., MT/BT, Enel/MT, Misure ed al piano primo i locali Presidio, SEM, DM e PPM;
- un parcheggio di stazione, a Sud - Est a cui si accede dalle nuove viabilità NV16 ed NVX6.

Il progetto prevede la realizzazione di una serie di nuove viabilità e l'adeguamento di viabilità esistenti che risultano interferite dall'infrastruttura in progetto. Il progetto delle viabilità è stato condotto in accordo con quanto previsto nel D.M. 05/11/2001: "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" e con Codice della Strada.

Le viabilità ricadenti nel lotto in oggetto sono ricapitolate nella tabella seguente:

WBS	Descrizione	COMUNE	Classificazione agg. 2021	Sezione agg. 2021	Sviluppo	Vp
SL01	Adeguamento via Concezione 69+481 Via Concezione - SL01 (ex via Valle)	PIETRA LIGURE	Adeguamento viabilità	F1	170	40
NV01	Nuova viabilità fra lo svincolo di Pietra Ligure ed il Comune di Giustenice	PIETRA LIGURE	Adeguamento viabilità	F Urb con corsie da 3.5	830	40
NV02A-B-C	Adeguamento viabilità - Accesso alla stazione dalla SP 24 -Adeguamento via Crispi	PIETRA LIGURE	Adeguamento viabilità	F1-F urb	550-120	100-50-40/60
NV03	Nuova viabilità - Collegamento zona parcheggio- area agricola	PIETRA LIGURE	Nuova viabilità	Furb corsie da 3.5+percorso ciclo pedonale 3m con cordolo	370	60
GA05	Nuova viabilità accesso alla GN Castellari lato Genova	PIETRA LIGURE	Nuova viabilità	Destinazione Particolare	210	25
IV03	Adeguamento viabilità - Prosecuzione via Motello fino a via Madonna degli Angeli	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Adeguamento viabilità	F2	200	40
NV09	Adeguamento viabilità 76+393 - NV09	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	50	40
NV10	Adeguamento viabilità al km 76+600 - NV10	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	500	30
IN03	Adeguamento viabilità - al km 76+830 - IN03	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	170	40
GA07	Nuova viabilità di accesso alla piazzola di emergenza	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Nuova viabilità	Destinazione Particolare	325	40
NV04	Accesso alla stazione di Borghetto Lato Genova	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Adeguamento viabilità	Furb corsie da 3.5	300	25
NV12	Adeguamento via Ticino 77+407	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Adeguamento viabilità	Furb corsie da 3.5	500	60
NV05	Adeguamento viabilità - SP Borghetto-Bardinetto (Corso Giotto e via Per Toirano)	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Adeguamento viabilità	Furb corsie da 3.5	1350	60
GA09	Adeguamento viabilità - Imbocco lato Genova GN Croce - GA09	BORGHETTO SANTO SPIRITO	Nuova viabilità	Destinazione Particolare	220	40
GA10	Nuova viabilità - Imbocco lato Ventimiglia GN Croce - GA10	ALBENGA	Adeguamento+Nuova viabilità	Destinazione Particolare	200	20
SL06	Adeguamento viabilità - 82+394 - SL06	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	200	40
SL07	Adeguamento viabilità - 82+577 - SL07	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	100	40
NV16	Adeguamento SP 39 (via Cavour ex via Morleo) 82+796,38 - NV16	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	230	60
IN09	Adeguamento SP 3 al km 83+192 - IN09	ALBENGA	Adeguamento	Destinazione Particolare	190	40
IV06	Adeguamento SP 3 al km 83+505 - IV06	ALBENGA	Adeguamento+Nuova viabilità	F1	430	50
NV14	Adeguamento via Regione di Poggi Capochiesla km 84+066 - NV14	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	65	40
NV07	Adeguamento viabilità - SP 582 del Colle S. Bernardo - NV07	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Furb corsie da 3.5	315	50
NV08	Adeguamento viabilità - Rampe di collegamento Autostrada Genova - Savona - Ventimiglia - NV08	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Rampe	1570	50
SL11	Adeguamento viabilità via Crociata 85+382 - SL11	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	110	40
SL12	Adeguamento viabilità via Becchignoli 85+689 - SL12	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	110	40
SL13A-B	Adeguamento viabilità SP 453 85+939 - Nuova viabilità accesso piazzale manutenzione Albenga	ALBENGA	Adeguamento+Nuova viabilità	F1-Destinazione particolare	105-470	60
NV15	Nuova viabilità - km 86+100 accesso al parcheggio Stazione Albenga - NV15	ALBENGA	Adeguamento viabilità	F urb con corsie da 3.5	200	60
NVX6	Nuova viabilità accesso alla stazione di Albenga - NVX6-Adeguamento viabilità Argine Arroscia	ALBENGA	Nuova viabilità	F urb 3.5 con marciapiedi	700-3000	60
SL15	Adeguamento viabilità SP 453 86+551 - SL15	ALBENGA	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	100	40
SL16	Adeguamento viabilità SP 6 87+053 - SL16	ALBENGA	Adeguamento viabilità	F1	275	60
SL18	egumento viabilità via S. Lazzaro km 97+008- SL18	ANDORA	Adeguamento viabilità	F urb 3.5 con marciapiedi	230	60
NVX5	Ciclopedonale arginale	ANDORA	Percorso ciclopedonale	Destinazione Particolare	275	30
VI02	Adeguamento viabilità - via Peagne	PIETRA LIGURE	Adeguamento viabilità	Destinazione Particolare	134	40
NV20	Viabilità di accesso a Piazzale Emergenza	FINALE LIGURE	Nuova Viabilità	Destinazione Particolare	220	30
NV21	Viabilità di accesso a Piazzale Emergenza	ALBENGA	Nuova viabilità	Destinazione Particolare	175	30
NV22	Rampa accesso area RFI	ANDORA	Nuova viabilità	Destinazione Particolare	30	30

Figura 2 – Viabilità di progetto

Il progetto dell'infrastruttura ferroviaria prevede la realizzazione di 8 fra ponti e viadotti. Le scelte progettuali adottate sono state compiute cercando di ottimizzare le tipologie strutturali (es. pile ed impalcati) impiegate compatibilmente con le condizioni al contorno intese come compatibilità idraulica ed ambientale, morfologia del territorio, interferenze viarie, esercizio ferroviario etc. Si è optato per pile circolari in corrispondenza degli alvei e dove le esigenze strutturali lo permettevano, in altri casi sono state proposte pile lamellari e colonnari con angoli arrotondati:

LOCALITA'	OPERA	Descrizione	km iniziale su B.P.	km finale su B.P.	LUNGHEZZA TOTALE (m)
Borgio Verezzi	VI01	Viadotto su torrente: Bottassano	69+476.346	69+501.397	25

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

LOCALITA'	OPERA	Descrizione	km iniziale su B.P.	km finale su B.P.	LUNGHEZZA TOTALE (m)
Pietra Ligure, Giustenice	VI02	Viadotto su torrente: Maremola e Giustenice	71+015.299	71+435.506	420
Borghetto	VI03	Viadotti su torrente:	77+427.430	77+473.265	46
	VI04	Varatella	77+520.276	77+620.382	100
Albenga	VI05	Viadotto su Rio Carenda	83+644.86	83+669.067	25
Albenga	VI06	Viadotto su torrente: Neva	84+888.242	85+348.671	460
Albenga	VI07	Viadotto su torrente: Arroscia	85+575.738	85+935.739	360
Andora	VI08	Viadotto su torrente: Merula	97+023.609	97+173.609	150

Figura 3 – Elenco ponti e viadotti.

4.3 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Per quanto riguarda la situazione programmatica all'interno delle diverse realtà amministrative interessate dagli interventi in esame è riassunta sinteticamente di seguito:

- Comune di FINALE LIGURE: PUC preliminare (delibera di C.C. 27 n. del 06/05/2003); PUC definitivo approvato con deliberazioni di consiglio comunale n. 48 del 12 luglio 2006 e modificato con delibera di C.C. n. 80 del 28/11/2006 e con deliberazione di C.C. n. 41 del 15/05/2007.
- Comune di TOVO S.GIACOMO: Piano regolatore Generale approvato con D.P.G.R. n°97 del 31/03/1999
- Comune di PIETRA LIGURE: Deliberazione Consiglio Comunale n 460 del 22/8/1986 Adozione Piano Regolatore Generale
- Comune di LOANO: Variante Generale al P. R. G. approvato con D.P.G.R. n. 372 del 4/12/1998, con varianti approvate con C.C. n. 93 del 14/12/1999, n. 95 del 30/12/2002, n. 1 del 27/01/2014, n. 2 del 29/04/2014 e n. 10 del 05/05/2017
- Comune di BORGHETTO S.S.: Con deliberazione n. 8 del 27/01/2010 il Consiglio Comunale ha adottato il nuovo PUC Piano Urbanistico Comunale definitivo e successivamente con deliberazione n. 26 del 12/08/2019 integrata con successive n. 42 del 13/11/2019 e 46 del 30/12/2019, il Consiglio Comunale ha adottato l'adeguamento del P.U.C.
- Comune di ALBENGA: Progetto di PUC adottato con delibera di Consiglio Comunale n.72 del 22/10/2015
- Comune di ALASSIO: Il PUC è stato approvato il 12/07/2001
- Comune di ANDORA: il PUC (Piano Urbanistico Comunale) è stato approvato il 04/06/2008

Per l'inquadramento urbanistico si confronti l'allegato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001 dove sono riportati gli stralci cartografici dei Piani urbanistici comunali.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

4.4 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti geologici, geomorfologici e idrogeologici che caratterizzano l'area di indagine.

4.4.1 Inquadramento geologico

In una visione geologica di insieme dell'area Savonese, è possibile riconoscere due zone distinte sulla base di caratteri geologici e geomorfologici:

- Quella posta a nord, molto ampia e dalla morfologia varia e accidentata, in cui affiorano i terreni della serie del Castellermo, delle serie Brianzonesi, delle serie ad affinità Brianzonese e della serie di Montenotte.
- Quella una ubicata a sud della Linea Aquila d'Arroscia – Ceriale, morfologicamente più depressa e più uniforme, occupata da terreni "flyschoidi";

Nella prima zona spicca subito al margine meridionale l'area occupata dalla serie del Castellermo, anche per il risalto morfologico dei terreni che la compongono (dolomie, calcari, brecce): essa è diretta da est a ovest da Borghetto S. Spirito a Nasino; si protende però anche verso NW, sino al M. Galero. Segue poi, verso Nord, in fascia diretta da est a ovest, l'area occupata dai terreni postpaleozoici (con prevalenza di dolomie e calcari) delle serie Brianzonesi e ad affinità Brianzonese.

Nella seconda zona s'impone la distinzione geologica fra la serie ad Elmintoidi s.l. (serie ad Elmintoidi s.s., serie di Moglio-Testico, serie di Borghetto d'Arroscia) e la serie di Albenga: ambedue occupano in affioramento fasce allungate in direzione all'incirca est-ovest.

Ulteriormente a nord si sviluppa l'area in cui affiora in prevalenza il Permo-Carbonifero Brianzonese epimetamorfico; ad essa corrisponde una morfologia dominante differente, più molle e tondeggiante, qua e là accidentata dalle masse triassiche, soprattutto di dolomie, sovrapposte al Permo-Carbonifero, e dalle masse di cristallino associate: queste ultime si estendono anche limitatamente entro la fascia a terreni mesozoici Brianzonesi prevalenti; più a nord affiorano limitati ed isolati lembi della serie di Montenotte.

Molto complessi sono i rapporti tettonici fra le varie serie distinte: nell'insieme prevalgono linee strutturali a direzione est-ovest, con carattere prevalente di accavallamenti; subordinatamente si hanno linee trasversali NNW-SSE, con carattere di faglie; un terzo, meno sviluppato, sistema di faglie, avrebbe direzione SW-NE.

Infine, a nord del settore analizzato, sono presenti, con un certo risalto morfologico, lembi della copertura trasgressiva oligocenica, di natura conglomeratica prevalente; essa si ritrova lungo la costa a Savona e ad Albisola.

Limitato alla zona di Finale Ligure, per quanto cospicuo, è l'affioramento dei terreni trasgressivi miocenici ("Pietra di Finale"); più diffusi e localmente ampi sono i depositi pliocenici trasgressivi lungo la costa.

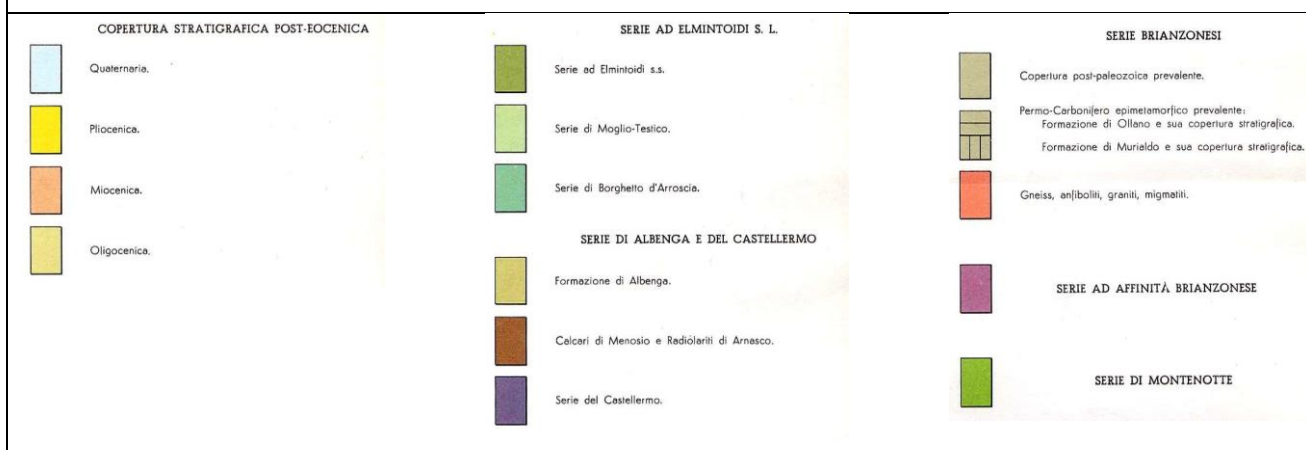
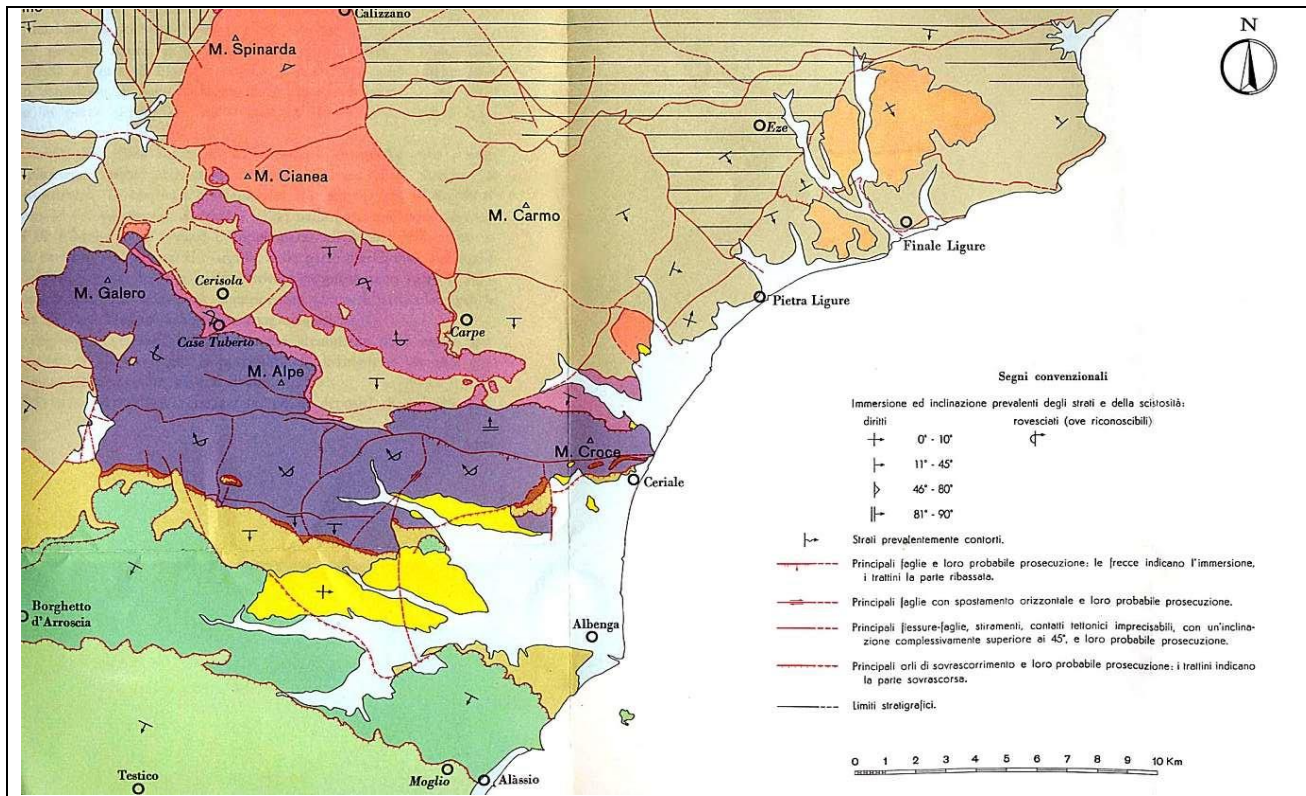


Figura 4 - Schema stratigrafico-strutturale semplificato del Foglio Albenga-Savona (compilato da A. Boni, A. Cerro, R. Gianotti, M. Vanossi).

Considerazioni di carattere geologico e geomorfologico sul tracciato di progetto

La soluzione progettuale per il raddoppio della tratta ferroviaria in oggetto è caratterizzata da uno sviluppo complessivo di 31910 metri, risultando per gran parte in galleria; le tratte omogenee e gli elementi singolari che si incontrano lungo il tracciato, procedendo da Finale Ligure in direzione di Ventimiglia, sono:

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

- tratta all'aperto di Finale Ligure;
- galleria naturale Caprazoppa;
- tratta all'aperto di Borgio Verezzi;
- galleria Monte Grosso;
- tratta all'aperto di Pietra Ligure;
- galleria Castellari;
- galleria Pineland;
- tratta all'aperto di Borghetto Santo Spirito;
- galleria Croce;
- tratta all'aperto di Ceriale ;
- tratta all'aperto di Albenga;
- galleria di Alassio;
- tratta di Alassio;
- tratta all'aperto di Andora.

TRATTA ALL'APERTO DI FINALE LIGURE

Il tracciato in oggetto di studio inizia nei pressi della Stazione di Finale Ligure, impostandosi sui depositi alluvionali del Torrente Pora. I dati geognostici disponibili indicano che il materasso alluvionale costituito prevalentemente da depositi alluvionali marini incoerenti, per lo più sabbie eterometriche con limo e ghiaia fine. E' presente in superficie uno spessore di circa 5 m di terreni di riporto, riferibili per la maggior parte al rilevato ferroviario esistente.


Il substrato roccioso, rinvenuto ad una profondità massima di circa 20 m dal p.c., è rappresentato dai Porfiroidi del Melogno (PDM-por) passanti, presumibilmente per faglia, in corrispondenza del T. Pora alla F.ne delle Dolomie di S. Pietro dei Monti (SPM-do).

Dal punto di vista geologico-geomorfologico non si segnalano in questo tratto particolari criticità.

GALLERIA NATURALE CAPRAZOPPA

Lasciati i depositi alluvionali del Torrente Pora, in corrispondenza della progressiva chilometrica 66+159.47 ha inizio la Galleria naturale Caprazoppa, che si sviluppa interamente all'interno del litotipo calcareo-dolomitico delle Dolomie di S. Pietro dei Monti (SPM-do), come confermano i rilievi di campagna e le indagini geognostiche disponibili.

L'imbocco lato Finale Ligure della galleria è previsto alla base dell'alta parete rocciosa in destra idrografica del T. Pora, dove affiora ben esposta la formazione di substrato. In generale, l'assetto della formazione di substrato appare riconducibile ad un'ampia struttura sinclinalica, complicata da strutture

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

plicative ed ondulazioni a scala minore, oltre che dalla presenza di numerose faglie che talora dislocano, con rigetti importanti, l'ammasso roccioso.

Tali discontinuità tettoniche, individuate mediante il rilievo geologico-geomorfologico, l'analisi aerofotogrammetrica ed evidenziate dallo stendimento geofisico realizzato lungo la galleria nell'ambito delle attività di indagine del 2010, rappresentano zone di potenziale criticità per lo scavo, in cui è ragionevole attendersi un sensibile peggioramento delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso, con la presenza anche di fasce cataclastiche e possibili venute d'acqua.

In fase di scavo è da tenere inoltre in considerazione la possibile presenza, documentata in letteratura, di orizzonti più deboli rispetto alla facies calcareo – dolomitica dominante connessi alla presenza di interstrati pelitici e/o di brecce calcaree e dolomitiche intraformazionali; queste ultime sono state rinvenute, nei sondaggi stratigrafici realizzati, con una certa frequenza e a varie profondità, anche a quota cavo, con potenze da metriche a plurimetriche.

Come mostra la Carta geologica, in prossimità dell'imbocco lato Genova è cartografata un'area classificata come frana quiescente nei pressi della cava Caprazoppa (dismessa), caratterizzata da diffuse criticità lungo il fronte di cava dove sono evidenti numerosi blocchi in precario equilibrio statico e sono stati rilevati locali crolli in parete e generale arretramento del ciglio.

Non mancano inoltre settori ad elevato grado di fratturazione e/o con presenza di cavità carsiche come suggerisce lo stendimento geofisico realizzato longitudinalmente alla galleria, il quale individua due zone di possibile criticità nella porzione centrale e nel tratto più occidentale della galleria.

Per quanto concerne la possibile interferenza con strutture carsiche, vista la natura dell'ammasso attraversato, intensamente carsificato e carsificabile, le cavità anche metriche rinvenute in fase di indagine a quota cavo (sondaggio D1 da quota -170 m a -185 m da p.c.) e le risultanze della suddetta indagine geofisica, non si esclude la possibilità di intercettare in fase di scavo fratture aperte per dissoluzione carsica e cavità, anche di dimensioni rilevanti, benchè i possibili punti interessati da tali fenomenologie appaiano in realtà piuttosto localizzati e limitati.

In particolare, in prossimità del tracciato è segnalata la presenza del complesso carsico di Valdemino, di notevole importanza sia speleologica che turistica. I dati dei rilievi piezometrici, l'indagine sismica e i rilievi dei livelli idrici in grotta fanno per ragionevolmente escludere ogni ipotesi di interferenza fra la galleria Caprazoppa e questo sistema carsico.

I sondaggi eseguiti in questo tratto hanno evidenziato la presenza di cavità anche di dimensioni metriche (sondaggio D1 da quota -170 m a -185 m da p.c.), mentre l'indagine geofisica eseguita in asse al tracciato nell'area fra l'imbocco lato Bottasano e la progr. 67.800 ha confermato la possibilità di rinvenire cavità in fase di scavo alle progr. 68.380, 68.520 e 69.050.

Per queste ragioni quindi non si esclude che in fase di scavo possano essere intercettate cavità carsiche e in questa eventualità le cavità intercettate verrebbero distrutte. Queste cavità comunque, possono essere considerate fenomeni carsici isolati all'interno della montagna e pertanto di nessun interesse a fine speleologico o turistico in quanto fisicamente non raggiungibili dall'uomo.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Oltre alle Grotte di Valdemino, nell'area sono segnalati altri fenomeni carsici di minore importanza. Facendo riferimento al catasto speleologico ligure in corrispondenza della galleria Caprazoppa sono state individuate 22 cavità, molte delle quali di dimensioni esigue (si veda al proposito la Relazione idrogeologica).

Con riferimento all'ubicazione dei fenomeni carsici, il complesso sicuramente più importante è quello delle Grotte di Valdemino (n.160) per il quale è già stata esclusa l'interferenza. Le cavità "Arma de Arene Candide" (n.34) e "Grotta di Cava Ghigliazza" (n.296) si trovano in corrispondenza della grande cava fronte mare in prossimità di Finale Ligure e pertanto l'eventuale alterazione delle condizioni idrauliche di questi complessi carsici è eventualmente da imputare all'attività di cava.

Le cavità "Grotta Staricco" (n.136) e "Grotta del Renovo" (n.256) si trovano in prossimità del complesso di Valdemino e quindi anche per questi due casi può essere esclusa l'interferenza con la galleria.

L'imbocco della cavità "Pozzo delle cento corde" (n.137) si trova ad una quota di circa 225 m e lo sviluppo altimetrico della grotta è di 30 m. La quota più bassa di questo complesso raggiunge quindi la quota di 195 m, molto superiore rispetto al cavo della galleria e alla quota della piezometrica ricostruita dai modelli e desunta dai piezometri.

Per questa ragione quindi anche per questa cavità l'interferenza può essere esclusa in quanto probabilmente si tratta di una cavità carsica già ora ubicata ad una quota superiore rispetto alla quota di base del carsismo.

Tutte le altre cavità presenti nell'area della galleria Caprazoppa possono essere considerate fenomeni carsici di importanza secondaria, ma in ogni caso anche per queste non si prevede una interferenza da parte della galleria.

TRATTA ALL'APERTO DI BORGIO VEREZZI

Terminata la galleria Caprazoppa, il tracciato torna a giorno per un breve tratto attraversando la stretta valle del T. Bottasano, prima di correre nuovamente in sotterraneo con la Galleria Monte Grosso.

Tale valle, impostatasi probabilmente su un lineamento tettonico, risulta colmata da sedimenti alluvionali con spessore variabile tra i 10 16 m. In particolare si rinvergono sia depositi a grana grossa, prevalentemente ghiaia eterometrica poligenica (per lo più calcarea) angolare, sia i materiali coesivi.

La formazione di substrato è rappresentata dalle Dolomie di S. Pietro dei Monti (SPMdo).

Si segnala che, così come riportato nel "Piano di Bacino stralcio sul rischio idrogeologico della provincia di Savona" relativo al T. Bottasano, sul fondovalle torrente insiste un riporto di grande estensione, costituito da materiale eterogranulare derivante dallo scavo delle gallerie autostradali, che dal fondovalle arriva alla quota dell'autostrada (cfr. figura successiva).

Allo stato attuale il materiale in parete sta franando e sono evidenti numerosi solchi di erosione. La porzione pianeggiante viene erosa alla base dal T. Bottasano.

Si tratta nel complesso di una zona a franosità diffusa, non riconducibile ad un unico movimento ma caratterizzata da una pericolosità molto elevata.

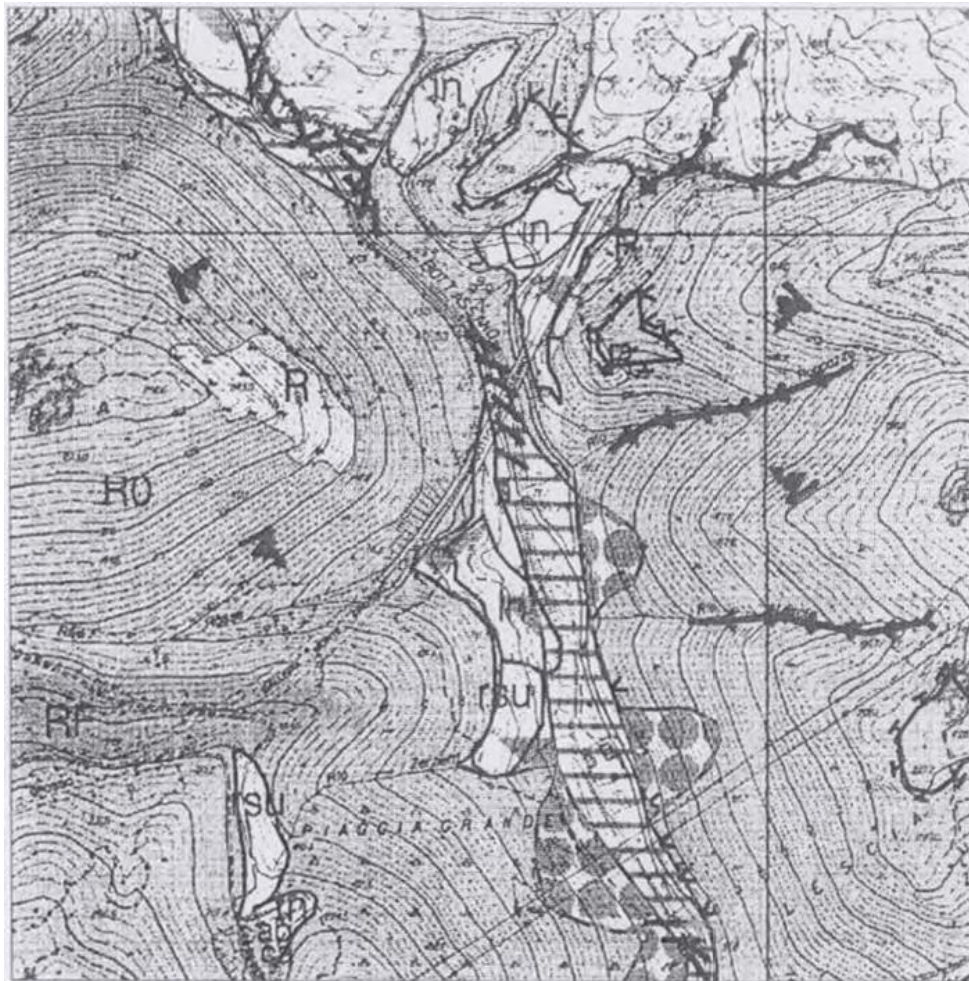


Figura 5 - Stralcio della "Carta Geomorfologica" del P.d.B. T. Bottasano, scala 1:10.000

GALLERIA MONTE GROSSO

Alla progressiva km 69+542.25 il tracciato entra nella Galleria Monte Grosso.

Il versante interessato dall'imbocco lato Finale L. presenta nella porzione inferiore del pendio aree di accumulo di detrito di falda, per lo più costituito da clasti calcarei a spigolivi in matrice sabbioso limoso di colore rosso mattone debolmente cementata. Lo spessore di tale copertura è quantificabile in alcuni metri, con un generale aumento verso la base del versante.

Da un punto di vista geologico, l'opera interessa una complessa struttura plicativa ad anticlinale coricata con vergenza NE, al cui nucleo sono presenti le Quarziti di Ponte di Nava (PDN-qz) ed in successione le Dolomie di S. Pietro dei Monti (SPM-do).

Nella sua parte iniziale la galleria si sviluppa all'interno delle Dolomie di S. Pietro dei Monti per poi interessare per un breve tratto, alla pk 70+000 circa, le Quarziti di Ponte di Nava (PDN-qz); la transizione

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
	<p>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale</p>	<p>COMMESSA IV01</p>	<p>LOTTO 00</p>	<p>CODIFICA D 69</p>	<p>DOCUMENTO RG TA 00 00 002</p>	<p>REV. B</p>

tra le due differenti formazioni è posta in prossimità di un marcato lineamento tettonico, con andamento grossomodo N-S, che disloca leggermente l'intera struttura anticlinale.

Ad ovest della faglia la galleria interessa nuovamente i litotipi calcareo-dolomitici, risultando per molto prossima al passaggio stratigrafico con le quarziti, il quale avviene alla pk 70+550 circa. In prossimità dell'imbocco lato Andora, individuato alla pk 71+001.54, la galleria intercetta nuovamente le Dolomie di S. Pietro dei Monti. Tale imbocco interessa un'area attualmente antropizzata e terrazzata; l'indagine geofisica mostra per l'area la presenza di una copertura detritica di spessore circa decametrico a ricoprimento delle formazioni di substrato.

In considerazione del motivo tettonico descritto e della faglia intercettata dallo scavo non si esclude la possibilità di rinvenire zone e fasce di maggior disturbo e stress (faglie, brecce di fagli, cataclasi, ecc.), soprattutto all'approssimarsi del nucleo della piega. Alla scala locale inoltre l'assetto giaciturale può variare sensibilmente per effetto di strutture secondarie e pieghe parassite che generalmente accompagnano tali macrostrutture tettoniche, risultando anche molto differente da quello ipotizzato nel profilo geologico elaborato.

Come per la galleria Caprazoppa, non si esclude la presenza di cavità ipogee all'interno del litotipo calcareo – dolomitico, anche i dati disponibili non mostrano particolari criticità in tal senso.

TRATTA ALL'APERTO DI PIETRA LIGURE

Il tracciato prosegue poi all'aperto nell'area intravalliva di pertinenza dei torrenti Maremola e Strada.

I sondaggi eseguiti nell'area non intercettano, alle profondità indagate, il substrato litoide. I terreni incontrati sono di natura prevalentemente sabbioso-ghiaiosa per spessori variabili da 20 a 30 m circa. Terreni più francamente coesivi (prevalenza di limi da argillosi a sabbiosi) si rinvengono a profondità generalmente superiori ai 20-30 m ed in piccole lenti discontinue a varie profondità. I riporti antropici sono per lo più legati alla presenza di infrastrutture viarie.


Dalle ricostruzioni stratigrafiche eseguite il substrato litoide è verosimilmente rappresentato dalle Dolomie di S. Pietro dei Monti (SPM-do) passanti per contatto tettonico alle Quarziti di Ponte di Nava (PDN-qz) in prossimità dell'imbocco della successiva galleria Castellari.

In questo tratto non si segnalano particolari criticità dal punto di vista geologico e geomorfologico.

GALLERIA CASTELLARI

La Galleria Castellari ha inizio alla pk 71+465.75, dove la zona di imbocco ed il primo tratto di galleria (circa una trentina di metri) interessano una copertura detritica celata da una fitta vegetazione e caratterizzata da una velocità delle onde sismiche di compressione relativamente bassa ($v_p < 1,7$ km/sec); in questo tratto andranno previste le opportune opere di consolidamento al fine di garantire la stabilità degli scavi.

La galleria poi prosegue per un centinaio di metri circa all'interno delle Dolomie di S. Pietro dei Monti (SPM-do), che possono presentare al loro interno cavità parzialmente riempite da ghiaia (sondaggio

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

MM1), passando successivamente alle Quarziti di Ponte di Nava (PDN-q) per effetto di un'importante faglia regionale che disloca la successione con un rigetto stimato in circa 15 metri.

Il tracciato si sviluppa all'interno delle quarziti, che si presentano blandamente ondulate, fratturate e talora completamente destrutturate, sino alla pk 74+700 circa, intercettando in tale tratto solo localmente e marginalmente per faglia o contatto stratigrafico i Calcari di Val Tanarello, i quali invece vengono interessati la galleria nel tratto compreso tra la progressiva 74+700 alla progressiva 74+050 circa.

Da qui fini allo sbocco lato Andora (pk 76+482.46) la galleria si trova ad attraversare le alluvioni prevalentemente coesive che caratterizzano i corsi dei torrenti Nimbalto e Varatella, intercettando però, tra la pk 76+150 e la pk 76+350, uno sperone di substrato roccioso quarzítico (PDN-q).

Ai fini dello scavo della galleria, dal punto di vista geologico-geomeccanico sono da tenere in considerazione le modeste caratteristiche del litotipo quarzítico, che come detto si presenta fortemente degradato, e la possibile presenza di cavità ipogee all'interno dei Calcari di Val Tanarello, anche se anche i dati geognostici e geomorfologici disponibili non mostrano particolari criticità in tal senso.

Per il tratto progettato all'interno delle alluvioni si segnala che le letture piezometriche disponibili indicano la presenza di una falda posta ad una quota maggiore del cavo della galleria.

GALLERIA PINELAND

Dopo un brevissimo tratto all'aperto, tra le pk 76+695.71e 77+077.14 è prevista la costruzione della galleria artificiale Pineland che interessa per circa la metà del suo sviluppo i depositi terrazzati antichi e recenti, a connotazione prevalentemente sabbioso-ghiaiosa con debole cementazione, mentre per la rimanente parte intercetta uno sperone roccioso delle Quarziti di Ponte di Nava (PDN-q).

Ai fini dello scavo della galleria, si segnalano le modeste caratteristiche geomeccaniche delle quarziti, che si presentano fortemente degradate e fratturate.

TRATTA ALL'APERTO DI BORGHETTO SANTO SPIRITO

Terminata la galleria Pineland, il tracciato corre all'aperto nella piana alluvionale di pertinenza del torrente Varatello e del rio del Castellaro, dove i sondaggi geognostici realizzati evidenziano la presenza di un materasso di alluvioni dello spessore di 15 20 m circa. Si tratta per lo più di depositi a connotazione incoerente con subordinate lenti ed orizzonti di materiali coesivi.

Tali depositi giacciono sul substrato pliocenico costituito dalla F.ne dei Conglomerati di Monte Villa (CMV), che mostrano valori di RQD pressoché nulli, tali da essere stati assimilati ai fini geotecnici ad un terreno incoerente (unità CMV-i), passanti poi, a profondità variabili tra 30-40 dal piano di campagna, alle Argille di Ortovero (ORV-a).

In questo tratto non si segnalano particolari criticità dal punto di vista geologico e geomorfologico.

GALLERIA CROCE

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Alla pk 77+703.17 il tracciato entra nuovamente in sotterraneo per attraversare il monte Croce con l'omonima galleria.

La galleria intercetta inizialmente i calcari e le dolomie delle Dolomie di S. Pietro dei Monti (SPM-do), interessate da una doppia struttura plicativa, antiforme prima e sinforme poi, senza interessare verosimilmente il soprastante lembo di brecce riferibili alla Formazione di Rocca Prione (RPR-br).

I sondaggi realizzati nei pressi del tratto iniziale indicano la presenza di un materiale roccioso molto alterato, fratturato e con potenti intervalli brecciati.

Alla pk 78+850 circa lo scavo intercetta un sovrascorrimento che porta a contatto i Calcari di Rocca Livern (LIV-c) con le Dolomie di S. Pietro dei Monti; da qui in poi la galleria si sviluppa entro i calcari liassici (LIV-c), variamente e ripetutamente piegati per effetto delle implicazioni tettoniche del sovrascorrimento precedentemente descritto, fino alla pk 79+950 circa, dove in successione vengono attraversate le Brecce di Monte Galero (GAL-bc), le Radiolariti di Arnasco (ARN-d) ed i Calcari di Menosio (CDM-c).

Alla pk 80+150 la galleria interseca un marcato lineamento tettonico che coincide con un netto cambiamento litologico, determinando il passaggio alla facies calcareo – scistosa della Formazione di Alberga (ALN-scc); dai dati del sondaggio ALB-4 tale facies appare, alla quota del cavo, intensamente fratturata e disturbata, con valori di RQD pressoché nulli.

Si incontra poi in sequenza stratigrafica la litofacies arenacea della medesima Formazione (ALN-ar), che lascia il posto dalla pk 80+900 alle formazioni plioceniche delle Argille di Ortovero (ORV-a) e dei Conglomerati di Monte Villa (CMV), che possono risultare in parte eteropiche e spesso di difficile distinzione.

Nel tratto finale della galleria, nella zona di imbocco lato Andora (pk 82+283.16), lo scavo interessa anche terreni alluvionali di natura sia coesiva sia incoerente.

Le principali criticità geologiche riguardanti l'opera sono innanzitutto da ricondursi alle strutture tettoniche intercettate, che oltre complicare l'assetto stratigrafico hanno prodotto un'intensa fratturazione dei litotipi coinvolti, in parte già di per se stessi brecciati e disturbati.

Occorre pertanto fare attenzione in fase di scavo sia alle zone di debolezza e di preferenziale via di circolazione idrica connesse con la presenza del thrust di cui alla pk 78+850 e della faglia di 80+150, ma anche alla possibile presenza di estesi settori di ammasso brecciati o comunque intensamente fratturati.

Da un punto di vista geomorfologico non si ravvisano particolari criticità per le zone di imbocco, n tantomeno si sospettano interferenze con le forme carsiche censite; in relazione alle litologie calareo – dolomitiche attraversate non si esclude tuttavia la possibilità di intercettare localmente cavità ipogee e fenomenologie carsiche, con particolare riferimento al settore di galleria all'interno le Dolomie di S. Pietro nel Monti.

TRATTA ALL'APERTO DI CERIALE

Terminata la galleria Croce, il tracciato si sviluppa a cielo aperto attraversando i depositi alluvionali antichi e recenti del Torrente Neva e del Rio Carenda, prevalentemente incoerenti, ed intersecando alcune dorsali

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

allungate in direzione NE-SW modellate dall'erosione fluviale entro i conglomerati pliocenici di Monte Ville (CMV).

In questo tratto, altamente antropizzato, è prevista la realizzazione della galleria artificiale Parei (pk 83+946.76 - pk 84+422.01) per oltrepassare un terrazzo costituito da alluvioni antiche prevalentemente fini.

Al di sotto delle alluvioni, il substrato pliocenico è stato rinvenuto nell'area a profondità assai diverse, variabili tra 10 m e 30 m circa dal piano di campagna, ed è ovunque costituito dai Conglomerati di Monte Ville (CMV), di cui sono state identificate, sulla base delle indagini geognostiche e geotecniche, ai fini geotecnici una facies incoerente (CMVi), una prevalentemente coesiva (CMV-c) e quella tipicamente litoide (CMV-cg).

Per il tratto in esame non si segnalano particolari criticità, se non l'elevata antropizzazione dell'area e la notevole variabilità ed eteropia delle facies identificate all'interno dei conglomerati di Monte Villa.

TRATTA ALL'APERTO DI ALBENGA

Proseguendo in direzione ovest il tracciato attraversa un lembo affiorante di substrato pliocenico conglomeratico (CMV-cg) con le due gallerie artificiali Bastia 1 e Bastia 2 (tra le pk 85+565.95 - pk 85+907.49), per poi seguire a svilupparsi sopra la coltre alluvionale del Torrente Arroscia.

Il materasso alluvionale, costituito in prevalenza da alluvione grossolane, mostra in questo tratto una potenza media di 25-30 metri ed è posto in parte a ricoprimento del substrato pliocenico, rappresentato nella fattispecie dalle Argille di Ortovero (ORV-a), in parte a diretto contatto con la facies calcarea della F.ne di Albenga (ALN-scc), individuata in tutti i sondaggi realizzati ad ovest del T. Arroscia.

Per quanto concerne la realizzazione dell'opera in questo tratto non si segnalano particolari criticità, se non, con riferimento alle due gallerie artificiali, l'eterogeneità delle caratteristiche geotecniche dei Conglomerati di Monte Villa in funzione dei passaggi di facies identificati mediante i dati geognostici disponibili.

GALLERIA DI ALASSIO

Attraversate le alluvioni del T. Arroscia, il tracciato entra nuovamente in sottoterraneo all'altezza della pk 87+134.15 con l'imbocco lato Finale L. della Galleria Alassio (sviluppo di 9717 m), dove nella zona di attacco è presente uno spessore di potenza decametrica di terreni ghiaioso sabbiosi detritico-alluvionali.

Dopo un primo tratto di circa 150 m entro la facies arenitico-siltitica-calcarea della Formazione di Albenga (ALN-ar), alla pk 87+350 circa una serie di faglie e sovrascorrimenti determinano il passaggio al dominio piemontese-ligure; dopo aver intercettato infatti un piccolo lembo dei Calcari di Ubaga (UBA-c), il tracciato si sviluppa fino alla pk 88+600 entro le Quarziti di Monte Bignone (QMB-q), intercettandone verosimilmente anche il membro argilloso (QMB-as). Nel tratto appena descritto la successione appare chiaramente rovesciata ed è caratterizzata da una geometria assai tormentata e complicata per le deformazioni tettoniche subite.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

A tale progressiva il tracciato intercetta un'importante superficie di sovrascorrimento, che determina un raddoppio dell'intera successione stratigrafica; il livello di scollamento di questo importante thrust è posto in corrispondenza delle Peliti di Ranzo (RAN-ag), che vengono interferite dalla galleria per circa 200 m.

Da qui e fino alla progressiva 90+950 la galleria si sviluppa nuovamente entro le Quarziti di Monte Bignone (QMB-q e QMB-as), ampiamente scompagnate e ripiegate, per poi intercettare i Calcari di Ubaga (UBA-c), il cui spessore subisce un raddoppio per effetto di un sovrascorrimento alla pk 91+250 circa.

Un'ulteriore thrust porta il tracciato ad intercettare in sequenza stratigrafica le Peliti di Moglio (MOG-as) alla pk 91+800 e i terreni flyschoidi della Formazione di Testico (TESar) alla pk 92+350, che interessano lo scavo per ulteriori 3,7 km circa.

Alla pk 96+100 infatti un nuovo sovrascorrimento determina il passaggio alla tipica alternanza ritmica di arenarie e di peliti che distingue la Formazione di San Bartolomeo (SBA-as/ar), in assetto monoclinale sud-vergente.

Un ulteriore passaggio stratigrafico si osserva alla pk 96+550 circa, dove la galleria andrà ad interessare, fino all'imbocco lato Andota (pk 96+851.16), la litofacies calcareomarnosa del Flysch di S. Remo (ELM), anch'essa vergente verso sud.

Per quanto concerne le criticità "geologiche" connesse con la realizzazione dell'opera, gli elementi maggiormente sfavorevoli sono certamente i fronti di sovrascorrimento e le faglie intercettate in fase di scavo, che costituiscono zone di potenziale debolezza e di preferenziale circolazione idrica.

In conseguenza a tali strutture, l'assetto giaciturale delle formazioni appare alquanto complicato e fortemente scompagnato da pieghe a varia scala, specialmente nelle Quarziti di Monte Bignone, nei Calcari di Ubaga e nelle Peliti di Ranzo, ma anche nella Formazione di Testico, che a grande scala appare come una monoclinale immergente a sud, in fase di rilievo in campo sono state riconosciute numerose strutture plicative alla meso-scala e alla scala d'affioramento che localmente possono determinare, in fase di scavo, assetti strutturali assai variabili.


La forte tettonica plicativa che caratterizza questo tratto ha determinato inoltre un'intensa fratturazione dei litotipi interferiti dall'opera.

In relazione ai contrasti di permeabilità attesi tra le formazioni, non si esclude la possibilità di venute d'acqua in prossimità dei passaggi stratigrafici e dei contatti tettonici.

Si segnalano inoltre punti a ridotta copertura in corrispondenza delle incisioni del Rio Barbona (pk 92+021.55) e del Rio Caudi (pk 92+372.67).

Relativamente agli aspetti geomorfologici, il tracciato ferroviario si inserisce in un contesto in cui frequenti sono i fenomeni di dissesto, sia attivi sia in stato di quiescenza.

In particolare, la Carta geomorfologica allegata al presente progetto individua n.4 fenomeni di dissesto localizzati in prossimità del tracciato tra le pk 89+900 91+300 ed ulteriori 4 movimenti gravitativi tra le pk 92+900 93+700.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Si tratta in generale di movimenti gravitativi superficiali di tipo complesso, di estensione piuttosto limitata (0,6 - 3,6 ha), che interessano per lo più i terreni di copertura, risultando pertanto fenomeni relativamente superficiali.

L'analisi geomorfologica, effettuata sia su base aerofotogrammetria sia mediante i rilievi in campo, l'esigua estensione areale dei fenomeni gravitativi, nonché le notevoli coperture in calotta nei due tratti in questione (rispettivamente maggiori di 124 m e di 86 m) portano ad escludere con ragionevole certezza qualsiasi interferenza tra lo scavo della galleria ed i fenomeni franosi censiti.

TRATTA DI ALASSIO

Questa tratta è interessata dalla realizzazione della stazione di Alassio, che verrà realizzata interamente in sotterraneo e collocata circa a metà dello sviluppo della omonima galleria.

La quasi totalità dell'intervento si colloca entro il substrato roccioso costituito dalle Peliti di Moglio (MOG-as), ma, in relazione alle modeste coperture, saranno interessate anche le alluvioni del Rio Barbona per la realizzazione delle discenderie e delle opere accessorie. I dati geognostici disponibili indicano la presenza di alluvioni prevalentemente coesive, il cui spessore risulta variabile tra 6 - 13 metri.

In questa tratta le principali criticità appaiono legate alla realizzazione di scavi sotto falda, individuata all'interno del materasso alluvionale ad una profondità di 2 - 3 metri dal piano di campagna; si ritiene tuttavia che tale livello possa subire anche sensibili innalzamenti fino a giungere in prossimità del piano di campagna in occasione di precipitazioni particolarmente intense.

TRATTA ALL'APERTO DI ANDORA

La tratta di competenza del presente studio termina alla progressiva km 97+185.91 (punta scambio), ove si congiunge con la tratta Andora – S. Lorenzo, attualmente in fase di completamento. Ai fini di uniformità dell'elaborato prodotto, l'interpretazione stratigrafica è stata effettuata fino all'imbocco della galleria Collecervo.

In questa tratta il tracciato si sviluppa sulle alluvioni per lo più grossolane del Torrente Merula, ma non mancano estesi orizzonti da metrici a plurimetrici di materiali a connotazione coesiva.

Il materasso alluvionale, che mostra spessori massimi di circa 33 metri, è posto a ricoprimento in parte del substrato flyschoidale eocenico (Flysch di S. Remo – ELM-cm) e in parte delle argille plioceniche di Ortovero (ORV-a).

Dal punto di vista geologico e geomorfologico non si segnalano particolari criticità per la realizzazione dell'opera.

4.4.2 Inquadramento geomorfologico

La notevole varietà morfologica del territorio attraversato dal tracciato ferroviario in progetto, che corre circa parallelo alla linea di costa ad una distanza mediamente compresa tra 1,5÷2 km, approssimandosi

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

ad essa solo all'estremità occidentale del tracciato, è strettamente legata al complicato assetto tettonico-stratigrafico e all'evoluzione geologica dell'area. In particolare, nell'areale interessato dalle opere in progetto si possono distinguere quattro zone geomorfologiche principali, nelle quali vengono accorpate aree con morfologia simile:

- una prima zona si sviluppa a sud della direttrice Bergeggi – Garessio, fino alla linea Ceriale – Arnasco – Caprauna (a meno però dell'area occupata dal Calcere di Finale Ligure, che ha una sua morfologia particolare): in essa dominano in affioramento i terreni quarziticci, dolomitici e calcarei delle serie Brianzonesi e ad affinità Brianzonese, e quelli conglomeratici, calcarei e dolomitici della serie del Castellermo. Ne derivano forme tormentate e rilievi più elevati di quelli circostanti; tale caratteristica morfologia è però interrotta per aree più o meno grandi dal presentarsi in superficie del substrato permocarbonifero delle suddette serie Brianzonesi e ad affinità Brianzonese e, in corrispondenza della "finestra" di Castelvecchio, della Formazione di Caprauna, prevalentemente scistosa, alla quale corrispondono forme più molli e più depresse; la complessità tettonica di questi terreni non permette di riconoscere linee morfologiche ben definite.
- una seconda zona è presente a sud della predetta linea (separandone però il triangolo Albenga – Ortovero – Ceriale): in essa affiorano i terreni "flyschoidi" delle serie di Albenga e della serie ad Elmintoidi s.l., che influenzano la morfologia sia per il loro carattere litologico, sia per il prevalente andamento EW degli strati: ne derivano dorsali montuose non molto elevate e non aspre, allungate in senso EW; un particolare risalto morfologico assumono, in questa zona, soprattutto verso la costa, le Quarziti di M. Bignone.
- la terza zona corrisponde al triangolo Albenga – Ortovero – Ceriale dove avviene la confluenza del T. Lerrone, del T. Arroscia e del T. Neva; essa è dominata in superficie dai depositi pliocenici, per lo più conglomeratici nella parte superiore, a giacitura poco inclinata, e più o meno coperti da eluvio e colluvio, dalle alluvioni deposte nelle incisioni operate dai fiumi entro terreni pliocenici e dai depositi di spiaggia ai piedi della modesta falesia modellata dal mare negli stessi terreni; morfologicamente si ha a che fare con un altopiano degradante verso il mare, inciso e terrazzato dai corsi d'acqua, e troncato dal mare; condizioni analoghe, ma con sviluppo più ridotto, si hanno anche nella zona di Loano.
- l'ultima zona geomorfologica, per quanto ridotta, è dovuta alla presenza nell'entroterra di Finale Ligure della placca della "Pietra di Finale" (F.ne dei Calcari di Finale): per il suo carattere litologico, associato alla giacitura suborizzontale, questa formazione determina un altopiano profondamente inciso dai corsi d'acqua e dalla superficie modellata dalle acque dilavanti con cavità doliniformi.

4.4.3 Inquadramento idrogeologico

Di seguito è riportata una descrizione dell'assetto idrogeologico e delle ripercussioni idrogeologiche lungo il tracciato di progetto.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Zona della Stazione di Finale Ligure

Il tracciato corre allo scoperto su terreni di riporto che poggiano su terreni alluvionali incoerenti (classe di permeabilità: 2 – Valore di riferimento: 10-4 m/sec) e scavalca il torrente Porra. La falda è prossima al piano campagna, con soggiacenza sempre inferiore a 10 m.

In questo tratto non ci sono pozzi o sorgenti in prossimità del tracciato e non sono previste interferenze idrogeologiche fra le risorse idriche e l'opera in progetto.

Galleria Caprazoppa

La galleria Caprazoppa sarà scavata interamente all'interno delle Dolomie di San Pietro dei Monti.

Nel tratto compreso fra l'imbocco lato Finale Ligure e la progressiva 68+400 non si dispone di informazioni sufficienti per poter tracciare la piezometrica. Le uniche informazioni derivano dalla modellazione eseguita e dal modello la falda risulta abbastanza prossima alla quota della calotta galleria. Per via delle incertezze insite in questa valutazione, in via prudenziale nel tratto fra l'imbocco lato Finale Ligure e la progr. 68+350 è stata comunque segnalata la possibilità di intercettare venute idriche di media entità. Dalla progr. 68.400 fino all'imbocco lato Alassio i dati piezometrici hanno permesso di ricostruire una quota falda al di sotto della quota di scavo della galleria e pertanto in questa zona non si dovrebbero intercettare venute d'acqua in fase di scavo. In via prudenziale comunque è stata segnata una condizione di possibilità di intercettare venute d'acqua di modesta entità.

In prossimità del tracciato è segnalata la presenza del complesso carsico di Valdemino, di notevole importanza sia speleologica che turistica. I dati dei rilievi piezometrici, l'indagine sismica e i rilievi dei livelli idrici in grotta fanno però ragionevolmente escludere ogni ipotesi di interferenza fra la galleria Caprazoppa e questo sistema carsico.

I rilievi eseguiti all'interno delle grotte di Valdemino mostrano un livello dell'acqua nei rami attivi introno ai 5 m s.l.m., e confermano quindi che la quota di base del carsismo è significativamente inferiore rispetto alla quota di scavo.

Per l'insieme di queste ragioni in corrispondenza del tratto compreso fra la progressiva 68+350 e l'imbocco lato Bottasano è stato indicato nel profilo una condizione idraulica di basso impatto (possibilità di intercettare unicamente venute d'acqua di entità molto modesta).

Pertanto, posto che nell'area in prossimità delle grotte non si prevede un drenaggio da parte della galleria, si può escludere qualunque fenomeno di interferenza dovuto a diminuzione di apporto idrico al sistema carsico.

I sondaggi eseguiti all'interno delle dolomie di San Pietro dei Monti hanno evidenziato la presenza di cavità anche di dimensioni metriche.

L'indagine geofisica eseguita in asse al tracciato nell'area fra l'imbocco lato Bottasano e la progr. 67+800 ha confermato la possibilità di intercettazione di cavità. In particolare dall'indagine eseguita risulta possibile che lo scavo intercetti cavità carsiche alle progr. 68+380, 68+520 e 69+050.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Queste cavità comunque, possono essere considerati fenomeni carsici isolati all'interno della montagna e pertanto di nessun interesse a fine speleologico o turistico in quanto fisicamente non raggiungibili dall'uomo.

Oltre alle Grotte di Valdemino, nell'area sono segnalati altri fenomeni carsici di minore importanza. Facendo riferimento al catasto speleologico ligure in corrispondenza della galleria Caprazoppa sono state individuate 22 cavità.

Il complesso sicuramente più importante è comunque quello delle Grotte di Valdemino per il quale è già stata esclusa l'interferenza.

Tutte le altre cavità presenti nell'area della galleria Caprazoppa possono essere considerate fenomeni carsici di importanza secondaria, ma in ogni caso anche per queste non si prevede una interferenza da parte della galleria.

Per individuare in anticipo le eventuali cavità o le eventuali anomalie piezometriche dovute alla circolazione carsica, sono comunque previsti da progetto sondaggi in avanzamento.

Viadotto Bottasano

L'opera scavalca il torrente Bottasano con un viadotto. Le litologie che si trovano al di sotto del viadotto sono le Dolomie di San Pietro dei Monti sormontate da una coltre di sedimenti alluvionali di tipo sia coesivo (classe di permeabilità: 3 – Valore di riferimento: 10-5 m/sec) che granulare (classe di permeabilità: 2 – Valore di riferimento: 10-4 m/sec). In superficie, appoggiata sul versante di Monte Grosso, è anche presente una sottile copertura detritica.

In corrispondenza di questa valle non sono presenti pozzi e quindi non sono attesi fenomeni di interferenza.

Galleria Monte Grosso

Fatta eccezione per un breve tratto di circa 100 metri di lunghezza, la galleria Montegrosso dall'imboccato lato Finale Ligure fino alla progr. 70+530 è scavata all'interno delle Dolomie di San Pietro dei Monti. Anche in questo caso quindi è possibile l'intercettazione di cavità e fratture aperte per dissoluzione carsica. In realtà, sebbene la formazione sia la medesima, la presenza di cavità segnalate nel massiccio Monte Grosso è inferiore rispetto a quelle segnalate nel massiccio della Caprazoppa, ma questa evidenza non deve essere interpretata come una ridotta probabilità di intercettazione di sistemi carsici. Dalla progr. 70+530 fino all'imboccato lato Andora la galleria è scavata all'interno delle Quarziti di Ponte di Nava.

Nel tratto scavato nelle dolomie le condizioni idrauliche indicano una possibile risalita della piezometrica nella parte centrale della galleria e pertanto non può essere esclusa l'intercettazione di venute d'acqua anche di rilevante entità.

Nel tratto scavato nelle Quarziti di ponte di Nava sono invece previste venute d'acqua modeste.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Per individuare in anticipo le eventuali cavità o le eventuali anomalie piezometriche dovute alla circolazione carsica, nei tratti scavati all'interno delle Dolomie, sono comunque previsti da progetto sondaggi in avanzamento.

Tratto all'aperto da 71+066 a 71+466

Il tracciato scavalca i torrenti Maremola e Giustenice. In superficie le litologie sono rappresentate prevalentemente da sedimenti alluvionali di tipo incoerente (prevalentemente sabbie fini con presenza di limo) e la falda si trova ad una profondità inferiore a 10 metri da p.c.. In prossimità della progressiva 71+200, a poca distanza dal tracciato, si trovano 4 pozzi ad uso idropotabile. I pozzi di cui n. 2 a monte del tracciato ma molto prossimi ad esso e n. 2 più distanti a valle del tracciato e quindi più esposti ad un rischio di inquinamento. Per queste ragioni questi quattro punti potrebbero risultare interferiti.

Galleria Castellari

In corrispondenza della galleria Castellari è stato possibile ricostruire il profilo idrogeologico. In questo caso infatti i dati a disposizione erano sufficientemente ravvicinati da permettere una interpolazione abbastanza attendibile.

Nel tratto fra l'imbocco lato Finale Ligure e la progr. 71+870 la galleria è scavata ad una quota superiore alla quota falda e pertanto non si prevedono ingressioni d'acqua.

Nel tratto fra la progr. 71+870 e la progr. 73+140 i battenti idraulici sul cavo sono abbastanza ridotti. Le condizioni idrauliche non dovrebbero essere soggette a impatto elevato.

Fra la progr. 73+140 e la progr. 75+040 la condizione di impatto e di livello medio in relazione all'aumento del carico idraulico e dalla progr. 75+040 per la presenza del calcari di Val Tanarello, che potrebbero essere interessati da fenomeni di carsismo.

Fra la progr. 75+040 e l'imbocco lato Alassio la galleria intercetta depositi alluvionali con carichi idraulici sul cavo molto modesti e pertanto ci si può attendere unicamente fenomeni di stillicidio, che possono aumentare in concomitanza di periodi piovosi.

Tratto all'aperto da 76+482 a 76+696

Il tracciato scavalca il Rio del Castellaro e le litologie presenti in superficie sono prevalentemente depositi alluvionali di tipo incoerente.

La falda è prossima al piano campagna e la soggiacenza è sempre inferiore a 5 metri.

In prossimità del tracciato non si trovano pozzi e quindi non sono attesi fenomeni di interferenza fra l'opera e le risorse idriche.

Galleria Pineland

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

La galleria Pineland misura solamente 381 metri di lunghezza ed è scavata tutta al di sopra della quota falda.

Tratto all'aperto da 77+077 a 77+703

Il tracciato scavalca il torrente Varatello e le litologie presenti in superficie sono prevalentemente rappresentate da depositi alluvionali incoerenti. Nel tratto centrale è presente una coltre di materiali di riporto di 3-6 metri di spessore.

La falda ha una soggiacenza mediamente compresa fra 5 e 10 m da piano campagna.

In prossimità della progressiva 77+500 si trovano n.2 pozzi utilizzati ad uso idropotabile. I pozzi però si trovano a monte del tracciato ad una distanza superiore a 200 m e quindi non dovrebbero risultare a rischio di interferenza.

Galleria Croce

Ai fini dell'esame delle condizioni idrauliche, la galleria Croce può essere suddivisa in tre segmenti.

Il segmento dall'imbocco lato Finale Ligure fino alla progr. 79+950 è caratterizzato dalla presenza a quota galleria di formazioni potenzialmente interessate da fenomeni carsici (Dolomie di san Pietro dei Monti e Calcari di Rocca Livernà). Dalle simulazioni eseguite e dalle condizioni morfologiche generali dell'area non si possono escludere battenti sul cavo anche di diverse decine di metri. Per questa ragione in quasi tutto questo tratto è stata segnalata la possibilità di intercettazione di venute d'acqua anche di entità consistente.

Il tratto fra la progr. 79+950 e la progr. 80+910 intercetta formazioni permeabili per fatturazione ma non interessate da carsismo. I battenti idraulici sono modesti. Nell'area si segnala depressione piezometrica anomala entrando all'interno della montagna e questa evidenza, al momento, potrebbe essere spiegata con un drenaggio di tipo carsico oppure con un drenaggio determinato da un sistema di fratture ad elevata trasmissività.

Facendo riferimento al catasto Speleologico Ligure, nell'area è possibile individuare unicamente tre cavità di una certa importanza. La cavità "Grotta sopra la Cava" si trova ad una distanza di oltre 1000 m a monte del tracciato con una quota di imbocco a circa 175 m, molto più elevata della quota di falda rilevata in corrispondenza del cavo. La distanza dal tracciato e la posizione topografica portano quindi ad escludere una ipotesi di interferenza con questa cavità.

La cavità "Grotta di Scornavacca" si trova sempre a monte del tracciato ad una distanza di circa 1300 m e ad una quota di imbocco di circa 250 m. Per analoghe ragioni anche in questo caso si può escludere l'interferenza con la galleria.

La Grotta del Picaro si trova in corrispondenza della galleria autostradale Picaro e si può già considerare interferita.

Le altre cavità censite sono di sviluppo planimetrico e altimetrico molto modesto.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

In prossimità del tracciato della galleria si trova la sorgente Cuore, captata ad uso acquedottistico. In prossimità della sorgente sono stati realizzati una serie di pozzi che però non hanno intercettato significative venute d'acqua. Si pensa quindi che la sorgente Cuore sia alimentata da una rete di fratture con caratteristiche ed orientazione non conosciute.

Tratto all'aperto da 82+265 a 87+121

Il tracciato corre quasi sempre allo scoperto, ad eccezione di alcuni brevi tratti in cui si procede mediante galleria artificiale (galleria Parei, Bastia1 e Bastia2).

Le litologie presenti in superficie sono rappresentate da depositi alluvionali coesivi e incoerenti, dai Conglomerati di Monte Villa in facies alterata e scarsamente cementata (CMV-i), e secondariamente dai Conglomerati di Monte Villa nella facies tipica (CMV-cg). Questi litotipi sono localmente ricoperti da uno spessore di materiale di riporto.

Nel tratto da 82+265 a 84+420 la falda ha generalmente una soggiacenza superiore a 10 m da piano campagna mentre nel tratto fra 84+420 e 87+121 la falda è più prossima a piano campagna, con una soggiacenza quasi sempre inferiore a 10 m.

Nell'area si trovano una serie di pozzi, alcuni dei quali anche in prossimità del tracciato.

Galleria Alassio

Ai fini dell'esame delle condizioni idrauliche la galleria Alassio può essere suddivisa in tre segmenti.

Il primo, dall'imbocco lato Finale Ligure alla progr. 91+800, è caratterizzato prevalentemente da condizioni idrauliche che determinano un livello di impatto di media entità. Nell'area mancano elementi per poter definire l'andamento della falda nella zona della galleria ma dai modelli eseguiti e dalla morfologia generale dell'area si può supporre che i carichi idraulici possano essere almeno di diverse decine di metri. Nel tratto fra la progr. 90+950 e la progr. 91+800 la galleria intercetta i Carcari di Ubaga. Dai dati a disposizione non risulta presenza di carsismo in questa formazione e pertanto è stato mantenuto anche in questo tratto l'indicazione di condizione idraulica di impatto medio.

Nel segmento compreso fra la progr. 91+800 e la progr. 92+720 la galleria è scavata in presenza di basse coperture e ridotti carichi idraulici. Dalla ricostruzione piezometrica eseguita risulta un battente idraulico massimo di 14 metri e di conseguenza è stata indicata una condizione impatto bassa.

Nel segmento compreso fra la progr. 91+800 e l'imbocco lato Alassio non esistono elementi per poter tracciare un profilo piezometrico e le uniche informazioni disponibili sono quelle ottenute con la modellazione. La galleria però intercetta sempre la Formazione di Testico, con fatturazione classificata a trasmissività medio bassa. Per questa ragione si può supporre che in tutto questo tratto si intercetteranno unicamente venute idriche di modesta entità.

Tratto all'aperto da 96+861 a 97+663

In questo tratto la linea corre allo scoperto e scavalca il Torrente Merula. In superficie le litologie sono prevalentemente rappresentate da depositi alluvionali incoerenti e secondariamente da depositi alluvionali argillosi. Localmente sono presenti coperture di materiale di riporto. La soggiacenza della falda da piano campagna è usualmente inferiore a 5 metri. In prossimità del tracciato si trovano n. 2 pozzi utilizzati ad uso idropotabile. Questi pozzi comunque sono ubicati ad una distanza superiore ai 200 metri dall'opera e quindi le aree di rispetto dovrebbero essere mantenute. In ogni caso in fase di cantierizzazione è opportuno prendere gli opportuni accorgimenti per evitare che si sviluppino di fenomeni di interferenza. Di seguito si riportano gli stralci cartografici della carta idrogeologica di progetto.

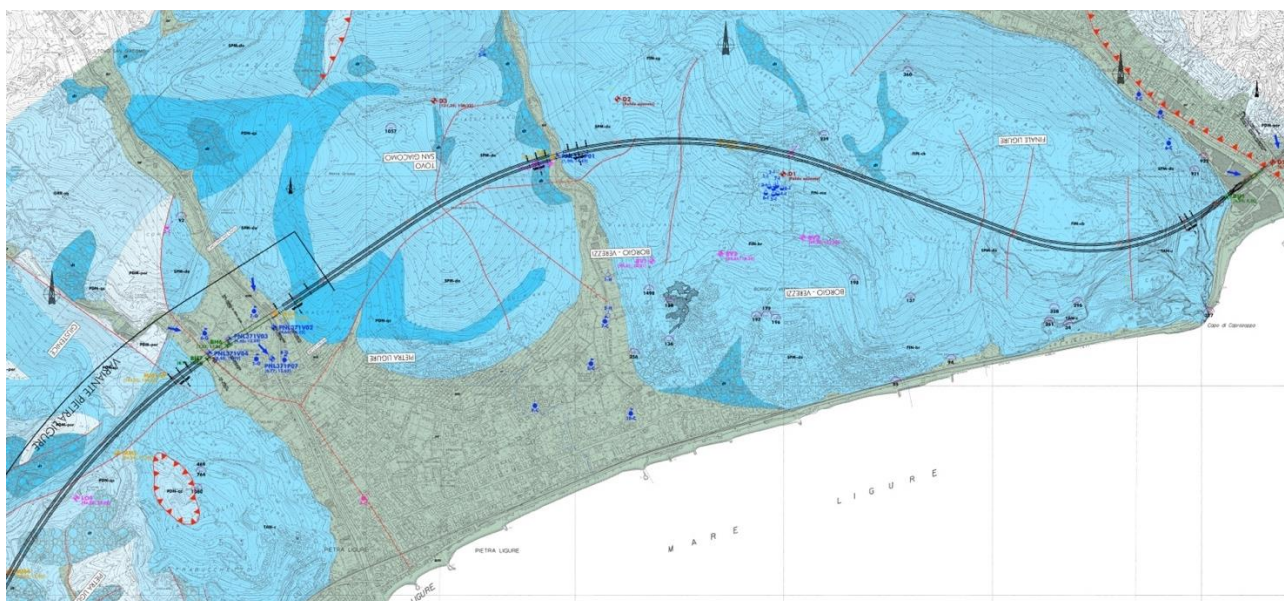


Figura 6 - Stralci carta idrogeologica – Tavola 1/5.

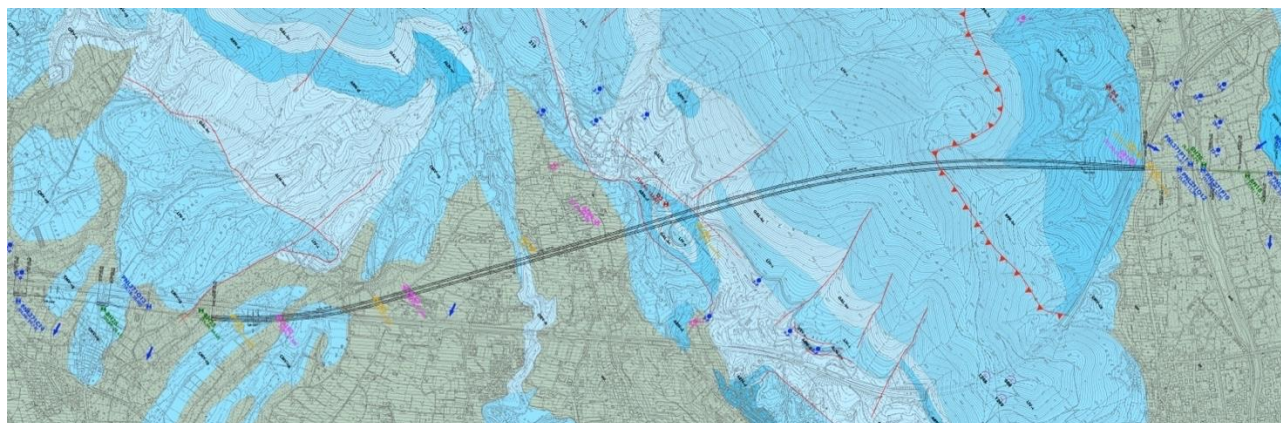


Figura 7 - Stralci carta idrogeologica – Tavola 2/5.

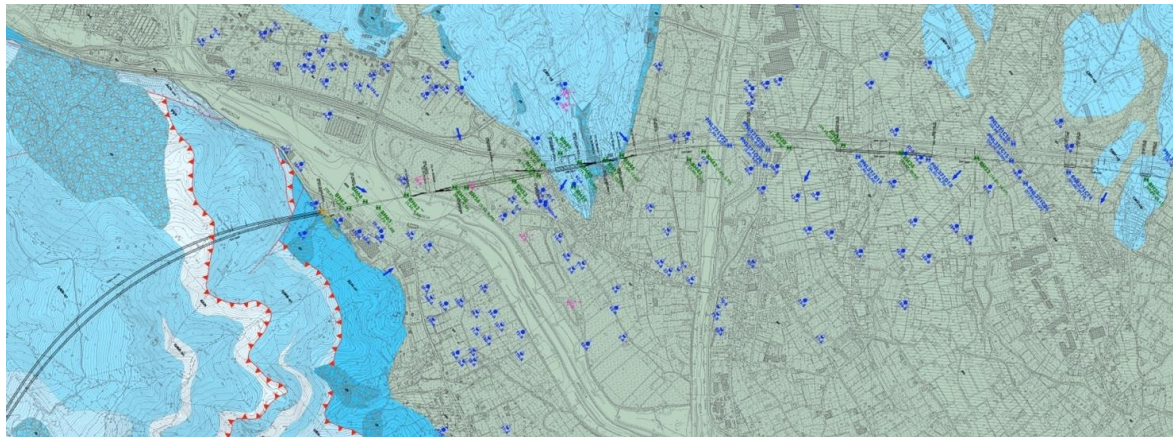


Figura 8 - Stralcio carta idrogeologica – Tavola 3/5.

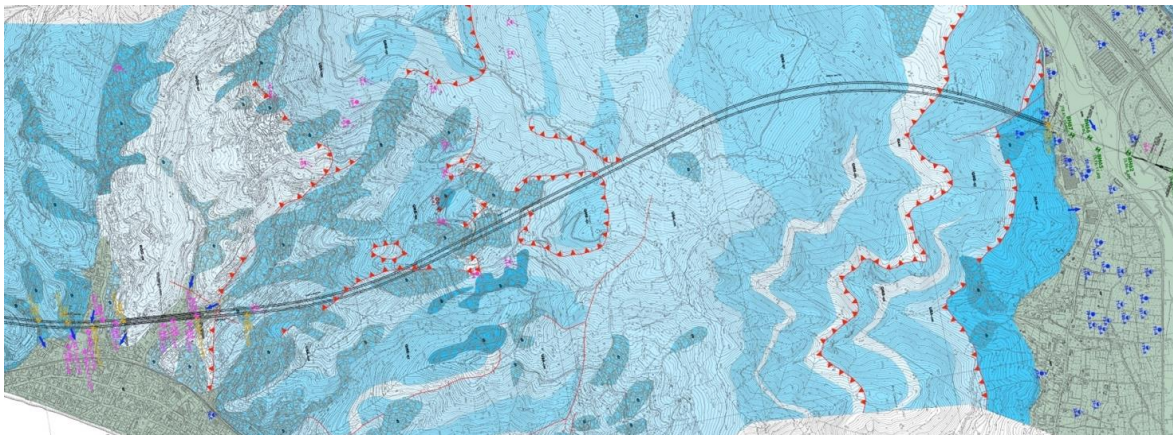


Figura 9 - Stralcio carta idrogeologica – Tavola 4/5.

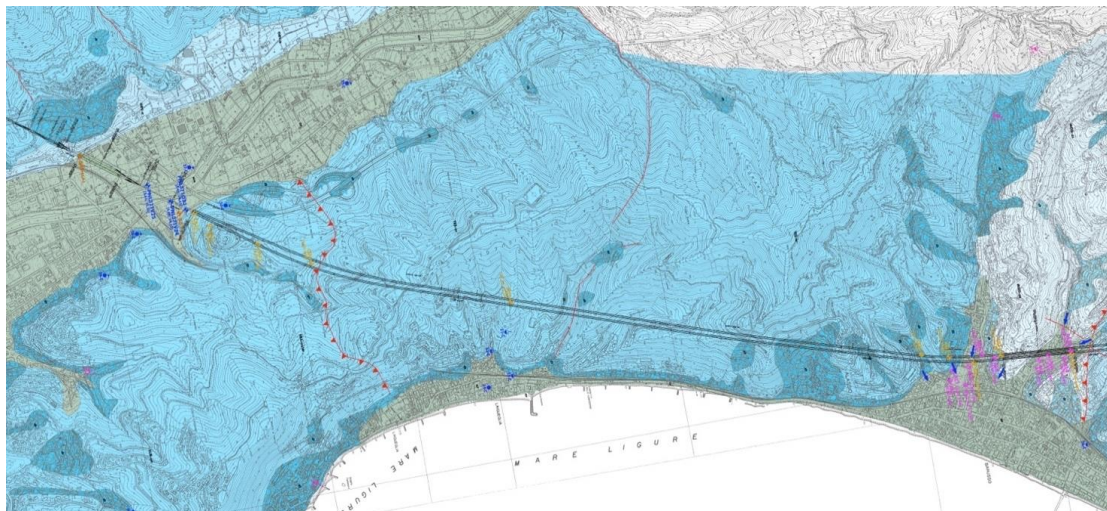



Figura 10 - Stralcio carta idrogeologica – Tavola 5/5.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

4.4.4 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico





L'area di progetto ricade sotto la competenza dell'Autorità di distretto dell'Appennino Settentrionale (ex Bacini Regionali Liguri), ente pubblico non economico, di rilievo nazionale, vigilato dal Ministero della Transizione Ecologica.

Pericolosità geomorfologica

Il PAI vigente si applica per la parte relativa alla pericolosità da frana e da dissesti di natura geomorfologica, sia come norme che come perimetrazioni.

Il PAI dei bacini liguri è stato sviluppato per stralci per i singoli bacini idrografici garantendo la necessaria omogeneità metodologica e normativa a scala regionale. Ogni stralcio a livello di bacino idrografico è dettagliato in un portale dedicato al PAI, in cui è riportata la normativa di Piano per ogni bacino. Si rimanda, pertanto, alle norme di attuazione di ogni bacino per il dettaglio delle norme d'uso.

Nel seguito è riportata la legenda degli stralci cartografici della pericolosità geomorfologica riportati nel proseguo del paragrafo.

Suscettività al dissesto (pericolosità geomorfologica)		
Classe di pericolosità		Descrizione
	PG4	Aree a suscettività MOLTO ALTA - aree in frana attiva
	PG3a	Aree a suscettività ALTA - aree in frana quiescente
	PG3b	Aree a suscettività ALTA - aree non in frana quiescente
	PG2	Aree a suscettività MEDIA
	PG1	Aree a suscettività BASSA
	PG0	Aree a suscettività MOLTO BASSA
	-	Classi speciali

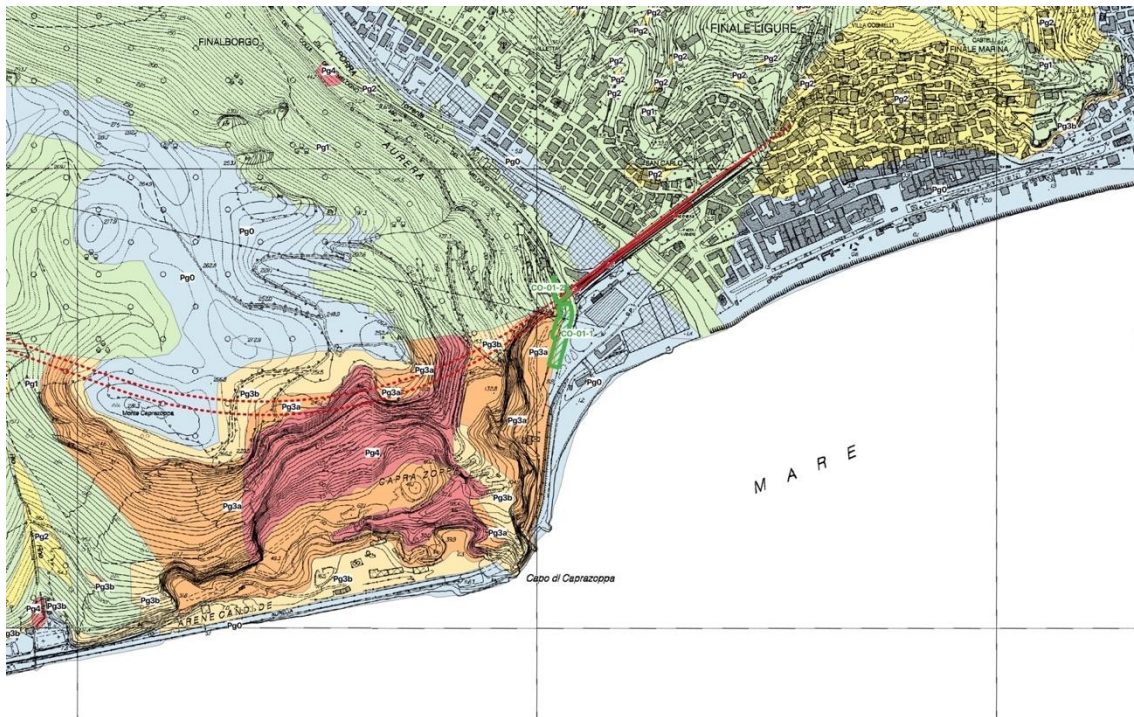


Figura 11 - Pericolosità geomorfologica cantiere CO.01

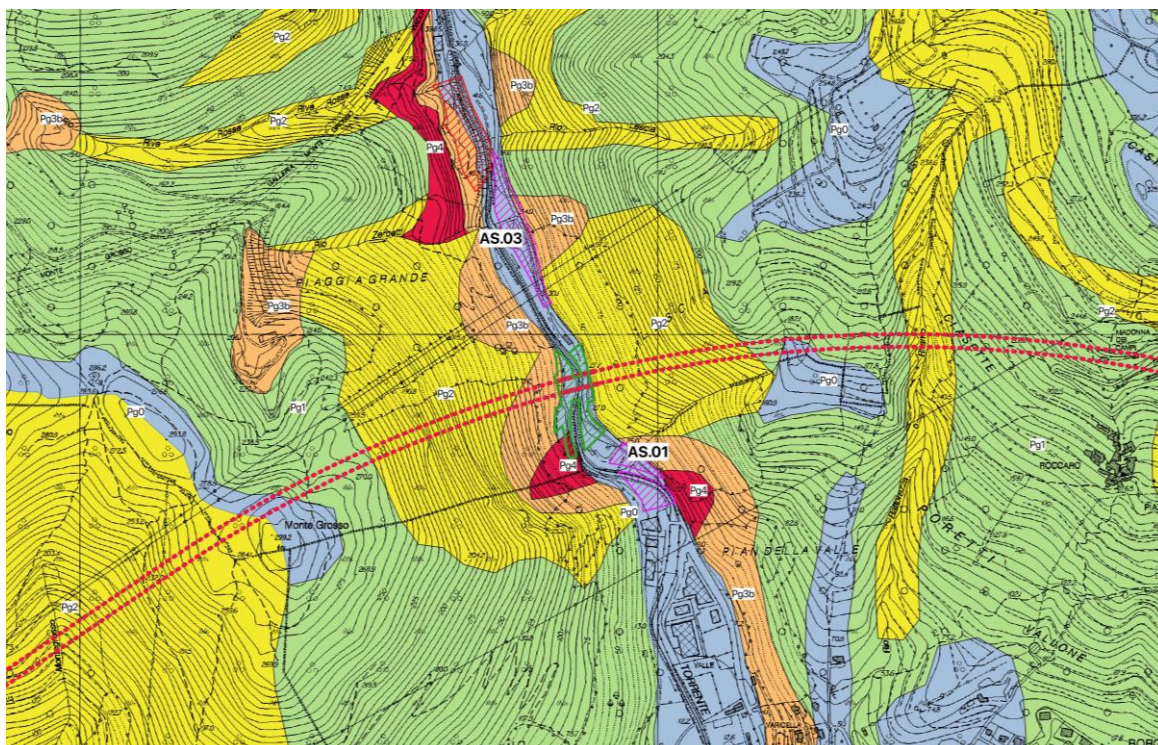


Figura 12 - Pericolosità geomorfologica cantieri CB.01, CO.02, AS.01, AS.02, AS.03

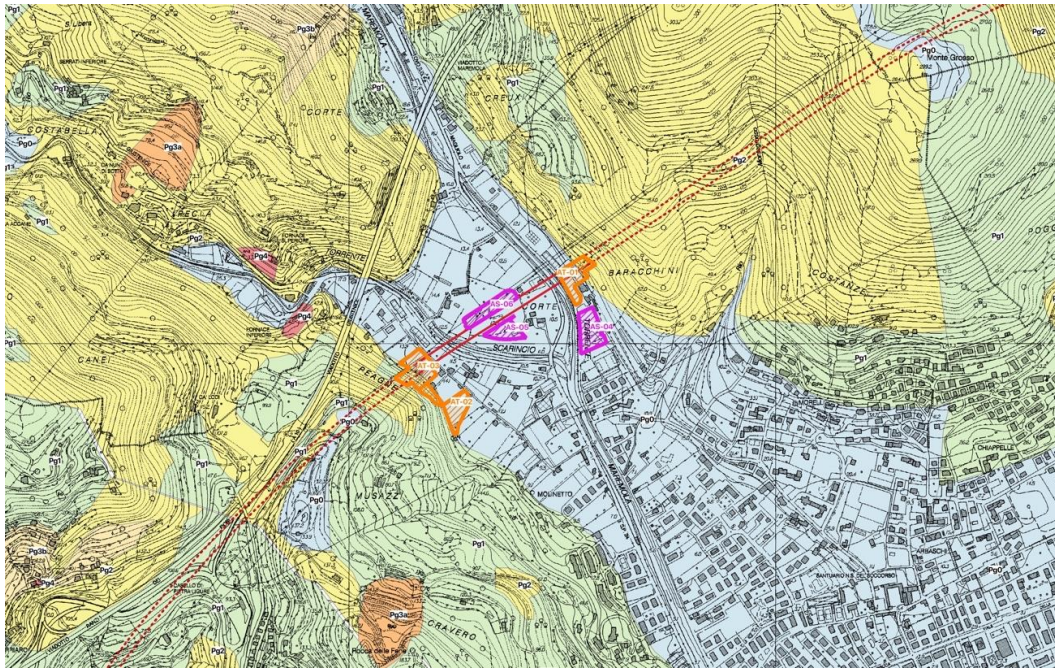


Figura 13 - Pericolosità geomorfologica cantieri AT.01, AS.04, AS.05, AS.06, AT.02, AT.03

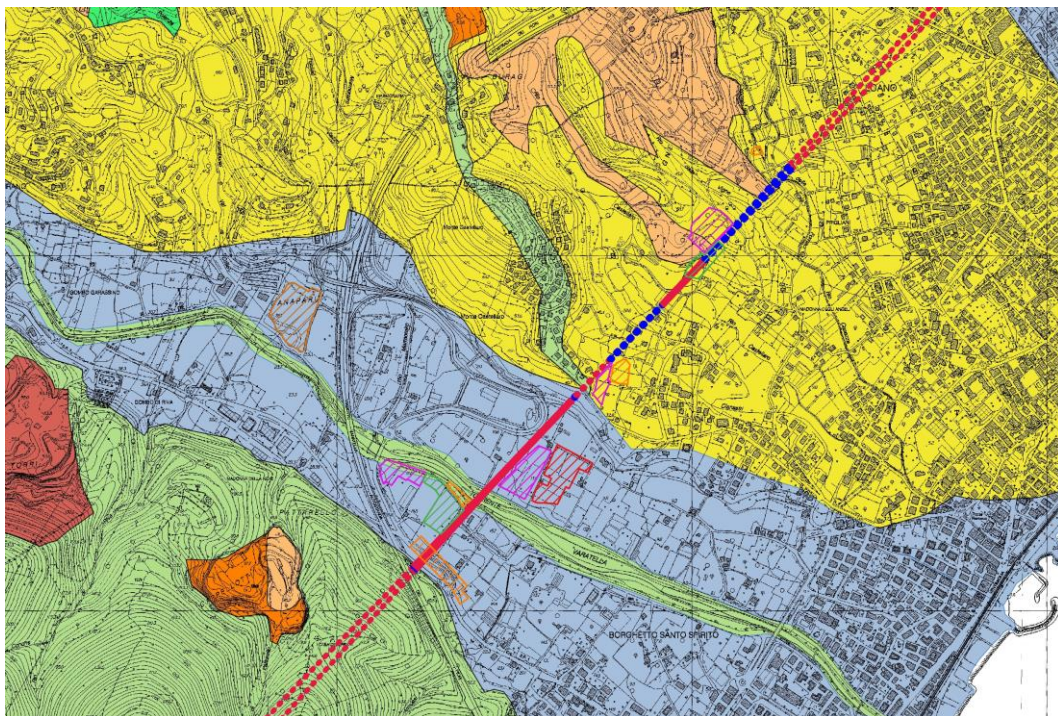


Figura 14 - Pericolosità geomorfologica cantieri AT.18, AS.07, CO.03, AT.04, AS.08, AS.09, CB.02, AS.10, AT.7, CO.04, AT.05 e DT.08

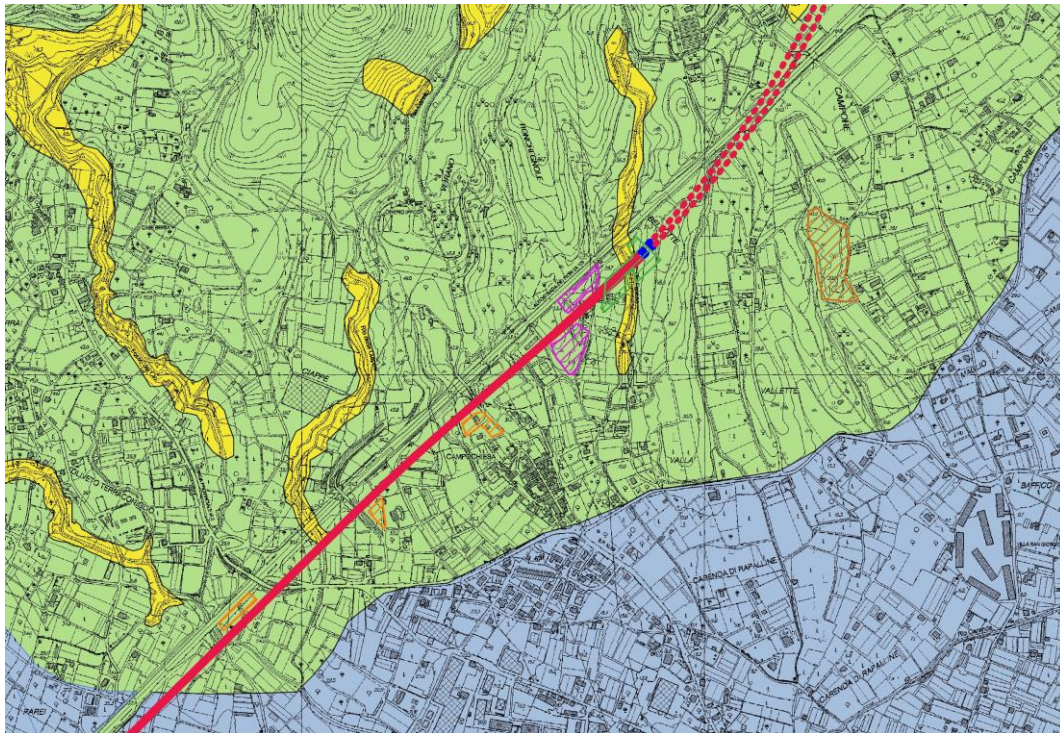


Figura 15 - Pericolosità geomorfologica cantieri CO.05, AS.11, AS.12, AT.06, AT.07, AT.16 e DT.06



Figura 16 - Pericolosità geomorfologica cantieri CO.06, AS.13, AT.08, AT.09, AT.10, AT.11

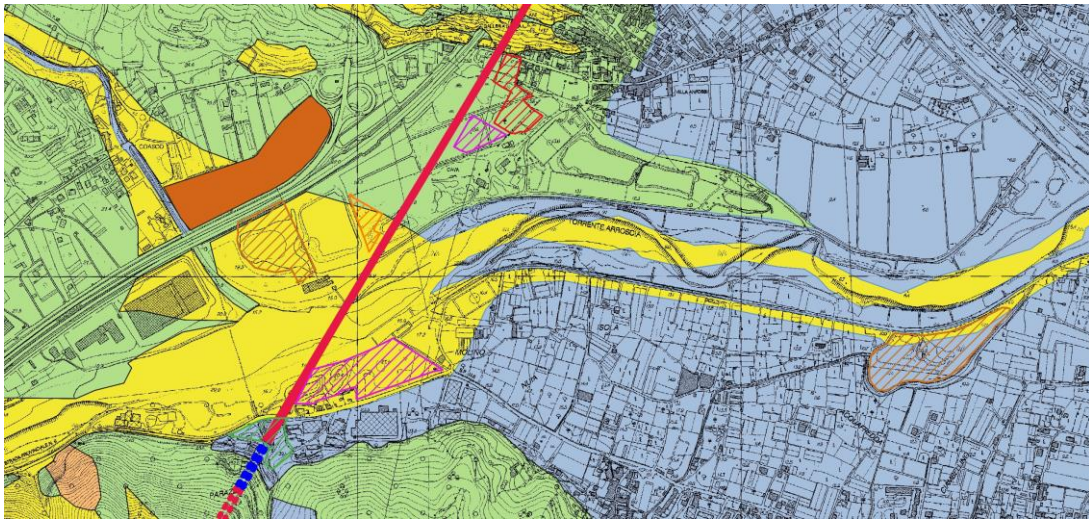


Figura 17 - Pericolosità geomorfologica cantieri CB.03, AS.14, AS.15, AT.12, CO.07, DT.01 e DT.02



Figura 18 - Pericolosità geomorfologica cantieri AT.13, AT.14

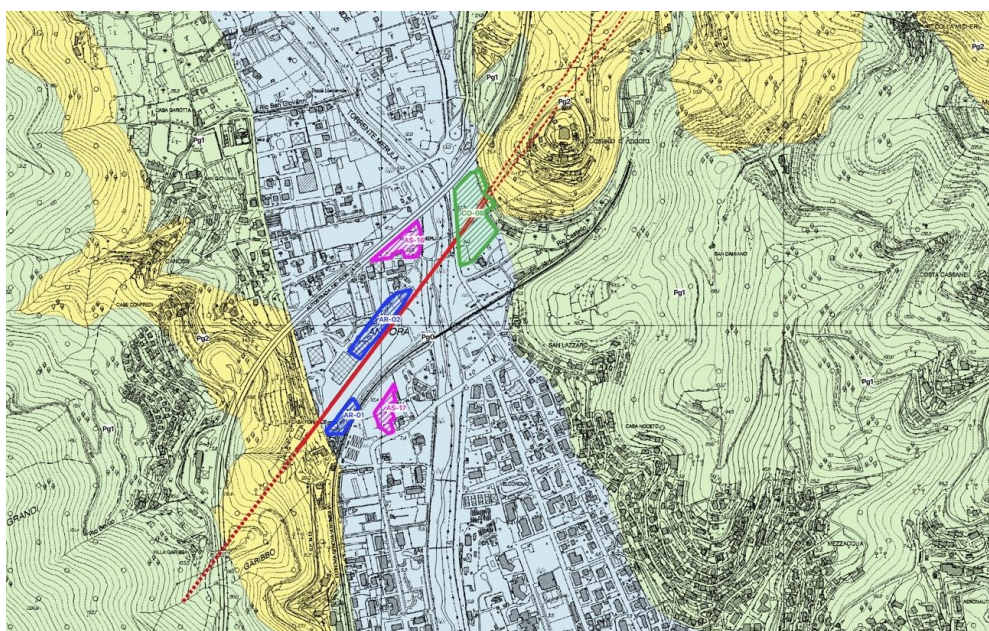


Figura 19 - Pericolosità geomorfologica cantieri CO.08, AS.16, AS.17, AR.01, AR.02

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con l'elenco dei cantieri e le classi di pericolosità geomorfologica interessate dagli stessi.

Denominazione cantiere	Classe di pericolosità geomorfologica
CO.01	Pg0, Pg1, Pg3a
CO.02	Pg0, Pg3b, Pg4
AS.01	Pg0
AS.02	Pg0
AS.03	Pg0
CB.01	Pg0, Pg2
AT.01	Pg0, Pg2
AS.04	Pg0
AS.05	Pg0
AS.06	Pg0
AT.02	Pg0
AT.03	Pg0, Pg1
AS.07	Pg2-Pg3b
AT.18	Pg2

<i>Denominazione cantiere</i>	<i>Classe di pericolosità geomorfologica</i>
CO.03	Pg2
AT.04	Pg2
AS.08	Pg2
CB.02	Pg0
AS.09	Pg0
CO.04	Pg0
AS.10	Pg0
AT.05	Pg0
AT.17	Pg1
CO.05	Pg1, Pg2
AS.11	Pg1
AS.12	Pg1
AT.06	Pg1
AT.07	Pg1
AT.16	Pg1
CO.06	Pg0
AS.13	Pg0
AT.08	Pg0
AT.09	Pg0
AT.10	Pg0
AT.11	Pg1
AS.14	Pg1
AT.15	Pg2
CB.03	Pg1, Pg2
AT.12	Pg1, Pg2
IP.01	Pg1, Pg2
AS.15	Pg2
CO.07	Pg0
AT.13	Pg0
AT.14	Pg0, Pg2
CO.08	Pg0
AS.16	Pg0
AR.01	Pg0
AR.02	Pg0

<i>Denominazione cantiere</i>	<i>Classe di pericolosità geomorfologica</i>
AS.17	Pg0
DT.01	Pg2
DT.02	Pg0
DT.06	Pg1
DT.08	Pg0
DT.09	Pg2, Pg0

Pericolosità idraulica

Il PAI vigente si applica per la parte relativa alla pericolosità idraulica, sia come norme che come perimetrazioni.

Il PAI dei bacini liguri è stato sviluppato per stralci per i singoli bacini idrografici garantendo la necessaria omogeneità metodologica e normativa a scala regionale. Ogni stralcio a livello di bacino idrografico è dettagliato in un portale dedicato al PAI, in cui è riportata la normativa di Piano per ogni bacino. Si rimanda, pertanto, alle norme di attuazione di ogni bacino per il dettaglio delle norme d'uso.

Nel seguito è riportata la legenda degli stralci cartografici della pericolosità idraulica riportati nel proseguo del paragrafo.

Pericolosità idraulica		
Classe di pericolosità		Descrizione
	Fascia A	Pericolosità idraulica MOLTO ELEVATA - Aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena a Tr 50 anni
	Fascia B	Pericolosità idraulica MEDIA - Aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena a Tr 200 anni
	Fascia C	Pericolosità idraulica BASSA - Aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena a Tr 500 anni
	Fascia A3	Aree storicamente inondate, non studiate
	Fascia B - Ambito BB	Aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena a tempo di ritorno Tr 200 anni a "maggiore pericolosità relativa"
	Fascia B - Ambito B0	Aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena a tempo di ritorno Tr 200 anni a "minor pericolosità relativa"
	Fascia C4	Aree ex inondabili
	Alveo	Attuale alveo del corso d'acqua

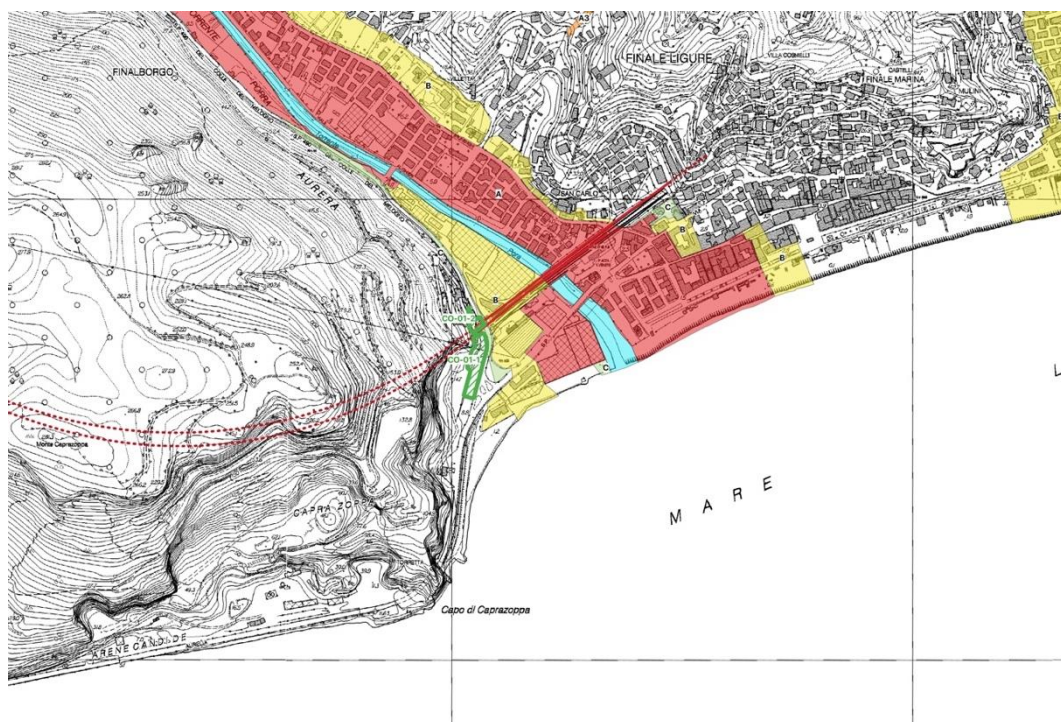


Figura 20 - Pericolosità idraulica cantiere CO.01

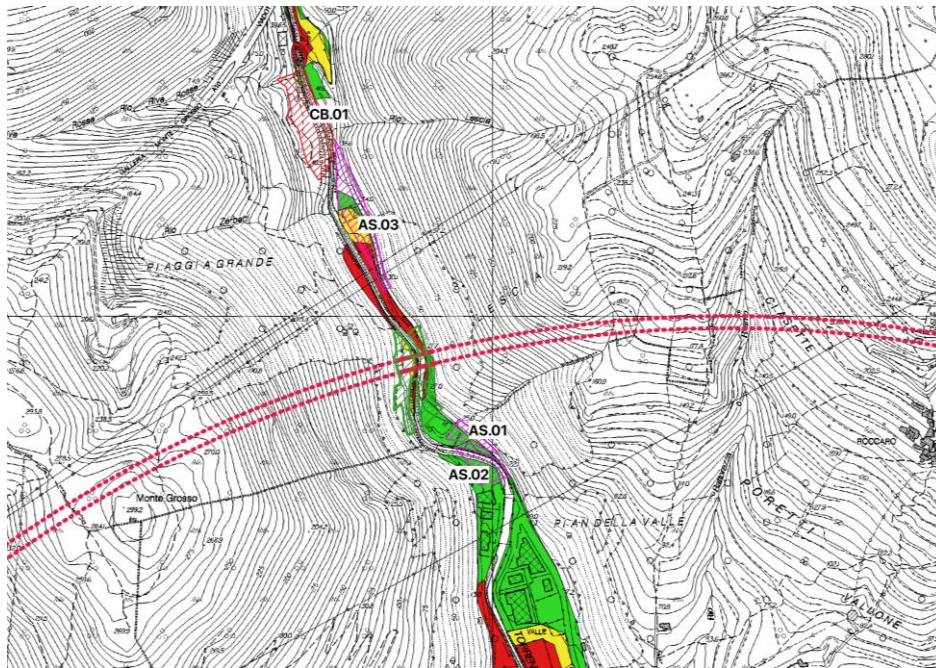


Figura 21 - Pericolosità idraulica cantieri CB.01, CO.02, AS.01, AS.02, AS.03

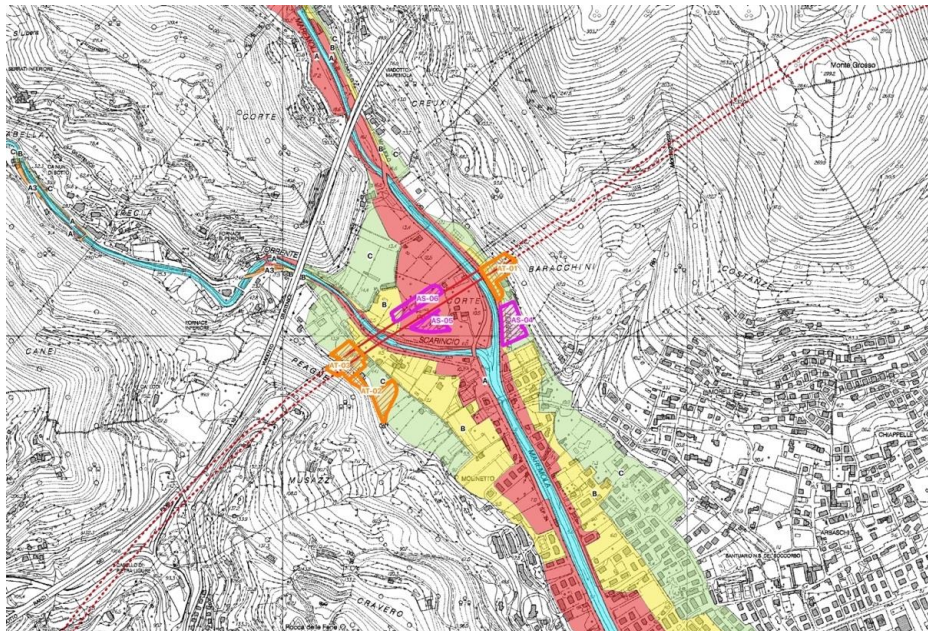


Figura 22 - Pericolosità idraulica cantieri AT.01, AS.04, AS.05, AS.06, AT.02, AT.03

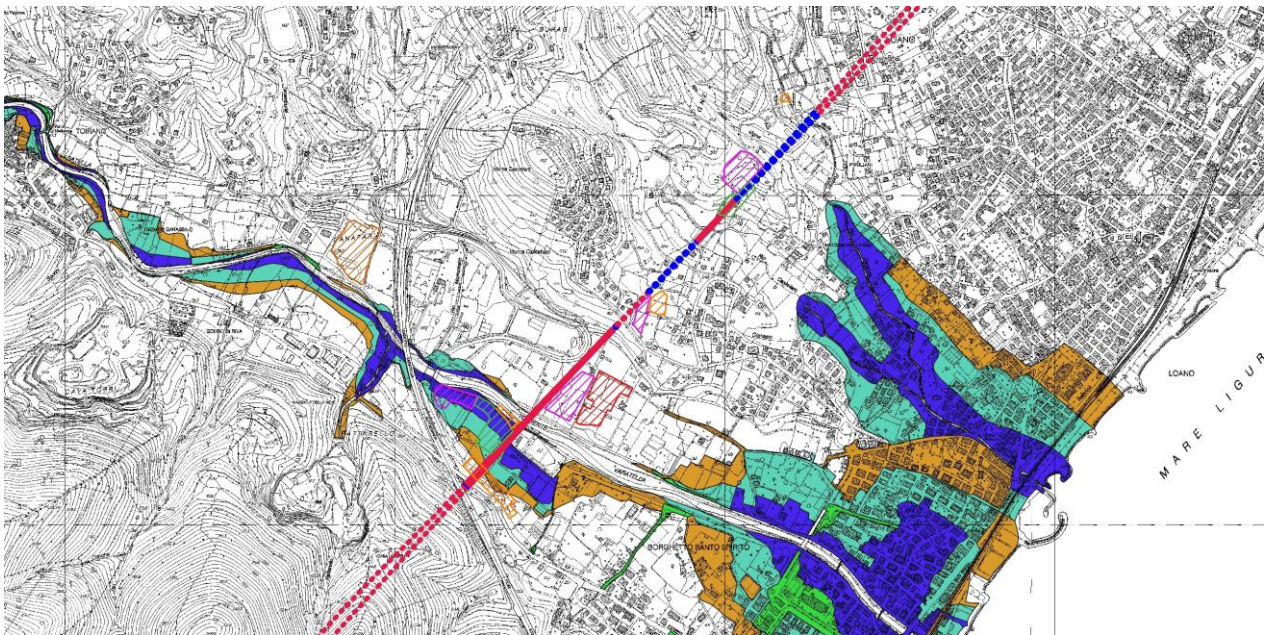


Figura 23 - Pericolosità idraulica cantieri AT.18, AS.07, CO.03, AT.04, AS.08, AS.09, CB.02, AS.10, AT.7, CO.04, AT.05, DT.08

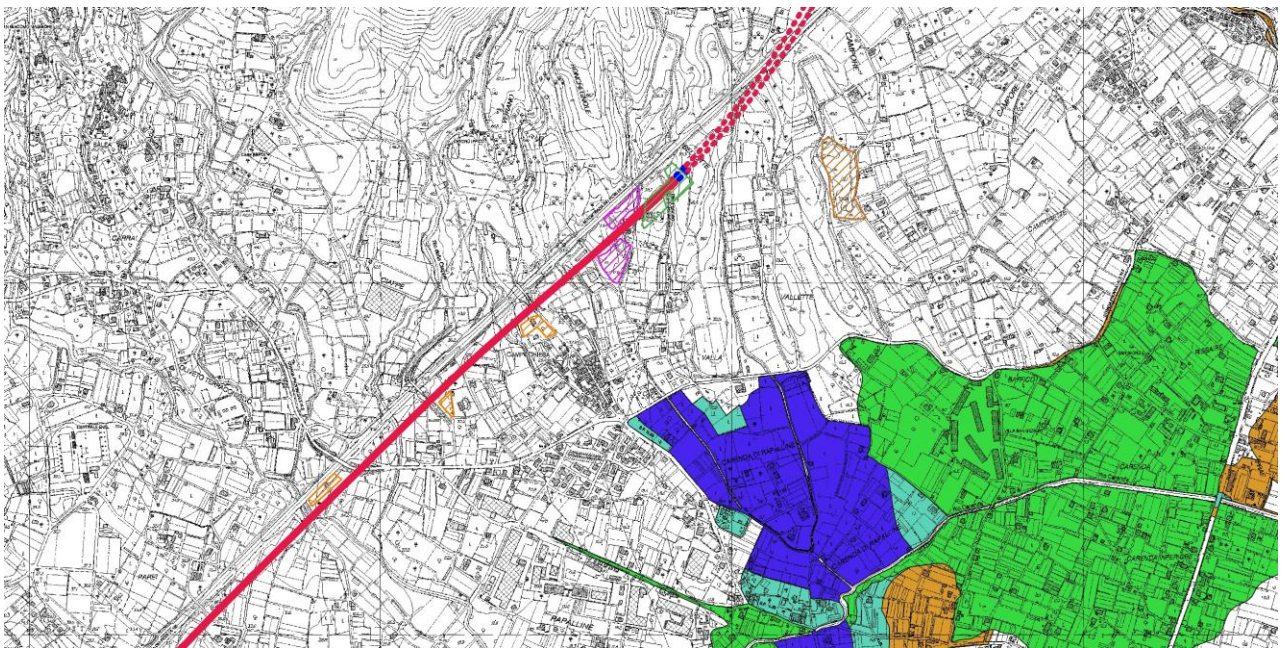


Figura 24 - Pericolosità idraulica cantieri CO.05, AS.11, AS.12, AT.06, AT.07, AT.16, DT.06

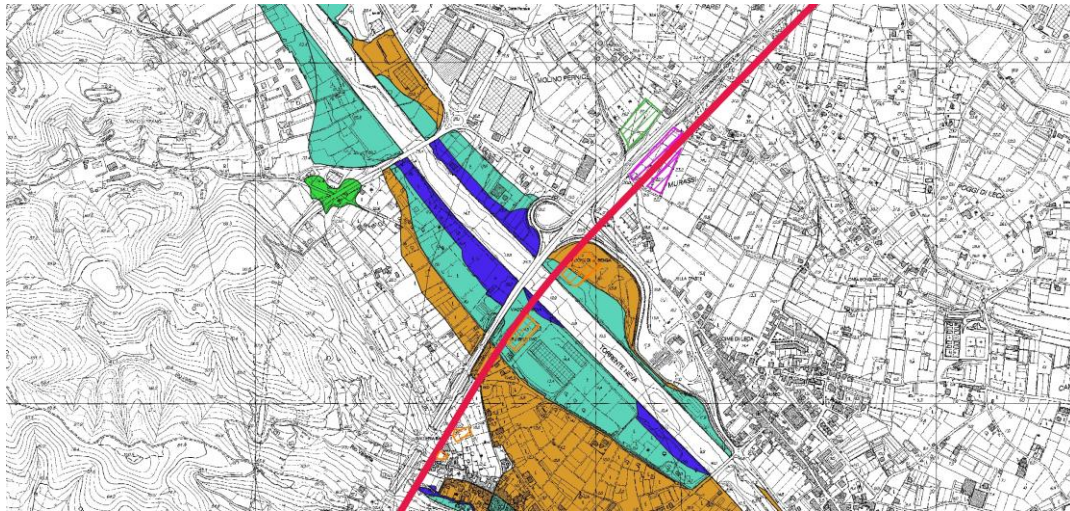


Figura 25 - Pericolosità idraulica cantieri CO.06, AS.13, AT.08, AT.09, AT.10, AT.11

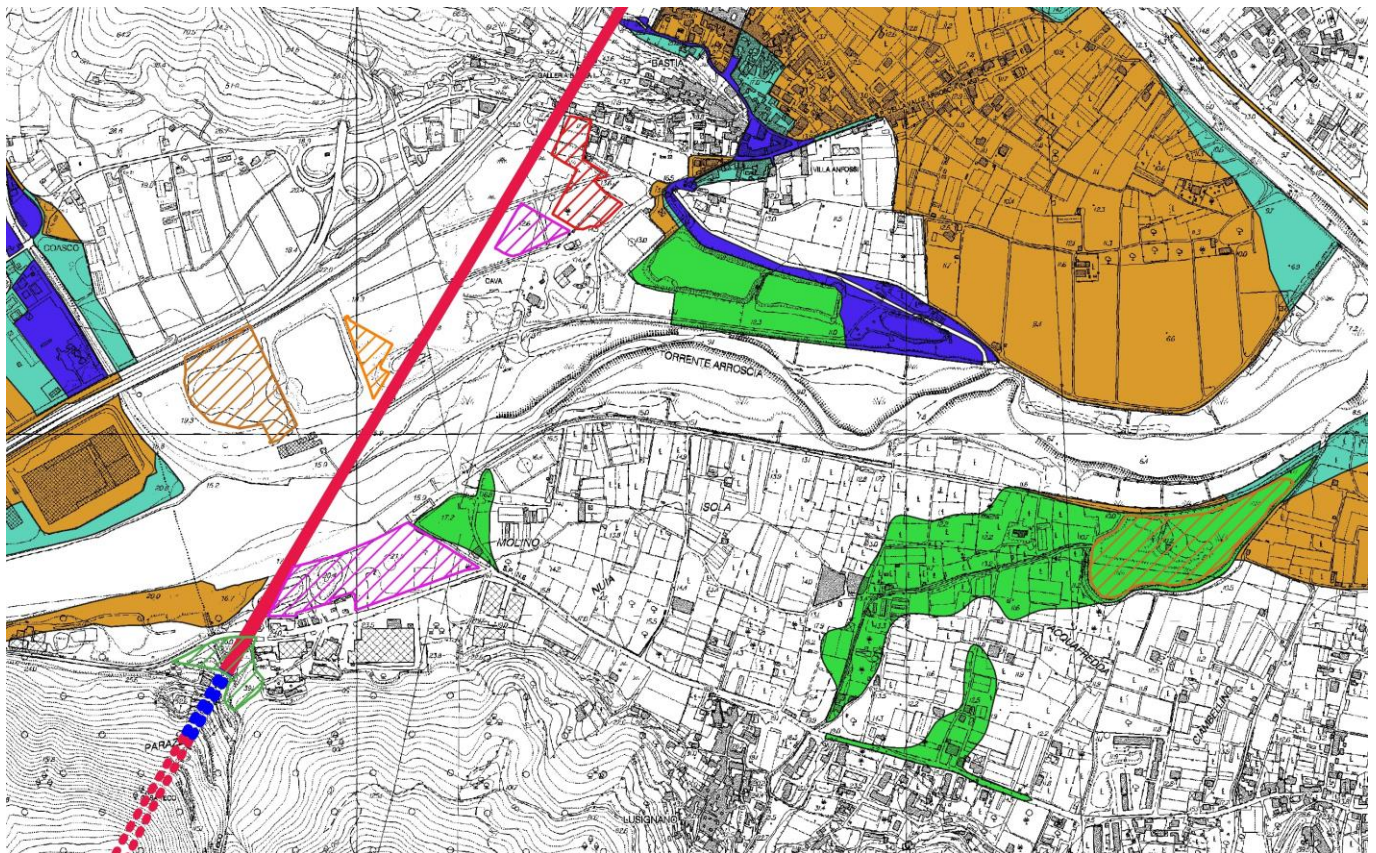


Figura 26 - Pericolosità idraulica cantieri CB.03, AS.14, AS.15, AT.12, CO.07, DT01 e DT.02

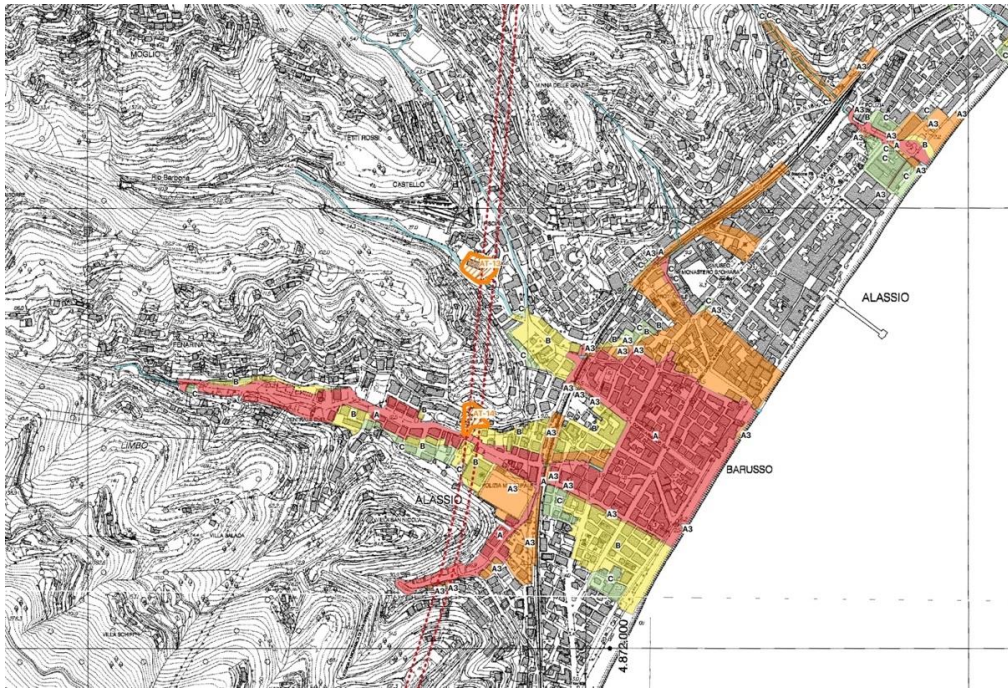


Figura 27 - Pericolosità idraulica cantieri AT.13, AT.14

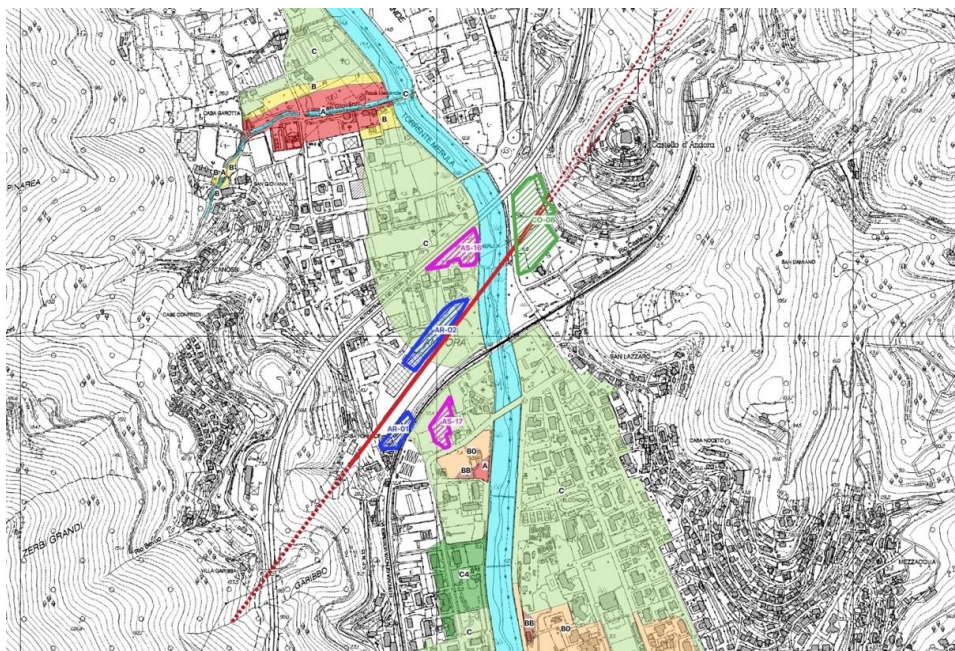


Figura 28 - Pericolosità idraulica cantieri CO.08, AS.16, AS.17, AR.01, AR.02

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Di seguito si riporta la tabella di sintesi con l'elenco dei cantieri e le fasce di pericolosità idraulica interessate dagli stessi.

Denominazione cantiere	Fascia di pericolosità idraulica
CO.01	C
CO.02	A-B-C
AS.01	C
AS.02	C
AS.03	A-B-C
CB.01	C
AT.01	B-C
AS.04	C
AS.05	A
AS.06	A-B
AT.02	C
AT.03	C
AS.07	-
AT.18	-
CO.03	-
AT.04	-
AS.08	-
CB.02	-
AS.09	-
CO.04	A-B-C
AS.10	A-B
AT.05	C
AT.17	A
CO.05	-
AS.11	-
AS.12	-
AT.06	-
AT.07	-
AT.16	-
CO.06	-
AS.13	-
AT.08	B-C
AT.09	B
AT.10	-
AT.11	-
AS.14	-
AT.15	-
CB.03	-
AT.12	-
IP.01	B
AS.15	-
CO.07	-
AT.13	-
AT.14	-
CO.08	-
AS.16	C
AR.01	-

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI
SCAVO**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	55/86

<i>Denominazione cantiere</i>	<i>Fascia di pericolosità idraulica</i>
AR.02	C
AS.17	C
DT.01	-
DT.02	A
DT.06	-
DT.08	-
DT.09	-

Come si evince dalla precedente tabella delle 49 aree di cantiere previste nel progetto 27 non interessano aree classificate a pericolosità idraulica e solamente 7 interessano totalmente o parzialmente aree classificate con pericolosità ELEVATA (A – Tr 50 anni). Le rimanenti 15 aree ricadono all'interno di aree classificate a pericolosità MEDIA (B – Tr 200 anni) e BASSA (C – Tr 500 anni).

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

4.5 USO PREGRESSO DEL SITO ED INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO CONTAMINAZIONE

Per tutti i dettagli si faccia riferimento agli elaborati specialistici.

4.6 CAMPIONAMENTO ED ANALISI

Le attività di caratterizzazione ambientale dei terreni sono state svolte prelevando campioni di terreno da cassette catalogatrici relative ad alcuni sondaggi ambientali eseguiti in corrispondenza delle opere oggetto di intervento mediante l'utilizzo di mezzi manuali e sottoposte a successive analisi di laboratorio per la caratterizzazione ambientale.

I criteri di scelta dei campioni da prelevare, e successivamente da inviare al laboratorio, si sono basati oltre che sui criteri riportati nel capitolo 1, anche sull'esame visivo, su eventuali cambi rilevanti di litologia riscontrati e sulla presenza di possibili evidenze di contaminazione. Infatti, qualora si fosse verificato anche uno solo dei casi sopra menzionati si sarebbe provveduto ad effettuare, in corrispondenza dell'anomalia riscontrata, ulteriori prelievi integrativi.

La formazione dei campioni è avvenuta al momento del prelievo del materiale, in modo da impedire la perdita di composti organici volatili e da assicurarne la significatività.

I campioni prelevati sono stati posti in barattoli di plastica, barattoli in vetro e vials, contraddistinti da opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del sondaggio, la profondità e la data del prelievo.

Come precedentemente riportato, per la rappresentazione grafica dei punti di campionamento e le tabelle riepilogative delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte si rimanda all'elaborato "*Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001*".

Le attività di campionamento sono state svolte prelevando n. 59 campioni di terreno di cui n.34 campioni da cassette catalogatrici dei sondaggi eseguiti (ubicazione indicata in figura 1), e stoccate nel deposito della ditta esecutrice, n.7 campioni di top soil prelevati con trivella manuale e 18 campioni prelevate da sondaggio ambientale fino alla profondità di 5 m I campioni sono stati sottoposti alle analisi ai sensi del D.P.R. 120/2017.

Nel dettaglio sono stati prelevati:

- n. 34 campioni di terreno (prelevati da cassetta catalogatrice)
- n. 7 campioni di terreno (prelevato con trivella manuale)
- n. 18 campioni di terreno (prelevato da sondaggio ambientale fino a 5m)

Inoltre, sono state campionate le acque sotterranee dai piezometri installati in sito, per successive analisi ai sensi del D.Lgs. 152/2006.

Nel dettaglio sono stati prelevati:

- n. 6 campioni di acque di falda dai piezometri

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Come precedentemente riportato, per la rappresentazione grafica dei punti di campionamento si rimanda all'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001".

Di seguito si riporta l'elenco dei campionamenti effettuati per terreni, top soil e acque sotterranee:

CAMPIONI DI TERRENO	RdP n.
Campione di terreno - SAF21-S10 (2-3) m	21LA0064520
Campione di terreno - SAF21-S10 (4-5) m	21LA0064521
Campione di terreno - SAF21-OC17A8 (0-1) m	21LA0064522
Campione di terreno - SAF21-OC17A8 (9-10) m	21LA0064523
Campione di terreno - SAF21-OC17A8 (19-20) m	21LA0064524
Campione di terreno - SAF21-OC22A9 (0-1) m	21LA0064525
Campione di terreno - SAF21-OC22A9 (9-10) m	21LA0064526
Campione di terreno - SAF21-OC22A9 (19-20) m	21LA0064527
Campione di terreno - SAF21-OC27A10 (0-1) m	21LA0064528
Campione di terreno - SAF21-OC27A10 (9-10) m	21LA0064529
Campione di terreno - SAF21-OC27A10 (19-20) m	21LA0064530
Campione di terreno - SAF21-S7 (0-1) m	21LA0064531
Campione di terreno - SAF21-S7 (2-3) m	21LA0064532
Campione di terreno - SAF21-S7 (4-5) m	21LA0064533
Campione di terreno - SAF21-A11 (0.6-1) m	21LA0064534
Campione di terreno - SAF21-A11 (9-10) m	21LA0064535
Campione di terreno - SAF21-A11 (19-20) m	21LA0064536
Campione di terreno - SAF21-S9 (0-1) m	21LA0064537
Campione di terreno - SAF21-S9 (2-3) m	21LA0064538
Campione di terreno - SAF21-S9 (4-5) m	21LA0064539
Campione di terreno - SAF21-OC3A1 (0-1) m	21LA0064550
Campione di terreno - SAF21-OC3A1 (9-10) m	21LA0064551
Campione di terreno - SAF21-OC3A1 (19-20) m	21LA0064552
Campione di terreno - SAF21-OC7A4 (0-1) m	21LA0064553
Campione di terreno - SAF21-OC7A4 (19-20) m	21LA0064555
Campione di terreno - SAF21-OC3A2 (0-1) m	21LA0064556
Campione di terreno - SAF21-OC3A2 (9-10) m	21LA0064557
Campione di terreno - SAF21-OC3A2 (19-20) m	21LA0064558
Campione di terreno - SAF21-OC11A5 (0-1) m	21LA0064559
Campione di terreno - SAF21-OC11A5 (6-7) m	21LA0064560
Campione di terreno - SAF21-OC11A5 (14-15) m	21LA0064561
Campione di terreno - SAF21-OC12A6 (0-1) m	21LA0064562
Campione di terreno - SAF21-OC12A6 (19-20) m	21LA0064563
Campione di terreno - SAF21-OC12A6 (29-30) m	21LA0064564
Campione di terreno - CA6 (OCY) (2-3) m	21LA0064566
Campione di terreno - CA6 (OCY) (4-5) m	21LA0064567
Campione di terreno - CA5 (0-1) m	21LA0071787
Campione di terreno - CA3 (0-1) m	21LA0071788
Campione di terreno - CA3 (2-3) m	21LA0071789
Campione di terreno - CA3 (4-5) m	21LA0071790
Campione di terreno - CA2 (0-1) m	21LA0071791
Campione di terreno - CA2 (2-3) m	21LA0071792
Campione di terreno - CA2 (4-5) m	21LA0071793
Campione di terreno - CA7 (0-1) m	21LA0071794
Campione di terreno - CA7 (2-3) m	21LA0071795
Campione di terreno - CA7 (4-5) m	21LA0071796
Campione di terreno - CA1 (0-1) m	21LA0071797
Campione di terreno - CA1 (2-3) m	21LA0071798
Campione di terreno - CA1 (4-5) m	21LA0071799
Campione di terreno - CA4 (0-1) m	21LA0071848
Campione di terreno - CA4 (2-3) m	21LA0071849
Campione di terreno - CA4 (4-5) m	21LA0071850

CAMPIONI TOP SOIL	RdP n.
Campione di terreno - TS2	21LA0064569
Campione di terreno - TS3	21LA0069594
Campione di terreno - TS4	21LA0069595
Campione di terreno - TS5	21LA0069596
Campione di terreno - TS6	21LA0069597
Campione di terreno - TS7	21LA0069598
Campione di terreno - TS8	21LA0064540

CAMPIONI ACQUE DI FALDA	RdP n.
Campione di acque di falda - SAF21-OC3A11	21LA0064541
Campione di acque di falda - SAF21 OCX	21LA0069599
Campione di acque di falda - SAF21 A10	21LA0069600
Campione di acque di falda - SAF21 OC4 A2A3	21LA0069602
Campione di acque di falda - SAF21 OC7 A4	21LA0069603
Campione di acque di falda - SAF21 S10	21LA0069617

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

4.7 CARATTERIZZAZIONE DEI TERRENI

4.7.1 Determinazioni analitiche sui campioni di terreno

Si riporta pertanto di seguito il protocollo analitico adottato per la caratterizzazione ambientale dei terreni nella presente fase di progettazione, specificando lo scopo delle analisi, i parametri ricercati e la metodologia di prova utilizzata. Nella tabella seguente è riportato l'elenco dei parametri analizzati.

Tabella 2 - Protocollo analitico caratterizzazione ambientale terreni

Parametri	UM	Metodica analitica
METALLI		
Arsenico	mg/kg	EPA3051 6010
Cadmio	mg/kg	EPA3051 6010
Cobalto	mg/kg	EPA3051 6010
Cromo	mg/kg	EPA3051 6010
Cromo esavalente (VI)	mg/kg	EPA3060 7199
Mercurio	mg/kg	EPA3051 6010
Nichel	mg/kg	EPA3051 6010
Piombo	mg/kg	EPA3051 6010
Rame	mg/kg	EPA3051 6010
Zinco	mg/kg	EPA3051 6010
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	mg/kg	EPA5021 8260
Etilbenzene	mg/kg	EPA5021 8260
Stirene	mg/kg	EPA5021 8260
Toluene	mg/kg	EPA5021 8260
Xileni	mg/kg	EPA5021 8260
Sommatoria composti organici aromatici	mg/kg	EPA5021 8260
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(a)antracene	mg/kg	EPA3545 8270
Benzo(a)pirene	mg/kg	EPA3545 8270
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	EPA3545 8270
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	EPA3545 8270
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	EPA3545 8270

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI
SCAVO**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	59/86

Crisene	mg/kg	EPA3545 8270
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	EPA3545 8270
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	EPA3545 8270
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	EPA3545 8270
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	EPA3545 8270
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	EPA3545 8270
Indenopirene	mg/kg	EPA3545 8270
Pirene	mg/kg	EPA3545 8270
Sommatoria composti aromatici policiclici	mg/kg	EPA3545 8270
IDROCARBURI		
Idrocarburi pesanti C >12 (C12-C40)	mg/kg	ISO16703
ALTRE SOSTANZE		
Amianto SEM (Analisi Quantitativa)	mg/kg	DM 06/09/1994 GU n° 288 10/12/1994 All 1 B
Amianto (ricerca qualitativa)	Pres. - Ass.	DM 06/09/1994 GU n° 288 10/12/1994 All 3

4.7.2 Risultati delle analisi di terreni

L'analisi dei risultati (tabelle di sintesi e certificati analitici riportati all'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001") evidenziano per tutti i campioni **il rispetto dei limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) e **Colonna B** (siti ad uso commerciale e industriale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06.

Fanno eccezione:

- il campione di terreno SAF21-S7 (0-1) m che presenta **il superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo ai parametro Idrocarburi C>12;
- i campioni di terreno SAF21-OC3A1 (0-1) m, SAF21-OC3A1 (19-20) m, SAF21-OC7A4 (19-20) m, SAF21-OC3A2 (0-1) m, SAF21-OC3A2 (9-10) m, SAF21-OC3A2 (19-20) m, SAF21-OC12A6 (19-20) m, SAF21-OC12A6 (29-30) m, CA2 (0-1) m, CA2 (4-5) m che presentano **il superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo al parametro Arsenico;
- Il campione di terreno SAF21-A11 (9-10) m che presenta **il superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo ad i parametri Benzo (a) antracene, Benzo (g,h,i) perilene, Benzo (a) pirene, Dibenzo (a,i) pirene, Indeno (1,2,3 - c,d) pirene e Idrocarburi C>12;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

- Il campione SAF21-OC12A6 (0-1) m che presenta il **superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo al parametro Idrocarburi C>12;
- Il campione di terreno - CA5 (0-1 m) che presenta il **superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo al parametro Rame;
- Il campione di terreno - CA3 (0-1 m) che presenta il **superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo al parametro Piombo;
- Il campione di terreno - CA2 (4-5 m) che presenta il **superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo al parametro Cobalto;
- Il campione di terreno - CA1 (4-5 m) che presenta il **superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo ad i parametri Cobalto e Nichel;
- Il campione di terreno - CA4 (2-3 m) che presenta il **superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo ad i parametri Benzo (g,h,i) perilene, Benzo (a) pirene e Indeno (1,2,3 - c,d) pirene.

La tabella di sintesi completa dei certificati analitici è riportata nell'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001A".

4.7.3 Determinazioni analitiche sui campioni di top soil

Si riporta di seguito il protocollo analitico adottato per la caratterizzazione ambientale dei terreni top soil nella presente fase di progettazione, specificando lo scopo delle analisi, i parametri ricercati e la metodologia di prova utilizzata. Nella tabella seguente è riportato l'elenco dei parametri analizzati.

Tabella 3 - Protocollo analitico caratterizzazione ambientale top soil

Parametri	UM	Metodica analitica
METALLI		
Residuo secco a 105°C	mg/kg	DM 13/09/1999 Met II.2
Alaclor	mg/kg	EPA3545 8270
Aldrin	mg/kg	EPA3545 8270
Atrazina	mg/kg	EPA3545 8270
alfa - esaclorocicloesano	mg/kg	EPA3545 8270

beta - esaclorocicloesano	mg/kg	EPA3545 8270
gamma - esaclorocicloesano (Lindano)	mg/kg	EPA3545 8270
Clordano (cis, trans)	mg/kg	EPA3545 8270
DDD, DDT, DDE	mg/kg	EPA3545 8270
Dieldrin	mg/kg	EPA3545 8270
Endrin	mg/kg	EPA3545 8270
Sommatoria diossine e furani espressa come tossicità equivalente secondo I-TEF	mg I-TEQ/kg	EPA1613B+NATO
PCB totali (Aroclor 1242,1248,1254,1260)	mg/kg	EPA3545 8270
Amianto (ricerca qualitativa)	mg/kg	DM 06/09/1994 All 3
Frazione granulometrica < 2 mm	mg/kg	DM 13/09/1999 Met II.1
Frazione granulometrica > 2 mm e < 2 cm	mg/kg	DM 13/09/1999 Met II.1

4.7.4 Risultati delle analisi dei top soil

L'analisi dei risultati (tabelle di sintesi e certificati analitici riportati all'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0I00D69SHTA0000001A") evidenziano per tutti i campioni **il rispetto dei limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) e **Colonna B** (siti ad uso commerciale e industriale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06. Fanno eccezione:

- i campione di terreno - TS4, TS6 e TS8 che presentano **il superamento rispetto ai limiti di Colonna A** (siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) Tabella 1 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06, relativo ai parametro DDD, DDT, DDE.

La tabella di sintesi completa dei certificati analitici è riportata nell'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0I00D69SHTA0000001A".


4.8 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DELLE ACQUE DI FALDA

Le attività sono state svolte prelevando campioni di acque sotterranee dai piezometri installati in corrispondenza delle opere oggetto di intervento e sottoposti a successive analisi di laboratorio per la caratterizzazione.

La formazione dei campioni è avvenuta al momento del prelievo del materiale, in modo da impedire la perdita di composti organici volatili e da assicurarne la significatività.

I campioni prelevati sono stati posti in bottiglie in vetro e vials, contraddistinti da opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del piezometro e la data del prelievo.

Nel dettaglio sono stati prelevati i seguenti campioni di acqua: SAF21-OC3A11, SAF21 OCX, SAF21 A10, SAF21 OC4 A2A3, SAF21 OC7 A4 e SAF21 S10.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

4.8.1 Determinazioni analitiche sui campioni di acque sotterranee

Si riporta di seguito il protocollo analitico adottato per la caratterizzazione ambientale delle acque di falda nella presente fase di progettazione, specificando lo scopo delle analisi e i parametri ricercati, riportati nella tabella seguente.

Tabella 4 - Protocollo analitico caratterizzazione ambientale acque sotterranee

METALLI	UM	Metodica
Arsenico	µg/l	EPA6020
Cadmio	µg/l	EPA6020
Cromo	µg/l	EPA6020
Cromo esavalente (VI)	µg/l	EPA7199
Mercurio	µg/l	EPA6020
Manganese	µg/l	EPA6020
Nichel	µg/l	EPA6020
Piombo	µg/l	EPA6020
Rame	µg/l	EPA6020
Zinco	µg/l	EPA6020
IDROCARBURI		
Idrocarburi totali	[n-esano] µg/l	EPA5021 8015 UNI 9377
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(a)antracene	µg/l	EPA3510 8270
Benzo(a)pirene	µg/l	EPA3510 8270
Benzo(b)fluorantene	µg/l	EPA3510 8270
Benzo(k)fluorantene	µg/l	EPA3510 8270
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l	EPA3510 8270
Crisene	µg/l	EPA3510 8270
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l	EPA3510 8270
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l	EPA3510 8270
Pirene	µg/l	EPA3510 8270
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici	µg/l	EPA3510 8270
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	µg/l	
Etilbenzene	µg/l	

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI
SCAVO**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	63/86

Stirene	µg/l	
Toluene	µg/l	
Xileni	µg/l	
COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI		
Azoto ammoniacale (come N)	mg/l	APAT4030 A1
Azoto nitroso (come N)	mg/l	APAT4020

4.8.2 Risultati delle analisi delle acque sotterranee

L'analisi dei risultati (tabelle di sintesi e certificati analitici riportati all'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001") evidenzia **il rispetto dei limiti** imposti dalla Tabella 2 Allegato 5 Titolo V Parte IV del D.Lgs.152/06 per tutti i campioni.

La tabella di sintesi completa dei certificati analitici è riportata nell'elaborato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IV0100D69SHTA0000001".

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

5 METODICHE DI SCAVO, ANALISI E OPERAZIONI SUI SOTTOPRODOTTI

5.1 TECNICHE DI SCAVO

Le opere che comportano attività di scavo, dalle quali verranno prodotti i materiali di risulta oggetto del presente documento, sono principalmente i viadotti, gallerie e trincee. In misura minore, invece, comporteranno la produzione di materiali di scavo opere quali rilevati, viabilità e opere idrauliche.

Per la realizzazione della maggior parte delle suddette opere in terra si prevedono unicamente tecniche di scavo eseguite attraverso tradizionali mezzi meccanici con benna (principalmente escavatori a braccio rovescio).

Per la realizzazione delle opere in sotterraneo previste in progetto, il metodo di scavo da adottare è derivato dall'analisi contestuale dell'ambito geologico, idrogeologico e geotecnico attraversato, della configurazione e dall'estensione longitudinale delle gallerie e potrà essere di tipo tradizionale oppure meccanizzato.

In relazione al metodo di scavo meccanizzato si faccia riferimento all'Allegato 3 "Annesso tecnico per la gestione dei materiali provenienti dallo scavo meccanizzato con additivi: indirizzi metodologici e valutazioni programmatiche sugli studi sperimentali e sul protocollo operativo di corso d'opera"

5.2 QUADRO DEI MATERIALI DI SCAVO PRODOTTI

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere in oggetto, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento saranno, ove possibile, reimpiegati nell'ambito delle lavorazioni a fronte di un'ottimizzazione negli approvvigionamenti esterni o, in alternativa, conferiti a siti esterni.

Si precisa che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale dei terreni, quota parte dei materiali presentano caratteristiche geotecniche e chimiche idonee per possibili utilizzi interni quali formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa con indicazione delle quantità dei materiali scavati con indicazione di riutilizzo interno o esterno al progetto.

PD Andora Finale						
Produzione complessiva [m ³]	Utilizzo in qualità di sottoprodotti [m ³]			Fabbisogno del progetto [m ³]	Approvvigionamento esterno [m ³]	Materiali di risulta in esubero [mc]
	Utilizzo interno nella stessa WBS in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT	Utilizzo interno da diversa WBS in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT			
5.042.519	662.360	1.417.718	2.962.440	2.337.960	257.882	0
	2.080.078					

In riferimento alla tabella sopra riportata, pertanto, la realizzazione del progetto inerente gli interventi di Raddoppio della Linea Ferroviaria Genova – Ventimiglia nella Tratta Finale Ligure – Andora porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di **5.042.519 mc** (in banco) di terreni da scavo che, in riferimento

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale eseguita in fase progettuale, sarà suddiviso nel seguente modo:

- riutilizzo interno all'opera, nell'ambito della stessa WBS, ai sensi del D.P.R 120/2017: **662.360 mc**;
- riutilizzo interno all'opera nell'ambito di diversa WBS, ai sensi del D.P.R 120/2017: **1.417.718 mc**;
- riutilizzo esterno all'opera per attività di rimodellamento morfologico/recupero di siti esterni nell'ambito del D.P.R 120/2017: **2.962.440 mc**

Le WBS NVX3 e IAX3, pur comparando nei computi ed in generale negli elaborati di progetto, sono state escluse dal presente Piano di Utilizzo in quanto oggetto di procedura ambientale dedicata gestita direttamente dal Comune di Villanova D'Albenga. Tuttavia, in un'ottica di una corretta gestione ambientale del progetto, una volta autorizzate, nelle successive fasi progettuali potranno eventualmente essere integrate nel Piano di Utilizzo di appalto. Le due WBS prevedono in totale la produzione di circa 39.565 mc di terre

5.3 TRATTAMENTI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

Al fine di migliorare le caratteristiche merceologiche dei materiali di scavo e renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace, qualora necessario, si prevede di sottoporli a trattamenti di normale pratica industriale, così come definiti dall'Allegato 3 del DPR 120/2017.

In particolare, al fine di garantire ai sottoprodotti il rispetto delle migliori caratteristiche meccaniche e prestazionali tutti i materiali che si prevede di riutilizzare all'interno dell'opera potranno essere sottoposti alle seguenti operazioni di normale pratica industriale:

- la **selezione granulometrica** del materiale da scavo mediante vagliatura, per tutti i materiali provenienti dagli scavi da reimpiegare internamente (in stessa o in altra WBS) per la realizzazione di rilevati/rinterri/riempimenti; la vagliatura avverrà all'interno delle aree di cantiere;
- la **riduzione volumetrica** mediante frantumazione, per tutti i materiali provenienti dagli scavi delle opere in sotterraneo da reimpiegare internamente (in stessa o in altra WBS) per la realizzazione di rilevati/rinterri/riempimenti; la frantumazione avverrà mediante l'utilizzo di un frantoio mobile da posizionare all'interno delle aree di cantiere.

5.4 ATTIVITA' DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

Come già sottolineato precedentemente, pur ritenendo la fase di indagine preliminare sopra descritta esaustiva, soprattutto considerando che le tecniche di scavo che verranno utilizzate non porteranno alla modificazione delle caratteristiche dei materiali scavati e già caratterizzati, si procederà comunque, in corso d'opera, ad eseguire ulteriori indagini volte esclusivamente a confermare quanto già evidenziato dalle indagini eseguite in fase progettuale. Tale approccio risponde inoltre a quanto precedentemente indicato dal MASE nel corso degli iter autorizzativi dei PUT precedentemente approvati e redatti dalla scrivente.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Di seguito si riportano quindi i criteri generali di esecuzione della caratterizzazione in corso d'opera che avverrà conformemente a quanto stabilito dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017.

5.4.1 Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo

Il D.P.R. 120/2017, nell'Allegato 9 "Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni" – Parte A "Caratterizzazione delle terre e rocce da scavo in corso d'opera - verifiche da parte dell'esecutore" riporta che *"Le attività di caratterizzazione durante l'esecuzione dell'opera possono essere condotte a cura dell'esecutore, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, secondo una delle seguenti modalità:*

- *su cumuli all'interno di opportune aree di caratterizzazione,*
- *direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento,*
- *sull'intera area di intervento.*

Per il trattamento dei campioni al fine della loro caratterizzazione analitica, il set analitico, le metodologie di analisi, i limiti di riferimento ai fini del riutilizzo si applica quanto indicato negli allegati 2 e 4 del medesimo DPR.

In riferimento alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, i materiali di scavo prodotti dalla realizzazione delle opere previste dal progetto saranno caratterizzati su cumuli all'interno delle aree di stoccaggio, opportunamente distinte e identificate con adeguata segnaletica.

Appare evidente che il Programma Lavori potrà essere approfondito solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, pertanto, come previsto dal D.P.R. 120/2017, le caratterizzazioni in corso d'opera potrebbero essere eseguite presso opportune "piazzole di caratterizzazione" e non necessariamente in corrispondenza delle aree di stoccaggio/siti di deposito in attesa di utilizzo.

Come prescritto dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017, le piazzole di caratterizzazione saranno impermeabilizzate al fine di evitare che le terre e rocce non ancora caratterizzate entrino in contatto con la matrice suolo ed avranno superficie e volumetria sufficiente a garantire il tempo di permanenza necessario per l'effettuazione del campionamento e delle analisi. Le modalità di gestione dei cumuli dovranno garantirne la stabilità, l'assenza di erosione da parte delle acque e la dispersione in atmosfera di polveri, anche ai fini della salvaguardia dell'igiene e della salute umana, nonché della sicurezza sui luoghi di lavoro ai sensi del D.Lgs. 81/2008.

In riferimento al bilancio dei materiali riportato nei paragrafi precedenti, si riporta di seguito una tabella riepilogativa del numero di cumuli che si prevede di produrre dai materiali di scavo prodotti da ciascuna macrocategoria di opera.

MACROCATEGORIA DI OPERA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT
		[1 ogni 5.000 mc]
Gallerie	4.098.855	820
Trincee	108.823	22
Rilevati	116.918	24
Viabilità	175.664	36
Viadotti	268.888	54
Altre opere	273.371	55
TOTALE	5.042.519	1.009

Rispetto ai **n. 1.009** cumuli complessivamente realizzabili, il numero dei cumuli da campionare (che verranno scelti in modo casuale) sarà determinato mediante la formula:

$$m = k \cdot n^{1/3}$$

dove:

m = numero totale dei cumuli da campionare;

n = numero totale dei cumuli realizzabili dall'intera massa;

k = costante, pari a 5

PRODUZIONE SPECIFICA		CUMULI	CAMPIONAMENTI
Tipologia	Vol [mc]	n = vol/5.000 mc	m = k x n ^{1/3}
Scavi	5.042.519	1.009	51

Applicando la formula, dei n = 1.009 cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare per le opere all'aperto si prevede di analizzarne m ~ 51.

Il campionamento, come previsto dallo stesso Allegato 9 al D.P.R.120/17, sarà effettuato in modo tale da ottenere un campione rappresentativo secondo i criteri, le procedure, i metodi e gli standard. In particolare si prevede di formare, per ciascun cumulo omogeneo di volume pari a 5.000 mc, un campione medio composito prelevando almeno 8 incrementi di cui 4 da prelievi profondi e altrettanti da prelievi superficiali da più punti sparsi sullo stesso cumulo a mezzo di escavatore meccanico a benna rovescia. Gli incrementi

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

prelevati dovranno essere miscelati tra loro al fine di ottenere un campione medio composito rappresentativo dell'intera massa da sottoporsi alle determinazioni analitiche previste.

Sulla base di quanto riportato nell'Allegato 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali" del D.P.R.120/17, i campioni da portare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche saranno condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). In caso di terre e rocce da scavo provenienti da scavi di sbancamento in roccia massiva, la caratterizzazione ambientale è eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione.

Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

Nell'impossibilità di raggiungere tali limiti di quantificazione saranno utilizzate le migliori metodologie analitiche ufficialmente riconosciute per tutto il territorio nazionale che presentino un limite di quantificazione il più prossimo ai valori di cui sopra.

Su tutti i campioni prelevati saranno ricercati i parametri di cui alla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017.

In riferimento alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, verrà valutata l'opportunità si procedere all'adozione – in maniera integrata – sia della caratterizzazione delle terre e rocce da scavo su cumuli (con le modalità sopra descritte) sia sul fronte di avanzamento dei lavori.

5.4.2 Rispetto dei requisiti di qualità ambientale

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis, comma 1, lettera d), del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti, è garantito se il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo è inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione e dei siti di destinazione o ai valori di fondo naturali.

Si ricorda che secondo quanto previsto dal D.P.R. 120/2017, *i materiali da scavo sono utilizzabili per reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali:*

- *se la concentrazione di inquinanti rientra nei limiti di cui alla colonna A, in qualsiasi sito a prescindere dalla sua destinazione;*
- *se la concentrazione di inquinanti è compresa fra i limiti di cui alle colonne A e B, in siti a destinazione produttiva (commerciale e industriale).*

In riferimento alle analisi prese a riferimento i materiali di scavo potranno essere tutti conferiti in siti a destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B per le wbs interne al progetto); in riferimento ai siti di destinazione esterni individuati, quali cave da riambientalizzare, invece, potranno essere utilizzati solo

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

quei materiali che presentano concentrazioni conformi alla destinazione d'uso del sito stesso (Colonne A o B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e.s.m.i. e Decreto 1 Marzo 2019 n. 46).

Nel caso in cui le indagini in corso d'opera mostrassero valori di concentrazione degli analiti ricercati superiori alle CSC di cui alla Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., si provvederà a gestire il materiale in questione in ambito normativo di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

5.4.3 Monitoraggio ambientale connesso al Piano di utilizzo (CO)


Sulla base di quanto usualmente richiesto dal MiTE nell'ambito degli iter autorizzativi dei precedenti PUT approvati e proposti dalla scrivente, si riportano di seguito i criteri generali di esecuzione delle attività di monitoraggio ambientale da eseguirsi in fase di Corso d'Opera (CO) sulle matrici ambientali interessate dall'attuazione del Piano di Utilizzo, rimandando per i dettagli al contenuto del **Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA)**.

In particolare, in relazione alle specifiche attività di gestione dei materiali di scavo in conformità al Piano di Utilizzo, oltre a quanto già previsto nel PMA il monitoraggio ambientale verrà esteso sulle seguenti componenti ambientali, prevedendone inoltre un eventuale aggiornamento in linea con il grado di dettaglio della successiva fase di Progetto Esecutivo:

- Materiali da scavo;
- Acque superficiali di ruscellamento e percolazione;
- Acque sotterranee.

Relativamente alle modalità di campionamento e di caratterizzazione chimico fisica dei **materiali di scavo** in Corso d'Opera (CO) si rimanda interamente a quanto già descritto nei paragrafi precedenti, nonché a quanto contenuto all'interno del PMA. I risultati delle analisi da eseguirsi in fase di attuazione del PUT saranno periodicamente comunicati al servizio ARPA di competenza.

In riferimento ai materiali di scavo che verranno stoccati nei siti di deposito in attesa di utilizzo, oltre al rispetto dei criteri di deposito definiti dal D.P.R. 120/2017 e delle modalità realizzative generali descritte nel Piano di Utilizzo, al fine di evitare eventuali fenomeni di contaminazione delle falde idriche sotterranee si prevede di eseguire il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) delle **acque superficiali di ruscellamento e percolazione** provenienti dalle aree di stoccaggio dei materiali di scavo. In particolare, rimandando per i dettagli all'approfondimento da eseguirsi in fase di Progetto Esecutivo, si prevede di procedere al campionamento ed analisi delle acque di percolazione dalle aree di deposito in attesa di utilizzo unicamente nei casi in cui ne sia prevista la dispersione al suolo mediante la realizzazione di pozzetti perdenti, mentre nei casi in cui si prevedono sistemi di captazione delle acque di ruscellamento superficiale e successivo scarico – in fognatura o in corpo idrico superficiale – dovrà essere rispettato quanto previsto dalla normativa ambientale vigente nonché quanto eventualmente prescritto dagli Enti titolari dei procedimenti autorizzativi relativi a tali scarichi. Ad ogni modo, le tipologie di campionature e di analisi periodiche, nonché le normative di riferimento saranno preventivamente concordate con il servizio ARPA

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B	PAG. 70/86

di competenza, così come le circostanze e casistiche in cui sarà eventualmente necessario rinfittire i campionamenti.

L'eventuale infiltrazione delle acque di percolazione superficiale nelle falde profonde sarà comunque controllata anche attraverso il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) delle **acque sotterranee**, con frequenza trimestrale, dai piezometri previsti all'interno del Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA) in corrispondenza delle attività di realizzazione dell'infrastruttura - e quindi di scavo - che potrebbero comportare interferenza diretta con la matrice ambientale in questione. Qualora all'interno delle aree di intervento siano presenti pozzi ad uso idropotabile, la frequenza di campionamento sarà bimestrale. Per i dettagli sui parametri chimico – fisici e sulle caratteristiche tecniche delle attività di monitoraggio si rimanda a quanto descritto all'interno del PMA.

Come previsto nel Progetto di Monitoraggio Ambientale, anche per le matrici ambientali connesse all'attuazione del presente PUT - ove applicabile - il Responsabile Ambientale individuato dal PMA provvederà a trasmettere i risultati validati del Monitoraggio Ambientale Ante Operam (AO) prima dell'inizio delle attività di cantiere.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

6 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nel seguito si illustra il sistema di cantierizzazione previsto ai fini della realizzazione degli interventi in esame. Nello specifico si descrivono in sintesi i criteri adottati per la sua definizione nonché le modalità organizzative ed operative individuate. Tutto ciò allo scopo di delineare natura ed entità delle azioni progettuali associate alla fase costruttiva.

Per una descrizione più completa della soluzione di cantierizzazione, si rimanda alla specifica documentazione di progetto (cfr. in particolare il documento *IV0100D53RGCA0000001 Relazione di Cantierizzazione*).

6.1 SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

Per la realizzazione delle opere in progetto, è prevista l'installazione delle seguenti tipologie di cantieri:

- **cantiere base:** fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- **cantiere operativo:** contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree tecniche:** risultano essere quei cantieri funzionali in particolare alla realizzazione di singole opere (viadotti, cavalcaferrovia, opere di imbocco). Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree di stoccaggio:** sono quelle aree di cantiere destinate allo stoccaggio del materiale proveniente da scotico, scavi, demolizioni, ecc., in attesa di eventuale caratterizzazione chimica e successivo allontanamento per riutilizzo in cantiere, conferimento a siti esterni per attività di rimodellamento o recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- **depositi temporanei:** le aree di deposito temporaneo sono destinate al deposito temporaneo dei volumi di scavo in caso di temporanea indisponibilità dei depositi di conferimento finale degli scavi, al fine di garantire comunque la continuità delle lavorazioni;
- **cantieri armamento:** tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea;
- **aree per la fabbricazione dei conci:** l'area funge da cantiere per l'impianto di fabbricazione dei conci di rivestimento delle gallerie scavate con mezzo meccanico (TBM) e di un impianto di calcestruzzo a servizio dell'impianto dei conci.

Le aree di cantiere sono state selezionate sulla base delle seguenti esigenze principali:

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale;
- minimizzazione del consumo di territorio;

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.
- riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

La tabella seguente illustra il sistema di cantieri previsto per la realizzazione delle opere.

Tabella 5 - Tabella riepilogativa aree di cantiere

Denominazione cantiere	Comune	Superfici e
CO.01	Finale Ligure	4.760 mq
CO.02	Borgio Verezzi	8.700 mq
AS.01	Borgio Verezzi	1.970 mq
AS.02	Borgio Verezzi	3.150 mq
AS.03	Borgio Verezzi	7.730 mq
CB.01	Borgio Verezzi	9.380 mq
AT.01	Pietra Ligure	3.140 mq
AS.04	Pietra Ligure	4.450 mq
AS.05	Pietra Ligure	2.500 mq
AS.06	Pietra Ligure	3.580 mq
AT.02	Pietra Ligure	4.340 mq
AT.03	Pietra Ligure	5.140 mq
AS.07	Borghetto S.Spirito	9.070 mq
AT.18	Borghetto S.Spirito	560 mq
CO.03	Borghetto S.Spirito	7.340 mq
AT.04	Borghetto S.Spirito	2.850 mq
AS.08	Borghetto S.Spirito	2.760mq
CB.02	Borghetto S.Spirito	12.920 mq
AS.09	Borghetto S.Spirito	9.620mq
CO.04	Borghetto S.Spirito	9.500 mq
AS.10	Borghetto S.Spirito	5.700 mq
AT.05	Borghetto S.Spirito	10.060 mq
AT.17	Borghetto S.Spirito	1.550 mq
CO.05	Albenga	9.190 mq
AS.11	Albenga	4.340 mq

Denominazione cantiere	Comune	Superfici e
AS.12	Albenga	6.440 mq
AT.06	Albenga	3.220 mq
AT.07	Albenga	1.590 mq
AT.16	Albenga	2.700 mq
CO.06	Albenga	7.760 mq
AS.13	Albenga	8.500 mq
AT.08	Albenga	6.180 mq
AT.09	Albenga	4.230 mq
AT.10	Albenga	1.370 mq
AT.11	Albenga	515 mq
AS.14	Albenga	6.480 mq
AT.15	Albenga	900 mq
CB.03	Albenga	12.700 mq
AT.12	Albenga	5.330 mq
IP.01	Albenga	53.260 mq
AS.15	Albenga	32.015 mq
CO.07	Albenga	9.750 mq
AT.13	Alassio	4.060 mq
AT.14	Alassio	2.530 mq
CO.08	Andora	16.080 mq
AS.16	Andora	5.090 mq
AR.01	Andora	3.370 mq
AR.02	Andora	6.770 mq
AS.17	Andora	3.300 mq
DT.01	Albenga	25.500 mq
DT.02	Albenga	35.500 mq
DT.06	Albenga	15.200 mq
DT.08	Toirano	17.000 mq
DT.09	Villanova d'Albenga	65.000 mq

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

La preparazione dei cantieri prevedrà, tenendo presenti le tipologie impiantistiche presenti, indicativamente le seguenti attività:

- scotico del terreno vegetale (quando necessario), con relativa rimozione e accatastamento o sui bordi dell'area per creare una barriera visiva e/o antirumore o stoccaggio in siti idonei a ciò destinati (il terreno scoticato dovrà essere conservato secondo modalità agronomiche specifiche);
- formazioni di piazzali con materiali inerti ed eventuale trattamento o pavimentazione delle zone maggiormente soggette a traffico (questa fase può anche comportare attività di scavo, sbancamento, riporto, rimodellazione);
- delimitazione dell'area con idonea recinzione e cancelli di ingresso;
- predisposizione degli allacciamenti alle reti dei pubblici servizi;
- realizzazione delle reti di distribuzione interna al campo (energia elettrica, rete di terra e contro le scariche atmosferiche, impianto di illuminazione esterna, reti acqua potabile e industriale, fognature, telefoni, gas, ecc.) e dei relativi impianti;
- eventuale perforazione di pozzi per l'approvvigionamento dell'acqua industriale.
- costruzione dei basamenti di impianti e fabbricati;
- montaggio dei capannoni prefabbricati e degli impianti.

Al termine dei lavori, i prefabbricati e le installazioni saranno rimossi e si procederà al ripristino dei siti, salvo che per le parti che resteranno a servizio della linea nella fase di esercizio. La sistemazione degli stessi sarà concordata con gli aventi diritto e con gli enti interessati e comunque in assenza di richieste specifiche si provvederà al ripristino, per quanto possibile, come nello stato ante operam.

Inoltre, prima della realizzazione delle pavimentazioni dei piazzali del cantiere saranno predisposte tubazioni e pozzetti della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Relativamente al sistema di cantierizzazione sopra riportato si evidenzia che tutte le aree occupate temporaneamente dai cantieri al termine dei lavori saranno ripristinate allo stato quo-ante e restituite agli usi previgenti.

Nella presente fase progettuale sono state prodotte delle schede cartografiche che riportano per ogni Area di stoccaggio (doc. correlato IV0I00D69SHTA0000002 – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedi) le seguenti informazioni:

- Schede cartografiche siti di deposito in attesa di utilizzo e aree di cantiere
- Viabilità conferimento materiali da scavo

6.2 MODALITÀ DI DEPOSITO DEI MATERIALI DI SCAVO

I materiali di scavo destinati ad essere riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni saranno temporaneamente allocati presso le aree di stoccaggio interne al cantiere (siti di deposito intermedi) ed eventualmente sottoposti ad operazioni di normale pratica industriale, per una durata pari a quella del Piano di Utilizzo descritta di seguito.

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

Il deposito del materiale escavato avverrà in conformità al Piano di Utilizzo identificato, tramite apposita segnaletica posizionata in modo visibile, le informazioni relative al sito di produzione, le quantità del materiale depositato, nonché i dati amministrativi del Piano di Utilizzo.

In particolare, le aree che si prevede di utilizzare come siti di deposito intermedio per i materiali da riutilizzare nell'ambito delle lavorazioni sono quelle indicate nei paragrafi precedenti.

Si precisa che le aree di cui sopra saranno utilizzate anche per il deposito di quei materiali che verranno riutilizzati per le attività di rimodellamento morfologico di siti esterni descritti di seguito, assicurando comunque la rintracciabilità di tutti i materiali stoccati; particolare attenzione sarà posta nel caso in cui i sottoprodotti presentino una diversa conformità ai limiti normativi di riferimento in relazione alla specifica destinazione d'uso dei siti di utilizzo finale. Nel caso in cui in uno stesso sito di deposito intermedio in attesa di utilizzo siano stoccati sia i materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotti (destinati ai riutilizzi interni o a siti di conferimento esterni) sia quelli da gestire in qualità di rifiuto, si provvederà ad assicurare la separazione fisica degli stessi. Inoltre, saranno tenuti separati i materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotti conformi ai limiti di cui alla Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. da quelli conformi ai limiti di cui alla Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. o al DM 46/2019.

I materiali saranno suddivisi per WBS e sottoposti ad indagini di caratterizzazione ambientale, così come descritte nei paragrafi precedenti; nel caso in cui venga adottata la modalità di caratterizzazione in cumulo, la stessa avverrà all'interno delle aree di deposito intermedio o di opportune piazzole di caratterizzazione.

La movimentazione dei materiali avverrà in generale avvalendosi delle seguenti dotazioni: pale gommate, autocarri e pale meccaniche, pompe idrauliche per la captazione delle acque di ruscellamento, gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione.

Ciascuna piazzola sarà preventivamente modellata in maniera da minimizzare le asperità naturali del terreno; sarà realizzato, su tre lati, un argine di protezione in terra a sezione trapezoidale.

Inoltre, verrà realizzata una idonea rete di raccolta e drenaggio delle acque meteoriche volta ad evitare il ruscellamento incontrollato delle acque venute a contatto con i rifiuti ivi deposti.

Da un punto di vista costruttivo si procederà quindi come segue:

- modellamento della superficie su cui sorgerà il modulo di deposito intermedio terre tramite limitate movimentazioni di materiale, allo scopo di regolarizzare la superficie e creare una pendenza omogenea dell'ordine dello 1% in direzione del lato privo di arginatura;
- predisposizione di una canaletta di sezione trapezoidale posta ai piedi della pendenza;
- Impermeabilizzazione della canaletta con geotessile tessuto in polietilene ad alta densità (HDPE), rivestito con uno strato di polietilene a bassa densità (LDPE);
- realizzazione di un pozzetto di sicurezza posto lateralmente all'area di stoccaggio nel quale verranno convogliate le acque raccolte dalla canaletta di cui al punto precedente;
- impermeabilizzazione della superficie e degli argini in terra con telo di materiale polimerico (HDPE) previa stesura di tessuto non tessuto a protezione del telo stesso. Al di sopra della geomembrana

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

impermeabilizzante sarà, quindi, posato uno strato di terreno compattato dello spessore di 10 – 15 cm per evitare danneggiamenti della struttura impermeabile realizzata dovuti al transito dei mezzi d'opera.

Per la preparazione delle aree di stoccaggio/cantiere, i primi 50 cm di terreno vegetale derivanti dallo scotico necessario alla preparazione delle aree di stoccaggio saranno mantenuti separati dal materiale sottostante e gestiti come previsto del Progetto di Monitoraggio Ambientale.

Qualora, durante la fase di deposito il livello dell'acqua nel pozzetto raggiungesse il franco di sicurezza, si procederà allo svuotamento tramite autobotte gestendo l'acqua come rifiuto e provvedendo al conferimento ad idoneo impianto autorizzato, sempre previa caratterizzazione analitica.

In funzione delle condizioni meteorologiche, al termine di ogni giornata di lavoro si provvederà a stendere sopra ciascun cumulo un telo impermeabile in PE, opportunamente ancorato, in modo da evitare fenomeni di dilavamento dei materiali ivi depositati da parte delle acque meteoriche.

Nel caso di aree di stoccaggio adibite sia ad ospitare i materiali da scavo da gestire in qualità di sottoprodotto, che i materiali da gestire in qualità di rifiuti, ogni piazzola presente sarà dedicata e distinta per tipologia di materiali stoccati. In tal modo all'interno del cantiere saranno sempre tenuti ben distinti i materiali terrigeni di scavo da gestire in regime di sottoprodotto dai materiali gestiti in qualità di rifiuto.

All'interno delle aree i materiali depositati da gestire in qualità di sottoprodotto saranno suddivisi in cumuli; la tracciabilità sarà assicurata avendo cura di utilizzare sistemi identificativi di ogni cumulo (cartellonistica), al fine di poterne rintracciare la tipologia e, inoltre, il sito e la lavorazione (WBS) di provenienza.

6.3 MODALITÀ DI TRASPORTO

Per l'utilizzo dei materiali di scavo nell'ambito del cantiere in qualità di sottoprodotti, si prevede il trasporto con automezzi dai siti di produzione a quelli di deposito (aree di stoccaggio) e, infine, a quelli di utilizzo finali (WBS interne al progetto e siti di destinazione finale).

Nel caso in cui si renda necessario impegnare la viabilità esterna al cantiere, il trasporto del materiale escavato sarà accompagnato dal Documento di Trasporto, di cui all'Allegato 7 del D.P.R 120/17.

Il Documento di Trasporto conterrà le generalità della stazione appaltante, della ditta appaltatrice dei lavori di scavo, della ditta che trasporta il materiale, della ditta che riceve il materiale e/del luogo di destinazione, targa del mezzo utilizzato, sito di provenienza, data e ora del carico, quantità e tipologia del materiale trasportato.

In fase di corso d'opera, sarà comunque cura dell'Appaltatore in qualità di Esecutore del Piano di Utilizzo e di produttore dei materiali di scavo, garantire la corretta applicazione del Piano di Utilizzo approvato e conseguentemente assicurare la rintracciabilità dei materiali mediante la predisposizione di adeguata documentazione e installazione sui mezzi di trasporto di GPS.

Nel doc. correlato "IV0100D69SHTA0000002 – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedio" si riporta la planimetria con l'indicazione dei percorsi utilizzabili per il conferimento dei materiali dal sito di produzione al sito di deposito in attesa di utilizzo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

7 SITI DI DEPOSITO FINALE

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva di circa 5.042.519 mc (in banco) di materiali di scavo.

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di scavo prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto o in siti esterni, mentre i materiali non riutilizzabili o in esubero rispetto ai fabbisogni del progetto verranno invece gestiti in regime di rifiuto e conferiti presso impianti esterni di recupero/smaltimento autorizzati.

In particolare, in riferimento ai materiali terrigeni, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a 2.337.960 mc, gli interventi necessari per il Raddoppio della Linea Ferroviaria Genova-Ventimiglia nella Tratta Finale Ligure-Andora saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito terre in attesa di utilizzo ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a 2.080.078 mc (in banco);
- materiali da scavo da riutilizzare all'esterno dell'appalto, gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontanti a 2.962.440 mc (in banco)
- materiali di risulta in esubero non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a 0 mc (per ulteriori dettagli si faccia riferimento alla gestione dei materiali di risulta).

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei materiali movimentati nell'ambito del presente progetto con indicazione dei materiali di risulta prodotti, dei fabbisogni di materiali necessari per la realizzazione delle opere e dei materiali di risulta prodotti destinati a riutilizzo come sottoprodotto e/o rifiuto.

PD Andora Finale						
Produzione complessiva [m ³]	Utilizzo in qualità di sottoprodotti [m ³]			Fabbisogno del progetto [m ³]	Approvvigionamento esterno [m ³]	Materiali di risulta in esubero [mc]
	Utilizzo interno nella stessa WBS in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT	Utilizzo interno da diversa WBS in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT			
5.042.519	662.360	1.417.718	2.962.440	2.337.960	257.882	0
	2.080.078					

Il dettaglio sulle modalità di utilizzo dei materiali di scavo oggetto del Piano di Utilizzo (riutilizzi interni ed utilizzo esterno) è riportato nei paragrafi successivi, mentre in **Allegato 1** si riporta il bilancio dei materiali. Appare evidente che il Programma Lavori potrà essere approfondito solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, pertanto, la

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

distribuzione dei riutilizzi interni nella stessa WBS di produzione o in diversa WBS è da ritenersi calata sull'attuale fase progettuale.

7.1 RIUTILIZZO FINALE INTERNO AL PROGETTO

Come anticipato sopra, si prevede di allocare presso i siti di deposito in attesa di utilizzo all'interno delle aree di cantiere e poi riutilizzare nell'ambito dell'appalto in qualità di sottoprodotti 2.080.395 mc (in banco) di materiali di cui:

- 662.360 mc da riutilizzare nell'ambito della stessa WBS nello stesso sito in cui sono stati prodotti, previo eventuale deposito in sito e previo eventuale trattamento di normale pratica industriale;
- 1.417.718 mc da riutilizzare nell'ambito dell'appalto in diverse WBS rispetto a quelle di produzione previo eventuale trasporto in siti di deposito in attesa di utilizzo dai siti di produzione e sottoposti, ove necessario, a trattamenti di normale pratica industriale.

7.2 RIUTILIZZO FINALE ESTERNO AL PROGETTO

Come anticipato sopra, i materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto (2.963.284 mc in banco), verranno gestiti come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio delle terre e infine ai siti di destinazione finale individuati e di seguito riportati, previa esecuzione delle analisi previste in corso d'opera per la verifica di compatibilità tra le terre e rocce da scavo prodotte e la destinazione d'uso futura degli stessi. In particolare, a seconda della destinazione d'uso degli interventi di utilizzo finale, sarà verificato il rispetto dei seguenti limiti:

- Colonna A, Tabella 1, Allegato 5, alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per i siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale;
- Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per i siti a destinazione d'uso commerciale e industriale;
- Allegato 2 del D.M. 46/2019 per i suoli delle aree agricole.

Per la gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto, al fine di garantire la certezza dell'utilizzo nel rispetto dei criteri definiti dal D.P.R. 120/2017, compatibilmente con il livello di dettaglio della presente fase progettuale, ai fini della predisposizione del Piano di Utilizzo, lo scenario dei potenziali siti di conferimento esterno è stato individuato attraverso il coinvolgimento ufficiale e diretto degli Enti/Amministrazione territorialmente competenti, nonché la consultazione degli strumenti urbanistici di settore provinciali e regionali.

In particolare, il numero dei siti da selezionare è stato commisurato - garantendo cautelativamente capienze comunque eccedenti rispetto al fabbisogno desumibile dai dati progettuali - alle volumetrie di progetto e alle caratteristiche dei siti selezionati per ciascun sito di produzione dei materiali di scavo.

I siti di destinazione finale idonei al conferimento dei materiali da scavo individuati sono riportati nella tabella successiva e riportati nell'elaborato "Piano di Utilizzo - Corografia viabilità di conferimento ai siti di

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

destinazione finale" (IV0I00D69CZTA0000001A) e nell'elaborato "Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito finale" (IV0I00D69SHTA0000003).

Codice	Nome Ditta	Nome Cava	Comune	Volumi disponibili (mc)
C1	Cave Marchisio srl	Cava Torri	Toirano	3.500.000
C2	Cave Marchisio srl	Cava San Carlo	Cairo Montenotte	500.000
C3	Mantobit SpA	Cava Mei	Vodo Ligure	2.800.000
C4	Tre Torri Costruzioni Srls	Cava Pennavaire	Castelbianco	100.000
C5	Rocca Mar srl	Cava San Rocco	Millesimo	168.000
C6	Allara SpA	Cascina Opera Pia	Sezzadio	925.729
C7	Tre Torri Sport Srl	Variselle	Albenga	64.000
C8	Ligurscavi snc	Cava Isola Buona	Malvicino	90.000
C9	Comune di Villanova d'Albenga	Deposito Rio Arveglio	Comune di Villanova d'Albenga	1.254.067
C10	Comune di San Lorenzo al Mare	Valle Rio dell'Inferno	Comune di San Lorenzo al Mare	120.000
TOTALE DISPONIBILITA' DI CONFERIMENTO				9.521.796

Inoltre, come possibilità di futuro ulteriore conferimento (da indagare eventualmente nelle successive fasi progettuali), il presente PUT potrà prevedere anche:

- la possibilità di fornitura e trattamento di materiale idoneo per la realizzazione di opere di ripascimento e difesa costiera del tratto di litorale Albenga-Ceriale ed ulteriori tratti qualora i Comuni ne facessero richiesta sulla base di un progetto approvato;
- la possibilità di conferimento del materiale presso i siti nel Comune di Albenga già individuati ed allegati al protocollo di intesa del 2011 (allegato) solo a seguito del relativo progetto autorizzato ed approvato;
- la possibilità di conferimento del materiale presso siti relativi ad opere dichiarate di pubblica utilità sulla base di progetto approvato, presso i Comuni limitrofi ed in linea con i contenuti del Decreto VIA 2535/1996.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
	PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B

In particolare, con riferimento al sito di conferimento finale inserito nella precedente tabella denominato "Comune di Villanova d'Albenga - Deposito Rio Arveglio" si riporta in allegato al presente PUT (allegato 6) la "Bozza Protocollo di intenti ex art. 15 della L. 241/1990 avente a oggetto la Progettazione e l'iter autorizzativo delle opere di sistemazione del Sito di conferimento materiali provenienti dalla realizzazione della nuova tratta ferroviaria tra Andora e Finale Ligure, a seguito della sottoscrizione del Protocollo d'Intesa del'11 aprile 2011".

Come si evince dai dati sopra riportati, lo scenario di conferimento complessivo (ca. 9.521.796 mc) definito nella presente fase progettuale permette ampiamente di soddisfare le esigenze di progetto (ca. 2.962.440 mc) relativamente ai sottoprodotti non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto, anche considerando un fattore di rigonfiamento post compattazione pari a 1,26.

A tal proposito preme evidenziare che, sulla base dell'avanzamento della progettazione e delle ulteriori verifiche tecnico-amministrative da condurre sui suddetti siti di destinazione, sarà possibile articolare dettagliatamente il conferimento delle terre e rocce da scavo definendo compiutamente i quantitativi da utilizzare nei singoli siti tra quelli sopra riportati.

7.3 CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI

Nella successiva fase progettuale, conformemente a quanto riportato nel DPR 13 giugno 2017, n. 120, i potenziali siti di deposito finale verranno sottoposti ad indagini di caratterizzazione ambientale attraverso il prelievo di campioni rappresentativi da sottoporre alle determinazioni analitiche previsti dall'Allegato 4 del D.P.R: 120/2017.

7.4 EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO

In riferimento alla tipologia di opere in progetto ed ai quantitativi dei materiali di scavo oggetto del presente Piano di Utilizzo il programma lavori è strettamente connesso alle tempistiche di produzione dei materiali e al loro utilizzo in siti interni e esterni al cantiere.

In **Allegato 2** si riporta il cronoprogramma completo delle attività.

Pertanto, si ritiene che la durata del Piano di Utilizzo, di cui all'art. 14 comma 1 del D.P.R. 120/2017, possa essere fissata pari a 3.205 giorni naturali e consecutivi (ca 8,8 anni) dall'inizio degli scavi delle terre da gestire in regime di sottoprodotto.

L'avvenuto utilizzo del materiale da scavo sarà attestato mediante apposita *Dichiarazione di avvenuto utilizzo (D.A.U.)*, redatta in conformità all'Allegato 8 del D.P.R. 120/2017 dall'Esecutore del PUT o dal Produttore delle terre e rocce da scavo a conclusione dei lavori di utilizzo.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV01</td> <td>00</td> <td>D 69</td> <td>RG TA 00 00 002</td> <td>B</td> <td>81/86</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	81/86
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	81/86								

Allegato 1

Quantitativi di materiali di scavo prodotti e Tabella di Riutilizzo

ID	Project Name	Phase	Activity	Start	End	Duration	Resources	Cost	Status	Performance Metrics				Risk	Compliance	Financial Summary				Overall Status
										Quality	Time	Cost	Resource Util.			Revenue	Expenses	Profit	ROI	
001	Alpha Project	Phase 1	Activity 1.1	2023-01-01	2023-01-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 1.2	2023-02-01	2023-02-28	28	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 1.3	2023-03-01	2023-03-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 1.4	2023-04-01	2023-04-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
002	Alpha Project	Phase 2	Activity 2.1	2023-05-01	2023-05-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 2.2	2023-06-01	2023-06-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 2.3	2023-07-01	2023-07-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 2.4	2023-08-01	2023-08-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
003	Alpha Project	Phase 3	Activity 3.1	2023-09-01	2023-09-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 3.2	2023-10-01	2023-10-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 3.3	2023-11-01	2023-11-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 3.4	2023-12-01	2023-12-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
004	Alpha Project	Phase 4	Activity 4.1	2024-01-01	2024-01-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 4.2	2024-02-01	2024-02-28	28	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 4.3	2024-03-01	2024-03-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 4.4	2024-04-01	2024-04-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
005	Alpha Project	Phase 5	Activity 5.1	2024-05-01	2024-05-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 5.2	2024-06-01	2024-06-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 5.3	2024-07-01	2024-07-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 5.4	2024-08-01	2024-08-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
006	Alpha Project	Phase 6	Activity 6.1	2024-09-01	2024-09-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 6.2	2024-10-01	2024-10-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 6.3	2024-11-01	2024-11-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 6.4	2024-12-01	2024-12-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
007	Alpha Project	Phase 7	Activity 7.1	2025-01-01	2025-01-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 7.2	2025-02-01	2025-02-28	28	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 7.3	2025-03-01	2025-03-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 7.4	2025-04-01	2025-04-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
008	Alpha Project	Phase 8	Activity 8.1	2025-05-01	2025-05-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 8.2	2025-06-01	2025-06-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 8.3	2025-07-01	2025-07-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 8.4	2025-08-01	2025-08-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
009	Alpha Project	Phase 9	Activity 9.1	2025-09-01	2025-09-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 9.2	2025-10-01	2025-10-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 9.3	2025-11-01	2025-11-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 9.4	2025-12-01	2025-12-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
010	Alpha Project	Phase 10	Activity 10.1	2026-01-01	2026-01-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 10.2	2026-02-01	2026-02-28	28	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 10.3	2026-03-01	2026-03-31	31	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track
			Activity 10.4	2026-04-01	2026-04-30	30	10	1000	On Track	95%	100%	100%	100%	0.8	0.9	10000	10000	0	0%	On Track

ID	Kategori	Sub-kategori	Detail Item										Status	Waktu	Lokasi	
			Nama Item	Spesifikasi	Material	Warna	Ukuran	Bobot	Volume	Luasan	Persyaratan	Referensi				
1001	A	1	Item 1.1	Spesifikasi 1.1	Material 1.1	Warna 1.1	Ukuran 1.1	Bobot 1.1	Volume 1.1	Luasan 1.1	Persyaratan 1.1	Referensi 1.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 1.2	Spesifikasi 1.2	Material 1.2	Warna 1.2	Ukuran 1.2	Bobot 1.2	Volume 1.2	Luasan 1.2	Persyaratan 1.2	Referensi 1.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 1.3	Spesifikasi 1.3	Material 1.3	Warna 1.3	Ukuran 1.3	Bobot 1.3	Volume 1.3	Luasan 1.3	Persyaratan 1.3	Referensi 1.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 1.4	Spesifikasi 1.4	Material 1.4	Warna 1.4	Ukuran 1.4	Bobot 1.4	Volume 1.4	Luasan 1.4	Persyaratan 1.4	Referensi 1.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1002	A	2	Item 2.1	Spesifikasi 2.1	Material 2.1	Warna 2.1	Ukuran 2.1	Bobot 2.1	Volume 2.1	Luasan 2.1	Persyaratan 2.1	Referensi 2.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 2.2	Spesifikasi 2.2	Material 2.2	Warna 2.2	Ukuran 2.2	Bobot 2.2	Volume 2.2	Luasan 2.2	Persyaratan 2.2	Referensi 2.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 2.3	Spesifikasi 2.3	Material 2.3	Warna 2.3	Ukuran 2.3	Bobot 2.3	Volume 2.3	Luasan 2.3	Persyaratan 2.3	Referensi 2.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 2.4	Spesifikasi 2.4	Material 2.4	Warna 2.4	Ukuran 2.4	Bobot 2.4	Volume 2.4	Luasan 2.4	Persyaratan 2.4	Referensi 2.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1003	A	3	Item 3.1	Spesifikasi 3.1	Material 3.1	Warna 3.1	Ukuran 3.1	Bobot 3.1	Volume 3.1	Luasan 3.1	Persyaratan 3.1	Referensi 3.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 3.2	Spesifikasi 3.2	Material 3.2	Warna 3.2	Ukuran 3.2	Bobot 3.2	Volume 3.2	Luasan 3.2	Persyaratan 3.2	Referensi 3.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 3.3	Spesifikasi 3.3	Material 3.3	Warna 3.3	Ukuran 3.3	Bobot 3.3	Volume 3.3	Luasan 3.3	Persyaratan 3.3	Referensi 3.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 3.4	Spesifikasi 3.4	Material 3.4	Warna 3.4	Ukuran 3.4	Bobot 3.4	Volume 3.4	Luasan 3.4	Persyaratan 3.4	Referensi 3.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1004	A	4	Item 4.1	Spesifikasi 4.1	Material 4.1	Warna 4.1	Ukuran 4.1	Bobot 4.1	Volume 4.1	Luasan 4.1	Persyaratan 4.1	Referensi 4.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 4.2	Spesifikasi 4.2	Material 4.2	Warna 4.2	Ukuran 4.2	Bobot 4.2	Volume 4.2	Luasan 4.2	Persyaratan 4.2	Referensi 4.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 4.3	Spesifikasi 4.3	Material 4.3	Warna 4.3	Ukuran 4.3	Bobot 4.3	Volume 4.3	Luasan 4.3	Persyaratan 4.3	Referensi 4.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 4.4	Spesifikasi 4.4	Material 4.4	Warna 4.4	Ukuran 4.4	Bobot 4.4	Volume 4.4	Luasan 4.4	Persyaratan 4.4	Referensi 4.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1005	A	5	Item 5.1	Spesifikasi 5.1	Material 5.1	Warna 5.1	Ukuran 5.1	Bobot 5.1	Volume 5.1	Luasan 5.1	Persyaratan 5.1	Referensi 5.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 5.2	Spesifikasi 5.2	Material 5.2	Warna 5.2	Ukuran 5.2	Bobot 5.2	Volume 5.2	Luasan 5.2	Persyaratan 5.2	Referensi 5.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 5.3	Spesifikasi 5.3	Material 5.3	Warna 5.3	Ukuran 5.3	Bobot 5.3	Volume 5.3	Luasan 5.3	Persyaratan 5.3	Referensi 5.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 5.4	Spesifikasi 5.4	Material 5.4	Warna 5.4	Ukuran 5.4	Bobot 5.4	Volume 5.4	Luasan 5.4	Persyaratan 5.4	Referensi 5.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1006	A	6	Item 6.1	Spesifikasi 6.1	Material 6.1	Warna 6.1	Ukuran 6.1	Bobot 6.1	Volume 6.1	Luasan 6.1	Persyaratan 6.1	Referensi 6.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 6.2	Spesifikasi 6.2	Material 6.2	Warna 6.2	Ukuran 6.2	Bobot 6.2	Volume 6.2	Luasan 6.2	Persyaratan 6.2	Referensi 6.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 6.3	Spesifikasi 6.3	Material 6.3	Warna 6.3	Ukuran 6.3	Bobot 6.3	Volume 6.3	Luasan 6.3	Persyaratan 6.3	Referensi 6.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 6.4	Spesifikasi 6.4	Material 6.4	Warna 6.4	Ukuran 6.4	Bobot 6.4	Volume 6.4	Luasan 6.4	Persyaratan 6.4	Referensi 6.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1007	A	7	Item 7.1	Spesifikasi 7.1	Material 7.1	Warna 7.1	Ukuran 7.1	Bobot 7.1	Volume 7.1	Luasan 7.1	Persyaratan 7.1	Referensi 7.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 7.2	Spesifikasi 7.2	Material 7.2	Warna 7.2	Ukuran 7.2	Bobot 7.2	Volume 7.2	Luasan 7.2	Persyaratan 7.2	Referensi 7.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 7.3	Spesifikasi 7.3	Material 7.3	Warna 7.3	Ukuran 7.3	Bobot 7.3	Volume 7.3	Luasan 7.3	Persyaratan 7.3	Referensi 7.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 7.4	Spesifikasi 7.4	Material 7.4	Warna 7.4	Ukuran 7.4	Bobot 7.4	Volume 7.4	Luasan 7.4	Persyaratan 7.4	Referensi 7.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1008	A	8	Item 8.1	Spesifikasi 8.1	Material 8.1	Warna 8.1	Ukuran 8.1	Bobot 8.1	Volume 8.1	Luasan 8.1	Persyaratan 8.1	Referensi 8.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 8.2	Spesifikasi 8.2	Material 8.2	Warna 8.2	Ukuran 8.2	Bobot 8.2	Volume 8.2	Luasan 8.2	Persyaratan 8.2	Referensi 8.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 8.3	Spesifikasi 8.3	Material 8.3	Warna 8.3	Ukuran 8.3	Bobot 8.3	Volume 8.3	Luasan 8.3	Persyaratan 8.3	Referensi 8.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 8.4	Spesifikasi 8.4	Material 8.4	Warna 8.4	Ukuran 8.4	Bobot 8.4	Volume 8.4	Luasan 8.4	Persyaratan 8.4	Referensi 8.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1009	A	9	Item 9.1	Spesifikasi 9.1	Material 9.1	Warna 9.1	Ukuran 9.1	Bobot 9.1	Volume 9.1	Luasan 9.1	Persyaratan 9.1	Referensi 9.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 9.2	Spesifikasi 9.2	Material 9.2	Warna 9.2	Ukuran 9.2	Bobot 9.2	Volume 9.2	Luasan 9.2	Persyaratan 9.2	Referensi 9.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 9.3	Spesifikasi 9.3	Material 9.3	Warna 9.3	Ukuran 9.3	Bobot 9.3	Volume 9.3	Luasan 9.3	Persyaratan 9.3	Referensi 9.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 9.4	Spesifikasi 9.4	Material 9.4	Warna 9.4	Ukuran 9.4	Bobot 9.4	Volume 9.4	Luasan 9.4	Persyaratan 9.4	Referensi 9.4	0.04	0.04	0.04	0.04
1010	A	10	Item 10.1	Spesifikasi 10.1	Material 10.1	Warna 10.1	Ukuran 10.1	Bobot 10.1	Volume 10.1	Luasan 10.1	Persyaratan 10.1	Referensi 10.1	0.01	0.01	0.01	0.01
			Item 10.2	Spesifikasi 10.2	Material 10.2	Warna 10.2	Ukuran 10.2	Bobot 10.2	Volume 10.2	Luasan 10.2	Persyaratan 10.2	Referensi 10.2	0.02	0.02	0.02	0.02
			Item 10.3	Spesifikasi 10.3	Material 10.3	Warna 10.3	Ukuran 10.3	Bobot 10.3	Volume 10.3	Luasan 10.3	Persyaratan 10.3	Referensi 10.3	0.03	0.03	0.03	0.03
			Item 10.4	Spesifikasi 10.4	Material 10.4	Warna 10.4	Ukuran 10.4	Bobot 10.4	Volume 10.4	Luasan 10.4	Persyaratan 10.4	Referensi 10.4	0.04	0.04	0.04	0.04

Code	Description	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)	Montant (€)
0000																		
0001																		
0002																		
0003																		
0004																		
0005																		
0006																		
0007																		
0008																		
TOTAL																		

TOTAL 1.000,00 1.000,00 1.000,00 750,00 475,00 750,00 1.000,00 750,00 200,00 400,00 600,00 600,00 600,00 600,00 600,00 600,00 600,00 600,00 600,00

PD Andora Finale				
Produzione complessiva [m ³]	Utilizzo in qualità di sottoprodotti [m ³]			Fabbisogno del progetto [m ³]
	Utilizzo interno nella stessa WBS in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT ai sensi del DPR 120/2017	Utilizzo interno da diversa WBS in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT ai sensi del DPR 120/2017	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti [m ³] PUT ai sensi del DPR 120/2017	
5.042.519	662.360	1.417.718	2.962.440	2.337.960
	2.080.078			



RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA
PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI
SCAVO

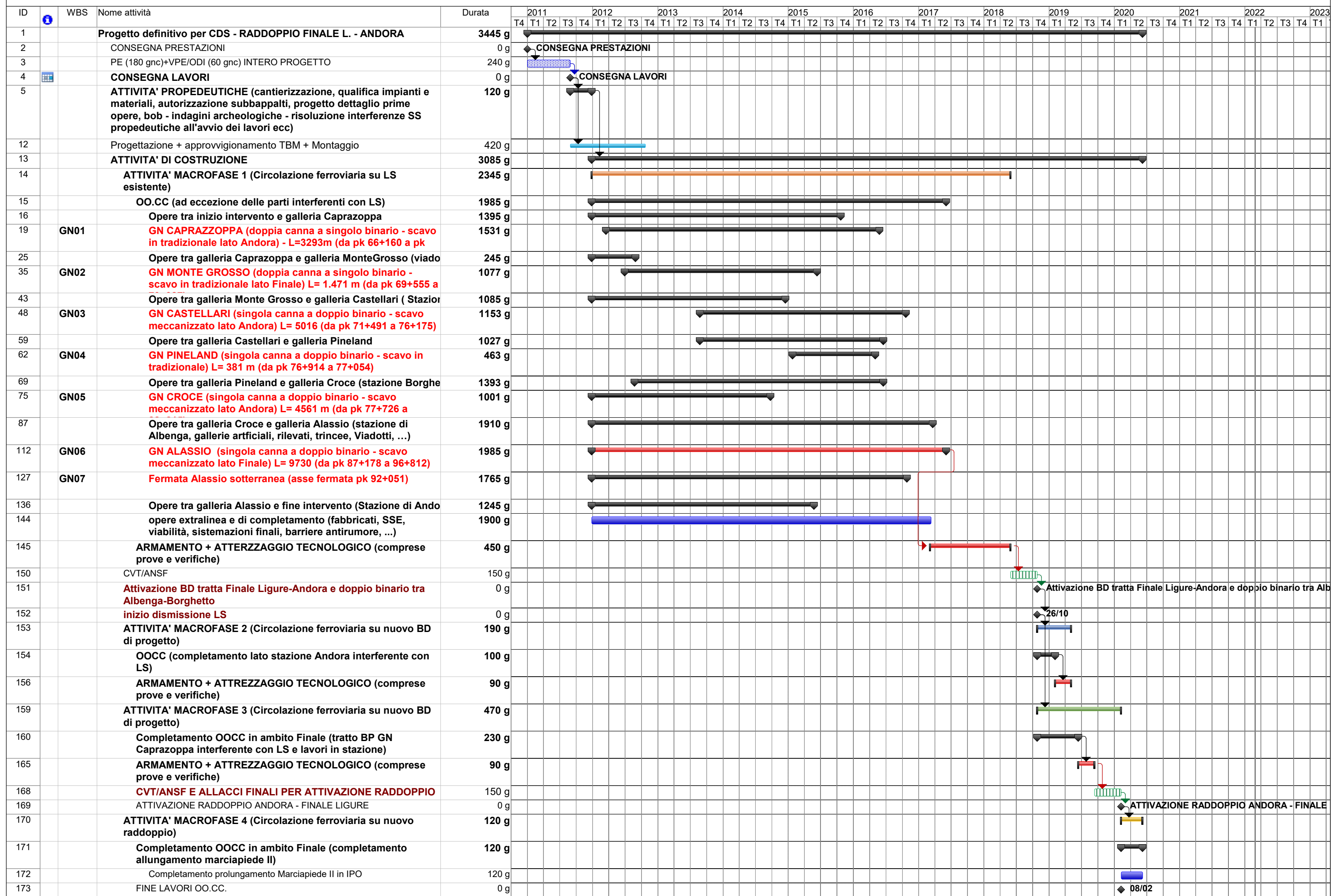
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	82/86

Allegato 2

Cronoprogramma lavori

CRONOPROGRAMMA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE - ANDORA



 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV01</td> <td>00</td> <td>D 69</td> <td>RG TA 00 00 002</td> <td>B</td> <td>83/86</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	83/86
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	83/86								

Allegato 3

**Annesso tecnico per la gestione dei materiali provenienti dallo scavo
meccanizzato con additivi: indirizzi metodologici e valutazioni
programmatiche sugli studi sperimentali e sul protocollo operativo di corso
d'opera**

**RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA
TRATTA FINALE LIGURE ANDORA**

**ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI
PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI:
INDIRIZZI METODOLOGICI E VALUTAZIONI PROGRAMMATICHE
SUGLI STUDI SPERIMENTALI E SUL PROTOCOLLO OPERATIVO
DI CORSO D'OPERA**

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 3/64

INDICE

1	PREMESSA.....	5
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI SULLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE PROVENIENTI DA SCAVO MECCANIZZATO.....	6
1.2	SCAVO MECCANIZZATO CON TBM CON TECNOLOGIA EPB	7
2	DATI DI INPUT E MODELLO CONCETTUALE	10
2.1	BIBLIOGRAFIA DEGLI STUDI SPERIMENTALI ESEGUITI SUI MATERIALI ADDITIVATI	12
2.1.1	BIBLIOGRAFIA NAZIONALE E/O INTERNAZIONALE.....	12
2.1.2	TRATTE FERROVIARIE OGGETTO DI PRECEDENTI STUDI	17
3	APPROCCIO METODOLOGICO UTILIZZATO PER GLI STUDI.....	18
3.1	STUDI DI CONDIZIONAMENTO	20
3.2	STUDI DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SITO-SPECIFICA	25
3.3	PRODOTTI CONDIZIONANTI PER LO SCAVO CON TBM DI TIPO EPB.....	43
4	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GRANULOMETRICHE DEI TERRENI DA CONDIZIONARE PER LO SCAVO CON TBM DI TIPO EPB	46
4.1	SCAVO CON TBM – EPB CON CAMERA PIENA ED IN PRESSIONE	46
4.2	CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEI TERRENI E DELLE ROCCE	47
4.3	SCAVO CON TBM – EPB IN MODALITÀ APERTA E SCAVO CON TBM IN ROCCIA	49
5	COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SITO SPECIFICA DEI TERRENI SPERIMENTATI.....	51
5.1	NATURA DEI PRODOTTI E CLASSIFICAZIONE AI SENSI DEL REGOLAMENTO CE N. 1272/2008	51
5.2	EFFETTI SUL COMPARTO TERRESTRE.....	52
5.3	EFFETTI SUL COMPARTO ACQUATICO.....	52
5.4	EFFETTI ECO-TOSSICOLOGICI E DI BIO-DEGRADABILITÀ DEI TERRENI CONDIZIONATI CON I PRODOTTI TESTATI.....	53
6	CRITERI PER LA GESTIONE OPERATIVA DEI MATERIALI DA SCAVO	55
6.1	INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI DI PROGETTAZIONE/REALIZZAZIONE	55
6.2	INDIRIZZI SUL PROTOCOLLO OPERATIVO DA ATTUARE IN CORSO D'OPERA.....	56
6.2.1	CAMPIONAMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	57
6.2.2	CAMPIONAMENTO DEI MATERIALI ADDITIVATI PROVENIENTI DALLO SCAVO IN MECCANIZZATO	58
6.2.3	MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEI CAMPIONI	59
6.2.4	ANALISI CHIMICO-FISICHE	60
6.2.5	VERIFICA ECO-TOSSICOLOGICA.....	61
6.3	LOGISTICA DI CANTIERE.....	62
6.3.1	STOCCAGGIO DEL MATERIALE SCAVATO CON METODI TRADIZIONALI.....	62

	<p>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</p>	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>4/64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						4/64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					4/64								

6.3.2 STOCCAGGIO DEL MATERIALE SCAVATO CON TBM63

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 5/64

1 **PREMESSA**

Il presente documento rappresenta una Linea guida operativa finalizzata alla descrizione del processo organizzativo, pianificatorio e programmatico correlato alla gestione delle terre e rocce prodotte dallo scavo meccanizzato con additivi delle opere in sotterraneo.

Più in dettaglio, in analogia con quanto recentemente effettuato per i progetti inseriti nell'Allegato IV alla Legge n.108/2021 considerando le ristrette tempistiche dettate dalla stessa nonché le opportunità rappresentate dalla Legge n.120/ 2020, l'architettura di tale linea guida è stata concepita nell'ottica di strutturare un documento metodologico da allegare ai Piani di Utilizzo Terre (PUT) redatti ai sensi del D.P.R. 120/2017.

Posto quanto sopra riportato, fermi restando i necessari affinamenti da eseguirsi nelle successive fasi progettuali nonché l'autonomia gestionale dell'Appaltatore - in qualità di Produttore delle terre e rocce da scavo ed Esecutore del PUT - nella scelta dei prodotti condizionanti, il presente documento ha pertanto uno scopo pianificatorio e di indirizzo finalizzato alla descrizione del corretto approccio metodologico da adottare sulla base dell'esperienza acquisita attraverso i numerosi studi già effettuati in progetti analoghi sulla base dei quali può essere dimostrata la sussistenza dei requisiti per poter gestire i terreni condizionati come sottoprodotti e non come rifiuti in quanto il mercato di settore ad oggi testato offre molteplici soluzioni ambientalmente compatibili.

Nel presente documento verranno pertanto descritti:

- l'esperienza acquisita sugli studi sperimentali effettuati in progetti analoghi;
- l'approccio metodologico da adottare per la gestione in qualità di sottoprodotti dei terreni provenienti dallo scavo meccanizzato con additivi.

In tale ottica, infatti, partendo dal quadro normativo di riferimento relativo alla gestione delle terre e rocce da scavo in qualità di sottoprodotti e tenendo conto dell'unità di intenti tra i diversi soggetti coinvolti nel processo autorizzativo dei PUT, la consapevolezza acquisita sui fenomeni di interazione tra il terreno naturale e i prodotti chimici condizionanti è possibile considerare lo scavo meccanizzato delle gallerie con additivi un processo sostenibile sotto il profilo tecnico, ambientale ed economico.

Relativamente alla quota parte proveniente allo scavo meccanizzato senza additivi, si fa riferimento direttamente ai contenuti del PUT.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 6/64

1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI SULLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE PROVENIENTI DA SCAVO MECCANIZZATO

Il D.P.R. 120/2017, all'Allegato 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali", dispone che "Qualora per consentire le operazioni di scavo sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti non comprese nella citata tabella, il soggetto proponente fornisce all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4. Per verificare che siano garantiti i requisiti di protezione della salute dell'uomo e dell'ambiente, ISS e ISPRA prendono in considerazione il contenuto negli additivi delle sostanze classificate pericolose ai sensi del regolamento (CE) n. 1272/2008, relativo alla classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele (CLP), al fine di appurare che tale contenuto sia inferiore al «valore soglia» di cui all'articolo 11 del citato regolamento per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale e al «limite di concentrazione» di cui all'articolo 10 del medesimo regolamento per i siti ad uso commerciale e industriale. L'ISS si esprime entro 60 giorni dal ricevimento della documentazione, previo parere dell'ISPRA. Il parere dell'Istituto Superiore di Sanità è allegato al piano di utilizzo."

Tale indirizzo presuppone pertanto che, nel caso in cui gli additivi utilizzato per lo scavo meccanizzato delle gallerie contengano elementi non compresi nella Tabella 1, Allegato 5, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i., il controllo delle sostanze classificate come pericolose debba essere eseguito ai sensi del Regolamento CE n. 1278/2008. Lo stesso Allegato prevede altresì che il Proponente del PUT produca specifica documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale per considerare le terre e rocce da scavo sottoprodotti e non rifiuti da trasmettere all'ISS e all'ISPRA per l'espressione del parere di competenza.

Al fine di ottemperare a quanto richiesto dalla normativa vigente e produrre la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale per considerare le terre e rocce da scavo sottoprodotti e non rifiuti, preme tuttavia evidenziare come, sulla base della prassi ormai adottata dal Proponente sugli studi sperimentali eseguiti e condivisa dagli Enti competenti in materia, la biodegradabilità del prodotto puro non sia l'unico elemento di valutazione per escludere effetti negativi sulla salute dell'uomo e sull'ambiente ma tutte le valutazioni andrebbero comunque condotte non solo sul prodotto ma sulla miscela "terre + additivo" attraverso studi sito specifici.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 7/64

Con tali premesse, considerando il panorama progettuale e normativo di riferimento nel quale si inserisce la redazione del PUT, in analogia con quanto recentemente effettuato per i progetti sottoposti nel PNRR, il presente documento è stato ideato con l'esigenza di indirizzare il processo progettuale e di corso d'opera connesso alla gestione delle terre provenienti dallo scavo meccanizzato con additivi in qualità di sottoprodotti.

1.2 SCAVO MECCANIZZATO CON TBM CON TECNOLOGIA EPB

Il sistema di scavo di gallerie con scavo meccanizzato ha avuto negli ultimi 30 anni un forte impulso ed è tuttora la tecnologia più avanzata per la costruzione di gallerie in contesti ambientali complessi, come quelli superficiali e urbani, ma anche in contesti geotecnici complicati, come nel caso di gallerie profonde in zone tettonizzate di formazioni rocciose.

La corretta selezione della tipologia di macchina rappresenta un elemento essenziale per garantire l'appropriata esecuzione del Progetto. In termini di analisi del rischio, la verifica dell'idoneità della tecnologia di fresa è una delle principali misure di mitigazione per assicurare il completamento dei lavori ad opera d'arte e nei tempi previsti.

Le TBM possono essere, in generale, di varie tipologie.

La tecnologia di scavo con TBM di tipo EPB, in particolare, prevede l'applicazione di una pressione al fronte di scavo, vedi Figura 1, tale da consentire il superamento di condizioni complesse dal punto di vista geologico e geotecnico permettendo di:

- ✓ fronteggiare comportamenti allo scavo di tipo B (stabile a breve termine) e C (instabile) e quindi abbattere il rischio più temuto di instabilità del fronte e del cavo;
- ✓ assicurare il massimo controllo delle deformazioni del terreno e quindi limitare i cedimenti;
- ✓ limitare le variazioni di pressione interstiziali nei terreni e i conseguenti moti di filtrazione e di trascinamento.

Inoltre, rispetto allo scavo tradizionale, presenta notevoli vantaggi, quali:

- ✓ un minor disturbo del terreno circostante con una notevole limitazione di cedimenti in superficie e una conseguente minimizzazione del disturbo su edifici e manufatti;
- ✓ condizioni di lavoro ottimali per i lavoratori in termini di sicurezza e salubrità del luogo di lavoro;
- ✓ una riduzione dei tempi di costruzione grazie alle migliori prestazioni delle macchine di scavo rispetto allo scavo in tradizionale;
- ✓ la garanzia di una migliore qualità del prodotto finale grazie all'utilizzo di conci prefabbricati e di un processo industrializzato di costruzione.

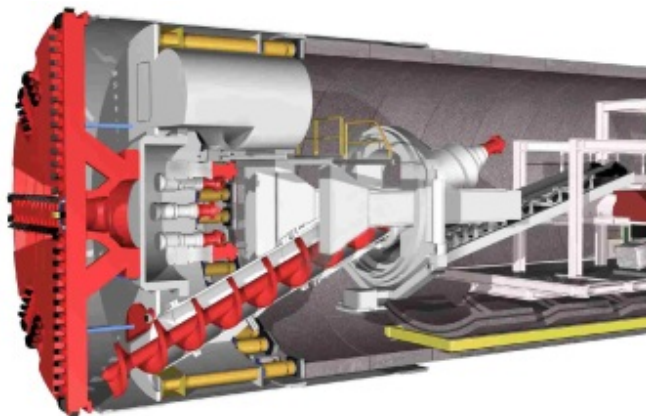


Figura 1 – Schema di una TBM di tipo EPB

La TBM di tipo EPB ha la possibilità di passare da modalità di scavo cosiddetta “chiusa” ad “aperta” (e viceversa) in maniera relativamente facile e tempestiva, soprattutto per affrontare lo scavo in contesti lapidei dove potrebbe risultare difficoltoso e controproducente se affrontato sempre e solo in modalità “chiusa”. Per modalità “aperta” si intende la possibilità di scavare senza applicazione di una pressione attiva al fronte, mentre in modalità “chiusa” lo scavo avviene applicando una pressione attiva al fronte.

Il funzionamento classico di una fresa di tipo EPB è in modalità “chiusa” e si basa sul controllo ed il mantenimento della pressione del terreno in camera di scavo a valori tali da controbilanciare la pressione esercitata dal fronte. Ciò si realizza regolando ed uguagliando la quantità di volume di terreno scavato (velocità di avanzamento) con la quantità di terreno estratto dalla coclea (portata della coclea), vedi Figura 2.

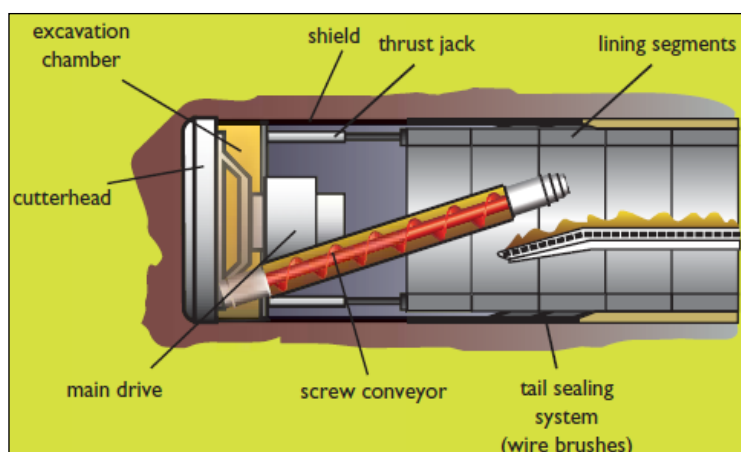


Figura 2 – Schema di funzionamento di una TBM di tipo EPB

In alcuni casi, laddove vi è elevata complessità del contesto geotecnico e formazioni con caratteristiche geotecniche molto diverse che si alternano lungo il tracciato, può essere necessario prevedere macchine caratterizzate da una ancora maggiore flessibilità: TBM equipaggiate di un sistema “dual-mode”, dette anche “TBM convertibili”. Tali macchine possono passare da una tecnologia di scavo meccanizzato ad un’altra. Da alcuni anni esistono, ad esempio, TBM per scavo in roccia convertibile in TBM di tipo EPB (Earth Pressure Balance) e viceversa, vedi Figura 3, TBM per scavo in roccia convertibile in TBM di tipo slurry (con fango bentonitico) e viceversa, TBM di tipo EPB convertibile in TBM di tipo slurry e viceversa.

Questa tipologia di macchine è tale da consentire di passare da una configurazione all’altra in tempi brevi, garantendo migliori performance in fase di scavo, riuscendo ad adattarsi a contesti geotecnici molto diversi.

Ad esempio, con una TBM Dual Mode Roccia/EPB è possibile passare dalla modalità di funzionamento EPB con coclea ad una in roccia con nastro, così da attraversare rocce compatte e terreni sciolti e viceversa.

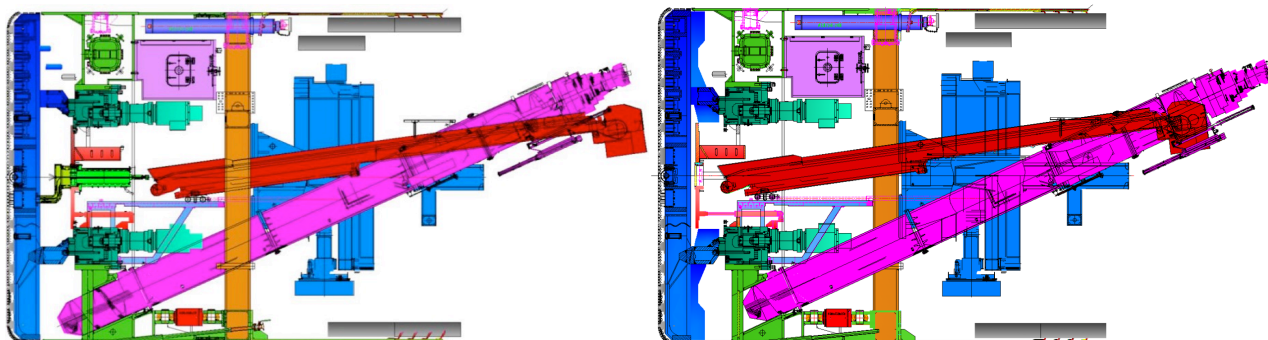


Figura 3 – Esempio TBM “convertibile” Roccia/EPB in configurazione di tipo EPB ed in configurazione di tipo da roccia

Il sistema di scavo EPB è comunque il medesimo: il fronte di scavo viene stabilizzato applicando un’opportuna pressione attiva al fronte così da operare in condizioni di massima sicurezza, minimizzando i principali rischi dovuti a bassa copertura, alla stabilità degli scavi, alla presenza di falda, e alla eterogeneità dei materiali lungo il tracciato (terreni e roccia, ad esempio).

Per l’impiego della tecnologia EPB esistono limitazioni riguardo alla distribuzione granulometrica e la permeabilità della litologia scavata, che deve essere tale da fungere come mezzo di supporto del fronte e tale da poter essere facilmente estratta dalla coclea.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 10/64

Attualmente, il condizionamento con additivi ha ampiamente esteso l'intervallo di applicazione in cui lo scavo con EPB risulta idoneo, rendendola una delle più versatili tecnologie di scavo meccanizzato disponibili.

In genere, le TBM di tipo EPB sono adatte per realizzare gallerie in materiali di bassa permeabilità e con un contenuto di particelle fini (diametro < 0.075 mm) minimo pari al 15- 20%, che richiedono una pressione di equilibrio inferiore a 5-6 bar.

La macchina di tipo EPB è più adatta rispetto alla macchina a contropressione del fronte con fango bentonitico (di tipo slurry) nel caso in cui siano necessarie numerose ispezioni in camera di scavo (ad esempio, per problemi di usura), in quanto lo svuotamento della camera di scavo attraverso la coclea avviene in tempi più rapidi.

Inoltre, la TBM di tipo EPB è più idonea rispetto ad una fresa di tipo slurry nel caso di scavo in terreni coesivi adesivi (sticky clay). Tali terreni possono causare problemi di adesività (clogging) nella testa fresante e nel sistema di trasporto del marino che possono essere risolti/minimizzati grazie all'utilizzo di appropriati agenti condizionanti. La fresa di tipo slurry presenta, invece, problematiche legate alla difficoltà di trattamento di terreni coesivi adesivi negli impianti di trattamento di cui dispone.

2 DATI DI INPUT E MODELLO CONCETTUALE

La scelta di eseguire lo scavo delle gallerie con una fresa TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance) è essenzialmente connessa al contesto litologico e geotecnico in cui si inserisce l'opera in progetto; come noto, tale tecnica di scavo prevede l'utilizzo in fase di avanzamento di prodotti (c.d. "additivi"), finalizzati al condizionamento del terreno in modo efficace, modificandone il comportamento e creando una pasta viscosa ed impermeabile, al fine di consentirne più agevolmente lo scavo, l'estrazione ed il successivo trasporto sino al sito di deposito intermedio/destinazione.

Al fine di ottemperare a quanto richiesto dalla normativa di settore e sopra richiamato, risulta pertanto necessario valutare l'eco-tossicità complessiva, in funzione del tempo di maturazione, delle tipologie di terreno prelevate in zona di scavo e rappresentative delle condizioni litologiche "estreme" della tratta ferroviaria in progetto: i campioni di terreno prelevati verranno pertanto condizionati con agenti schiumogeni selezionati sulla base dei diversi prodotti disponibili sul mercato e in riferimento alla tipologia di terreno stesso, utilizzando parametri di condizionamento che simulino le condizioni reali di scavo in galleria (cfr. Figura 1).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 11/64

Dall'esperienza maturata sui numerosi studi eseguiti, preme infatti evidenziare che la verifica - già in fase progettuale - dell'impatto eco-tossicologico degli additivi (e dei relativi dosaggi) sui terreni scavati risulta indispensabile anche per una progettazione corretta e sostenibile, in quanto consente di procedere alla caratterizzazione ambientale dei terreni condizionati, impostando in maniera corretta la gestione delle "terre e rocce da scavo" ed evitando - o quantomeno limitando drasticamente - dispendiose (sia in termini economici sia in termini temporali) varianti e contenziosi con l'Appaltatore e con gli Enti di controllo.

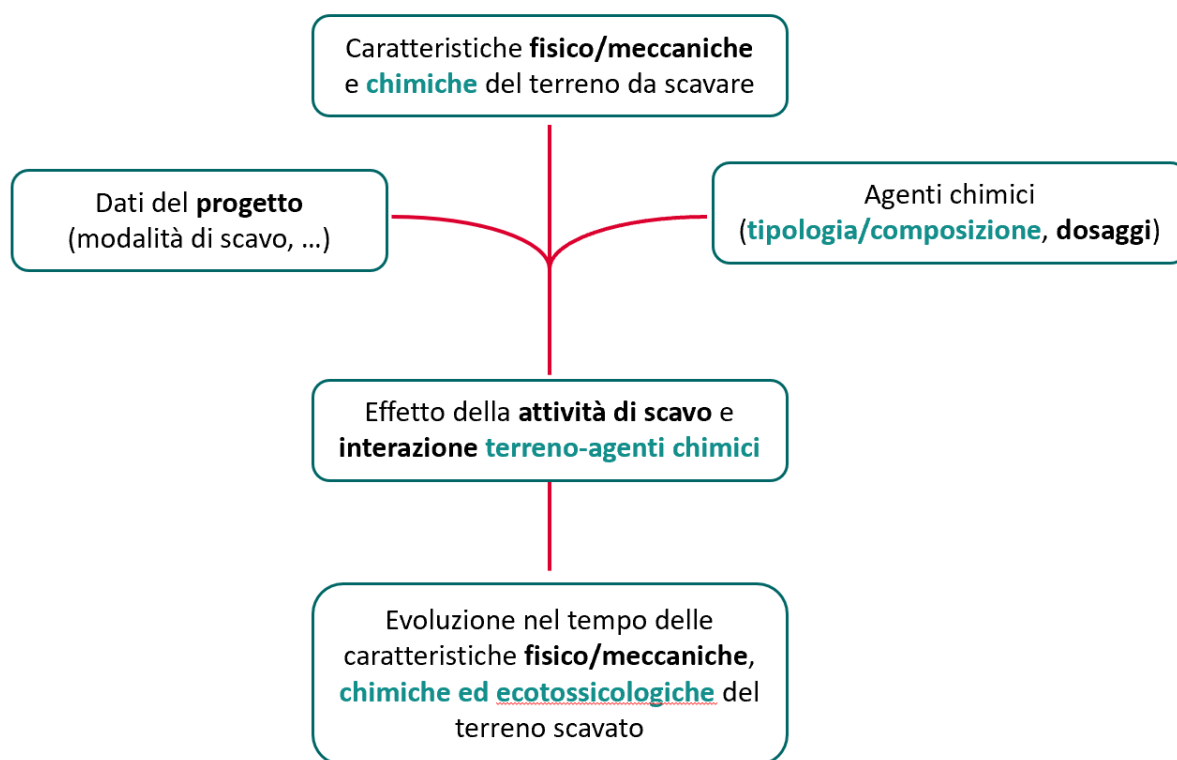


Figura 4 – Modello concettuale degli studi sperimentali

Tutto ciò premesso, i principali step per l'esecuzione degli studi sperimentali sito-specifici finalizzati a poter gestire i terreni provenienti dallo scavo meccanizzato con additivi come sottoprodotti e non rifiuti, sono essenzialmente riconducibili a:

1. Pianificazione di dettaglio delle attività (test e protocolli)

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 12/64

2. Individuazione delle litologie prevalenti attraversate dal tracciato che verranno scavate con TBM metodo EPB
3. Acquisizione campioni (litotipi)
4. Caratterizzazione dello stato di bianco delle rocce scavate (analisi chimiche e geotecniche)
5. Analisi di mercato per l'identificazione di prodotti condizionanti
6. Acquisizione campioni (agenti condizionanti)
7. Individuazione dei parametri di condizionamento
8. Sperimentazione (facoltativa) delle prove di condizionamento in laboratorio
9. Individuazione delle tipologie di utilizzo finale delle TRS
10. Esecuzione in laboratorio dei test chimici, di biodegradabilità e di eco-tossicità nel tempo
11. Elaborazione dei risultati e stesura dei report finali
12. Definizione del protocollo operativo da attuare in corso d'opera
13. Organizzazione della logistica di cantiere

2.1 BIBLIOGRAFIA DEGLI STUDI SPERIMENTALI ESEGUITI SUI MATERIALI ADDITIVATI

Nonostante la fondamentale importanza del tema, è possibile rinvenire in letteratura un ridottissimo numero di sperimentazioni a riguardo, così come un limitato numero di studi per la scelta dei prodotti condizionanti e dei relativi dosaggi che consentano di "additivare" in maniera efficace i terreni scavati.

2.1.1 BIBLIOGRAFIA NAZIONALE E/O INTERNAZIONALE

Si riportano di seguito alcuni articoli relativi agli aspetti geotecnici per il condizionamento di terreni

- ✓ Todaro C. 2016. Analisi sulla penetrazione delle schiume nello scavo con EPB. **Geingegneria Ambientale e Mineraria**. Anno LIII, 147 (1): 49-52.
- ✓ Oñate Salazar CG, Martinelli D., Todaro C, Luciani A, Boscaro A, Peila D. 2016. Preliminary study of wear induced by granular soil on metallic parts of EPB tunnelling machines. **Geingegneria Ambientale e Mineraria**. Anno LIII, 148 (2): 67-70.
- ✓ Oñate Salazar CG, Todaro C, Bosio F, Bassini E, Ugues D, Peila D. 2018. A new test device for the study of metal wear in conditioned granular soil used in EPB shield tunneling. **Tunnelling and Underground Space Technology**. 73: 212-221.
- ✓ Peila D, Martinelli D, Todaro C, Luciani A. 2018. Soil conditioning in EPB shield tunnelling – An overview of laboratory tests. **Geomechanik and Tunnelbau**. 12, (5): 491-498.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA</p>					
	<p>PROGETTO DEFINITIVO</p>					
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</p>	<p>COMMESSA</p>	<p>LOTTO</p>	<p>CODIFICA</p>	<p>DOCUMENTO</p>	<p>REV.</p>	<p>PAG. 13/64</p>

- ✓ Martinelli, D., Todaro, C., Luciani, A., Peila, D. 2019. Use of a large triaxial cell for testing conditioned soil for EPBS tunnelling. *Tunnelling and Underground Space Technology*. 94 Article number 103126.
- ✓ Carigi A, Luciani A, Todaro C, Martinelli D, Peila D. 2020. Influence of conditioning on the behaviour of alluvional soils with cobbles. *Tunnelling and Underground Space Technology*. 96 Article number 103225.
- ✓ Carigi A, Todaro C, Martinelli D, Amoroso C, Peila D. 2020. Evaluation of the Geo-Mechanical Properties Property Recovery in Time of Conditioned Soil for EPB-TBM Tunneling. *Geoscience*. 10 (11): 438.
- ✓ Firouzei Y, Grenni P, Barra Caracciolo A, Patrolecco L, Todaro C, Martinelli D, Carigi A, Hajjipour G, Hassanpour J, Peila D. 2020. The most common laboratory procedures for the evaluation of EPB TBMs excavated material ecotoxicity in Italy: A review. *Geingegneria Ambientale e Mineraria* 160: 44-56.
- ✓ Todaro C, Carigi A, Peila L, Martinelli D, Peila D. 2021. Soil conditioning tests of clay for EPB tunnelling. *Underground Space*. Under review.
- ✓ Bezuijen, A., 2012. Foam used during EPB tunnelling in saturated sand, parameters determining foam consumption. Proceedings WTC 2012, Bangkok, 267
- ✓ Borio, L., Oggieri, C., Peila, D., Pelizza, S., 2007. Determinazione del comportamento del terreno condizionato per EPBS mediante la prova di slump test. Gallerie e Grandi Opere Sotterranee n. 82, pp 38-44
- ✓ Borio, L., Peila, D., 2010. Study of the permeability of foam conditioned soils with laboratory test. American Journal of Environmental Sciences 6 (4), pp 365-370
- ✓ Cash, T. and Vine-Lott, K.M., 1996. Foam as a tunnelling aid: its production and use. Tunnels and Tunnelling, Vol. 28, No. 4, pp 22-23
- ✓ Davis, J., Russel, L., 2014. The Crossrail project, London. The transport and beneficial re-use of excavated material. Convegno SIG: Terre e Rocce da Scavo nelle Opere in Sotterraneo : Un problema o una Opportunità ?, Samoter 2014, pp 29-38
- ✓ EFNARC (ed.) 2005. Specification and guidelines for the use of specialist products for mechanised tunnelling (TBM) in soft ground and hard rock.
- ✓ Langmaack, L., Feng, Q. 2005. Soil conditioning for EPB machines: balance of functional and

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 14/64

ecological properties. Proc.: World Tunnel Congress and 31st ITA Assembly, Istanbul, Turkey, 2005, pp729–735

- ✓ Martelli, F., Pigorini, A., Sciotti, A., Martino, A., Padulosi, S., 2017. Main issues related to EPB soil conditioning and excavated soil. Proc.: Congrès International de l'Aftes, Paris, C3-7, pp 1-9
- ✓ Meng, Q., Qu, F., Li, S., 2011. Experimental investigation on viscoplastic parameters of conditioned sand in earth pressure balance shield tunnelling. Journal of Mechanical Science and Technology 25 (9) (2011), pp 2259-2266
- ✓ Merritt, A.S., 2004. Conditioning of clay soils for tunnelling machine screw conveyors. PhD. Thesis, University of Cambridge.
- ✓ Merritt, A., 2015. Soil conditioning for EPB tunnelling : some examples of laboratory testing and field monitoring. Convegno SIG: Terre e rocce da scavo nelle opere in sotterraneo : un problema o una opportunità?, Samoter 2014, pp 79-88
- ✓ Milligan, G., 2000. Lubrication and soil conditioning in tunneling, pipe jacking and microtunnelling, a state of the art review. Geotechnical Consulting Group.
- ✓ Padulosi, S., Martelli, F., Sciotti, Mininni, G., A., Putzu, D. F., Filippone M. Environmental risk assessment of conditioned soil: some Italian case studies. Proceedings WTC 2019: Tunnels and underground cities: engineering and innovation meet archaeology, architecture and art, pp 505-514
- ✓ Peila, D., Borio, L., Pelizza, S., 2011. Lab test for EPB ground conditioning. Tunnels & Tunnelling International, september 2011, pp 48-50
- ✓ Pigorini, A., Martino, A., Martelli, F., Padulosi, S., Putzu, D., 2014. Gestione terre e rocce da scavo : nuovi orizzonti o nuovi limiti ?. Convegno SIG: Terre e rocce da scavo nelle opere in sotterraneo : un problema o una opportunità?, Samoter 2014, pp 89-102
- ✓ Shinouda, M.M., Garahbagh, E.A., Shinouda M.M.R., 2013. Untangling the mystery of soil conditioning in EPB tunnelling. Proc. 2013: Rapid Excavation and Tunneling Conference, pp 1074-1085
- ✓ Thewes, M., 2007. TBM tunnelling challenges – redefining the state of art. ITA-AITES WTC 2007, Prague, pp13-21
- ✓ Thewes, M., 2010. Recommendations for Face Support Pressure Calculations for Shield Tunnelling in Soft Ground, Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V. (DAUB)

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 15/64

- ✓ Thewes, M., Budach, C., and Bezuijen, A., 2012. Foam conditioning in EPB tunneling, in Viggiani, ed., *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground*: London, Taylor & Francis, pp 127-135
- ✓ Merritt, A.S., 2004. Conditioning of clay soils for tunnelling machine screw conveyors. PhD. Thesis, University of Cambridge.
- ✓ Merritt, A., 2015. Soil conditioning for EPB tunnelling : some examples of laboratory testing and field monitoring. Convegno SIG: Terre e rocce da scavo nelle opere in sotterraneo : un problema o una opportunità?, Samoter 2014, pp 79-88
- ✓ Thewes, M., 2007. TBM tunnelling challenges – redefining the state of art. ITA-AITES WTC 2007, Prague, pp13-21
- ✓ Thewes, M., Budach, C., and Bezuijen, A., 2012. Foam conditioning in EPB tunneling, in Viggiani, ed., *Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground*: London, Taylor & Francis, pp 127-135

Di seguito si riportano invece alcuni articoli scientifici riguardanti la valutazione di eco-compatibilità dei terreni additivati con agenti schiumogeni, relativi a numerosi studi nei quali il CNR ha utilizzato un approccio ecologico che si è avvalso di studi sito-specifici in microcosmi e mesocosmi.

- ✓ Barra Caracciolo A, Grenni P, Mariani L, Rauseo J, Di Lenola, Muzzini V, Donati E, Lacchetti I, Gucci PMB, Finizio A, Beccaloni E, Patrolecco L, 2021, Mesocosm Experiments at a Tunnelling Construction Site for Assessing Re-Use of Spoil Material as a By-Product, ***Water***, 13 (2): 161
- ✓ Barra Caracciolo A, Ademollo N, Cardoni M, Grenni P, Pescatore T, Rauseo J, Patrolecco L 2019, Assessment of biodegradation of the anionic surfactant sodium lauryl ether sulphate used in two foaming agents for mechanized tunnelling excavation, ***Journal of Hazardous Materials***, 365, 538-545
- ✓ Barra Caracciolo A, Cardoni M, Pescatore T, Patrolecco L, 2017, Characteristics and environmental fate of the anionic surfactant sodium lauryl ether sulphate (SLES) used as the main component in foaming agents for mechanized tunnelling, ***Environmental Pollution*** 226: 94-103
- ✓ Galli E, Muzzini VG, Finizio A, Fumagalli P, Grenni P, Barra Caracciolo A, Rauseo J, Patrolecco L, 2019, Ecotoxicity of foaming agent conditioned soils tested on two terrestrial organisms, ***Environmental Engineering and Management Journal***, 18 (8):1703-1710,

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 16/64

- ✓ Rauseo J, Ademollo N, Pescatore T, Patrolecco L 2017. Determinazione di tensioattivi anionici in terreni provenienti dallo scavo in sotterraneo mediante Estrazione Liquida Pressurizzata (PLE) e metodo MBAS (Sostanze Attive al Blu di Metilene) modificato, **Notiziario dei metodi analitici & IRSA news**, Vol 1 Maggio 2017, ISSN 2465-017X.
- ✓ Grenni P, Barra Caracciolo A, Patrolecco L, Ademollo N, Rauseo J, Saccà ML, Mingazzini M, Palumbo MT, Galli E, Muzzini V, Polcaro CM, Donati E, Lacchetti I, Di Giulio A, Gucci P, Beccaloni E, Mininni G, 2018, A bioassay battery for the ecotoxicity assessment of soils conditioned with two different commercial foaming products, **Ecotoxicology & Environmental Safety** 148: 1067–1077.
- ✓ Barra Caracciolo, A., Ademollo, N., Cardoni, M., Di Giulio, A., Grenni, P., Pescatore, T., Rauseo, J., Patrolecco, L. 2018. Assessment of biodegradation of the anionic surfactant sodium lauryl ether sulphate used in two foaming agents for mechanized tunnelling excavation, **Journal of Hazardous Materials**, 365, 538-545.
- ✓ Galli E, Muzzini VG, Finizio A, Fumagalli P, Grenni P, Barra Caracciolo A, Rauseo J, Patrolecco L, 2019. Ecotoxicity of foaming agent conditioned soils on two terrestrial organisms, **Environmental Engineering and Management Journal**, 18(8), 1703-1710.
- ✓ Grenni P, Barra Caracciolo, A, Patrolecco L, 2019. Site-specific protocols for evaluating environmental compatibility of spoil materials produced by EPB-TBMs. In **Tunnels and Underground Cities: Engineering and Innovation Meet Archaeology, Architecture and Art** (pp. 360-366). CRC Press.
- ✓ Finizio A, Patrolecco L, Grenni P, Galli E, Muzzini VG, Rauseo J, Rizzi C, Barra Caracciolo A, 2020, Environmental risk assessment of the anionic surfactant sodium lauryl ether sulphate in site-specific conditions arising from mechanized tunnelling, **Journal of Hazardous Materials** 383: 121116.
- ✓ Mariani L, Grenni P, Barra Caracciolo A, Donati E, Rauseo J, Rolando L, Patrolecco L, 2020, Toxic response of the bacterium *Vibrio fischeri* to sodium lauryl ether sulphate residues in excavated soils, **Ecotoxicology** 29:815–824.
- ✓ Firouzei Y, Grenni P, Barra Caracciolo A, Patrolecco L, Todaro C, Martinelli D, Carigi A, Hajjipour G, Hassanpour J, Peila D, 2020. The Most Common Laboratory Procedures for the Evaluation of EPB TBMs Excavated Material Ecotoxicity in Italy: A Review. **GEAM-Geoingegneria Ambientale e Mineraria**2:44-56. DOI: 10.19199/2020.2.1121-9041.044

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA				
	PROGETTO DEFINITIVO				
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAG. 17/64

- ✓ Patrolecco L, Pescatore T, Mariani L, Rolando L, Grenni P, Finizio A, Spataro F, Rauseo J, Ademollo N, Muzzini VG, Donati E, Lacchetti I, Padulosi S, Barra Caracciolo A, 2020, Environmental Fate and Effects of Foaming Agents Containing Sodium Lauryl Ether Sulphate in Soil Debris from Mechanized Tunneling **Water**, 12(8), 2074.
- ✓ Rolando L, Rauseo J, Pescatore T, Patrolecco L, Garbini GL, Visca A, Grenni P, Barra Caracciolo A, 2020, Isolation and characterization in a soil conditioned with foaming agents of a bacterial consortium able to degrade sodium lauryl ether sulfate, **Frontiers in Microbiology**, 11:1542.
- ✓ Rolando L, Barra Caracciolo A, Grenni P, Mariani L, Rauseo J, Spataro F, Garbini GL, Visca A, Patrolecco L, 2021, Bioaugmentation with a consortium of bacterial sodium lauryl ether sulphate-degraders for remediation of contaminated soils, **Frontiers in Microbiology**, 12:740118.

2.1.2 TRATTE FERROVIARIE OGGETTO DI PRECEDENTI STUDI

Si riportano di seguito i progetti delle tratte ferroviarie nazionali a supporto dei quali, nell'ambito dei Piani di Utilizzo, sono stati condotti studi di condizionamento ed eco-tossicologici sito specifici finalizzati alla gestione dei terreni provenienti dallo scavo meccanizzato con additivi in qualità di sottoprodotti:

- ✓ Itinerario Napoli-Bari: Raddoppio della tratta Apice-Orsara. 1° Lotto Funzionale Apice-Hirpinia
- ✓ Itinerario Napoli-Bari: Raddoppio della tratta Apice-Hirpinia-Orsara-Bovino. Tratta Hirpinia-Orsara
- ✓ Itinerario Napoli-Bari: Raddoppio della tratta Apice-Hirpinia-Orsara-Bovino. Tratta Orsara-Bovino
- ✓ Raddoppio della Linea Ferroviaria Messina - Catania, tratta Giampilieri –Fiumefreddo
- ✓ Direttrice Ferroviaria Palermo-Catania-Messina “Nuovo Collegamento Palermo-Catania – Tratta Fiumetorto – Lercara Diramazione (Lotto 1+2) ”
- ✓ Direttrice Ferroviaria Palermo–Catania–Messina, "Nuovo Collegamento Palermo–Catania, tratta Lercara-Dir. - Caltanissetta Xirbi”
- ✓ Direttrice Ferroviaria Palermo-Catania-Messina “Nuovo Collegamento Palermo-Catania – Tratta Nuova tratta Caltanissetta Xirbi – Enna e tratta Enna – Dittaino (Lotto 4A e 4B)”
- ✓ *Cintura di Torino e Connessioni alla Linea Torino - Lione ("Nuova linea Torino - Lione - Tratta Nazionale")*
- ✓ *Tratta A.V. /A.C. Terzo Valico Dei Giovi*
- ✓ *Linea Ferroviaria Milano-Napoli: Nodo di Firenze – Penetrazione urbana linea A.V. Passante AV Firenze*

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 18/64

✓ *Nodo Di Palermo: Raddoppio Palermo C.Le / Brancaccio – Carini Tratta B: Variante Palermo Notarbartolo – La Malfa*

3 APPROCCIO METODOLOGICO UTILIZZATO PER GLI STUDI

Al fine di valutare se il prodotto schiumogeno presente nel terreno, nelle condizioni adottate nelle prove di laboratorio, produca effetti eco-tossicologici significativi, è necessario allestire appositi microcosmi in scala di laboratorio o mesocosmi. L'allestimento della sperimentazione in microcosmi (o mesocosmi) ha lo scopo di simulare la maturazione dei terreni in cantiere (piazzola o vasca) e campionamenti a tempi prefissati (es. 0, 7, 14 giorni) di aliquote di terreno condizionato permettono la valutazione della loro compatibilità ambientale tramite l'applicazione di test ecotossicologici standardizzati. È importante sottolineare che sebbene le procedure di tali biotest siano riportate in linee guida o procedure ufficiali, la loro corretta applicazione in matrici ambientali reali, come il terreno di scavo condizionato, richiede personale altamente specializzato e con significative esperienze nel campo ed in analoghi *Studi Sperimentali*. Infatti, può accadere che la natura granulometrica e mineralogica (es. presenza di argille contenenti montmorillonite) possa influenzare sia le determinazioni chimiche del tensioattivo sia i risultati dei test ecotossicologici. La consolidata esperienza in tale campo permette di ovviare a tali problematiche ottenendo ad esempio (tramite opportune accortezze operative) dei controlli (terreni non trattati) liberi da "false tossicità intrinseche" dovute ad interferenze della matrice stessa.

Più in dettaglio, l'approccio prevede un allestimento di microcosmi o mesocosmi contenenti i terreni selezionati condizionati con gli agenti schiumogeni secondo i parametri definiti dalle prove geotecniche e di condizionamento. Parallelamente devono essere allestiti set sperimentali con il terreno non condizionato da considerare come controllo.

I microcosmi vengono allestiti utilizzando contenitori in vetro con capienza adeguata al contenimento di aliquote di circa 1-2 kg di terreno condizionato o non (controllo) con il prodotto schiumogeno. I microcosmi vengono protetti da un coperchio in vetro non sigillante per evitare da una parte contaminazioni esterne, ma allo stesso tempo tale da consentire l'aerazione e l'evaporazione della fase acquosa, simulando quanto può avvenire in cantiere nel corso della stesa al suolo secondo la normale pratica industriale. Trattandosi usualmente di contenitori senza fondo drenante, non vi è possibilità di perdite di prodotto con la fase acquosa. In tale modo, l'eventuale diminuzione dell'eco-tossicità nel corso della maturazione potrà pertanto essere imputabile esclusivamente a processi degradativi del prodotto additivato. Poiché la temperatura e il contenuto di umidità del terreno sono due parametri fisici

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 19/64

fondamentali per i processi degradativi, essi devono essere monitorati per tutta la durata dell'esperimento. Una stessa molecola può, infatti, seguire velocità degradative differenti in funzione di temperatura e umidità.

Sub-aliquote di terreno sono prelevate da ciascun microcosmo a tempi di maturazione prestabiliti (es. 0, 7, 14 e 28 giorni) per le determinazioni analitiche del tensioattivo anionico **sodio lauril etere solfato (SLES)**, principale componente di tali formulati, e per l'applicazione di biotest specifici su tale matrice. Parallelamente, aliquote di terreno sono prelevate per la preparazione dell'elutriato (estrazione acquosa) sul quale eseguire analisi chimiche e ulteriori test ecotossicologici. L'estrazione acquosa dal terreno (additivato e non), si ottiene mediante agitazione con acqua deionizzata, secondo quanto previsto nella norma CEN 12457-2 (ai sensi del D.M. 05/02/1998 e s.m.i.). In particolare, si porrà a contatto il campione di terreno, di cui è stata preliminarmente determinata l'umidità, con acqua distillata (dieci parti in peso), ivi compresa l'acqua inizialmente presente nel campione da valutare. Il campione viene sottoposto ad agitazione rotante continua per 24 h alla temperatura di 20°C. Successivamente si lascia decantare la sospensione per 15 minuti e quindi si sottopone a centrifugazione per separare la fase liquida da quella solida. Il surnatante, che costituisce l'estratto acquoso, viene raccolto ed utilizzato per effettuare simultaneamente, ove necessario, i test eco-tossicologici su organismi rappresentativi del comparto acquatico e del comparto terrestre. Per quanto riguarda la determinazione analitica dello SLES, in assenza di metodi ufficiali per la sua determinazione nelle matrici solide, si utilizza il metodo per la misura della concentrazione di SLES nel terreno messo a punto e validato dal CNR. Tale metodo si basa sulla combinazione della tecnica di estrazione liquida pressurizzata (PLE) in condizioni di elevata temperatura e pressione e la successiva determinazione del tensioattivo nell'estratto con il metodo ufficiale MBAS (Sostanze attive al Blu di Metilene – APAT-IRSA 5170) parzialmente modificato, in quanto si utilizza come standard di calibrazione il tensioattivo anionico SLES in sostituzione del Sodio Docedil Solfato (SDS), previsto dal metodo stesso (Rauseo et al., 2017)¹.

In riferimento alle tipologie di utilizzo finale delle terre e rocce da scavo, i test eco-tossicologici sono preferibilmente riferiti sia al comparto terrestre che acquatico utilizzando appositi organismi, selezionati

¹ Rauseo J., Ademollo N., Pescatore T., Patrolecco L. (2017). Determinazione di tensioattivi anionici in terreni provenienti dallo scavo sotterraneo mediante Estrazione Liquida Pressurizzata (PLE) e metodo MBAS (Sostanze Attive al Blu di Metilene) modificato. IRSA-CNR Notiziario dei metodi analitici, Vol. 1, 15-22.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 20/64

anche in funzione della tipologia di schiumogeno da adottare per il condizionamento nonché della destinazione d'uso finale dei terreni di scavo.

L'obiettivo della sperimentazione è valutare se i terreni condizionati con i prodotti schiumogeni selezionati e rappresentativi dello scavo, possano produrre un effetto significativo, alle reali concentrazioni di utilizzo, sugli organismi test considerati rispetto agli stessi terreni di controllo non condizionati. Il test per ogni singolo organismo sarà ripetuto ai medesimi tempi di maturazione dei terreni, allo scopo di valutare la variazione degli eventuali effetti rilevati in relazione ai tempi di maturazione dello stesso.

Con tale approccio, pertanto, è possibile verificare il potenziale impatto eco-tossicologico riconducibile alla presenza dei prodotti schiumogeni nei terreni selezionati, e valutare parallelamente la variazione dello stesso in relazione ai tempi di maturazione dei terreni considerati.

3.1 STUDI DI CONDIZIONAMENTO

Preliminarmente agli studi di compatibilità ambientale (impatto eco-tossicologico) viene effettuato un approfondimento riguardo al condizionamento dei terreni e dei litotipi rappresentativi dello scavo delle gallerie in progetto.

Innanzitutto, lo sviluppo di considerazioni circa il condizionamento dei materiali da scavare prevede l'analisi del profilo geotecnico della galleria al fine di individuare il tratto, o i tratti, più rappresentativo ai fini del condizionamento, ad esempio: il tratto prevalente rispetto agli altri per litologia, per il valore di pressione da mantenere al fronte di scavo, caratterizzato da una certa litologia, ecc.

Una volta selezionato il tratto, o i tratti, più rappresentativo si procede:

- ✓ nelle fasi di progettazione preliminari (progetto di fattibilità tecnico economica e progetto definitivo), con il confronto del caso analizzato con le indicazioni di letteratura sul tema, evidenziando eventualmente casi già studiati e sperimentati in precedenza, simili per litologia, caratteristiche geotecniche e tecnologia di scavo.
- ✓ in fase di progettazione esecutiva, effettuando uno studio di condizionamento mediante prove di laboratorio su campioni di terreno prelevati in situ. I campioni devono essere anch'essi rappresentativi del tratto rappresentativo. Dovranno essere previste prove di caratterizzazione dei terreni per definirne le caratteristiche granulometriche, il contenuto naturale di acqua, la massa volumica, i limiti di Atterberg, ecc. Dal confronto delle caratteristiche dei campioni prelevati con quelli del tratto in esame è possibile verificare la reale rappresentatività del terreno

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA PROGETTO DEFINITIVO												
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>21/64</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						21/64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					21/64								

campionato. La rappresentatività dei terreni valutati per lo studio di condizionamento merita un paragrafo dedicato, all'interno della relazione progettuale.

In letteratura esistono indicazioni generali circa la tipologia di condizionamento a seconda delle caratteristiche granulometriche del terreno da scavare. Si riporta in Figura 5 – **Campo di applicazione di una TBM di tipo EPB ed indicazioni generali circa il condizionamento (Thewes 2007)**

un esempio tratto dalle raccomandazioni dell'associazione tedesca delle gallerie "DAUB" (Deutscher Ausschuss für unterirdisches Bauen e. V.), German Tunnelling Committee, facente parte dell'International Tunnelling and Underground Space Association (ITA-AITES): "Recommendations for Face Support Pressure Calculations for Shield Tunnelling in Soft Ground" (2016).

Inoltre, sulla base di cases histories EFNARC, European federation dedicated to specialist construction chemicals and concrete systems, ha pubblicato delle linee guida (2005) nelle quali suggerisce dei possibili range di condizionamento per i parametri: FIR (Foam Injection Ratio), FER (Foam Expansion Ratio) e Cf (Concentration of surfactant agent in water). Per il parametro FIR (che individua la quantità di schiuma da utilizzare in percentuale rispetto al volume di terreno in banco) riporta alcuni valori di riferimento che variano a seconda del tipo di terreno (Tabella 1). Indica anche che il valore di FER dovrebbe essere compreso nell'intervallo 5-30. Sottolinea tuttavia che solo i test in condizioni operative di scavo possono confermare o meno la reale efficacia del prodotto e dei parametri di condizionamento scelti.

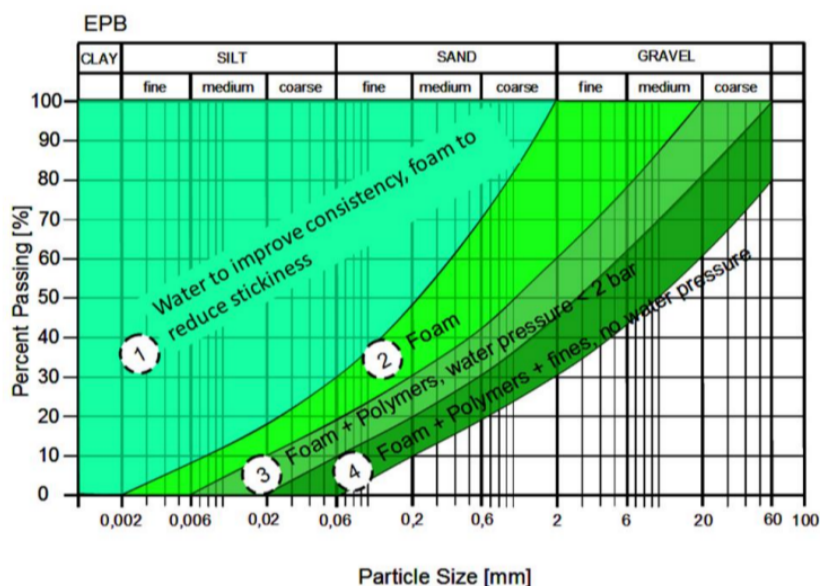


Figura 5 – Campo di applicazione di una TBM di tipo EPB ed indicazioni generali circa il condizionamento (Thewes 2007)

Tabella 1 - FIR indicativi per i diversi tipi di terreno (EFNARC)

Soil	FIR [%]
Clay	30-80
Sandy clay-silt	40-60
Sand clayey silt	20-40
Sand	30-40
Clayey gravels	25-50
Sandy gravels	30-60

Riguardo alle prove di laboratorio su campioni di terreno, ne esistono alcune tipologie che forniscono indicazioni utili a definire il tipo di additivo da utilizzare e le quantità da utilizzare (range di parametri di condizionamento).

Le prove più comunemente in uso sono le seguenti (Merritt 2015, Peila 2011):

- ✓ prova di semivita della schiuma, per verificarne la stabilità nel tempo;
- ✓ slump test per misurare la plasticità e la lavorabilità del terreno condizionato;
- ✓ prove di stabilità nel tempo del terreno condizionato;

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 23/64

- ✓ prove di permeabilità del terreno condizionato;
- ✓ prove di usura con il terreno condizionato;
- ✓ prove di estrazione con la coclea per valutare l'estraibilità del materiale condizionato;
- ✓ prove di adesione del terreno condizionato per misurarne l'adesione rispetto a componenti metallici;
- ✓ prova di spandimento (mortar flow table test) per verificare la plasticità del terreno condizionato;
- ✓ vane test per la determinazione della resistenza al taglio non drenata del terreno condizionato.

In generale, prima dell'avvio dello scavo meccanizzato, le prime tre prove vengono eseguite, le altre vengono selezionate e condotte a seconda delle caratteristiche del terreno, delle condizioni idrogeologiche e di pressione durante lo scavo.

Per eseguire le prove di condizionamento sul terreno è necessario reperire una quantità di campione sufficiente e ciò presenta notevoli difficoltà operative. Per eseguire una semplice campagna di prove di slump su un litotipo con almeno due prodotti sono necessari ca. 150-200 kg già vagliato a ca. 2 cm e, tolti i prelievi per prove geotecniche e chimico-ambientali, ciò corrisponde a ca. 30-40 m di sondaggio. Per prove di estrazione con coclea la quantità necessaria a testare un singolo litotipo con due prodotti può arrivare a ca. 800 kg già vagliati a ca. 2 cm. Si tratta di prelevare un tratto "rappresentativo" per ciascun litotipo di ca. 160-180m con uno o più sondaggi.

È evidente che nelle prime fasi di progettazione lo studio di condizionamento mediante prove in laboratorio presenta criticità evidenti: prima dell'inizio dei lavori non sempre è possibile avere a disposizione sufficienti quantità di materiale per ciascun litotipo, non si hanno a disposizione le aree nelle quali effettuare i sondaggi e meno flessibilità di utilizzo dei mezzi operativi. Inoltre, la scelta progettuale della tecnologia di scavo viene effettuata nella fase finale del processo di progettazione della galleria, pertanto le nuove attività connesse allo studio di condizionamento si aggiungono in coda al processo allungando i tempi della progettazione.

La fase esecutiva è sicuramente quella più idonea nella quale effettuare le prove di condizionamento. poiché, in generale, è la fase ultima di definizione del modello geologico, idrogeologico e geotecnico del progetto; in questa fase si acquisiscono le aree sulle quali possono essere effettuati i sondaggi/campionamenti; si hanno a disposizione i mezzi operativi per realizzarli; viene configurata e progettata la macchina di scavo.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 24/64

Inoltre, in generale, proprio in questa fase subentra l'impresa costruttrice che autonomamente e secondo le proprie competenze e responsabilità effettua lo studio di condizionamento scegliendo i prodotti e le relative quantità di utilizzo che ritiene più idonei allo scavo, tenendo conto anche della presenza sul mercato di prodotti innovativi e verificandone la compatibilità ambientale.

E' opportuno sottolineare comunque che, in fase di scavo, il consumo effettivo di additivo dipende dalle caratteristiche e dalle reali performance della TBM-EPB, dalla capacità degli operatori di macchina e dalle condizioni del terreno realmente incontrate (Merritt 2015). Basti pensare che oggi esistono frese dotate di impianti di condizionamento in grado di iniettare attraverso ugelli diversi più additivi contemporaneamente (acqua libera, schiuma, soluzione con polimero, ecc.) al fronte, in camera di scavo o nella coclea, a seconda delle necessità. La corretta disposizione degli ugelli, la giusta correlazione tra capacità di penetrazione in fase di scavo e portata di additivi, la potenza dell'impianto di compressione dell'aria, ecc. sono strumenti molto efficaci che è opportuno predisporre al fine di ottimizzare il consumo di additivi.

L'iter di definizione della tipologia di prodotti condizionanti e delle relative quantità è, quindi, il seguente:

- ✓ in via preliminare, formulazioni di correlazioni a casi di letteratura e/o a studi di condizionamento già eseguiti;
- ✓ in fase esecutiva, esecuzione di uno studio di condizionamento con prove di laboratorio, su campioni prelevati in situ, per determinare la tipologia di additivi e le relative quantità, dove le prove sono eseguite con gli additivi scelti dal Proponente o dall'Appaltatore.

Lo schema procedurale dello studio di condizionamento è essenzialmente il seguente:

- ✓ individuazione del tratto (o dei tratti) più rappresentativo al fine dello studio di condizionamento
- ✓ analisi preliminare delle caratteristiche del litotipo, o dei litotipi, da studiare e preparazione dei campioni per l'esecuzione delle prove. In questa fase, per una o più litotipi rappresentativi, si esegue un'analisi granulometrica e si determina il contenuto d'acqua naturale ed i limiti di Atterberg dei campioni consegnati presso il laboratorio. Per questa fase è necessario disporre, oltre che dei campioni, anche della caratterizzazione geologica e geotecnica dell'ammasso roccioso di progetto;

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 25/64

- ✓ definizione della campagna di prove sulla base delle caratteristiche geotecniche del tratto da attraversare, prevedendo almeno 5 prove di slump per ogni agente condizionante e pari prove di stabilità nel tempo del terreno condizionato, nonché prove di semivita delle schiume. Questa campagna di prove dovrà definire le caratteristiche dei parametri di condizionamento: FIR e FER. Si ritiene - sulla base delle esperienze pregresse - che siano necessarie fino a 10 prove per ogni agente condizionante. La concentrazione dei prodotti condizionanti sarà definita sulle base delle indicazioni dei produttori;
- ✓ esecuzione del condizionamento, secondo i parametri definiti nel precedente punto, per ogni litotipo al termine della campagna di prove, comprendente 1 campione naturale, X campioni condizionati con X agenti condizionanti e successivo avvio di tali campioni condizionati e non condizionati (tal quali, ovvero vagliati a 2 mm) ai laboratori di eco-tossicologia per le prove di carattere ambientale.

3.2 STUDI DI COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SITO-SPECIFICA

Il **CNR** ha condotto numerosi studi di compatibilità ambientale sito-specifica relativi a diverse tratte ferroviarie utilizzando un approccio ecologico che si è avvalso di studi in microcosmi e mesocosmi che simulano la maturazione del terreno additivato con i prodotti schiumogeni.

In questi studi è stata dimostrata la biodegradabilità delle sostanze principali contenute negli agenti condizionanti e la validità dell'applicazione di test ecotossicologici sulla matrice solida e sul suo estratto acquoso (elutriato) per valutare l'assenza di tossicità nelle terre condizionate. Inoltre, è stato anche dimostrato che alcuni prodotti a parità di "performance" geotecnica sono risultati meno compatibili con l'ambiente poiché hanno mostrato alcune criticità in termini di ecotossicità verso l'ambiente acquatico. Quest'ultimo è risultato il comparto più sensibile alla presenza di concentrazioni residuali di prodotti schiumogeni.

Il tensioattivo anionico **sodio lauril etere solfato**, comunemente denominato **SLES**, è il principale componente presente in tali formulati, in quantità comprese tra il 10 e il 30% del prodotto. Lo SLES è caratterizzato da un elevato peso molecolare e in base alla lunghezza della catena lineare idrocarburica (che varia da 10 a 16 atomi di carbonio) e del numero di gruppi etossilati (in genere 2 o 3) viene indicato con diversi numeri di CAS (Chemical Abstract Service number, è un codice numerico che individua in maniera univoca una sostanza chimica). Ulteriori additivi possono essere presenti in quantità minoritarie

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 26/64

nei prodotti schiumogeni e possono includere polimeri sintetici o naturali, grassi, biocidi, anti-congelanti o pigmenti di varia natura e funzione.

Di seguito vengono riassunti i principali risultati ottenuti in diversi studi sperimentali che sono stati condotti al fine di valutare la compatibilità ambientale sito-specifica di terreni rappresentativi di uno scavo condizionati con prodotti schiumogeni. L'attività, iniziata nel 2014, ha avuto un forte impatto nel migliorare significativamente la scelta di prodotti commerciali meno ecotossici, stimolando le aziende produttrici a formulare nuovi prodotti sempre più eco-compatibili, eliminando dal mercato nazionale i prodotti commerciali di "vecchia generazione".

1) Caratterizzazione ambientale delle terre e rocce prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze

Nell'ambito di tale progetto sono stati considerati inizialmente 5 prodotti schiumogeni: POLYFOAMER ECO 100, MasterRoc SLF41, MasterRoc ACP143, Foamex ECN e il Foamex HSN.

Il prodotto commerciale MasterRoc ACP 143 è stato scartato per motivi geotecnici mentre per gli altri quattro prodotti è stata effettuata una valutazione preliminare del rischio ambientale che ha permesso di individuare i due prodotti più ecocompatibili da testare in una seconda fase in esperimenti di laboratorio. Nello specifico è stata effettuata sia una valutazione preliminare del rischio ecotossicologico dei quattro prodotti commerciali (POLYFOAMER ECO 100, MasterRoc SLF41, Foamex ECN e Foamex HSN), basata sulle principali sostanze contenute nei prodotti stessi, sia una valutazione di ecotossicità intrinseca di tali prodotti determinando per ciascuno una concentrazione di effetto (EC) tossico. Quest'ultima determinazione è stata effettuata esponendo diversi organismi test quali: *Pseudokirchneriella subcapitata* (EC: inibizione della crescita algale, OECD, 2002), *Vibrio Fischeri* (EC: inibizione della bioluminescenza, ISO 11348-3:2007) e *Lepidium Sativum* (EC: germinazione e accrescimento, APAT- RTI CTN_TES 1/2004 e OECD 208) a diverse concentrazioni di prodotto commerciale per un determinato periodo di tempo. Per il prodotto Foamex ECN era stato consigliato dalla ditta produttrice (Lamberti) l'uso di BIOGEL 5000 C (polimero aggiuntivo) contenente solo polimeri naturali e pertanto tale polimero fu considerato solo nella valutazione dell'ecotossicità intrinseca dei prodotti e non nell'analisi di rischio.

La scelta degli schiumogeni POLYFOAMER ECO 100 e MasterRoc SLF41 sui quali proseguire gli approfondimenti è stata effettuata in base alla combinazione dell'idoneità dell'utilizzo di tali prodotti

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 27/64

commerciali per i 2 litotipi rappresentativi del sito di scavo (precedentemente individuati dalle prove geotecniche) e della loro minore ecotossicità intrinseca.

Studi di biodegradazione in microcosmi

Sui 2 prodotti selezionati (POLYFOAMER ECO 100 e MasterRoc SLF41) sono stati effettuati studi in microcosmo utilizzando i 2 litotipi oggetto di studio (nominati terreno 1 e terreno 2) condizionati con i prodotti schiumogeni utilizzando un dosaggio ottimale (espresso come treatment ratio: TR) individuato da precedenti test geotecnici (vedi tabella di seguito).

Tabella 2 - TR utilizzati nei microcosmi per gli studi di biodegradazione, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre.

Prodotto	Terreno 1: argille limose		Terreno 2: ghiaie in matrice limoso-sabbioso-argillosa		SLES prodotto (%)
	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	
MasterRoc SLF 41	0,48	98	0,40	83	20-30
POLYFOAMER ECO 100	1,0	85	0,60	83	10-20

Gli studi in microcosmo hanno dimostrato la biodegradabilità dello SLES con una cinetica di degradazione più veloce nel terreno 1 rispetto al terreno 2. Infatti, i tempi di dimezzamento (DT_{50}) sono risultati essere pari a 6 giorni nel terreno 1 per entrambi i prodotti utilizzati (concentrazione iniziale 85 e 98 mg/kg per POLYFOAMER ECO 100 e MasterRoc SLF41, rispettivamente) e 9 e 8 giorni nel terreno 2 per POLYFOAMER ECO 100 e MasterRoc SLF41, rispettivamente (concentrazione iniziale 83 mg/kg per entrambi i prodotti). A conferma della biodegradabilità dello SLES, dopo 28 giorni il tensioattivo anionico è stato rilevato con una concentrazione residuale (<1% rispetto alla concentrazione iniziale) in entrambe le tipologie di terreno trattate con i due diversi prodotti schiumogeni.

L'aver dimostrato la biodegradabilità del tensioattivo SLES nella matrice ambientale (terreno condizionato proveniente dal sito di scavo) è stato un risultato fondamentale per dimostrare che le terre scavate lasciate maturare nel sito di deposito possono subire una bioattenuazione naturale grazie all'opera di microorganismi ambientali che sono in grado di rimuoverlo.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 28/64

Studi in microcosmi e valutazione dell'ecotossicità a diversi tempi dal condizionamento

Al fine di rispondere a possibili esigenze di cantiere qualora si incontrassero litotipi che richiedessero concertazioni di schiumogeno maggiori di quelle inizialmente individuate nello studio precedente, sono state effettuate ulteriori prove con TR estremi (vedi tabella di seguito). Durante tale sperimentazione sono stati valutati gli effetti ecotossici complessivi degli agenti schiumogeni, polimeri e grassi di stillicidio potenzialmente presenti nel terreno di scavo durante la permanenza in cantiere. Pertanto, i 2 litotipi oggetto di studio sono stati miscelati con i prodotti schiumogeni POLYFOAMER ECO 100 e MasterRoc SLF41 (con TR maggiorati come riportato in tabella di seguito) additivati con i rispettivi polimeri (indicati dalla casa madre) e grassi di stillicidio secondo i parametri di condizionamento (suggeriti dalle ditte produttrici e verificati in laboratorio con prove geotecniche).

Tabella 3 - TR dei prodotti commerciali+ eventuali polimeri e grassi utilizzati nei microcosmi e corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno

Prodotto	Terreno 1: argille limose		Terreno 2: ghiaie in matrice limoso-sabbioso-argillosa	
	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)
MasterRoc SLF41 + Polimero MasterRoc SLP2	2,13 + 0,13	350,2	1,58 +0,088	173,2
POLYFOAMER ECO 100 + Polimero MAPEDRILL XG01	2,25	191,3	1,75 +1,17	97,6

Sebbene il condizionamento dei terreni riguardasse la matrice solida, al fine di simulare il “caso peggiore”, cioè che tutto il terreno condizionato potesse venire in contatto diretto con un corpo idrico, ne è stato misurato il contenuto di SLES e sono stati effettuati dei biotest a tempi prestabiliti utilizzando come organismi bersaglio quattro specie acquatiche ed una specie terrestre.

Nello specifico sono stati effettuati i seguenti test ecotossicologici a tempi prestabiliti sull'estratto acquoso del terreno (elutriato) ottenuto secondo quanto stabilito nel test di cessione CEN 12457-2:2004 (Characterisation of Waste - Leaching - Compliance Test for Leaching of Granular Waste Materials and Sludges. European Committee for Standardization, Brussels), ai sensi del D.M. 05/02/1998 e s.m.i. e prefiltrato con pompa da vuoto su filtri con porosità 0,45 µm per eliminare le particelle sospese seguendo quanto riportato nelle metodiche UNI EN 14735:2005 (Characterization of Waste—preparation of Waste Samples for Ecotoxicity Tests. European Committee for Standardization, Brussels).

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 29/64

Di seguito vengono riportati i test applicati e le relative metodiche standard:

- a) test di inibizione algale su *Pseudokirchneriella subcapitata* (OECD 201),
- b) test di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2007),
- c) test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT- RTI CTN_TES 1/2004),
- d) test di immobilizzazione con *Daphnia magna* (OECD 202; UNI EN ISO 6341:2012)
- e) test di tossicità su embrioni di pesce (FET) *Danio rerio* (OECD 236; ISO 15088:2007).

I risultati dei cinque test ecotossicologici sono stati poi integrati in un indice di batteria mediante un software ufficiale (riportato nel Manuale Ispra 88/2013 "Batterie di saggi ecotossicologici per sedimenti e acque interne") che consente di valutare complessivamente i risultati dei vari test in base alla loro robustezza fornendo valori di rischio e di tossicità ambientale.

Dai test è emerso che il terreno 1 trattato con POLYFOAMER ECO 100 alle concentrazioni iniziali di SLES di 191,3 mg/kg solo dopo 28 giorni di maturazione risultava essere privo di tossicità ambientale; il terreno 2 trattato con lo stesso schiumogeno (SLES:97,6 mg/kg) risultava essere ecocompatibile già dopo 14 giorni. I due terreni trattati con MasterRoc SLF41 erano sempre non conformi (concentrazione iniziale di SLES 350,2 mg/kg nel terreno 1 e 173,2 mg/kg nel terreno 2).

In linea con i risultati dei test ecotossicologici, lo SLES ha mostrato una maggiore persistenza (DT_{50} terreno= 45,8 giorni; DT_{50} elutriato 49 giorni) nel terreno 1 condizionato con MasterRoc SLF41+polimero MasterRoc SLP2 + grassi di lubrificazione rispetto allo stesso terreno condizionato con lo schiumogeno POLYFOAMER ECO 100+grassi, (DT_{50} terreno= 28,6 giorni; DT_{50} elutriato= 23,7 giorni).

Studi in mesocosmi (fusti) per prove geotecniche e di lisciviazione del tensioattivo

Al fine di simulare il processo di stoccaggio dei terreni, prima della loro utilizzazione come sottoprodotti, sono stati allestiti dei mesocosmi (costituiti da fusti di maturazione) contenenti le due tipologie di terreno condizionate con gli agenti schiumogeni POLYFOAMER ECO 100 e MasterRoc SLF41 con aggiunta dei rispettivi polimeri rafforzanti le schiume, come riportato in tabella 2 (microcosmi). A tempi prefissati sono state prelevate dai fusti sub-aliquote di terreno e l'acqua di drenaggio quando presente per effettuare prove geotecniche e determinazioni chimiche (contenuto di SLES).

I risultati ottenuti hanno mostrato che il tensioattivo SLES presente nell'agente schiumogeno POLYFOAMER ECO 100, eventualmente additivato con il polimero rinforzante Mapedrill XG01 (solo terreno 2), diminuiva sensibilmente durante la maturazione di entrambi i terreni e nelle corrispondenti acque di drenaggio. In accordo con quanto emerso dalla sperimentazione in microcosmo, la presenza del polimero nel terreno 2 non ha inibito la degradazione dello SLES che ha mostrato tempi di

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 30/64

dimezzamento simili nei due terreni trattati (DT₅₀ 12,1 giorni per il terreno 1 e 11,3 giorni per il terreno 2). Una maggiore persistenza dello SLES nei terreni trattati con MasterRoc SLF41 additivato del polimero rinforzante della schiuma MasterRoc SLP2 (DT₅₀ 21,4 giorni per il terreno 1 e 19,7 giorni per il terreno 2) è stata confermata anche durante tale sperimentazione.

I risultati di questo studio sono alla base del successivo *Protocollo di caratterizzazione ambientale delle terre e rocce prodotte nella realizzazione del passante AV di Firenze* (Tavolo tecnico ISPRA-CNR-ISS-ARPAT per protocollo finalizzato all'aggiornamento del piano utilizzo terre riferito alla realizzazione del "Passante AV Nodo ferroviario di Firenze" nota MATTM Prot. DVA-2015-0027549 del 03/11/2015).

2) Studio sperimentale per la verifica dell'impatto ecotossicologico di un terreno trattato con prodotti condizionanti, come risultante da scavo meccanizzato con fresa TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance), nell'ambito della realizzazione della Galleria Rivalta – Avigliana della nuova linea ferroviaria Torino – Lione (2017-18)

Nell'ambito di tale studio sono stati considerati inizialmente cinque prodotti schiumogeni: Actisoil 20W; CLBF5 TM; Foamex SNG; MasterRoc SLF30; POLYFOAMER ECO 100; e 1 polimero: LAMGUM 200. Anche in questo caso lo SLES era il principale componente presente in tutti i formulati in quantità comprese tra il 5 e il 30% del prodotto (tabella di seguito).

Tabella 4 - Principali sostanze contenute nei prodotti commerciali, numero di CAS e percentuale di abbondanza di ogni sostanza nel formulato

Prodotto	Sostanza	CAS	Concentrazione (%)
Actisoil 20W	Miscela di alcool (C12-14), etossilato, solfato, sale sodico (AES)	68891-38-3	<10
CLBF5 TM	Miscela di alcool (C12-14), etossilato, solfato, sale sodico (AES)	68891-38-3	5-10
	2-metil-2,4-pentadiolo	107-41-5	5-10
	Mono C10-16 alkyl, solfato sodio	68585-47-7	5-10
	Alcoli, C10-18	85711-71-3	<1
Foamex SNG	Alchil etere solfato di sodio	9004-82-4	10-30
MasterRoc SLF30	Sodium lauryl ether sulfate	68585-34-2	<30 %
POLYFOAMER ECO 100	Miscela di alcool (C12-14), etossilato, solfato, sale sodico (AES)	68891-38-3	10-20
	Dietilenglicol(mono)butiletene	112-34-5	0,25-0,49
Lamgum 200	Polisaccaride naturale	-	-

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 31/64

Sui suddetti prodotti è stata effettuata una valutazione preliminare del rischio ecotossicologico basata sulle principali sostanze contenute nei prodotti stessi e tenendo conto delle relative percentuali di abbondanza. In base a tale valutazione sono stati selezionati i due prodotti schiumogeni risultati potenzialmente meno impattanti per l'ambiente: POLYFOAMER ECO 100 e Actisoil 20W. Su questi ultimi stati effettuati i test geotecnici per stabilire i dosaggi ottimali (TR, L/m³) per ogni schiumogeno per condizionare il litotipo rappresentativo della tratta di scavo. Gli esiti di tali indagini hanno permesso di selezionare 2 valori di TR (minimi e massimi, vedi Tabella 4) rappresentativi delle condizioni estreme che possono verificarsi in fase di scavo.

Tabella 5 - TR (min e max) utilizzati nei microcosmi, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre

Prodotto	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	SLES prodotto (%)
POLYFOAMER ECO 100	min 0,6	26,7	10-20
	max 1,2	79	
Actysoil 20W	min 0,6	55,7	<10
	max 1,2	62,4	

Studi di ecotossicità in microcosmo

Al fine di valutare l'ecotossicità in fase di scavo dei prodotti schiumogeni POLYFOAMER ECO 100 e Actisoil 20W, sono stati allestiti dei microcosmi utilizzando il litotipo proveniente direttamente dal sito di scavo condizionato con i prodotti schiumogeni utilizzando i TR riportati in tabella 3.

A tempi prestabiliti sono state prelevate sub-aliquote di terreno da ciascun microcosmo utilizzate per produrre l'elutriato necessario per l'esecuzione delle prove ecotossicologiche e per la quantificazione dello SLES sia nel terreno che nell'estratto acquoso.

Nello specifico sono stati effettuati i seguenti test ecotossicologici sull'estratto acquoso del terreno (elutriato):

- test di inibizione algale su *Pseudokirchneriella subcapitata* (OECD 201),
- test di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2007),
- test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT- RTI CTN_TES 1/2004),
- test di immobilizzazione con *Daphnia magna* (OECD 202),
- test di tossicità su embrioni di pesce (FET) *Danio rerio* (OECD 236; ISO 15088:2007).

I risultati dei cinque test ecotossicologici sono stati poi integrati in un indice di batteria che ha consentito di valutare complessivamente i risultati dei vari test in base alla loro robustezza fornendo

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 32/64

valori di rischio e di tossicità ambientale. Da tale valutazione è emerso che il terreno condizionato con POLYFOAMER ECO 100 ad entrambi i dosaggi non mostrava tossicità significativa già a partire dal 7° giorno dal condizionamento. Per quanto riguarda il prodotto Actisoil 20W, al dosaggio più basso il terreno non esplicava alcun effetto tossico già al tempo zero mentre al dosaggio più alto (TR=1,2 L/m³) ciò si verificava solamente a partire dal 14° giorno.

In linea con l'esito della valutazione ecotossicologica, i risultati ottenuti dalla determinazione analitica dello SLES presente nei campioni di terreno e di elutriato hanno evidenziato una persistenza piuttosto bassa, ma variabile per i due schiumogeni analizzati.

Nello specifico la degradazione dello SLES nel terreno condizionato con POLYFOAMER ECO 100 non è risultata essere significativamente influenzata dal TR utilizzato. Infatti, i tempi di dimezzamento (DT₅₀) sono risultati essere di circa 9 (TR 0,6 L/m³, concentrazione iniziale 26,7 mg/kg) e 11 (TR=1,2 L/m³, concentrazione iniziale 79,0 mg/kg) giorni nel terreno e di 3 e 4 giorni negli elutriati.

Per quanto riguarda i terreni condizionati con lo schiumogeno Actisoil 20W, i tempi di dimezzamento dello SLES sono risultati dipendere dal TR di utilizzo. Infatti, i DT₅₀ sono risultati essere nel terreno l'uno il doppio dell'altro, ossia 4,9 (TR 0,6 L/m³, concentrazione iniziale 55,7 mg/kg) e 8,2 (TR=1,2 L/m³, concentrazione iniziale 62,4 mg/kg) giorni e di 1 e 3,5 giorni nell'elutriato.

I risultati evidenziano che in taluni casi non è solo la concentrazione del tensioattivo SLES, ma che ci possono essere altri prodotti minoritari presenti nel prodotto commerciale che ne possono influenzare la tossicità.

3) Studio sperimentale per la verifica dell'impatto ecotossicologico di un terreno trattato con prodotti condizionanti, come risultante da scavo meccanizzato con fresa TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance), nell'ambito della realizzazione delle gallerie della tratta Apice – Orsara del Lotto 1 Apice – Irpinia, rientrante nell'intervento di potenziamento della linea ferroviaria Napoli – Bari

Nell'ambito di tale progetto sono stati considerati inizialmente quattro prodotti schiumogeni: Foamex XSC, Foamex AGE, POLYFOAMER ECO 100 Plus, Actisoil 100. Anche in questo caso lo SLES è risultato essere il principale componente presente in tali formulati in quantità comprese tra il 5 e il 35% del prodotto (Tabella 5).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA				
	PROGETTO DEFINITIVO				
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAG. 33/64

Tabella 6 - Principali sostanze contenute nei prodotti commerciali, numero di CAS e percentuale di abbondanza di ogni sostanza nel formulato

Prodotto	Sostanza	CAS	Concentrazione (%)
FOAMEX AGE	Derivato di alchilpoliglucoside	-	25-35%
FOAMEX SXC	Sodium laureth sulfate (SLES)	9004-82-4	10-15
POLYFOAMER ECO/100 PLUS	Sodium laureth sulfate (SLES)	9004-82-4	5-10
ACTISOYL 100	Sodium decyl sulphate	142-87-0	3-25%
	Alcohols, C12-14 (even numbered), ethoxylated < 2.5 EO, sulfates, sodium salts (SLES)	68891-38-3	1-10%
	2-methylpentane-2,4-diol	107-41-5	1-10%
	Alcohols, C12-14	80206-82-2	0,1-10

È stata effettuata una valutazione preliminare del rischio ecotossicologico dei prodotti stessi, basata sulle principali sostanze in essi contenute e tenendo conto delle relative percentuali di abbondanza. Poiché, Actisoyl 100, oltre allo SLES, presenta altri componenti per i quali l'analisi preliminare di rischio ha evidenziato delle potenziali criticità è stato escluso. Sugli altri schiumogeni (POLYFOAMER ECO 100 Plus, Foamex SXC e Foamex AGE) è stato eseguito un test ecotossicologico preliminare attraverso il saggio di tossicità acuta con *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2007). I risultati di tale test hanno permesso di selezionare i due prodotti meno impattanti per l'ambiente: Foamex AGE e POLYFOAMER ECO 100 PLUS sui quali sono stati effettuati test geotecnici per stabilire i dosaggi ottimali (TR, L/m³) da utilizzare per condizionare il litotipo rappresentativo della tratta di scavo (terreno limoso-argilloso costituito da argille siltose-marnose e silt sabbioso). Gli esiti di tali indagini hanno permesso di selezionare 2 valori di TR (minimi e massimi, vedi tabella 6) rappresentativi delle condizioni estreme che possono verificarsi in fase di scavo.

Tabella 7 - TR utilizzati nei microcosmi, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre

Prodotto	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	SLES prodotto (%)
Foamex AGE	1,04	-	0
POLYFOAMER ECO 100 PLUS	1,89	88,2	5-10

Studi di ecotossicità in microcosmo

Sono stati effettuati studi di ecotossicità in microcosmo sui prodotti Foamex AGE e POLYFOAMER ECO 100 PLUS utilizzando il litotipo proveniente dal sito di scavo condizionato con i prodotti schiumogeni utilizzando i TR individuati (tabella 6).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 34/64

A tempi prestabiliti sono state prelevate sub-aliquote di terreno da ciascun microcosmo per produrre l'elutriato necessario per l'esecuzione delle prove ecotossicologiche e per la quantificazione dello SLES sia nel terreno che nell'estratto acquoso.

Nello specifico sono stati effettuati quattro test ecotossicologici sull'estratto acquoso del terreno (elutriato):

- a) test di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2007),
- b) test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT - RTI CTN_TES 1/2004),
- c) test di tossicità su embrioni di pesce (FET) *Danio rerio* (OECD 236; ISO 15088:2007).
- d) test di inibizione della riproduzione del lombrico, *Eisenia foetida* (APAT - RTI CTN_SSC 2/2002)

I risultati dei quattro test ecotossicologici sono stati poi integrati in un indice di batteria che consente di valutare complessivamente i risultati dei vari test in base alla loro robustezza fornendo valori di rischio e di tossicità ambientale.

Da tale valutazione è emerso che sia il terreno (*E. foetida*) che gli elutriati (*V. fischeri*, *L. sativum*, *D. rerio*, *E. foetida*) non sono risultati tossici per gli organismi testati già a partire dal tempo di inizio sperimentazione (t=0 giorni) e per tutta la durata della stessa (t=28 giorni).

4) Studio Sperimentale per la verifica dell'impatto ecotossicologico di un terreno trattato con prodotti condizionanti, come risultante da scavo meccanizzato con fresa TBM, nell'ambito della realizzazione della Galleria del Raddoppio Apice – Hirpinia – Orsara - Bovino, Tratta Hirpinia – Orsara.

Nell'ambito di tale progetto sono stati valutati i possibili effetti ecotossicologici riconducibili alla presenza del prodotto schiumogeno POLYFOAMER ECO 100 PLUS e dell'eventuale additivo anti-clogging Stabilfoam 300 (tabella 7) in due litologie di terreno rappresentative della tratta di scavo (terreno 1: argilloso - Campione AVR e terreno 2 argilloso-sabbioso - Campione TFR).

Tabella 8 - Principali sostanze contenute nei prodotti commerciali, numero di CAS e percentuale di abbondanza di ogni sostanza nel formulato

Prodotto	Sostanza	CAS	Concentrazione (%)
POLYFOAMER ECO/100 PLUS	sodium laureth sulfate (SLES)	9004-82-4	5-10
Stabilfoam 300	miscela di alcool C12-14, etossilati, solfato, sale sodico	68891-38-3	25-50

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 35/64

Anche in questo caso lo SLES è risultato essere il principale componente presente in tali formulati in quantità comprese tra il 5 e il 10% del prodotto. Inoltre, lo SLES è risultato essere il principale componente del polimero Stabilfoam 300 con una percentuale compresa tra il 25 e il 50%.

I test geotecnici effettuati sui prodotti hanno permesso di stabilire i dosaggi ottimali (TR, L/m³, tabella 8) da utilizzare per condizionare i due litotipi rappresentativi della tratta di scavo (terreno 1 e terreno 2).

Tabella 9 - TR utilizzati nei microcosmi, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre

Prodotto	Terreno 1 argilloso (AVR) TR (L/m ³)	Terreno 2 argilloso-sabbioso (TFR) TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	SLES prodotto (%)
POLYFOAMER ECO 100 PLUS + Stabilfoam 300	0.94 + 0.2		105.8	5-10+25-50
POLYFOAMER ECO 100 PLUS		1.26	76.1	5-10

Studi di ecotossicità in microcosmo

I terreni miscelati con lo schiumogeno POLYFOAMER ECO 100 PLUS con (terreno 1) o senza (terreno 2) l'additivo Stabilfoam 300 sono stati utilizzati per eseguire gli esperimenti in scala di laboratorio. A tempi prestabiliti sono state prelevate sub-aliquote di terreno da ciascun microcosmo utilizzate per la produzione dell'elutriato e per la quantificazione dello SLES sia nel terreno che nell'estratto acquoso.

Su entrambe le matrici sono stati eseguiti i seguenti test ecotossicologici:

- test di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2007),
- test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT - RTI CTN_TES 1/2004),
- test di inibizione della riproduzione del lombrico, *Eisenia foetida* (APAT - RTI CTN_SSC 2/2002)
- test di mortalità e inibizione crescita del crostaceo *Heterocypris incongruens* (APAT - RTI CTN_TES 1/2004)

I risultati di tali test (il primo e il secondo eseguiti utilizzando l'estratto acquoso mentre gli altri eseguiti direttamente sul terreno) hanno evidenziato che il terreno 1 (argilloso, campione AVR) condizionato con POLYFOAMER ECO 100 PLUS+Stabilfoam 300 non produceva effetti ecotossicologici evidenti e significativi su tutti gli organismi testati a partire dal 7° giorno di maturazione del terreno. Per quanto riguarda il terreno 2 (argilloso-sabbioso, Campione TFR), condizionato con POLYFOAMER ECO 100 PLUS, non sono stati evidenziati effetti ecotossicologici significativi sugli organismi testati già a partire dal tempo iniziale di condizionamento (t=0 giorni) e per tutta la durata della sperimentazione (28 giorni).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 36/64

Questi risultati sono in linea con la concentrazione iniziale di SLES maggiore nel terreno 1 rispetto al terreno 2.

5) Studio sperimentale per la verifica dell'impatto ecotossicologico di un terreno trattato con prodotti condizionati, come risultante da scavo meccanizzato con fresa TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance), nell'ambito della realizzazione della galleria della tratta Orsara – Bovino, rientrante nell'intervento di potenziamento della linea ferroviaria Napoli – Bari

Nell'ambito di tale progetto sono stati valutati i possibili effetti ecotossicologici riconducibili alla presenza del prodotto schiumogeno POLYFOAMER ECO 100 PLUS e dell'eventuale additivo anti-clogging Stabilfoam 300 (tabella 9) in una litologia di terreno (argille subappennine – Campione ASP) rappresentativa della tratta di scavo.

Tabella 10 - Principali sostanze contenute nei prodotti commerciali, numero di CAS e percentuale di abbondanza di ogni sostanza nel formulato

Prodotto	Sostanza	CAS	Concentrazione (%)
POLYFOAMER ECO/100 PLUS	sodium laureth sulfate (SLES)	9004-82-4	5-10
Stabilfoam 300	miscela di alcool C12-14, etoss., solfatato, sale sodico	68891-38-3	25-50

Come riportato per lo studio precedente, lo SLES era il principale componente presente in tali formulati in quantità comprese tra il 5 e il 10% del prodotto. Inoltre, lo SLES era presente nel polimero Stabilfoam 300 con una percentuale compresa tra il 25 e il 50%.

I test geotecnici effettuati sui prodotti hanno permesso di stabilire i dosaggi ottimali (TR, L/m³, tabella 10) da utilizzare per condizionare il litotipo rappresentativo della tratta di scavo.

Tabella 11 - TR utilizzati nei microcosmi, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre

Prodotto	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	SLES prodotto (%)
POLYFOAMER ECO 100 PLUS + Stabilfoam 300	0.56 + 0.2	69.4	5-10+25-50
POLYFOAMER ECO 100 PLUS	0.56	52.2	5-10

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 37/64

Studi di ecotossicità in microcosmo

I terreni miscelati con lo schiumogeno POLYFOAMER ECO 100 PLUS con o senza l'additivo Stabilfoam 300 sono stati utilizzati per eseguire gli esperimenti in scala di laboratorio. A tempi prestabiliti sono state prelevate sub-aliquote di terreno da ciascun microcosmo utilizzate per la produzione dell'elutriato e per la quantificazione dello SLES sia nel terreno che nell'estratto acquoso.

Su entrambe le matrici sono stati eseguiti i seguenti test ecotossicologici:

- a) test di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2007),
- b) test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT - RTI CTN_TES 1/2004),
- c) test di inibizione della riproduzione del lombrico, *Eisenia foetida* (APAT - RTI CTN_SSC 2/2002)
- d) test di mortalità e inibizione crescita del crostaceo *Heterocypris incongruens* (APAT - RTI CTN_TES 1/2004)

I primi due test ecotossicologici sono stati eseguiti sull'estratto acquoso (elutriato) e gli altri sul terreno: I risultati hanno evidenziato che il terreno (ASP) e l'elutriato prodotto da esso non producevano effetti ecotossicologici significativi già a partire dall' inizio della sperimentazione (t=0 giorni) e per tutta la durata della stessa (28 giorni) sia nel caso del terreno condizionato con POLYFOAMER ECO 100 PLUS che con POLYFOAMER ECO 100 PLUS + Stabilfoam 300.

6) Studio sperimentale per la verifica dell'impatto ecotossicologico di un terreno trattato con prodotti condizionanti, come risultante da scavo meccanizzato con fresa TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance), nell'ambito della realizzazione della galleria della Direttrice Ferroviaria Palermo-Catania-Messina, nuovo collegamento Palermo-Catania, tratta Caltanissetta Xirbi – Enna e tratta Enna – Dittaino (2019-2020)

Nell'ambito di tale progetto sono stati considerati inizialmente cinque prodotti schiumogeni: MasterRoc SLF 32, CLB F5/AC, Foamex SNG-AC, POLYFOAMER ECO 100 PLUS da utilizzare con il polimero (additivo anticlogging) Stabilfoam 300 e Actisoil 100 con aggiunta di polimero ACTI+ CC.

Lo SLES era il principale componente presente negli schiumogeni in quantità comprese tra il 3 e il 25 % del prodotto. Inoltre, lo SLES è risultato essere il principale componente del polimero Stabilfoam 300 con una percentuale compresa tra il 25 e il 50%. Su tali prodotti sono state effettuate delle prove geotecniche che hanno permesso la scelta dei parametri di condizionamento ottimali per il terreno oggetto di studio con le diverse tipologie di schiumogeno (incluso il TR, L/m³), sulla base della mineralogia del campione e

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 38/64

della omogeneità dello stesso. A valle dei risultati di tali prove si è deciso di escludere il prodotto Actisoyl 100 dalla successiva sperimentazione in base sia all'elevato valore di TR ottimale che a considerazioni prettamente ambientali dettate dalla presenza di componenti minoritari potenzialmente dannosi presenti nel corrispondente polimero (ACTI+CC), tabella 11.

Tabella 12 - Principali sostanze contenute nei prodotti commerciali, numero di CAS e percentuale di abbondanza di ogni sostanza nel formulato

Prodotto	Sostanza	CAS	Concentrazione (%)
MasterRoc SLF 32	Alcohols, C12-14, ethoxylated, sulfates, sodium salts (> 1 < 2.5 mol EO)	68891-38-3	10 - 20
CLB F5/AC	2-metil-2, 4-pentandiolo,	107-41-5	5-10
	Alcool C12-C14 éthoxylés sulfatés, sel de sodium,	68891-38-3	5-10
	Mono-C10-1 6-alkyl, Solfato di sodio	68585-47-7	5-10
	Alcoli, C10-18	85711-71-3	< 1
Foamex SNG-AC	Sodio alchiletero solfato	9004-82-4	7-10
POLYFOAMER ECO/100 PLUS	sodium laureth sulfate (SLES)	9004-82-4	5-10
Stabilfoam 300	miscela di alcool C12-14, etoss., solfato, sale sodico	68891-38-3	25-50

È stato inoltre deciso di utilizzare per la successiva sperimentazione di compatibilità ambientale, gli altri 4 schiumogeni con il più elevato dosaggio (TR, L/m³) possibile tra quelli ottimali in via precauzionale per la protezione ambientale.

Studi in microcosmo per gli studi di ecotossicità

Al fine di valutare l'ecotossicità in fase di scavo dei prodotti schiumogeni MasterRoc SLF 32, CLB F5/AC, Foamex SNG-AC, POLYFOAMER ECO 100 PLUS+Stabilfoam 300, sono stati allestiti dei microcosmi utilizzando il litotipo proveniente direttamente dal sito di scavo (TVR) condizionato con i prodotti schiumogeni utilizzando i TR riportati nella seguente tabella.

Tabella 13 - TR utilizzati nei microcosmi, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre

Prodotto	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	SLES prodotto+ polimero (%)
MasterRoc SLF 32	1,48	122,5	10-20
CLB F5/AC	1,82	92,9	5-10
Foamex SNG-AC	2,08	64,1	7-10
POLYFOAMER ECO 100 PLUS+Stabilfoam 300	1,60+0,38	153,3	5-10+25-50

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 39/64

A tempi prestabiliti sono state prelevate sub-aliquote di terreno da ciascun microcosmo utilizzate per la produzione dell'elutriato e per la quantificazione dello SLES sia nel terreno che nell'estratto acquoso.

Su entrambe le matrici sono stati eseguiti i seguenti test ecotossicologici:

- a) saggio acuto e subcronico su *Heterocypris incongruens* (ISO 14371:2012),
- b) test di screening e di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (UNI EN ISO 11348-3:2019),
- c) test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT- RTI CTN_TES 1/2004),

I risultati dei tre test ecotossicologici effettuati (il primo utilizzando il terreno e gli altri utilizzando l'estratto acquoso) hanno evidenziato che il terreno condizionato con i 4 prodotti schiumogeni oggetto di studio (POLYFOAMER ECO 100 PLUS+ Stabilfoam 300, CLB F5/AC, Foamex SNG-AC, MasterRoc SLF 32) non produceva effetti ecotossicologici acuti evidenti e significativi sugli organismi testati già a partire dal tempo iniziale di condizionamento (t=0 giorni).

I risultati ottenuti dalla determinazione analitica dello SLES presente nei campioni di terreno e di elutriato hanno evidenziato una persistenza piuttosto bassa del tensioattivo. Sebbene nel terreno condizionato con POLYFOAMER ECO 100 PLUS + Stabilfoam 300 e nel corrispondente elutriato sia stata rilevata una concentrazione maggiore di SLES all'inizio dell'esperimento (153,3 mg/kg e 2,0 mg/L, rispettivamente) questa è risultata essere di non effetto sugli organismi test. Nello specifico lo SLES rilevato negli elutriati derivanti dai terreni condizionati con gli altri schiumogeni risultava essere sempre minore di 1 mg/L.

7) Studio sperimentale per la verifica dell'impatto ecotossicologico di un terreno trattato con prodotti condizionati, come risultante da scavo meccanizzato con fresa TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance), nell'ambito della realizzazione della galleria della Direttrice Ferroviaria Palermo–Catania–Messina, nuovo Collegamento Palermo–Catania, tratta Fiumetorto-Lercara Dir. (2019)

Nell'ambito di tale progetto sono stati considerati inizialmente cinque prodotti schiumogeni: Actisoyl 20W, Foamex SNG-AC, MasterRoc SLF 32, CLB F5/L, POLYFOAMER ECO 100 PLUS. Lo SLES era il principale componente presente negli schiumogeni in quantità comprese tra il 3 e il 25 % del prodotto. Inoltre, lo SLES è risultato essere il principale componente del polimero Stabilfoam 300 con una percentuale compresa tra il 25 e il 50%.

Su tali prodotti sono state effettuate delle prove geotecniche per la verifica dei quantitativi (incluso il TR, L/m³) di ciascuno dei cinque agenti schiumogeni necessari per l'ottenimento dei parametri di

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 40/64

condizionamento ottimale sulla base della mineralogia del litotipo proveniente dallo scavo (FYN5) e della sua omogeneità.

A valle dei risultati di tali prove si è deciso di escludere il prodotto Actisoyl 20W dalla successiva sperimentazione in base sia all'elevato valore di TR ottimale che a considerazioni prettamente ambientali dettate dalla presenza di componenti minoritari potenzialmente dannosi per l'ambiente presenti in tale formulato.

È stato inoltre deciso di utilizzare per la successiva sperimentazione di compatibilità ambientale, gli altri 4 schiumogeni (Foamex SNG-AC, MasterRoc SLF 32, CLB F5/L, POLYFOAMER ECO 100 PLUS) con il più elevato dosaggio (TR, L/m³) possibile tra quelli ottimali in via precauzionale per la protezione ambientale.

Nella tabella seguente le sostanze contenute nei diversi prodotti.

Tabella 14 - Principali sostanze contenute nei prodotti commerciali, numero di CAS e percentuale di abbondanza di ogni sostanza nel formulato

Prodotto	Sostanza	CAS	Concentrazione (%)
MasterRoc SLF 32	Alcohols, C12-14, ethoxylated, sulfates, sodium salts (> 1 < 2.5 mol EO)	68891-38-3	10 - 20
CLB F5/L	2-metil-2, 4-pentandiolo	107-41-5	3-5
	Alcool C12-C14 éthoxylés sulfatés, sel de sodium	68891-38-3	3-5
	Mono-C10-1 6-alkyl, Solfato di sodio	68585-47-7	3-5
	Alcoli, C10-18	85711-71-3	< 1
Foamex SNG-AC	Sodio alchilettere solfato	9004-82-4	7-10
POLYFOAMER ECO/100 PLUS	sodium laureth sulfate (SLES)	9004-82-4	5-10

Studi in microcosmo per gli studi di ecotossicità

Al fine di valutare l'ecotossicità in fase di scavo dei prodotti schiumogeni MasterRoc SLF 32, CLB F5/L, Foamex SNG-AC, POLYFOAMER ECO 100 PLUS, sono stati allestiti dei microcosmi utilizzando il litotipo proveniente direttamente dal sito di scavo (FYN5) condizionato con i prodotti schiumogeni utilizzando i TR riportati nella seguente tabella.

Tabella 15 - TR utilizzati nei microcosmi, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre

Prodotto	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	SLES prodotto+ polimero (%)
MasterRoc SLF 32	0,36	45,9	10-20
CLB F5/L	0,87	35,8	3-5
Foamex SNG-AC	0,55	28,7	7-10
POLYFOAMER ECO 100 PLUS	0,62	40,1	5-10

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 41/64

A tempi prestabiliti sono state prelevate sub-aliquote di terreno da ciascun microcosmo utilizzate per la produzione dell'elutriato e per la quantificazione dello SLES sia nel terreno che nell'estratto acquoso.

Su entrambe le matrici sono stati eseguiti i seguenti test ecotossicologici:

- a) saggio acuto e subcronico su *Heterocypris incongruens* (ISO 14371:2012),
- b) test di screening e di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2019),
- c) test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT- RTI CTN_TES 1/2004),

I risultati dei tre test ecotossicologici effettuati (il primo utilizzando il terreno e gli altri utilizzando l'estratto acquoso) hanno evidenziato che il terreno condizionato con i 4 prodotti schiumogeni oggetto di studio (MasterRoc SLF 32, CLB F5/L, Foamex SNG-AC, POLYFOAMER ECO 100 PLUS) non produceva effetti ecotossicologici acuti evidenti e significativi sugli organismi testati già a partire dal tempo iniziale di condizionamento (t=0 giorni).

I risultati ottenuti dalla determinazione analitica dello SLES presente nei campioni di terreno e di elutriato hanno evidenziato una persistenza piuttosto bassa del tensioattivo sia nei campioni di terreno che di elutriato. In quest'ultimo la concentrazione di SLES è risultata essere sempre inferiore ad 1 mg/L.

8) Studio sperimentale per la verifica dell'impatto ecotossicologico di un terreno trattato con prodotti condizionati, come risultante da scavo meccanizzato con fresa TBM (Tunnel Boring Machine) di tipo EPB (Earth Pressure Balance), nell'ambito della realizzazione della galleria della Direttrice Ferroviaria Palermo-Catania-Messina, nuovo Collegamento Palermo-Catania, tratta Lercara-Dir. - Caltanissetta Xirbi Tratta Lercara-Dir. - Caltanissetta Xirbi (2019-2020)

Nell'ambito di tale progetto sono stati considerati i prodotti schiumogeni: MasterRoc SLF 32 con o senza polimero MasterRoc ACP 214, POLYFOAMER ECO 100 PLUS con o senza polimero Stabilfoam 300, Foamex SNG-AC con o senza polimero Lamsperser L/72, CLB F5/AC, Actisoil 200.

Lo SLES era il principale componente presente negli schiumogeni in quantità comprese tra il 3 e il 25 % del prodotto. Su tali prodotti sono state effettuate delle prove geotecniche per la verifica dei quantitativi (incluso il TR, L/m³) di ciascuno dei cinque agenti schiumogeni necessari per l'ottenimento dei parametri di condizionamento ottimale sulla base della mineralogia del litotipo proveniente dallo scavo e della sua omogeneità. A valle dei risultati di tali prove si è deciso di escludere il prodotto Actisoil 200 dalla successiva sperimentazione in base sia all'elevato valore di TR ottimale che a considerazioni prettamente ambientali dettate dalla presenza di componenti minoritari potenzialmente dannosi per

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 42/64

l'ambiente presenti in tale formulato. I quattro prodotti da testare negli studi di ecotossicità in microcosmo erano: MasterRoc SLF 32; POLYFOAMER ECO 100 PLUS insieme al polimero Stabilfoam 300; Foamex SNG-AC insieme al polimero Lamsperse L/72; CLB F5/AC (tabella 15).

Tabella 16 - Principali sostanze contenute nei prodotti commerciali, numero di CAS e percentuale di abbondanza di ogni sostanza nel formulato

Prodotto	Sostanza	CAS	Concentrazione (%)
MasterRoc SLF 32	Alcohols, C12-14, ethoxylated, sulfates, sodium salts (> 1 < 2.5 mol EO)	68891-38-3	10 - 20
Foamex SNG-AC	Sodio alchilettere solfato	9004-82-4	7-10
Lamsperse L/72 (polimero da utilizzare con Foamex SNG-AC)	Policarbossilato di sodio in soluzione acquosa	-	-
POLYFOAMER ECO/100 PLUS	sodium laureth sulfate (SLES)	9004-82-4	5-10
Stabilfoam 300 (polimero da utilizzare insieme a POLYFOAMER ECO 100)	miscela di alcool C12-14, etoss., solfato, sale sodico	68891-38-3	25-50

È stato inoltre deciso di utilizzare tali schiumogeni per la successiva sperimentazione di compatibilità ambientale utilizzando il più elevato dosaggio (TR, L/m³) possibile tra quelli ottimali in via precauzionale per la protezione ambientale.

Studi in microcosmo per gli studi di ecotossicità

Al fine di valutare l'ecotossicità in fase di scavo dei prodotti MasterRoc SLF 32; POLYFOAMER ECO 100 PLUS insieme al polimero Stabilfoam 300; Foamex SNG-AC insieme al polimero Lamsperse L/72; CLB F5/AC, sono stati allestiti dei microcosmi utilizzando il litotipo proveniente direttamente dal sito di scavo condizionato con i prodotti schiumogeni utilizzando i TR riportati nella seguente tabella.

Tabella 17 - TR utilizzati nei microcosmi, corrispondenti concentrazioni di SLES nel terreno e percentuali di SLES nel prodotto schiumogeno indicati dalla casa madre

Prodotto	TR (L/m ³)	SLES (mg/kg)	SLES prodotto+ polimero (%)
MasterRoc SLF 32	0,95	87,3	10-20
CLB F5/AC	1,3	128,9	5-10
Foamex SNG-AC+Lamsperse L/72	1,94+0,45	68,6	7-10
POLYFOAMER ECO 100 PLUS+ STABILFOAM 300	0,98+0,27	72,4	5-10+25-50

A tempi prestabiliti sono state prelevate sub-aliquote di terreno da ciascun microcosmo utilizzate per la produzione dell'elutriato e per la quantificazione dello SLES sia nel terreno che nell'estratto acquoso.

Su entrambe le matrici sono stati eseguiti i seguenti test ecotossicologici:

- saggio acuto e subcronico su *Heterocypris incongruens* (ISO 14371:2012),

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 43/64

b) test di screening e di ecotossicità acuta su *Vibrio fischeri* (ISO 11348-3:2019),

c) test di germinazione con *Lepidium sativum* (APAT- RTI CTN_TES 1/2004),

I risultati dei tre test ecotossicologici effettuati (il primo utilizzando il terreno e gli altri utilizzando l'estratto acquoso) hanno evidenziato che il terreno condizionato con i 4 prodotti schiumogeni e polimeri oggetto di studio non produceva effetti ecotossicologici acuti evidenti e significativi sugli organismi testati già a partire dal tempo iniziale di condizionamento (t=0 giorni).

I risultati ottenuti dalla determinazione analitica dello SLES presente nei campioni di terreno e di elutriato hanno evidenziato una persistenza piuttosto bassa del tensioattivo sia nei campioni di terreno che di elutriato.

3.3 PRODOTTI CONDIZIONANTI PER LO SCAVO CON TBM DI TIPO EPB

L'avanzamento con TBM di tipo EPB avviene con la camera di scavo costantemente e completamente piena del materiale estratto ed il "condizionamento" dei terreni in camera di scavo riveste un ruolo di primaria importanza.

L'utilizzo di additivi è uno dei fattori fondamentali che consente il buon funzionamento della macchina TBM-EPB, per contro il loro impiego deve essere valutato attentamente in termini ambientali affinché il riutilizzo successivo delle terre scavate condizionate sia possibile senza creare impatti negativi sull'ambiente e sulla salute dell'uomo.

Il condizionamento deve quindi soddisfare entrambi i requisiti: deve essere ampiamente sufficiente a consentire il processo di scavo ma non tale da creare difficoltà nel riutilizzo delle terre nel rispetto dell'ambiente e dell'uomo

È bene sottolineare a questo proposito che negli ultimi sette anni in Italia sono stati condotti numerosi studi di condizionamento su decine di litotipi interessati dallo scavo meccanizzato con TBM di tipo EPB e per tutti sono stati individuati tipologie di prodotti e quantitativi di utilizzo tali da consentire lo scavo con tale tecnologia e tali da generare terreni condizionati compatibili dal punto di vista ambientale. Gli studi eco-tossicologici eseguiti, infatti, hanno ampiamente dimostrato la compatibilità degli additivi testati e miscelati con i materiali di scavo in questione con gli ambienti naturali e vitali interferiti.

In generale, il condizionamento dei terreni avviene con l'aggiunta di additivi al fronte, in camera di lavoro e nella coclea.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 44/64



Figura 6 – TBM – EPB, ugelli al fronte per il condizionamento

Numerosi sono i vantaggi associati all'utilizzo di additivi, tutti di pari importanza, quali:

- ✓ migliorare la stabilità del fronte di scavo, conferendo plasticità ed uniformità al terreno scavato;
- ✓ ridurre l'angolo d'attrito interno e, quindi, la coppia necessaria alla testa fresante in fase di avanzamento;
- ✓ migliorare la fluidità del terreno e la relativa estrazione attraverso la coclea;
- ✓ ridurre l'abrasività del terreno e minimizzare l'usura dei taglienti e della testa;
- ✓ ridurre la permeabilità del materiale scavato e, quindi, l'eventuale ingresso incontrollato d'acqua in galleria;
- ✓ evitare possibili effetti di bloccaggio della testa a causa di materiale plastico;
- ✓ facilitare il trasporto all'esterno delle terre scavate.

Gli additivi più comuni utilizzati per il condizionamento sono: acqua libera, schiume composte da aria e da una soluzione in acqua di agente schiumogeno, a cui può essere aggiunto o meno un polimero, soluzioni di acqua e polimero.

L'impiego di slurry bentoniche può essere efficace nel caso di terreno grossolano con scarsa presenza di materiale fine. Ma è possibile ottenere risultati analoghi con polimeri che hanno la caratteristica di interagire con l'acqua formando lunghe catene di molecole, creando così una miscela in grado di compensare la scarsa presenza di fine e di aiutare il mantenimento in sospensione dei grani di terreno più grandi (Shinouda et al. 2013).

La schiuma impiegata è formata da bolle di aria disperse in una fase liquida (soluzione schiumogena) costituita da una soluzione di acqua e di prodotto schiumogeno. I prodotti schiumogeni sono forniti dalle case produttrici e vengono normalmente utilizzati ad una concentrazione in soluzione (Cf) pari a ca. il

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 45/64

2%, variabile comunque all'interno del range consigliato per ciascun prodotto dal rispettivo produttore, da un minimo pari allo 0.5% ad un massimo pari al 6%.

I prodotti schiumogeni sono dei preparati (composti chimici) costituiti a loro volta da una soluzione a base di acqua, da tensioattivi e da altre sostanze chimiche. Per motivi industriali la formula chimica dei prodotti non è nota, ma ne determina le caratteristiche di interazione con l'acqua ed il suolo, conferendo alla schiuma proprietà specifiche.

Così come indicato nelle schede di sicurezza, la maggior parte dei prodotti utilizzati contengono tensioattivi di tipo anionico con percentuali variabili, comprese in genere tra il 5% ed il 20%. I tensioattivi contenuti in questi prodotti sono sostanze dotate di proprietà schiumogene che vengono usate in diverse applicazioni industriali: non solo per il condizionamento dei terreni ma anche come detersivi nelle attività domestiche (detersivi, shampo, bagnoschiuma, ecc.) (Langmaack and Feng 2015).

I prodotti schiumogeni in commercio sono numerosi ed, oltre alla differenza di concentrazione e tipologia di tensioattivi, si differenziano tra loro per le altre sostanze chimiche presenti che variano a seconda del tipo di terreno da condizionare. Alcuni prodotti schiumogeni contengono infatti anche polimeri anticlogging o adsorbenti o di altra tipologia, a seconda dei casi.

Posto tutto quanto riportato sopra, si fa infine presente che nel caso di scavo in meccanizzato la pasta di tenuta e il lubrificante non si ritiene debbano essere ricondotti a prodotti condizionanti da sottoporre a valutazioni di compatibilità ambientale ed eco-tossicologica. La pasta di tenuta, infatti, è un grasso che serve a lubrificare le spazzole ed isolare idraulicamente il gap anulare all'interno della macchina di scavo; tale sostanza può essere rilasciata sull'estradosso del concio in fase di avanzamento della fresa e rimanendo comunque compreso tra la malta iniettata per intasare l'intercapedine lasciata libera dal passaggio dello scudo, e l'estradosso del concio stesso, all'interno della macchina di scavo, senza pertanto entrare a contatto con i terreni scavati. Relativamente al lubrificante, invece, il cui utilizzo è connesso all'oliatura degli ingranaggi della testa fresante, è stato effettuato uno specifico studio sul Passante di Firenze i cui esiti hanno dimostrato che tale sostanza non produce effetti tossicologici.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 46/64

4 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GRANULOMETRICHE DEI TERRENI DA CONDIZIONARE PER LO SCAVO CON TBM DI TIPO EPB

4.1 SCAVO CON TBM – EPB CON CAMERA PIENA ED IN PRESSIONE

Il progetto prevede lo scavo con TBM in modalità EPB con camera piena ed in pressione laddove la galleria attraversa tratti a comportamento instabile e tratti a basse coperture con interferenze in superficie, caratterizzati da:

- per la galleria Castellari, l'unità geotecnica 2, corrispondente alle alluvioni prevalentemente coesive, l'unità geotecnica 3, corrispondente alle alluvioni prevalentemente incoerenti, e le Argille di Ortovero (ORV-a) su cui esse poggiano: da pk 75+050 fino allo sbocco lato Andora, pk 76+177 ca.
- per la galleria Croce, le formazioni plioceniche delle Argille di Ortovero (ORV-a) e dei Conglomerati di Monte Villa (CMV) e le unità geotecniche 2 e 3, da pk 80+920 ca. sino allo sbocco lato Andora, pk 82+216.35.
- galleria Alassio, il membro argilloso delle quarziti di Monte Bignone (QMB-as), le peliti di Ranzo (RAN), peliti di Moglio (MOG), la formazione di Testico (TES) a basse coperture, con in calotta l'unità geotecnica 3, e zone tettonizzate/molto alterate di ammassi rocciosi, per ca. il 10% del tracciato complessivamente.

Nei restanti tratti la galleria sarà scavata con TBM-EPB in modalità aperta e con TBM configurata per lo scavo in roccia, nei tratti a comportamento stabile.

Per informazioni di maggiore dettaglio e per le caratteristiche granulometriche e le proprietà indice dei litotipi attraversati si rimanda ai contenuti dei seguenti elaborati:

- ✓ Relazione tecnica e di calcolo della galleria naturale Castellari, cfr. IV0I00D07CLGN0300001A, ed al Profilo geotecnico-geomeccanico, cfr. IV0I00D07F6GN0300001B
- ✓ Relazione tecnica e di calcolo della galleria naturale Croce, cfr. IV0I00D07CLGN0500001A, ed al Profilo geotecnico-geomeccanico, cfr. IV0I00D07F6GN0500001B
- ✓ Relazione tecnica e di calcolo della galleria naturale Castellari, cfr. IV0I00D07CLGN0600001A, ed al Profilo geotecnico-geomeccanico, cfr. IV0I00D07F6GN0600001B, IV0I00D07F6GN0600002B

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA				
	PROGETTO DEFINITIVO				
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV. PAG. 47/64

4.2 CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEI TERRENI E DELLE ROCCE

Sulla base dei contenuti degli elaborati sopra elencati, si riporta a seguire la tabella riassuntiva delle frazioni granulometriche medie principali delle formazioni per le quali è stato possibile elaborare le curve granulometriche.

	G	S	L	A	Descrizione
	%	%	%	%	
unità 2	35	31	27	7	Ghiaia con sabbia e limo debolmente argillosa
unità 3	7	24	53	16	Limo sabbioso argilloso debolmente ghiaioso
CMVi	11	28	43	18	Limo con sabbia argilloso debolmente ghiaioso
ORV	3	20	66	11	Limo sabbioso debolmente argilloso

E' stata effettuata un'analisi circa la compatibilità di questi terreni riguardo ad uno scavo con TBM di tipo EPB per verificare le modalità di condizionamento così come suggerite dalla letteratura scientifica sul tema (Thewes 2007).

I grafici riportati in Figura 8 mostrano come questi terreni ricadano nel campo di applicabilità di una TBM di tipo EPB con condizionamento ipotizzabile mediante l'impiego di schiume anticlogging e l'aggiunta di acqua libera per ridurre la consistenza (caso 1) o di sola schiuma (caso 2).

Al caso 1 sono riconducibili l'unità geotecnica 3 e le formazioni di Ortovero e di Monte Villa, al caso 2, l'unità geotecnica 2.

Le unità geotecniche 2 e 3 sono costituite da depositi alluvionali che ne caratterizzano l'eterogeneità granulometrica. Durante il relativo attraversamento, è plausibile ipotizzare che il fronte di scavo sia caratterizzato, comunque da granulometrie intermedie.

Come evidenziato in Figura 8, il rischio clogging per tali formazioni è da considerarsi medio o basso.

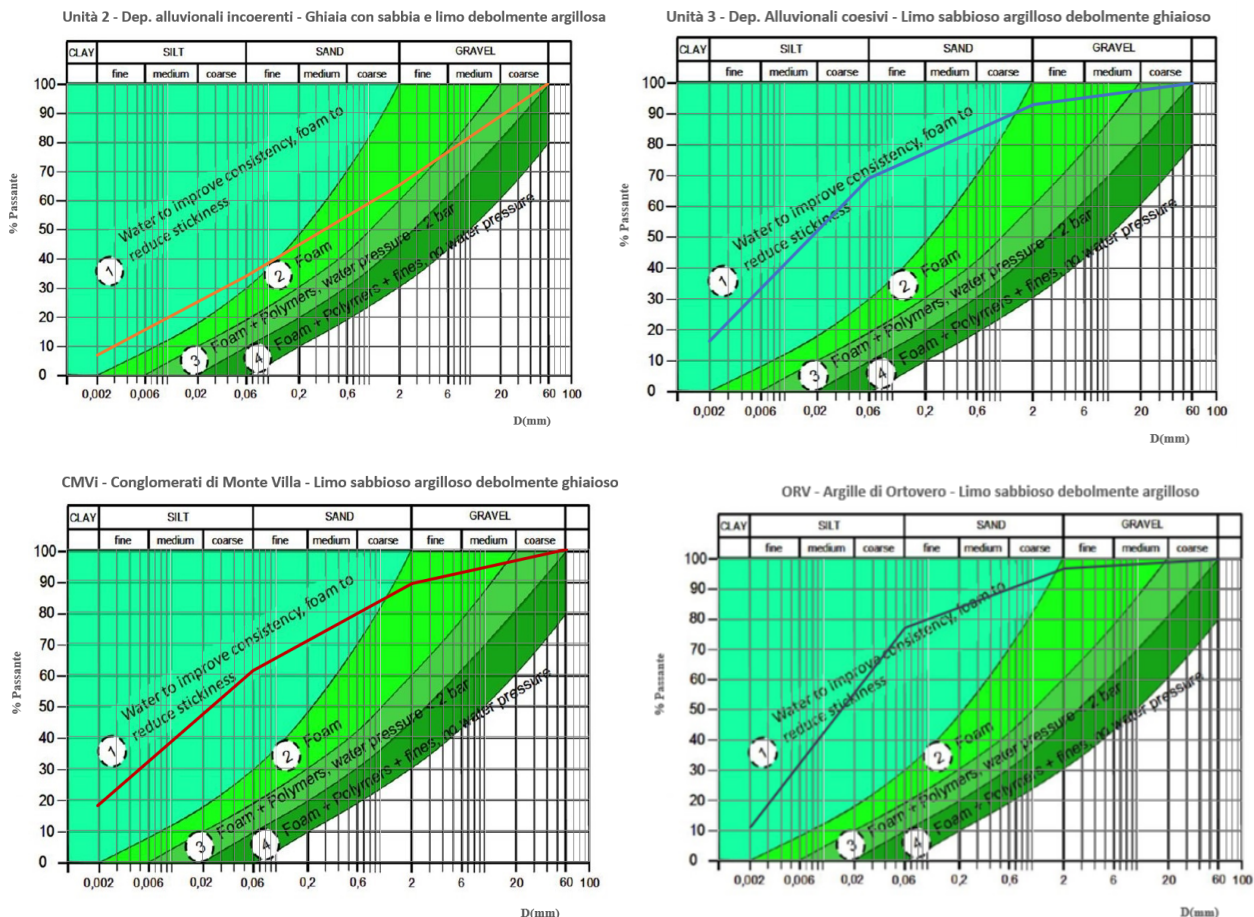


Figura 7 – Compatibilità delle unità geotecniche 2 e 3, della formazione di Ortovero e dei conglomerato di Monte Villa attraversati con TBM – EPB ed indicazioni circa il condizionamento, (Thewes, 2007)

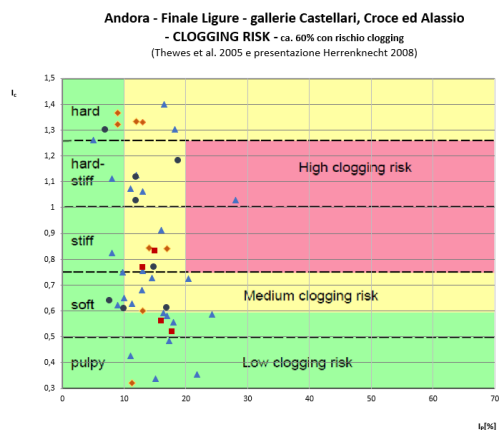


Figura 8 – Potenziale rischio clogging

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA PROGETTO DEFINITIVO												
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>49/64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						49/64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					49/64								

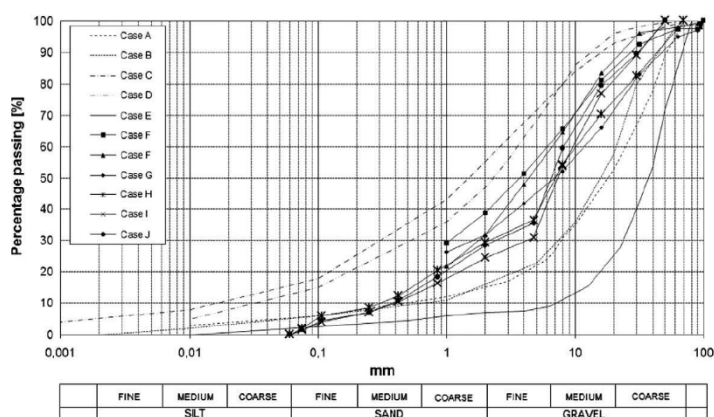
Le formazioni scavate in modalità EPB con camera piena ed in pressione rientrano tra quelle già studiate in precedenti sperimentazioni e ad esse si fa riferimento per considerazioni di tipo ambientale.

4.3 SCAVO CON TBM – EPB IN MODALITÀ APERTA E SCAVO CON TBM IN ROCCIA

Per lo scavo con TBM – EPB in modalità aperta, l'utilizzo degli additivi (acqua e agenti schiumogeni) ha la funzione di diminuire principalmente l'usura della testa, degli utensili di taglio e della coclea e di rendere il materiale scavato sufficientemente plastico da poter essere estratto con coclea. Tali additivi vengono utilizzati a basse concentrazioni, in soluzione con l'acqua, con dosaggi pari a ca. 1l/m³.

Nel caso di scavo in roccia, con TBM configurata da roccia, il sistema di scavo prevede la frantumazione della roccia al fronte con i taglienti presenti sulla testa. Il materiale scavato cade sul nastro trasportatore che provvede a trasportarlo all'esterno. In fase di scavo, l'additivo normalmente utilizzato è l'acqua che serve a minimizzare i fenomeni di usura della testa, degli utensili di scavo e delle parti meccaniche, in generale. Qualora vi siano condizioni critiche di scavo, legate a condizioni di usura, oltre all'impiego di getti di acqua può essere previsto l'utilizzo di ulteriori additivi, quali agenti schiumogeni e/o polimeri. Tali additivi hanno una funzione manutentiva delle parti meccaniche della macchina ed anche in questo caso vengono utilizzati a basse concentrazioni in soluzione con l'acqua con dosaggi inferiori a ca. 1l/m³.

In tutti e due i casi, scavo con TBM – EPB in modalità aperta e scavo con TBM da roccia, atteso che la granulometria del materiale scavato dipende da numerosi fattori, quali il diametro di scavo, la configurazione ed il numero dei cutter, le aperture della testa di scavo, la potenza installata e la spinta esercitata, le condizioni geologiche e geomeccaniche della roccia, ecc., la letteratura tecnica sul tema fornisce indicazioni circa la possibile distribuzione granulometrica del materiale scavato con TBM da roccia, vedi Figura 9 e Figura 10.



Grain size distributions in muck produced by rock TBMs reported in the technical literature.

Figura 9 - Distribuzione granulometrica del materiale scavato con TBM da roccia suggerita dalla letteratura tecnica sul tema (D. Peila et al. / Tunnelling and Underground Space Technology 35 (2013))

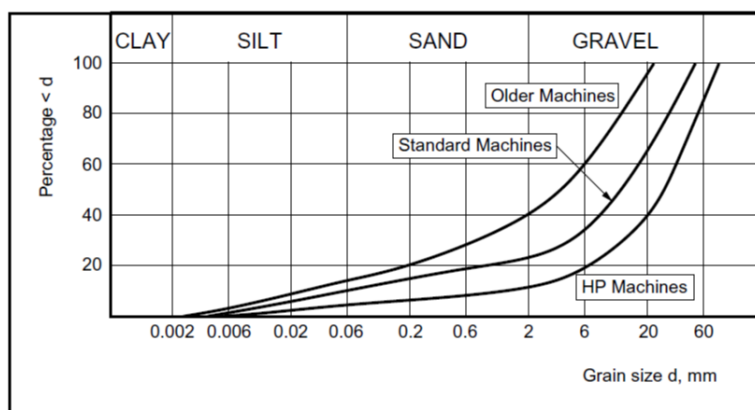


Figura 10 - Distribuzione granulometrica del materiale scavato con TBM da roccia suggerita dalla letteratura tecnica sul tema (A. Bruland, Hard Rock Tunnel Boring Vol. 2 - Design and Construction)

Poiché tali distribuzioni granulometriche sono state utilizzate per la preparazione dei campioni di diversi litotipi testati nell'ambito degli studi di condizionamento ed ambientali, come:

- la formazione di Costa Aresca ed il Molare del Terzo Valico dei Giovi,
- le argilliti a Palombini della Finestra Polcevera del Terzo Valico dei Giovi,
- la formazione di Sillano e quella di Monte Morello della galleria Santa Lucia della Variante di Valico Autostradale,

ad essi può essere fatto riferimento per le valutazioni di compatibilità ambientale.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 51/64

5 COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SITO SPECIFICA DEI TERRENI SPERIMENTATI

Gli studi condotti dal CNR relativi alla valutazione di eco-compatibilità dei terreni additivati con agenti schiumogeni si sono basati su un approccio ecologico sito-specifico. Infatti, gli studi sono stati sempre condotti utilizzando il terreno prelevato direttamente dal sito di scavo comprensivo, quindi, della sua comunità microbica autoctona. Tale approccio ha permesso, a valle di test geotecnici preliminari, di stabilire se i dosaggi ottimali e/o estremi (TR-treatment ratio, L/m³ terreno) di ogni singolo agente schiumogeno da utilizzare in fase di scavo potessero causare degli effetti ecotossici sugli organismi terrestri o acquatici testati. I dosaggi utilizzati nello scavo (TR, L/m³) erano infatti sito-specifici per ogni litologia. Inoltre, la presenza della comunità microbica autoctona ha permesso di valutare negli studi di compatibilità ambientale anche la biodegradabilità degli agenti schiumogeni. Infatti, è noto che i tempi di persistenza di una sostanza possono influenzare gli effetti ecotossici sugli organismi target.

L'utilizzo del litotipo rappresentativo del sito di scavo ha permesso anche di valutare il quantitativo di prodotto condizionante che ha le potenzialità di passare nella fase acquosa del terreno e incidere quindi, sulla sua ecotossicità complessiva. Il passaggio dello schiumogeno nell'estratto acquoso non è costante e dipende infatti, dalla litologia del terreno.

Infine, la conoscenza del sito di destinazione del materiale e dei possibili scenari di esposizione ambientale (es. possibili contatti con corpi idrici) risulta importante per stabilire la scelta dei test ecotossicologici da applicare in eventuali studi preliminari.

5.1 NATURA DEI PRODOTTI E CLASSIFICAZIONE AI SENSI DEL REGOLAMENTO CE N. 1272/2008

L'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 prevede le Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e l'accertamento delle qualità ambientali relative alla Gestione delle Terre e Rocce da scavo – è necessario pertanto verificare che nell'utilizzo di eventuali additivi siano garantiti i requisiti di protezione della salute dell'uomo e dell'ambiente.

A tal fine è necessario appurare se negli additivi vi siano delle sostanze classificate pericolose ai sensi del regolamento (CE) n. 1272/2008, relativo alla classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e delle miscele (CLP). Nel caso fossero presenti sostanze pericolose (cioè elencate nell'Allegato VI del CLP), bisogna appurare che tale contenuto sia inferiore al «valore soglia» di cui all'articolo 11 del citato regolamento per i siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale e al «limite di

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 52/64

concentrazione» di cui all'articolo 10 del medesimo regolamento per i siti ad uso commerciale e industriale.

La classificazione CLP sebbene evidenzi l'importanza dell'assenza di sostanze «pericolose» negli additivi, non tiene conto delle quantità utilizzate, (in questo caso le quantità utilizzabili del prodotto durante uno scavo) che non provochino un pericolo per l'ambiente, ma solo indicazioni sui rischi e pericoli (attraverso dei pittogrammi) per la salute umana e dell'ambiente (relativamente alla percentuale dei componenti nel prodotto). Inoltre, è esente da considerazioni sul sito di destinazione delle terre e rocce da scavo e su eventuale presenza di corpi idrici.

5.2 EFFETTI SUL COMPARTO TERRESTRE

I risultati dei molteplici test ecotossicologici effettuati su diversi organismi terrestri (es. *Lepidium sativum*, *Eisenia fetida*, *Heterocypris incongruens*) hanno messo in luce che le terre e rocce additivate con i vari dosaggi (TR) sperimentati e con i diversi gli schiumogeni applicati non generavano effetti ecotossici significativi per gli organismi terrestri testati.

5.3 EFFETTI SUL COMPARTO ACQUATICO

La presenza del tensioattivo nell'estratto acquoso del terreno (elutriato) che simula una lisciviazione dello SLES contenuto nel terreno alle acque, ha in alcuni casi generato delle criticità iniziali verso gli organismi acquatici. Tra gli organismi testati con l'elutriato, il batterio *Vibrio fischeri* è risultato molto sensibile a basse concentrazioni di tensioattivo e una correlazione significativa è stata riscontrata tra le concentrazioni di SLES nell'elutriato e l'effetto ecotossicologico (percentuale inibizione della bioluminescenza del batterio).

Sulla base dei risultati ottenuti nei vari studi, è stato possibile definire che per valutare la compatibilità ambientale delle terre e rocce da scavo in corso d'opera è utile e cautelativo effettuare il test ecotossicologico con il batterio *V. fischeri* che è sensibile a concentrazioni di SLES superiori a 2 mg/L, alle quali corrispondono valori di tossicità superiori al 20% (Barra Caracciolo et al., 2021).

Tale approccio applicato nel *Protocollo per la valutazione della compatibilità ambientale delle terre e rocce da scavo da adottare in corso d'opera* (Nota ISPRA Prot. 069662, 01/12/2016) nei monitoraggi settimanali di oltre due anni di lavori per la realizzazione della Galleria Santa Lucia (Firenze) si è dimostrato un valido, riproducibile ed affidabile strumento per la gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto «sicuro» (Mariani et al., 2020).

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 53/64

5.4 EFFETTI ECO-TOSSICOLOGICI E DI BIO-DEGRADABILITÀ DEI TERRENI CONDIZIONATI CON I PRODOTTI TESTATI

Gli studi condotti dal CNR hanno permesso di valutare la tossicità intrinseca di diversi prodotti commerciali sia attraverso l'analisi del rischio ambientale basata su dati di tossicità di letteratura (da database ufficiali), che attraverso l'utilizzo di test ecotossicologici che hanno permesso di ottenere indicazioni a priori sulla compatibilità ambientale dei prodotti. L'analisi di rischio ambientale intrinseca dei prodotti condizionanti è stata effettuata preliminarmente sulla base delle sostanze principali e delle loro quantità (%) presenti in ogni prodotto commerciale:

Ogni sostanza ha infatti un suo codice identificativo (CAS) e le sue caratteristiche sono generalmente riportate nel database dell'Agenzia Europea delle sostanze chimiche (ECHA) che ne riporta anche la classificazione CLP. Tuttavia, sebbene molte sostanze non sono intrinsecamente "pericolose" possono risultare potenzialmente tossiche se presenti in una data dose. E' infatti la dose che ne determina la tossicità, secondo il ben noto principio di Paracelso (1493-1541).

Nello specifico, essendo lo SLES il componente principale degli agenti schiumogeni utilizzati in fase di scavo, il calcolo della sua concentrazione attesa nel terreno (PEC), ottenuta sulla base della sua abbondanza (%) nel singolo prodotto commerciale e ai dosaggi (TR) di utilizzo, ha permesso di effettuare un'analisi di rischio più rappresentativa della situazione reale. Infatti, la quantità di prodotto utilizzato e che si ritroverà in un terreno non è deducibile dai soli TR perché la percentuale di tensioattivo è variabile da prodotto a prodotto.

Il test di inibizione della bioluminescenza con il batterio *V. fischeri* utilizzato negli studi di compatibilità ambientale dei prodotti commerciali condizionanti si è mostrato molto adatto e sensibile anche a basse concentrazioni di SLES e di eventuali componenti minoritari presenti nel formulato. A titolo esemplificativo si riporta di seguito una tabella con i valori di effetto (%) di vari prodotti commerciali espressi come concentrazione che inibisce il 50% degli individui testati (EC₅₀).

PRODOTTI COMMERCIALI	EC ₅₀ ± Dev.st (mg/L)
Polyfoamer ECO/100 PLUS (5-10% SLES)	82,20±4,69
Polyfoamer ECO/100 (10-20 % SLES)	19,39±3,14
MasterRoc SLF 32 (10-20 % SLES)	10,34±1,2
MasterRoc SLF 30 (10-50 % SLES)	6,96±0,9
Foamex SNG (10-30 % SLES)	6,89±0,9
Foamex SXC (SLES 10-15%)	10,29±1,65
Foamex AGE (0 % SLES Alchilpoliglucoside)	12,3±1,95

I prodotti commerciali non sono risultati tutti «uguali», ma alcuni hanno mostrato una tossicità intrinseca nettamente inferiore con valori di EC₅₀ più elevati. Tali risultati possono essere spiegati sia dal loro contenuto di diverse % di SLES, che dall'eventuale presenza di componenti minoritari che ne fanno variare la tossicità complessiva. Un'altra componente che può influenzare la tossicità del formulato è l'origine del tensioattivo anionico nel processo di sintesi (se è ottenuto da idrocarburi o da estratti vegetali).

I successivi studi sito specifici effettuati sui prodotti selezionati, sulla base degli esiti dell'analisi di rischio e dei test ecotossicologici preliminari, hanno permesso di valutare la compatibilità ambientale delle terre e rocce da scavo attraverso un'analisi integrata di dati sulla persistenza e ripartizione dello SLES tra fase acquosa e solida (terreno) e i risultati derivanti dall'utilizzo di batterie di test ecotossicologici.

Da tali studi è emersa la diversa capacità di adsorbimento e di degradazione del tensioattivo nei terreni, con conseguenze sulla sua persistenza e sui risultati dei test ecotossicologici effettuati.

I diversi esperimenti in microcosmo o mesocosmo relativi ai diversi studi effettuati hanno evidenziato tempi di dimezzamento (DT₅₀) dello SLES variabili. Tali differenze sono risultate dipendere in parte dalle concentrazioni di tensioattivo iniziali (comprese tra 27 e 350 mg/kg), ma soprattutto dalle caratteristiche sito-specifiche, come la litologia dei terreni (tessitura, mineralogia), abbondanza microbica, temperatura, etc., (Barra Caracciolo et al, 2019a, 2021, Finizio et al, 2020).

I risultati dei molteplici test ecotossicologici effettuati hanno messo in luce che le terre e rocce additate in vari dosaggi con gli schiumogeni applicati nei vari studi non generavano effetti ecotossici per gli organismi terrestri testati. Diversamente la presenza del tensioattivo nell'elutriato (UNI EN 12457-

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 55/64

2:2004), che simula una lisciviazione del tensioattivo dal suolo alle acque, ha in alcuni casi generato delle criticità iniziali verso gli organismi acquatici. Tali effetti sono stati osservati soprattutto quando sono stati testati prodotti condizionanti di “vecchia generazione” e nel caso di terreni più grossolani. Tuttavia tali effetti tossici non sono stati più osservati dopo alcuni giorni di maturazione del terreno condizionato.

6 CRITERI PER LA GESTIONE OPERATIVA DEI MATERIALI DA SCAVO

In relazione a quanto specificato in premessa, di seguito si riporta una prima ipotesi di Protocollo operativo di caratterizzazione ambientale, campionamento e gestione delle terre e rocce da scavo per cui è previsto l'utilizzo del sistema meccanizzato della fresa (TBM), che costituisce parte integrante del Piano di Utilizzo delle Terre e il cui affinamento sarà eseguito nella successiva fase di Progetto Esecutivo, secondo il diagramma di flusso sotto riportato.

Nel presente capitolo, infatti, tarato sull'attuale livello di progettazione, sono forniti gli elementi conoscitivi da considerare relativamente alla compatibilità ambientale complessiva dell'opera, con particolare riferimento alle procedure ed azioni che, per la loro natura di indagine, si prevede di applicare nelle successive fasi di progettazione esecutiva e di realizzazione dell'opera.

A tal fine preme evidenziare che i contenuti della presente ipotesi di protocollo sono stati condivisi anche nell'ambito di appositi Tavoli Specifici condotti con gli Enti competenti (ISS, ISPRA, ARPA, CNR) in linea alle prescrizioni precedentemente formulate dal MiTE sui Piani di Utilizzo Terre di progetti analoghi.

6.1 INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI DI PROGETTAZIONE/REALIZZAZIONE

In riferimento alle finalità specifiche del presente documento redatto in fase di Progetto Definitivo e alle argomentazioni precedentemente delineate in Premessa, si riportano di seguito – a titolo esemplificativo ma non esaustivo - gli indirizzi da adottare per la gestione dei terreni provenienti da scavo meccanizzato con additivi in qualità di sottoprodotti nelle successive fasi progettuali e realizzativa.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 56/64

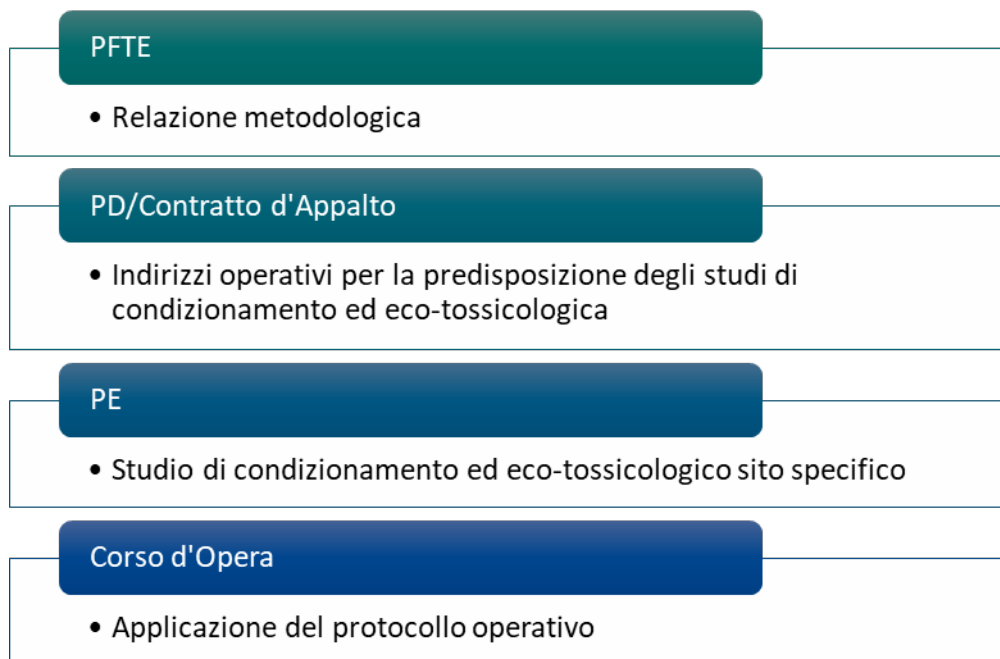


Figura 11 – Indirizzi per le successive fasi progettuale e realizzativa

6.2 INDIRIZZI SUL PROTOCOLLO OPERATIVO DA ATTUARE IN CORSO D'OPERA

Le indagini in corso d'opera saranno eseguite secondo quanto previsto nella Parte A dell'Allegato 9 al D.P.R. n. 120/2017 "Procedure di campionamento in fase esecutiva e per i controlli e le ispezioni".

In ogni caso, per i materiali da scavo le cui concentrazioni di elementi e composti analizzati superino i limiti normativi della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i., in corso d'opera saranno eseguite le necessarie indagini finalizzate ad individuare con maggior dettaglio i volumi di terre compatibili con il sito di destino previsto. Per le aliquote di materiale che non soddisferanno le condizioni dettate dalla normativa di cui sopra, si provvederà a gestire i materiali da scavo al di fuori del Piano di Utilizzo, ai sensi della Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

Per completezza di seguito si riportano tutte le modalità di campionamento e caratterizzazione delle terre e rocce da scavo che si prevede di gestire in qualità di sottoprodotto conformemente al Piano di Utilizzo approvato dettagliando le procedure da attuare per i materiali additivati provenienti dallo scavo in meccanizzato delle gallerie.

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 57/64

6.2.1 CAMPIONAMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Come previsto dal D.P.R. 120/2017, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, le caratterizzazioni avverranno alternativamente secondo una delle seguenti modalità:

- mediante sondaggi o trincee nell'area ove sono previsti gli interventi di scavo;
- direttamente sul fronte di avanzamento degli scavi delle gallerie;
- su cumuli di materiali da scavo depositati in opportune aree di caratterizzazione.

L'attività di campionamento sarà principalmente condotta su *cumuli stoccati in opportune aree e/o vasche di caratterizzazione* in prossimità del fronte di scavo ovvero presso le **"aree di stoccaggio"** ubicate, per quanto possibile, in prossimità delle zone di scavo e all'interno delle aree di cantiere.

Queste aree sono dotate di opportuno pacchetto di impermeabilizzazione descritto di seguito, al fine di evitare potenziali contaminazioni del suolo da parte dei materiali non ancora caratterizzati.

Le terre di scavo di galleria e i materiali degli scavi all'aperto saranno disposti in cumuli/vasche di dimensione massima pari a circa 5.000 m³.

Ogni singolo cumulo sarà caratterizzato prelevando cautelativamente almeno 20 campioni elementari, di cui 10 in profondità e 10 in superficie (compatibilmente con le caratteristiche e con la disposizione del terreno all'interno delle aree di stoccaggio e con le modalità di riempimento delle stesse), al fine di ottenere un campione composito che per successive quartature darà il campione finale da sottoporre ad analisi chimica.

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei campioni che si prevede di prelevare per la successiva caratterizzazione analitica ai sensi del D.P.R. 120/2017. Per gli analiti da ricercare si rimanda alle analisi chimico fisiche riportate sotto.

Tabella 18 - Tabella riepilogativa dei campioni di terre e rocce da scavo

MACROCATEGORIA DI OPERA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT
		[1 ogni 5.000 mc]
Gallerie	4.139.411	828
Trincee	108.823	22
Rilevati	116.917	24
Viabilità	250.629	51

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 58/64

MACROCATEGORIA DI OPERA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT
		[1 ogni 5.000 mc]
Viadotti	267.151	54
Altre opere	160.748	33
TOTALE	5.043.679	1.009

Come previsto dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017, rispetto ai n. 1.009 cumuli complessivamente realizzabili, il numero dei cumuli da campionare, da selezionare in modo casuale, sarà determinato mediante la formula $m = k * n^{1/3}$, dove:

m = numero totale dei cumuli da campionare;

n = numero totale dei cumuli realizzabili dall'intera massa;

k = costante, pari a 5.

Applicando la suddetta formula, dei **n = 1.009** cumuli realizzabili dall'intera massa di terre e rocce da scavo che verranno prodotte dalle diverse tipologie di opere si prevede di sottoporre ad analisi chimico fisiche **m ~ 50** campioni, sui quali verranno ricercati i parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017.

6.2.2 CAMPIONAMENTO DEI MATERIALI ADDITIVATI PROVENIENTI DALLO SCAVO IN MECCANIZZATO

I materiali provenienti dallo scavo meccanizzato con l'ausilio di additivi saranno invece disposti in vasche di dimensione massima pari a circa 5.000 m³ all'interno delle quali avverrà il processo di asciugatura.

Si riporta di seguito la tabella riepilogativa dei campioni di materiali additivati che si prevede di prelevare per la successiva caratterizzazione ferme restando eventuali modifiche/integrazioni che potranno emergere dagli studi eco tossicologici che saranno eseguiti in fase di progettazione esecutiva.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 59/64

Tabella 19 - Tabella riepilogativa dei cumuli di materiali dal solo scavo meccanizzato - 1 ogni 5.000 mc - (parziale rispetto alla tabella 01)

GALLERIA	PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO		CAMPIONAMENTI	
	TIPOLOGIA DI SCAVO	MC/BANCO	VOLUME MAX CUMULO	CAMPIONAMENTI N.
GN03	Scavo meccanizzato	608.858	5,000	122
GN05		584.373		117
GN06		1.498.932		300
TOTALE		2.692.163		539

Applicando la formula descritta sopra, dei **n = 539** cumuli realizzabili dai materiali additivati provenienti dallo scavo meccanizzato delle gallerie si prevede di sottoporre ad **analisi chimico fisiche m ~ 41** campioni, sui quali verranno ricercati i parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 mentre **le verifiche eco-tossicologiche verranno cautelativamente eseguite su tutti i 50 campioni realizzabili.**

6.2.3 MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEI CAMPIONI

La preparazione dei campioni sarà effettuata nel rigoroso rispetto di quanto riportato nell'Allegato 4 "Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali" del D.P.R. n. 120/2017. Le analisi chimico-ambientali sui campioni saranno eseguite da laboratori autorizzati e certificati UNI CEI EN 17025 "Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura", adottando metodologie e procedure ufficialmente riconosciute.

Sulla base dell'attuale livello di progettazione, di seguito si riportano i principali step di preparazione del campione per le verifiche analitiche da eseguire in corso d'opera sui materiali provenienti dallo scavo in meccanizzato:

- 1) Il terreno di scavo sarà opportunamente stoccato nelle vasche/piazzole dell'area di caratterizzazione. Ogni vasca/piazzola nell'area di caratterizzazione sarà chiaramente identificabile in relazione alle date di inizio, di fine deposito, TR (Treatment Ratio medio) adottato e fase relativa allo stato della caratterizzazione ambientale;

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 60/64

- 2) Nel momento del deposito del terreno in vasca (tempo di maturazione = 0 giorni) sarà prelevato un campione composito, rappresentativo del cumulo di deposito nel suo complesso, secondo quanto riportato nell'Allegato 4 del DPR 120/2017;
- 3) Per ogni cumulo saranno prelevati un numero di incrementi rappresentativi del cumulo stesso, indicativamente pari a 20 per 5.000 m³ di materiale presente in piazzola. I vari incrementi saranno raccolti per formare un unico campione che, dopo opportuna omogeneizzazione, sarà oggetto di riduzione dimensionale mediante successive quartature, onde formare il campione di laboratorio composito. I sub-campioni di laboratorio, in caso di non immediata caratterizzazione per la verifica eco-tossicologica, dovranno essere conservati congelati ($\leq -20^{\circ}\text{C}$), onde evitare ulteriore biodegradazione dei prodotti aggiunti o rilasciati in fase di scavo.

I campioni di materiale, per confermare la qualifica di sottoprodotto, saranno quindi sottoposti alle seguenti verifiche riportate di seguito.

6.2.4 ANALISI CHIMICO-FISICHE

Sui materiali di scavo provenienti da qualsiasi tipologia di opera che si prevede di gestire in qualità di sottoprodotti, conformemente alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al D.P.R. n. 120/2017 e al PUT approvato, le analisi chimiche saranno volte alla ricerca dei seguenti analiti:

Metalli	
Arsenico (As)	Piombo (Pb)
Cadmio (Cd)	Rame (Cu)
Cobalto (Co)	Zinco (Zn)
Cromo totale (Cr)	Mercurio (Hg)
Cromo esavalente (Cr VI)	Nichel (Ni)
Altri parametri	
Amianto	IPA*
Idrocarburi pesanti C>12	BTEX*
* Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione, e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.	

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 61/64

6.2.5 VERIFICA ECO-TOSSICOLOGICA

Unicamente sui materiali provenienti dallo scavo meccanizzato delle gallerie, in aggiunta alle analisi di caratterizzazione chimico fisiche riportate sopra si procederà con le seguenti verifiche finalizzate ad accertare la sussistenza dei requisiti di sottoprodotto:

- Dal campione di terreno composito, tale da assicurare una quantità sufficiente di frazione inferiore ai 4mm, salvo situazioni particolari da valutare caso per caso con l'autorità di controllo, si produrranno aliquote di elutriato (rapporto ponderale acqua/terreno 10/1, compresa l'acqua inizialmente presente nel campione, secondo la norma UNI10802). L'elutriato prodotto viene ottenuto separando la fase liquida da quella solida attraverso una prima fase di sedimentazione, una successiva centrifugazione a 12000 rpm per 15 min. Successivamente, per ogni campione, si preleva un'aliquota per la misura di MBAS (per l'individuazione di una eventuale correlazione analitica con la risposta eco-tossicologica) e la restante parte viene sottoposta a processo di filtrazione con filtro Whatman (450 nm), eventualmente con pompa da vuoto, per l'esecuzione del test eco-tossicologico. Nel caso in cui l'aliquota di elutriato utilizzata per l'analisi eco-tossicologica non fosse ancora limpida, è necessario eseguire step successivi di centrifugazione a 12000 rpm per 15 min e di filtrazione con filtro Whatman anche di porosimetria inferiore (220 nm) fino all'ottenimento di una fase liquida limpida. Una porzione dell'elutriato prodotto potrà essere conservata congelata ($\leq -20^{\circ}\text{C}$), per eventuali ulteriori analisi. Per ogni campione si dovrà misurare anche l'umidità residua. Le misure dell'MBAS saranno eseguite analogamente alle altre al fine di confrontare i valori ottenuti dai test eco-tossicologici e le misure di MBAS ottenute. Tale confronto deve essere visto come ulteriore strumento di valutazione e interpretazione delle misure eco-tossicologiche eseguite e di accrescimento del database di informazioni di letteratura sul profilo ambientale del terreno condizionato. La misura dell'MBAS sarà presa unicamente come riferimento indicativo e quindi non vincolante ai fini della gestione delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto;
- Sullo stesso elutriato prodotto secondo il precedente punto, si eseguirà il test di eco-tossicità acuta sull'organismo che, dagli studi eseguiti sulle successive fasi progettuali, sarà ritenuto maggiormente sensibile (cfr. Vibrio Fischeri, Daphnia magna, ecc.);
- Il saggio acuto di immobilizzazione dell'organismo sarà condotto almeno in quattro repliche determinando il valore medio (m) e la deviazione standard (σ). Il risultato del saggio di tossicità è espresso come media dei valori percentuali di immobilizzazione/mortalità delle repliche del saggio

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 62/64

(m) ed è conforme se tale valore medio percentuale, sottratta la deviazione standard e in riferimento al valore del test eseguito sul bianco (elutriato prodotto dallo stesso terreno non additivato con gli agenti condizionanti), è $\leq 20\%$;

- Nel caso in cui non fosse riscontrato un effetto tossico significativo (valore di effetto $\leq 20\%$ rispetto al valore del bianco), il terreno condizionato proveniente dal sito di deposito potrà essere qualificato come sottoprodotto, fermo restando il rispetto dei limiti degli altri parametri che devono essere controllati in riferimento alla destinazione d'uso del sito di utilizzo, secondo quanto previsto nel PUT;
- Nel caso in cui fosse riscontrato un effetto tossico significativo (valore di effetto $> 20\%$ rispetto al valore del bianco), la maturazione del terreno dovrà continuare per un tempo superiore (indicativamente 7 giorni) utile a raggiungere le condizioni di conformità, e pertanto il test con l'organismo testato dovrà essere ripetuto a tempi maggiori di maturazione del terreno stoccato nell'area di deposito;
- La metodica di esecuzione del test con l'organismo testato, nonché la metodica di produzione dell'elutriato dovranno fare riferimento agli standard riconosciuti a livello nazionale ed internazionale e saranno esplicitate nella successiva fase di Progetto Esecutivo.

6.3 LOGISTICA DI CANTIERE

Si riportano di seguito le modalità di stoccaggio dei materiali da scavo che si prevede di gestire in qualità di sottoprodotti, in attesa di essere caratterizzati secondo quanto riportato sopra.

6.3.1 STOCCAGGIO DEL MATERIALE SCAVATO CON METODI TRADIZIONALI

Le aree di deposito esterne o interne al cantiere e le zone di movimentazione (carico/scarico) saranno allestite presso le aree di deposito intermedio indicate nel PUT. La movimentazione dei materiali avverrà avvalendosi delle seguenti dotazioni: pale gommate, autocarri e pale meccaniche, pompe idrauliche per la captazione delle acque di ruscellamento, gruppi elettrogeni e impianto di illuminazione.

Da un punto di vista costruttivo si procederà come segue:

- modellamento della superficie su cui sorgerà il modulo di deposito temporaneo tramite limitate movimentazioni di materiale, allo scopo di regolarizzare la superficie e creare una pendenza omogenea dell'ordine dell'1% in direzione del lato privo di arginatura;
- predisposizione di una canaletta di sezione trapezoidale posta ai piedi della pendenza;

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA					
	PROGETTO DEFINITIVO					
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG. 63/64

- impermeabilizzazione della canaletta con geotessile tessuto in polietilene ad alta densità (HDPE), rivestito con uno strato di polietilene a bassa densità (LDPE);
- realizzazione di un pozzetto di sicurezza posto lateralmente all'area di stoccaggio nel quale verranno convogliate le acque raccolte dalla canaletta di cui al punto precedente.

Qualora, durante la fase di deposito, il livello dell'acqua nel pozzetto raggiunga il franco di sicurezza, si procederà allo svuotamento tramite autobotte gestendo l'acqua nell'ambito della normativa sui rifiuti ovvero classificazione e smaltimento presso impianto autorizzato.

Seguirà poi l'impermeabilizzazione della superficie e degli argini in terra con telo di materiale polimerico (HDPE) previa stesura di tessuto non tessuto a protezione del telo stesso. Al di sopra della geomembrana impermeabilizzante sarà, quindi, posato uno strato di terreno compattato dello spessore di 10 – 15 cm per evitare danneggiamenti della struttura impermeabile realizzata dovuti al transito dei mezzi d'opera.

Al termine di ogni giornata di lavoro si provvederà a stendere sopra ciascun cumulo un telo impermeabile in PE, opportunamente ancorato, in modo da evitare fenomeni di dilavamento dei materiali ivi depositati da parte delle acque meteoriche.

Nel caso di aree di stoccaggio adibite al deposito sia dei sottoprodotti che di altri materiali, gli stessi saranno ben distinti, separati ed opportunamente identificati: i materiali depositati saranno suddivisi in cumuli e la tracciabilità dei materiali sarà assicurata avendo cura di utilizzare sistemi identificativi di ogni cumulo (cartellonistica), al fine di poterne rintracciare la tipologia, il sito di produzione e la lavorazione (WBS) di provenienza.

6.3.2 STOCCAGGIO DEL MATERIALE SCAVATO CON TBM

Tutto il materiale scavato mediante TBM sarà invece raccolto in apposite vasche con una superficie di circa 5.000 m².

L'altezza massima del materiale - in attesa di caratterizzazione - depositato all'interno delle vasche è di circa 60/100 cm, pertanto ogni vasca consente di stoccare circa 3.000/5.000 m³, quantitativo potenzialmente superiore alla produzione giornaliera attesa per ogni singola macchina di scavo (stimabile in circa 2.500 m³).

Le vasche destinate al deposito del materiale di scavo condizionato sono completamente impermeabilizzate alla base con teli in PVC e protezione di calcestruzzo. In tal modo è possibile escludere percolazioni di additivi condizionanti nel terreno e nelle falde, ancorché in misura ridotta. Ogni

	RADDOPPIO DELLA LINEA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE ANDORA PROGETTO DEFINITIVO												
ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	<table border="0"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>PAG.</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>64/64</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						64/64
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					64/64								

vasca è separata tramite muretti in calcestruzzo di altezza non inferiore ad 1 m per evitare qualsiasi fuoriuscita del materiale durante le fasi di movimentazione dello stesso.

Le vasche di raccolta del materiale condizionato sono progettate in modo da avere una pendenza verso un canale ribassato interno alle vasche di stoccaggio, dotato di uno scarico a “sfioro” e appositamente riempito con materiale arido: il sistema studiato ha lo scopo di favorire una preventiva decantazione del materiale più fine siltoso/limoso all’interno del canale.

La movimentazione dei materiali avverrà avvalendosi delle seguenti dotazioni: pale gommate, autocarri e pale meccaniche.

Il materiale permarrà nella vasca per il tempo necessario alla biodegradazione (stimabile in circa 7 giorni - tale lasso di tempo potrà protrarsi in presenza di condizioni climatiche avverse) e caratterizzazione (chimica ed eco-tossicologica). Ad ogni modo la vasca sarà svuotata all’esito positivo delle caratterizzazioni sopra descritte.

È evidente che le considerazioni riportate nel presente paragrafo inerenti alla logistica di cantiere potranno essere modificate/integrate sulla base degli studi di approfondimento che verranno eseguiti nelle successive fasi progettuali.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV01</td> <td>00</td> <td>D 69</td> <td>RG TA 00 00 002</td> <td>B</td> <td>84/86</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	84/86
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	84/86								

Allegato 4

Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG – Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "Sapienza – Università di Roma")



GEEG
GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL
ENGINEERING GROUP

Startup di



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle
bentoniti per applicazioni di ingegneria civile

Report 1

20 Ottobre 2020



Diego Sebastian

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

INDICE

1	Introduzione	1
2	L'utilizzo dei fanghi bentonitici e dei fluidi polimerici	1
2.1.1	Sostegno del foro.....	2
2.1.2	Il trasporto dei detriti.....	3
2.1.3	L'azione lubrificante / la riduzione dell'attrito.....	3
2.1.4	La separazione	4
3	Bentoniti.....	4
3.1	Il materiale, i prodotti commerciali e la composizione mineralogica.....	4
3.2	Il processo produttivo	5
3.3	I prodotti commerciali.....	7
4	Aspetti ambientali legati all'utilizzo delle bentoniti.....	7
4.1	Indicazioni generali	7
4.2	Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto.....	8
4.3	L'utilizzo di bentoniti nella realizzazione di pali e diaframmi	9
4.3.1	Densità	10
4.3.2	Viscosità Marsh.....	11
4.3.3	Fluid loss	12
4.3.4	pH	12
4.3.5	Spessore del filtercake	13
4.3.6	Commenti	13
5	Conclusioni	13
6	Bibliografia.....	16

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

1 Introduzione

Nell'ambito delle attività di progettazione sviluppate da Italferr è emersa la necessità di rispondere a specifiche prescrizioni di approfondimenti in merito all'utilizzo dei fluidi bentonitici utilizzati durante la realizzazione di pali e diaframmi in relazione ai rischi per l'ambiente e per la salute umana.

Italferr ha affidato a GEEG, startup innovativa di "Sapienza" Università di Roma, lo sviluppo di una attività di Ricerca in supporto alla progettazione di opere in sotterraneo sviluppate da Italferr, finalizzata ad approfondire la composizione e l'impatto ambientale delle attività di realizzazione dei pali e dei diaframmi con particolare riferimento all'utilizzo di fluidi/fanghi bentonitici anche in relazione al potenziale utilizzo del materiale di smarino come sottoprodotto nell'ambito della normativa sulle terre e rocce da scavo.

L'attività di Ricerca, attualmente in corso, ha portato innanzitutto a definire in modo chiaro le informazioni, i dati e le evidenze disponibili in letteratura e acquisite da GEEG in anni di ricerca sperimentale sui prodotti commerciali (bentoniti) utilizzati per la preparazione dei fluidi di perforazione, sulle loro specifiche tecniche, sulle modalità di utilizzo e sugli eventuali rischi legati all'interazione con l'ambiente in fase di utilizzo, durante la vita utile delle opere realizzate e in relazione al riutilizzo, come sottoprodotto, delle terre e rocce da scavo poste a contatto con tali fluidi.

Inoltre, la stessa attività di Ricerca porterà alla messa a punto di specifici protocolli sperimentali finalizzati ad acquisire direttamente in laboratorio informazioni specifiche e aggiuntive rispetto a quanto disponibile in letteratura al fine di fornire un quadro completo ed esaustivo dell'interazione tra i fluidi/fanghi bentonitici e le terre e rocce da scavo.

Il presente documento contiene una descrizione dei principali elementi in merito ai materiali, alle modalità di utilizzo e all'interazione con l'ambiente utili a mettere a fuoco eventuali rischi, verificare le opportune contromisure, affinare gli strumenti di mitigazione e impostare le attività di controllo da eseguire in sito durante la realizzazione degli interventi previsti dal progetto.

Le informazioni inserite all'interno di questo documento saranno integrate durante le fasi successive dell'attività di ricerca sperimentale con dati e misure sperimentali eseguite su materiali effettivamente utilizzati nella realizzazione di pali e diaframmi.

2 L'utilizzo dei fanghi bentonitici e dei fluidi polimerici

La bentonite è un prodotto commerciale diffusamente impiegato nell'ingegneria civile che trova anche larghissimo impiego in molti altri ambiti quali il trattamento e la purificazione delle acque, come supporto nell'agricoltura e nel giardinaggio, nella produzione del vino, nell'industria dei cosmetici, in quella alimentare e in una lunga lista di processi di produzione tra i quali quelli dei mangimi, della carta e della ceramica.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

Limitatamente alle applicazioni di ingegneria civile i due macro-settori in cui la bentonite è ampiamente utilizzata da decenni, in soluzione acquosa sottoforma di fluidi, sono la realizzazione di perforazioni (pali e diaframmi) e lo scavo di gallerie con TBM, Micro-TBM e altre tecnologie no-dig.

Nelle perforazioni l'utilizzo di sospensioni di bentonite permette la stabilizzazione del foro, sigillandone le pareti, impedendo il collasso durante le operazioni, e garantisce il trasporto fuori dallo scavo del residuo solido prodotto (smarino).

Nel caso del Tunnelling e del MicroTunnelling invece il ruolo della bentonite è duplice, da una parte serve come nel caso dei pali e dei diaframmi a stabilizzare il cavo prima dell'installazione del rivestimento definitivo e al trasporto dello smarino verso l'esterno, dall'altra serve come lubrificante evitando o riducendo l'usura degli utensili di scavo.

Un fluido di perforazione deve svolgere diverse funzioni:

- sostegno del foro;
- trasporto dei detriti in superficie;
- riduzione dell'attrito tra gli utensili di scavo e le pareti del foro;
- raffreddamento e pulizia degli utensili di scavo.

A tale scopo nel tempo ha preso piede e si è ampiamente diffuso l'utilizzo dei fluidi bentonitici ottenuti aggiungendo all'acqua poche unità percentuali in peso di bentonite (di norma tra il 4.5% e il 9%), miscelando e lasciando a riposo per garantire la dispersione e l'idratazione delle particelle.

2.1.1 Sostegno del foro

Il fango bentonitico possiede proprietà tixotropiche: con tixotropia si intende il comportamento di un fluido non newtoniano in cui la viscosità diminuisce all'aumentare del tempo di applicazione dello sforzo di taglio a parità di tutte le altre condizioni.

La tixotropia permette al fluido bentonitico di stabilizzare le pareti dello scavo per il tempo necessario a eseguire il getto grazie alla formazione sulle pareti del foro di un film di spessore millimetrico praticamente impermeabile denominato *cake*, *mudcake* o *filtercake*.

Affinché si formi tale membrana scarsamente permeabile è necessario che la pressione del fluido all'interno della perforazione sia sempre superiore alla pressione interstiziale, in questo modo il fango tende a penetrare di pochi millimetri nel terreno circostante; tale filtrazione porta a una riduzione della velocità del fluido e, per quanto detto precedentemente, a un aumento della propria viscosità, andando quindi a creare sul contorno del cavo realizzato mediante la perforazione una parete caratterizzata da coefficienti di permeabilità molto bassi (Figura 1). La bassissima permeabilità che caratterizza il *filtercake* consente di applicare sulla superficie del cavo una tensione efficace stabilizzante pari alla differenza tra la pressione del fango all'interno della perforazione e la pressione dell'acqua interstiziale del terreno.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

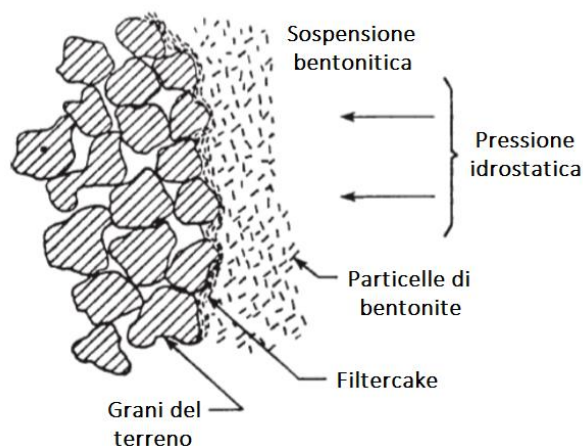


Figura 1: Formazione del filtercake.

Questo procedimento permette di sostenere la superficie scavata (le pareti del foro del palo o del diaframma) fino al momento del getto del calcestruzzo garantendo la possibilità di realizzare il palo o il diaframma con delle geometrie necessarie ad assolvere utilmente il proprio compito.

2.1.2 Il trasporto dei detriti

Oltre alla primaria necessità di garantire la stabilità del foro durante la realizzazione del palo o del diaframma (e, conseguentemente, la minimizzazione degli effetti di detensionamento nelle zone di terreno limitrofe), il fango bentonitico è utilizzato per trasportare verso la superficie e successivamente all'esterno del foro il materiale rimosso dalle attrezzature di scavo, detto smarino.

A seconda delle tecnologie di scavo utilizzate i flussi di fluido bentonitico in ingresso e di fango bentonitico (fluido bentonitico più smarino) in uscita sono gestiti in modo leggermente differenti; tuttavia in tutte le tecnologie un ruolo determinante è svolto dalla densità del fango bentonitico, necessaria a mantenere in sospensione lo smarino e la sua stabilità, intesa come capacità della bentonite di rimanere omogeneamente dispersa nell'acqua e non comportare fenomeni di separazione o sedimentazione.

2.1.3 L'azione lubrificante / la riduzione dell'attrito

Nell'ambito della realizzazione di opere in sotterraneo (gallerie idrauliche, ferroviarie o stradali) sono ampiamente utilizzate tecnologie trenchless quali microtunnelling, spingitubo o, nel caso di grandi diametri, Tunnel Boring Machines.

In questo tipo di applicazioni, le principali funzioni dei fanghi di perforazione sono sia il supporto del foro che l'impermeabilizzazione, per le quali è sufficiente un comportamento tixotropico già descritto, ma anche la lubrificazione per la quale spesso si fa ricorso all'aggiunta di polimeri o alle bentoniti definite "estese" di cui si parlerà approfonditamente nei capitoli seguenti.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

L'azione lubrificante serve infatti laddove, a causa delle dimensioni del fronte di scavo e conseguentemente dell'entità degli attriti che si generano tra gli utensili di scavo e il terreno/roccia, è necessario ridurre l'usura degli utensili utilizzando lo stesso fango bentonitico anche come lubrificante.

Nelle applicazioni ingegneristiche che prevedono l'utilizzo di microtunnelling e altre tecnologie no-dig, quindi, spesso si fa ricorso all'utilizzo di bentoniti estese o additivate in cantiere mediante l'aggiunta dei polimeri.

Gli aspetti legati alla composizione delle bentoniti saranno approfonditamente trattati nel seguito di questo documento.

2.1.4 La separazione

Come detto, nel caso di utilizzo dei fanghi bentonitici per la realizzazione di pali e diaframmi, la necessità è quella da una parte di sostenere il cavo durante il tempo necessario a completare la perforazione fino alla quota di progetto e a eseguire il getto di calcestruzzo, ma anche convogliare verso la bocca del foro il materiale scavato.

Durante la realizzazione del foro, infatti, il sistema di circolazione dei fanghi include una linea che convoglia il fluido di perforazione contenente i detriti di scavo in sospensione a un impianto di separazione.

La separazione è essenzialmente descrivibile come una separazione meccanica delle particelle più grossolane (detriti) dal fluido (acqua) e dalle particelle più piccole (bentonite) e comporta una serie di passaggi consecutivi. Il processo è suddiviso in diverse fasi che prevedono una successione di vagli meccanici utili a separare i detriti più grossolani e una centrifuga, un sistema di filtropresse o delle semplici vasche di decantazione per separare le particelle più sottili dall'acqua con l'ausilio di idrocicloni.

La separazione consente da una parte il recupero dello smarino sotto forma di solido privato della maggior parte del fango bentonitico e dall'altra il recupero della bentonite che viene reimpressa in circolo incrementando la velocità di perforazione e riducendo il consumo delle pompe e delle parti soggette a usura.

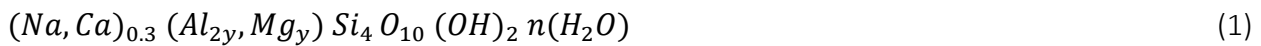
3 Bentoniti

3.1 Il materiale, i prodotti commerciali e la composizione mineralogica

Con bentonite (numero EC 215-108-5, numero CAS 1302-78-9) si intende il nome commerciale di una serie di prodotti a base di argille, principalmente montmorillonite sodica, calcica e potassica; in particolare le bentoniti comunemente in commercio non contengono meno del 60% di smectite e nella maggior parte dei casi superano il 70%. La montmorillonite, infatti, appartiene al gruppo delle smectiti ed è un fillosilicato di alluminio e magnesio la cui struttura cristallina è composta da strati

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

ottaedrici di allumina (Al_2O_3) interposti tra due strati di tetraedri di silice (SiO_2), la cui formula chimica (1) è di seguito espressa:



Ulteriori minerali che compongono la restante parte della bentonite possono essere altri minerali argillosi quali illite, caolinite etc. oltre che quarzo, cristobalite, zeolite, mica, feldspato e calcite.

La bentonite è originata dalla devetrificazione o decomposizione parziale di ceneri vulcaniche vetrose, di tufi vulcanici o colate laviche, o anche dalla decomposizione di intrusivi ipoabissali.

La bentonite è di per sé una risorsa naturale non rinnovabile che si trova nel sottosuolo di particolari zone in Italia e nel mondo, estratta mediante procedimenti meccanici tipici della tradizione mineraria.

A causa della sua composizione mineralogica di natura impura di fillosilicato di alluminio, le particelle di bentonite hanno una notevole capacità di assorbimento dell'acqua: consistono infatti in sottilissimi fogli cristallini di minerali argillosi con carica negativa raggruppati in pacchetti da ioni positivi di sodio, potassio, magnesio o calcio in uno strato di acqua assorbita. Gli ioni calcio forniscono un legame più forte rispetto agli ioni sodio, per cui la montmorillonite calcica, così come quella magnesiacca, è meno efficace nel trattenere molecole d'acqua rispetto a quella sodica. Gli ioni potassio stabiliscono legami ancora più forti tra i foglietti di argilla in quanto la loro dimensione è tale da non permettere che ci siano spazi tra questi. Dunque la sostituzione del sodio con calcio, magnesio o potassio nella montmorillonite riduce notevolmente la capacità di assorbimento dell'acqua.

Da quanto detto si evince che la tipologia di bentonite più efficace per gli scopi ingegneristici è quella sodica.

3.2 Il processo produttivo

Il processo produttivo prevede, a partire dal materiale estratto, una prima fase di purificazione al fine di ridurre la presenza di eventuali impurezze mineralogiche indesiderate. Successivamente può essere necessaria l'attivazione, qualora si tratti di bentonite calcica o magnesiacca: tramite l'aggiunta di carbonato di sodio (Na_2CO_3) o soda ($NaOH$) si favorisce la sostituzione tra i cationi Ca^{2+} (Mg^{2+}) e Na^+ nello spazio intra-lamellare al fine di ottenere una bentonite sodica con migliori prestazioni in termini di assorbimento d'acqua e potere rigonfiante (Figura 2, Figura 3).

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

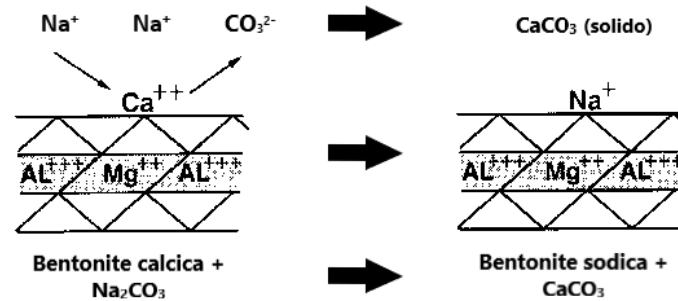


Figura 2: Schema di attivazione della bentonite calcica con carbonato di sodio.

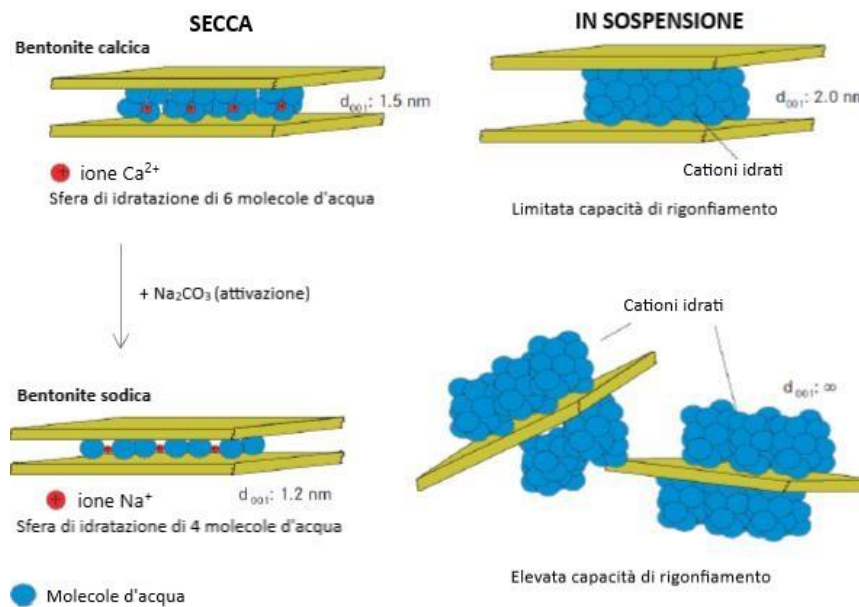


Figura 3: Confronto tra bentonite calcica e sodica.

Segue una fase di essiccazione a temperatura controllata (non oltre i 500°C) per ridurre l'umidità evitando la rimozione dell'acqua interstiziale che inertizzerebbe la bentonite. Infine viene eseguita la macinazione o il setacciamento a seconda del tipo di applicazione per conferire alla bentonite la granulometria desiderata.

Per alcune specifiche applicazioni la bentonite viene additivata, o più propriamente "estesa", con l'aggiunta di additivi a seconda della funzione da assolvere. In questa fase che caratterizza alcuni prodotti commerciali vengono introdotti polimeri naturali come amidi e cellulose, sintetici come i poliacrilati (PA), o ancora semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC). Gli additivi comunemente utilizzati nei fluidi di perforazione sono classificati in:

- viscosizzanti;
- fluidificanti;
- disperdenti;
- emulsionanti;

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

- inibitori di corrosione;
- flocculanti;
- controllori di pH;
- inibitori dell'attività delle argille;
- conservanti.

3.3 I prodotti commerciali

In commercio esistono diversi prodotti che rispondono al nome di "bentonite". Questi prodotti commerciali includono bentoniti calciche e sodiche, naturali ed estese (mediante l'aggiunta di polimeri naturali o sintetici).

Questi prodotti devono essere accompagnati da una scheda tecnica che le identifichi nelle categorie sopra menzionate con specifico riferimento alla presenza di additivi. La dicitura "non estesa", "priva di additivi/polimeri" o "polymer free" è necessaria per escludere la presenza di additivi naturali o sintetici.

Nel caso di bentoniti estese, l'eventuale presenza di sostanze pericolose per l'uomo o per l'ambiente deve essere specificata mediante l'accompagnamento di schede di sicurezza del prodotto contenente tutte le classi di rischio e le informazioni necessarie a trattare il prodotto con le opportune precauzioni.

4 Aspetti ambientali legati all'utilizzo delle bentoniti

4.1 Indicazioni generali

Dal punto di vista ambientale e della salvaguardia della salute, la bentonite non è considerata pericolosa né per l'ambiente né per l'uomo secondo il Regolamento EC 1272/2008 e la Direttiva 67/548/EC attualmente in vigore.

La bentonite non è separatamente classificata dall'Occupation Health and Safety Administration (OSHA) e non è stata classificata come cancerogeno dall'OSHA, dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) e dal Programma Tossicologico Nazionale (NTP).

La bentonite è esente dalla Registrazione REACH secondo l'allegato V.7. Una valutazione del rischio è stata condotta con la supervisione della European Bentonite Association (EUBA) e il risultato è che la bentonite non è una sostanza pericolosa. Perciò, in assenza di rischi identificati, l'impiego della sostanza è considerato sicuro.

Nelle bentoniti estese la presenza di composti organici polimerici o monomerici nei prodotti commerciali impiegati per la preparazione dei fanghi bentonitici provoca l'instaurarsi di interazioni fra la miscela e il terreno con cui entra in contatto, in particolare con la microflora e/o la microfauna. L'interazione può causare effetti eco-tossici a seconda della tipologia di interazione che si instaura in

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

funzione delle condizioni ambientali e del terreno, della presenza o meno di ossigeno disciolto, delle caratteristiche intrinseche dei composti presenti nella miscela bentonitica e della compresenza di determinati composti nello stesso ambiente, in parte o del tutto provenienti dalla miscela bentonitica e in parte dal terreno.

Nonostante non siano tossici, i polimeri sintetici a base di poliacrilati degradano molto lentamente e di conseguenza permangono nel materiale di scavo. Materiali semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC) degradano molto più velocemente e non sono tossiche. Recentemente è stato registrato un incremento dell'utilizzo di polimeri naturali biodegradabili, i quali sono però spesso trattati con biocidi per controllare il tasso di decomposizione e rallentare i fenomeni di degradazione delle caratteristiche fisiche e reologiche dei fluidi. Agenti condizionanti particolarmente sicuri dal punto di vista ambientale sono quelli basati su materiali naturali come la gomma Guar, gli Xanthani o i gel di semi di carruba.

In ogni caso, da questo punto di vista, non sembra ragionevole a priori estendere quanto inserito nei primi capoversi di questo paragrafo indistintamente a tutte le bentoniti intese come prodotti commerciali, includendo in questa categoria anche le bentoniti estese mediante l'aggiunta di polimeri sintetici o naturali.

Esiste in questi casi la possibilità di eseguire studi sperimentali finalizzati a definire potenziali effetti eco-tossicologici in relazione a specifici prodotti, applicazioni e terreni interessati.

Lo studio per individuare il possibile impatto ambientale delle miscele bentonitiche deve quindi partire dallo studio del materiale solido commerciale, analizzandone in primis parametri aggregati caratterizzanti, quali pH e carico organico totale (TOC). Successivamente si deve individuare l'eventuale presenza di metalli pesanti, che potrebbero essere presenti come "by-products" durante il processo di lavorazione del materiale (in quanto vengono impiegati come catalizzatori nella produzione degli additivi organici). Infine, una volta preparata la miscela bentonitica, è bene studiare le caratteristiche della fase liquida, dopo aver eseguito il processo di separazione liquido/solido, così da individuare eventuali fenomeni di trasporto di materia dal materiale solido alla fase liquida in contatto.

Gli additivi organici, comunemente denominati "polimeri", possono essere aggiunti anche durante la miscelazione della bentonite commerciale con l'acqua di miscelazione, per i motivi già brevemente discussi. La caratterizzazione di questi additivi risulta essere simile a quella eseguita sulla fase liquida della miscela bentonitica, in quanto prevede sia una fase di caratterizzazione chimica che ecotossicologica.

4.2 Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto

In base al DPR 120/2017 è possibile definire il terreno scavato quale sottoprodotto in funzione di determinate caratteristiche chimico-fisiche. Nel dettaglio, rispetto alla classe dei sottoprodotti, il DPR riporta quanto segue: il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Qualora per consentire le operazioni di scavo sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti non comprese nella citata tabella, il soggetto proponente fornisce all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4.

Senza la pretesa di essere esaustivi in questo paragrafo si vuole sottolineare come, per quanto contenuto nel presente documento, nel caso delle bentoniti non estese, si può escludere la presenza di sostanze inquinanti e pertanto, ai fini della caratterizzazione come sottoprodotto, sarà sufficiente l'esecuzione dei test di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali previsti in ogni caso.

Nel caso in cui invece si volesse inserire la possibilità di utilizzo delle bentoniti estese, e in particolar modo per le bentoniti estese con polimeri di origine non naturale, in assenza di informazioni sul profilo eco-tossicologico dei citati polimeri, sembra più opportuno in via del tutto cautelativa riferirsi al caso in cui "sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti" e pertanto che il soggetto proponente fornisca all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4.

4.3 L'utilizzo di bentoniti nella realizzazione di pali e diaframmi

Nell'ambito della realizzazione di pali e diaframmi la bentonite è contenuta dal filter cake all'interno del foro scavato; lo strato di pochi millimetri di spessore (variabile a seconda della granulometria del terreno) infatti è proprio ciò che isola il foro e permette contestualmente la stabilizzazione dello stesso. **La tenuta del filter cake consente quindi di escludere anche fenomeni di interazione tra la bentonite e il terreno scavato all'interno del palo/diaframma con l'ambiente circostante.**

A questo proposito si deve ricordare come, nell'ingegneria ambientale, i pannelli di bentonite trovano una delle più apprezzate applicazioni proprio come sistemi di isolamento e contenimento degli inquinanti organici e inorganici.

Gli eventuali rischi legati all'utilizzo della bentonite si devono quindi andare a ricercare, non tanto durante le attività di realizzazione del palo o del diaframma, quanto nell'interazione con il terreno

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

scavato e nelle eventuali successive fasi di riutilizzo dello smarino e di smaltimento del fango bentonitico alla fine delle attività.

In questo senso l'unico elemento potenzialmente critico sembra legato all'utilizzo di bentoniti estese e, in particolare, ai prodotti estesi mediante polimeri di origine non naturale.

Nell'ambito della realizzazione dei pali e dei diaframmi, come specificato nei capitolati relativi a pali e micropali e relativi a paratie di pali, diaframmi e palancole di Italferr, le norme di riferimento riguardanti le proprietà dei fanghi stabilizzanti sono:

- UNI EN 1536:2015 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati";
- UNI EN 1538:2015 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi".

Vengono riportate nella sottostante Tabella 1 le caratteristiche della sospensione di bentonite fresca indicate dalle normative.

Tabella 1: Caratteristiche della sospensione di bentonite fresca indicate dalle normative

Proprietà	Valore	Unità di misura
Densità	< 1.10	g/cm ³
Viscosità Marsh	32 ÷ 50	s
Fluid loss	< 30	cm ³
pH	7 ÷ 11	-
Spessore filtercake	<3	mm

Ai fini della valutazione dell'impatto ambientale delle bentoniti utilizzate per queste attività è dirimente riuscire a determinare se tali applicazioni possono essere eseguite secondo le prescrizioni dei capitolati precedentemente citati utilizzando bentoniti non estese.

In merito, nei seguenti paragrafi sono stati raccolti dati sperimentali di letteratura acquisiti nell'ambito da attività di Ricerca svolte alla Sapienza utili a dimostrare che esistano bentoniti commerciali non estese in grado di garantire il soddisfacimento di tali requisiti senza la necessità di aggiungere polimeri o altri additivi di qualsiasi natura.

I dati proposti fanno riferimento a prodotti commerciali (Laviosa Bentosund 120 E e Laviosa Bentosund 120 ET) disponibili sul mercato e attualmente utilizzati per la realizzazione di pali e diaframmi. L'utilizzo di prodotti commerciali è finalizzato a dimostrare concretamente la possibilità di realizzare pali e diaframmi senza fare ricorso a bentoniti estese. Le successive fasi sperimentali dell'attività di Ricerca in corso contemplerà l'utilizzo di più prodotti commerciali da diversi fornitori.

4.3.1 Densità

In riferimento ad attività sperimentali condotte, sono riportati nella seguente Figura 4 i valori di densità ottenuti da prove eseguite su un fango costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) a diverse concentrazioni ed il limite imposto dalla normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

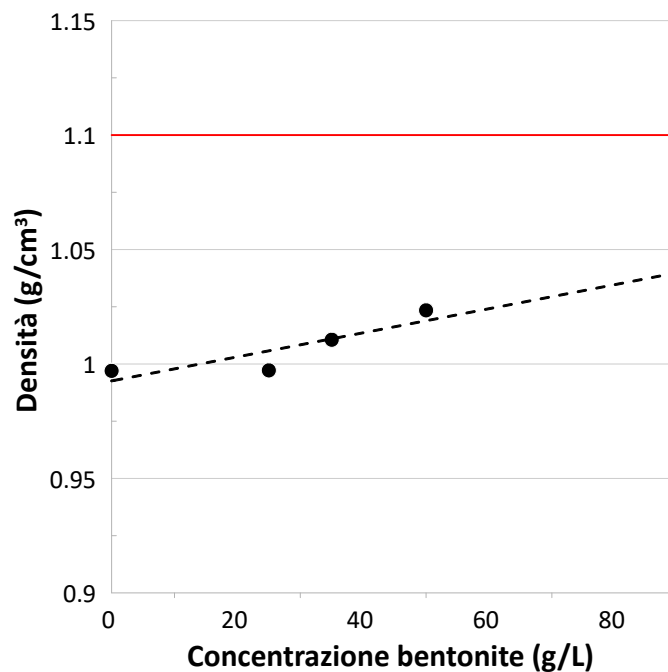


Figura 4: Valori di densità ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione lineare di tali valori e limite imposto dalla normativa.

Dai risultati ottenuti e dall'interpolazione effettuata è possibile osservare come i limiti di normativa siano ampiamente rispettati per le concentrazioni di bentonite sodica naturale testate pari a 25 g/L, 35 g/L e 50 g/L, corrispondenti alle percentuali in peso di 2.5%, 3.5% e 5% e fino a circa il 9%.

4.3.2 Viscosità Marsh

In riferimento ad attività sperimentali condotte, sono riportati nella seguente Figura 5 i valori di viscosità Marsh ottenuti da prove eseguite su un fango costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) a diverse concentrazioni e i limiti imposti dalla normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

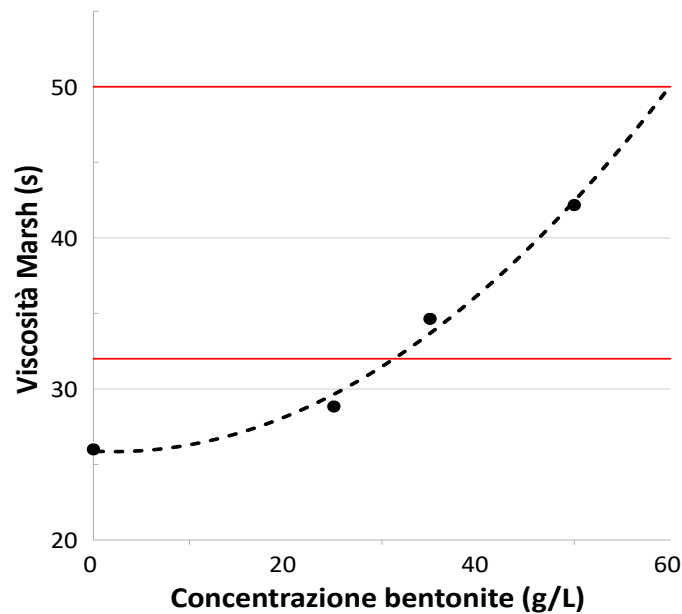


Figura 5: Valori di viscosità Marsh ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione polinomiale di tali valori e limite imposto dalla normativa.

Dai risultati ottenuti e dall'interpolazione effettuata è possibile osservare come per concentrazioni di bentonite sodica naturale comprese tra 32 g/L e 60 g/L (ovvero 3.2% e 6%) i limiti di normativa siano rispettati.

4.3.3 Fluid loss

Dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET, è possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, il fluid loss del fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 20-25 e inferiore a 25 ml e dunque rispetti i limiti di normativa.

4.3.4 pH

In riferimento ad attività sperimentali condotte, è possibile osservare come il valore di pH ottenuto analizzando il liquido derivante dalla centrifugazione del fango bentonitico costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) ad una concentrazione del 4.5% risulti essere pari a 9.6 e dunque rispetti i limiti imposti dalla normativa.

Inoltre, dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET è possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, il valore di pH ottenibile dal fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 8.5-10.5 e 7- 11 e dunque rispetti i limiti di normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

4.3.5 Spessore del filtercake

Dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET è **possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, lo spessore del filtercake ottenibile dal fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 1-1.5 e inferiore a 3 mm e dunque rispetti i limiti di normativa.**

4.3.6 Commenti

Appare quindi chiaro come sia appropriato, in questa fase progettuale fare riferimento alle bentoniti naturali in quanto è stata verificata l'esistenza di più di una bentonite naturale non estesa disponibile in commercio in grado di garantire il rispetto dei requisiti previsti dai capitolati e dalle normative di riferimento senza includere composti potenzialmente dannosi per l'ambiente. Questo rende non necessario l'utilizzo di bentoniti estese ai fini della realizzazione degli interventi previsti dal Progetto.

La possibilità di proporre, nelle successive fasi progettuali (Progettazione Esecutiva) l'utilizzo di bentoniti estese o di polimeri o additivi non è comunque da escludere ma si ritiene sia opportuno subordinare tale utilizzo, soprattutto nel caso di bentoniti estese con polimeri non naturali, allo svolgimento di studi di caratterizzazione chimica ed eco-tossicologica degli stessi finalizzata ad escludere effetti dannosi sull'ambiente.

5 Conclusioni

A conclusione della seguente trattazione, appare utile raccogliere alcuni dei punti più rilevanti raccolti nel presente documento.

- con bentonite si intende il nome commerciale di una serie di prodotti contenenti non meno del 60% e generalmente almeno il 70% di smectite (solitamente montmorillonite, fillosilicato di alluminio e magnesio) considerata, dal punto di vista geotecnico, ricadente nella categoria delle argille;
- per la restante parte le bentoniti naturali, o non estese, includono la presenza di altri minerali argillosi quali illite, caolinite, oltre che quarzo, cristobalite, zeolite, mica, feldspato e calcite, mentre nel caso delle bentoniti estese si trova inoltre l'aggiunta di additivi o polimeri naturali come amidi e cellulose, sintetici come i poliacrilati (PA), o ancora semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC);
- in commercio esistono diversi prodotti commerciali che rispondono al nome di "bentonite" tra i quali bentoniti calciche, magnesiache e sodiche, naturali ed estese (mediante l'aggiunta di polimeri naturali o sintetici);
- dal punto di vista dei rischi per la salute dell'uomo e dell'ambiente la bentonite:
 - o non è considerata pericolosa né per l'ambiente né per l'uomo secondo il Regolamento EC 1272/2008 e la Direttiva 67/548/EC attualmente in vigore;

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

- non è separatamente classificata dall'Occupation Health and Safety Administration (OSHA);
 - non è stata classificata come cancerogeno dall'OSHA, dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) e dal Programma Tossicologico Nazionale (NTP);
 - è esente dalla Registrazione REACH secondo l'allegato V.7;
 - è stata definita una sostanza non pericolosa a seguito di una valutazione del rischio condotta con la supervisione della European Bentonite Association (EUBA).
- nonostante non siano tossici, i polimeri sintetici presenti nelle bentoniti estese degradano molto lentamente e di conseguenza permangono nel materiale di scavo; i polimeri naturali basati su materiali naturali come gomma di Guar, Xanthani o gel di semi di carruba sono generalmente considerati particolarmente sicuri dal punto di vista ambientale;
 - la tenuta del filter cake che si crea al contorno del foro scavato necessaria alla corretta realizzazione di pali e diaframmi consente di escludere in ogni caso fenomeni di interazione tra la bentonite e il terreno scavato all'interno del palo/diaframma con l'ambiente circostante. Il meccanismo è concettualmente analogo a quello dei pannelli di bentonite che trovano una delle più apprezzate applicazioni proprio come sistemi di isolamento e contenimento degli inquinanti organici e inorganici;
 - nel caso delle bentoniti non estese, si può escludere la presenza di sostanze inquinanti e pertanto, ai fini della caratterizzazione come sottoprodotto, sarà sufficiente l'esecuzione dei test di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali;
 - nel caso invece delle bentoniti estese, e in particolar modo per le bentoniti estese con polimeri di origine sintetica o semi-sintetica, in assenza di informazioni sul profilo eco-tossicologico dei citati polimeri, sembra più opportuno in via del tutto cautelativa riferirsi al caso in cui "sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti" e pertanto che il soggetto proponente fornisca all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4;
 - esistono bentoniti naturali non estese disponibili in commercio in grado di garantire il rispetto dei requisiti dai capitolati e dalle normative di riferimento per la realizzazione di pali e diaframmi senza includere composti potenzialmente dannosi per l'ambiente; questo rende non necessario l'utilizzo di bentoniti estese ai fini della realizzazione degli interventi descritti.
 - la possibilità di proporre, nelle fasi successive della progettazione (Progetto Esecutivo), l'utilizzo di bentoniti estese o di polimeri o additivi per la realizzazione di pali e diaframmi non è comunque da escludere ma si ritiene sia opportuno subordinare tale utilizzo, soprattutto nel caso di bentoniti

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

estese con polimeri non naturali, allo svolgimento di studi di caratterizzazione chimica ed ecotossicologica degli stessi finalizzata ad escludere effetti dannosi sull'ambiente.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

6 Bibliografia

- Bohnoff G., Shackelford C., Malusius M., Scalia J., Benson C., Edil T., Di Emidio G., Katsumi T., Mazzieri F., "Novel bentonites for containment barrier applications", 2013.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006 numero 152, "Norme in materia ambientale (DL 152/06)", 2006.
- Decreto del presidente della Repubblica 13 giugno 2017 numero 120, "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo (DPR 120/17)", 2017.
- Ente Italiano di Normazione, "Esecuzione dei lavori geotecnici speciali – Pali trivellati (UNI EN 1536:2015)", 2015.
- Ente Italiano di Normazione, "Esecuzione dei lavori geotecnici speciali – Diaframmi (UNI EN 1538:2015)", 2015.
- Ente Italiano di Normazione, "Industrie del petrolio e del gas naturale – Materiali per fluidi di perforazione – Specificazioni e prove (UNI EN ISO 13500:2011)", 2011.
- Inglethorpe S. D. J., Morgan D. J., Highley D. E., Bloodworth A. J., "Industrial Minerals Laboratory Manual: Bentonite", 1993.
- Karagüzel C., Çetinel T., Boylu F., Çinku K., Çelik M. S., "Activation of (Na, Ca)-bentonites with soda and MgO and their utilization as drilling mud", 2010.
- Laviosa Chimica Mineraria SpA, "Bentosund 120 E Technical Data Sheet".
- Laviosa Chimica Mineraria SpA, "Bentosund 120 ET Technical Data Sheet".
- Luckham P. F., Rossi S., "The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions", 1999.
- Mewis J., Wagner N. J., "Thixotropy", 2009.
- Miliziano S., Mascarucci Y., Rotisciani G. M., Sacconi S., Marcellino P., "Pali trivellati", 2019.
- Milligan G., "Lubrication and soil conditioning in tunnelling, pipe jacking and microtunnelling", 2000.
- Singh Dhiman A., "Rheological properties and corrosion characteristics of drilling mud additives", 2012.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA</p> <p>PROGETTO DEFINITIVO</p>												
<p>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>PAG.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IV01</td> <td>00</td> <td>D 69</td> <td>RG TA 00 00 002</td> <td>B</td> <td>85/86</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.	IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	85/86
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
IV01	00	D 69	RG TA 00 00 002	B	85/86								

Allegato 5 – Protocollo d'intesa (2011)

RADDOPPIO DELLA LINEA FERROVIARIA GENOVA — VENTIMIGLIA

TRATTA FINALE LIGURE — ANDORA

PROTOCOLLO DI INTESA

TRA REGIONE LIGURIA, PROVINCIA DI SAVONA, COMUNI E RFI

PREMESSO CHE:

Con Deliberazione 29 luglio 2005, n. 91, pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica Italiana - Serie Generale - del 10 marzo 2006, n. 58, il CIPE ha approvato con prescrizioni, ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. 20 agosto 2002, n. 190 oggi trasfuso nell'art. 165 del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 e s.m.i. — il progetto preliminare del "Raddoppio della linea ferroviaria Genova - Ventimiglia: tratta Finale Ligure — Andora", presentato dal soggetto aggiudicatore RFI;

con il Decreto V.I.A. Dec/VIA/2535 del 29/7/1996 del Ministro dell'Ambiente di concerto con il Ministro per i Beni Culturali e Ambientali, venne espresso il giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto ferroviario originario, giudizio confermato all'atto dell'approvazione del progetto preliminare di cui sopra, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio — Commissione Speciale VIA (che ha ritenuto di carattere non sostanziale le modifiche apportate al progetto originario) e dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali facendo proprie le prescrizioni formulate dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria e dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e del Paesaggio di Genova;

l'approvazione da parte del CIPE del progetto preliminare ai sensi della normativa richiamata, ha determinato l'accertamento della compatibilità ambientale dell'opera ed ha perfezionato l'intesa Stato — Regione sulla localizzazione della stessa comportando, quindi, l'automatica variazione degli strumenti urbanistici vigenti e adottati, nonché l'apposizione, sugli immobili interessati dall'opera ferroviaria, del vincolo preordinato all'esproprio ai sensi dell'art. 10 del DPR 8 giugno 2001, n. 327 e s.m.i.;

la stesura del progetto definitivo ha scontato una prima sospensione per il subentro della nuova normativa in tema di sicurezza nelle gallerie ferroviarie (DM 28 ottobre 2005 entrato in vigore l'8 aprile 2006) e una seconda, a gennaio 2007, quando l'attività di progettazione è stata nuovamente sospesa per mancanza di fondi, in quanto le linee guida relative alla dichiarazione di budget 2007-2011 del soggetto aggiudicatore, collocavano l'avvio delle attività progettuali oltre l'arco di vigenza del Piano;

con l'aggiornamento del 2009 approvato dal CIPE relativo al Contratto di Programma tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e RFI S.p.A. 2007 — 2011, la progettazione per il completamento del Raddoppio della linea ferroviaria Genova - Ventimiglia tratta Finale Ligure — Andora, è stata inserita in tabella A03 (sviluppo infrastrutturale rete convenzionale) tra i corridoi europei (Corridoio 24 dei 2 mari) e pertanto, dal 2010, RFI S.p.A. per il tramite di Italferr S.p.A., ha riavviato la progettazione definitiva;

la Regione Liguria ha analizzato lo studio della Comunità Montana Ingauna (successivamente confluita nella Comunità Montana Ponente Savonese) avente ad oggetto "*Analisi preliminare e studio di fattibilità propedeutici alla proposta progettuale per una ricomposizione urbanistica, paesistica ed agricolo produttiva dei territori attraversati dal nuovo tracciato della linea ferroviaria e compresi nella CMI*" trasmettendo, con nota prot. PG/2009/159118 del 4/11/2009 dell'Assessore alla Pianificazione Territoriale e Urbanistica, Infrastrutture e Logistica, le risultanze dell'istruttoria preliminare;

a seguito di tale istruttoria, è emerso che in alcuni siti previsti nel predetto studio di cui due in Comune di Albenga e uno in Comune di Villanova d'Albenga, adeguatamente posizionati rispetto alla nuova sede ferroviaria, risulta possibile e di interesse delle Amministrazioni Comunali, la loro riqualificazione urbanistica mediante opere/interventi correlati all'opera ferroviaria, riutilizzando una consistente quantità di terre e rocce provenienti dall'escavazione delle gallerie;

il Comune di Tovo San Giacomo, non ritenendo idoneo il sito per il conferimento del materiale di scavo previsto nel suo territorio nel progetto preliminare, ha proposto a RFI/Italferr un sito alternativo in località valle Bottassano nella disponibilità del Comune stesso, nel quale eseguire un intervento di rimodellazione morfologica sempre mediante il riutilizzo di terre e rocce provenienti dall'escavazione delle gallerie;

a seguito di quanto sopra esposto, in data 21 e 22 aprile 2010, RFI / Italferr hanno effettuato gli incontri con tutte le Amministrazioni Comunali alla presenza della Regione Liguria, nel corso dei quali è stato illustrato il tracciato ferroviario risultante dal recepimento delle prescrizioni impartite dal C.I.P.E. all'atto dell'approvazione del preliminare e tenuto conto delle nuove norme in tema di sicurezza delle gallerie ferroviarie;

nel corso di dette riunioni RFI/Italferr hanno altresì sottoposto all'esame dei Comuni di Tovo San Giacomo, Albenga e Villanova d'Albenga, uno studio preliminare inerente i predetti siti idonei per il riutilizzo del materiale di scavo delle gallerie;

che tali interventi sono coerenti sia con la V.I.A. di cui al precedente punto delle premesse e sia con il conseguente programma per il riuso e lo smaltimento degli inerti sottoscritto il 19/1/1998 fra Regione Liguria, Ferrovie dello Stato, ora Rete Ferroviaria Italiana S.p.A., Province di Savona ed Imperia, comuni attraversati dal tracciato ferroviario, con cui venne stabilito che il materiale proveniente dall'escavazione delle gallerie venisse riutilizzato per le opere d'interesse comunale, per ripascimenti degli arenili con materiali e granulometrie da ottenersi mediante trattamento presso il cantiere, nonché secondo i criteri previsti nel programma, per recupero e ridisegno dei versanti relativi a cave dismesse;

in tal senso, gli Enti Locali e RFI hanno convenuto circa l'opportunità di progettare nei siti opere comunali d'interesse pubblico, da eseguire mediante il riutilizzo del materiale idoneo proveniente dall'escavazione delle gallerie;

Tutto ciò premesso e richiamato,

Rete Ferroviaria Italiana S.p.A , in seguito per brevità RFI

La Regione Liguria in seguito per brevità Regione

I Comuni di Finale Ligure, Pietra Ligure, Loano, Borgio Verezzi, Borghetto S. Spirito, Tovo San Giacomo, Albenga, Villanova d'Albenga, Alassio, Laigueglia, Ceriale, Giustenice, Andora in seguito per brevità Comuni

la Provincia di Savona in seguito per brevità Provincia

Stipulano il seguente Protocollo d'Intesa:

Articolo 1

(Premesse)

Le premesse di cui sopra costituiscono parte integrante e sostanziale del presente accordo.

Articolo 2

(Condivisione del Progetto Definitivo)

La Regione, la Provincia e i Comuni, tenuto conto degli ulteriori adeguamenti di cui al seguente art.3, con la sottoscrizione del presente protocollo dichiarano di condividere il progetto definitivo predisposto da R.F.I. per il tramite di Italferr S.p.A., di cui a titolo esemplificativo e non esaustivo, si allegano al presente Protocollo i seguenti elaborati:

L371 00 D 26 P7 CS0000 003 A
L371 00 D 26 P5 CS0000 002 A
L371 00 D 26 P5 CS0000 003 A
L371 00 D 26 P5 CS0000 004 A
L371 00 D 26 P5 CS0000 005 A
L371 00 D 26 P5 CS0000 006 A

per costituirne parte integrante e sostanziale.

La Regione, la Provincia e i Comuni danno altresì atto che tale progetto è conforme a quello preliminare, e recepisce le prescrizioni impartite dal CIPE all'atto dell'approvazione di cui alla delibera in premessa, come sinteticamente riportato per ciascun Comune interessato dall'opera, nel successivo art.3.

Articolo 3

(Descrizione del Progetto Definitivo)

Per ciascun Comune interessato dall'opera ferroviaria si descrivono sinteticamente le modalità con cui il progetto definitivo ottempera alle principali prescrizioni contenute nell'allegato alla Delibera C.I.P.E. di approvazione del progetto preliminare citata in premessa e si elencano le ulteriori osservazioni, modifiche e integrazioni al progetto stesso richieste e/o convenute con R.F.I. nel corso delle riunioni propedeutiche alla stipula del presente Protocollo.

COMUNE DI FINALE LIGURE

Il Comune dà atto che il progetto definitivo dell'opera ferroviaria e in particolare la galleria Caprazoppa è compatibile con il progetto di recupero dell'area dell'ex cava Ghiagliazza, in quanto non interessata da opere definitive, dalla cantierizzazione e/o dal deposito temporaneo/definitivo del materiale di scavo.

Sono inoltre salvaguardate le aree di conservazione riportate nel PTCP e il sito storico paleontologico delle Arene Candide.

Il Comune richiede:

1. l'integrazione del progetto della nuova linea con un nuovo viadotto ferroviario sul torrente Pora in sostituzione dell'esistente, idoneo per soddisfare le esigenze idrauliche legate alle verifiche sulla piena duecentennale;
2. l'adeguamento e l'integrazione della viabilità urbana nei pressi di Piazza Vittorio Veneto in caso, in anticipo sulla realizzazione dell'opera ferroviaria, dovessero essere eseguiti interventi di modifica e adeguamento della viabilità stessa, nel quadro della riqualificazione dell'ex area Piaggio;
3. il restyling architettonico complessivo del fabbricato viaggiatori in relazione sia all'adeguamento dei prospetti sia di quello della distribuzione funzionale e dotazioni tecnologiche dei locali interni.

Al riguardo RFI dà atto e dichiara:

1. che detta opera non rientrava nel progetto preliminare approvato e neppure la Delibera C.I.P.E. in premessa conteneva tale prescrizione.
La risoluzione idraulica è comunque contemplata nell'Accordo di Programma già sottoscritto fra gli Enti Locali e le Società del gruppo Piaggio, con l'adesione di RFI, avente per oggetto la riqualificazione dell'ex stabilimento Piaggio; in tale Accordo è infatti prevista l'esecuzione di un nuovo fornace in sponda destra del torrente, soluzione a suo tempo presa in considerazione in quanto l'unica in grado di garantire accettabili soggezioni all'esercizio ferroviario;
qualora l'Amministrazione Comunale e il soggetto attuatore della riqualificazione urbanistica proponessero formalmente una soluzione tecnica diversa da quella di cui sopra, RFI si dichiara comunque disponibile a valutarne la compatibilità funzionale con l'esercizio ferroviario nell'ambito di una revisione complessiva dell'Accordo di Programma stesso;
2. di essere disponibile all'adeguamento della viabilità previa trasmissione dei relativi elaborati progettuali da parte del Comune;
3. di essere disponibile a integrare il progetto ferroviario con gli adeguamenti richiesti dal Comune per il restyling dell'esistente stazione, in tempi compatibili con l'avvio delle procedure per la relativa approvazione da parte del C.I.P.E.

COMUNE DI PIETRA LIGURE

Il comune di Pietra Ligure con delibera del consiglio comunale ha espresso un giudizio critico rispetto al tracciato previsto nel progetto preliminare approvato dal CIPE per un eccessivo impatto sul territorio, per contrasto con i piani di bacino, per la necessità di ottimizzazioni delle viabilità in zona e per un interessamento della zona di stazione con un esteso sito archeologico. In alternativa alla possibilità di spostamento radicale del tracciato il comune chiedeva uno spostamento a monte di almeno 20 metri della linea ferroviaria.

Si dà atto che dalle prescrizioni CIPE non risulta possibile lo spostamento totale a monte della linea, si dà altresì atto che il progetto definitivo contiene l'adeguamento della viabilità urbana in funzione delle nuove opere ferroviarie e prevede il monitoraggio ante operam e nel corso dei lavori per l'area di interesse archeologico nei pressi della nuova fermata; contempla altresì la sistemazione idraulica della zona di confluenza dei Torrenti Maremola e Giustenice, con riferimento alla vigente normativa e al Piano di Bacino. Si dà atto inoltre che lo spostamento a monte di 20 metri della linea con lo scopo di salvaguardare gli edifici preesistenti è stato accolto parzialmente (causa presenza SSE ENEL), ma comunque salvaguardando le preesistenze stesse.

Tutto ciò premesso il comune prende atto positivamente delle modifiche apportate tese a dare risposta alla seconda opzione di cui sopra, salvo rilevare che nel progetto definitivo è stata inserita, ai sensi del DM 28/10/2005, una piazzola di sicurezza collocata in posizione non accettabile e che parzialmente vanificherebbe gli effetti dello spostamento a monte di cui sopra.

Si valuterebbe esclusivamente in modo positivo pertanto la soluzione di una piazzola di emergenza ubicata nell'ambito delle aree già previste in occupazione per la realizzazione della fermata.

Al riguardo RFI dà atto e dichiara:

1. che adeguerà il progetto definitivo della linea ferroviaria sulla base della variante di tracciato proposta e condivisa dal comune
2. che verificherà la possibilità di modificare il progetto della piazzola di sicurezza riposizionandola dove richiesto dal Comune; in ogni caso, prima dell'adeguamento del progetto definitivo, sottoporrà al Comune stesso l'esito delle verifiche effettuate sempre sotto la regia della Regione Liguria a garanzia del contemperamento delle diverse esigenze in campo.

COMUNE DI LOANO

Il Comune dà atto che il progetto definitivo dell'opera ferroviaria attraversa il territorio comunale in galleria con quote di interrimento superiori a quelle del progetto preliminare, garantendo ricoprimenti minimi di circa quindici metri, ad eccezione del tratto terminale verso il Comune di Borghetto Santo Spirito; in quest'ultimo tratto previsto in galleria artificiale sono comunque previsti l'adeguamento dell'alveo del rio Casazza mediante opere di difesa spondale nonché quello della viabilità comunale interferita (ex via Montello) mediante un nuovo tratto stradale ed un nuovo ponticello stradale sul rio stesso.

Il Comune dà altresì atto che il maggior interrimento della linea consente anche di sottoattraversare il torrente Nimbalto senza interventi sull'alveo demaniale e che, solamente in prossimità dello stesso torrente, è prevista una limitata occupazione in superficie per l'esecuzione di un pozzo di aggettamento delle acque reflue della galleria, da localizzare se possibile su aree di proprietà pubblica.

COMUNE DI BORGHETTO SANTO SPIRITO

Il Comune dà atto che il progetto definitivo dell'opera ferroviaria prevede l'ottimizzazione e l'adeguamento della viabilità nell'ambito del territorio comunale in funzione delle nuove opere ferroviarie (viabilità di accesso alla stazione e allo svincolo autostradale nonché alla statale per Toirano) e comprende anche gli ulteriori adeguamenti stradali richiesti e concordati nel corso della riunione presso gli uffici della Regione dell'11 Maggio u.s.

Il progetto prevede la piazzola di sicurezza dell'esercizio ferroviario in galleria in corrispondenza dell'imbocco lato Genova della galleria Castellaro in quanto, la posizione alternativa auspicata dal Comune sarebbe stata di maggior impatto e la sua eliminazione non consentirebbe il rispetto della normativa vigente.

Il Comune dà altresì atto che il progetto comprende le prescritte opere di mitigazione dell'impatto ambientale consistenti nell'installazione di barriere antirumore e di alberature sul viadotto Varatella e nel tratto allo scoperto fra la galleria Pineland e la galleria Castellari, comunque ridotto nel progetto definitivo a circa 190 m rispetto ai 300 m circa del progetto preliminare.

Il Comune richiede:

1. in considerazione dell'eventuale inserimento della variante Aurelia (Aurelia bis), il Comune o la Regione, trasmetteranno formalmente a RFI il relativo progetto affinché siano recepiti, nel progetto dell'opera ferroviaria, gli eventuali adeguamenti riguardanti la viabilità e agli interventi di mitigazione ambientale;
2. che in assenza di soluzioni alternative e migliorative per la piazzola di sicurezza di cui sopra, siano almeno previsti adeguati interventi di mitigazione ambientale.

Al riguardo RFI dà atto e dichiara:

- 1 che adeguerà il progetto ferroviario all'eventuale inserimento della variante Aurelia (Aurelia bis), purchè limitato alla viabilità e opere di mitigazione e a condizione che la richiesta pervenga in tempi compatibili con l'avvio delle procedure per l'approvazione del progetto stesso da parte del C.I.P.E.;
- 2 che la piazzola di sicurezza è condizione imprescindibile per l'esercizio ferroviario e quindi la sua previsione nei pressi dell'imbocco lato Genova della Galleria Castellari è parte integrante del progetto definitivo unitamente alle opportune e relative opere di mitigazione ambientale.

COMUNE DI ALBENGA

Il Comune dà atto che il progetto definitivo dell'opera ferroviaria prevede l'ottimizzazione e l'adeguamento della viabilità comunale e della SP 582 nel tratto interferente con il casello autostradale di Albenga.

Dà altresì atto dell'ottemperanza al prescritto avvicinamento della nuova sede ferroviaria all'esistente Autostrada dei Fiori, riducendo la distanza media da 45-50 m di cui al preliminare, a 25- 30 m circa, limitando quindi l'impatto sul territorio.

Inoltre ritiene condivisibili la progettazione architettonica del fabbricato di stazione e gli interventi di mitigazione anche relativi alla nuova sottostazione elettrica.

Infine prende atto che, come richiesto nel corso della riunione presso gli uffici della Regione dell'11 Maggio u.s., il progetto di cantierizzazione limita il trasporto del materiale di scavo sulla viabilità ordinaria in quanto il conferimento dello smarino delle gallerie all'area di stoccaggio temporaneo nell'ambito della nuova stazione di Albenga, è prevalentemente previsto mediante nastro trasportatore.

Il Comune richiede:

1. Che l'accesso stradale alla nuova stazione, in alternativa all'attuale progetto che prevede un nuovo ponte sul torrente Neva e la nuova viabilità di collegamento in sponda sinistra torrente Arroscia, sia previsto con l'adeguamento dell'esistente viabilità comunale in sponda destra, l'attraversamento dell'Arroscia mediante un nuovo ponte stradale ed un breve tratto di nuova viabilità in sponda sinistra di collegamento con la stazione in direzione Bastia.

Tale soluzione, già prospettata all'atto dell'approvazione del preliminare, è più funzionale con lo sviluppo urbano ed evita, in sponda sinistra del torrente Arroscia, l'intersecazione con rilevanti aziende agricole.

Al riguardo RFI dà atto e dichiara:

- 1 che verificherà dal punto di vista idraulico la soluzione di cui sopra concertando con il Comune il punto più adeguato e di minor impatto con l'alveo del torrente per posizionare il nuovo ponte stradale; qualora dallo studio di fattibilità non emergeranno problematiche particolari, RFI darà corso alla progettazione di detta viabilità in alternativa a quanto sinora previsto, adeguando il progetto definitivo dell'opera ferroviaria in tempi compatibili con l'avvio delle procedure per la relativa approvazione da parte del C.I.P.E.

COMUNE DI ALASSIO

Il Comune dà atto che il progetto definitivo dell'opera ferroviaria riduce notevolmente l'impatto dell'opera sul territorio in quanto, come stabilito in sede di approvazione del progetto preliminare, prevede l'abbassamento del piano ferro alla quota - 2,55 m s.l.m., in tal modo evitando sia le pesanti ripercussioni con la viabilità urbana sia la demolizione di un consistente numero di edifici residenziali.

L'impatto sugli edifici sarà quindi limitato al fabbricato Telecom, al Palazzetto delle Sport, ad un edificio abitativo unifamiliare e a due magazzini di limitata entità, come già verbalizzato nella riunione del 22-04-2010.

Il Comune richiede:

- 1 che il progetto ferroviario comprenda, come concordato nella riunione del 22 aprile 2010 u.s., anche la realizzazione del nuovo Palazzetto dello Sport, con caratteristiche analoghe a quello da demolire, da effettuare sullo stesso sedime e a totale cura e spesa di RFI, anche con riguardo allo smantellamento e rifacimento dell'esistente impianto fotovoltaico;
- 2 che sia garantita la compatibilità dell'opera ferroviaria con l'eventuale realizzazione del parcheggio multipiano di via Pera, già prescritta in sede di approvazione del progetto preliminare.

Al riguardo RFI dà atto e dichiara:

DOVUTE DI IMPianto
FOTOVOLTAICO A TETTO COME ESISTENTE

- 1 Che il progetto definitivo comprenderà anche il nuovo Palazzetto dello Sport da realizzare nell'ambito dell'opera ferroviaria a totale cura e spesa di RFI, sul sedime risultante dalla demolizione dell'esistente;
- 2 Che la compatibilità dell'opera ferroviaria con l'eventuale parcheggio multipiano di via Pera, comporta che nell'ambito di tale opera, se realizzata in anticipo sulla nuova linea ferroviaria, siano previsti 2 pozzi equilibratori e un pozzo di areazione/ventilazione a servizio della fermata/galleria; la compatibilità tecnica fra le opere e i relativi impegni specifici dovranno essere regolamentati in apposita convenzione fra RFI e il Comune di Alassio.

COMUNI DI BORGIO VEREZZI, LAIGUEGLIA, GIUSTENICE, CERIALE E VILLANOVA D'ALBENGA

I Comuni prendono atto che il progetto dell'opera ferroviaria sottoattraversa il territorio comunale senza o con limitati impatti in superficie, comunque privi di significative criticità. RFI, in particolare per quanto attiene il Comune di Borgio Verezzi, dà altresì atto che il progetto della linea ferroviaria salvaguarda le grotte senza alcun impatto sulle stesse.

COMUNE DI ANDORA

Il Comune, interessato sia dal raddoppio della linea Andora – San Lorenzo al Mare, in avanzata fase di realizzazione, sia dal completamento del raddoppio verso Finale Ligure oggetto del presente protocollo, dà atto che l'assetto finale della stazione e delle relative opere accessorie di viabilità, parcheggio e mitigazione ambientale, potrà essere raggiunto per fasi considerando:

- 1 L'attivazione del nuovo tratto Andora – San Lorenzo al Mare
- 2 La dismissione dell'esistente sede ferroviaria nel tratto in corrispondenza della nuova stazione di Andora
- 3 Il completamento del raddoppio Finale Ligure – Andora.

A tal riguardo, in data 10/3/2011 è stato sottoscritto il Verbale di riunione fra il Comune e RFI/Italferr IV01 00 E IF RR 20.03.00 023 A, che si richiama per costituire parte integrante del presente Protocollo, con cui sono stati condivise le opere da realizzare in ciascuna fase, le modalità operative e le relative competenze.

COMUNE DI TOVO SAN GIACOMO

Il Comune è interessato dal progetto limitatamente all'allocazione di un deposito di inerti la cui ubicazione è condivisa come meglio definito all'art. 4

Articolo 4

(Scavi delle gallerie)

Le parti sottoscrittrici il presente protocollo danno atto che è condizione imprescindibile per la realizzazione dell'opera ferroviaria, l'individuazione e la disponibilità certa di siti nei quali poter depositare definitivamente il materiale in esubero proveniente dalla realizzazione delle nuove gallerie, quantificato da RFI in circa 4.000.000 di mc.

L'ipotesi di realizzare opere d'interesse pubblico è quindi la soluzione in grado di garantire da un lato il riutilizzo delle terre e rocce da scavo nel rispetto della vigente normativa, dall'altro la realizzazione di interventi finalizzati alla riqualificazione di parti del territorio inutilizzato.

Pertanto, in coerenza con il programma per il riuso e lo smaltimento degli inerti sottoscritto il 19/1/1998 fra le ex Ferrovie dello Stato, ora RFI e gli Enti Locali, e tenuto conto dello studio della Comunità Montana Ingauna (confluita nella Comunità Montana Ponente Savonese) citati in

premessa, RFI ha predisposto un primo stralcio per la progettazione di opere/interventi d'interesse comunale nel territorio dei Comuni di Tovo San Giacomo, Villanova d'Albenga e Albenga, da realizzare mediante il riutilizzo delle terre e rocce che saranno prodotte con lo scavo delle gallerie. Detti progetti sono stati predisposti da RFI/Italferr, comprendendo in essi anche la relativa viabilità di accesso ai siti mediante nuove opere stradali e/o l'adeguamento dell'esistente, condividendone con i Comuni i requisiti e la destinazione funzionale.

Le opere/interventi condivisi sono quelli risultanti dagli elaborati ITSG, I14, I15, I18 allegati al presente protocollo d'intesa.

I reciproci rapporti derivanti dalla progettazione e realizzazione delle opere di interesse pubblico, saranno disciplinati da appositi protocolli da sottoscrivere fra RFI e ciascun Comune con l'intervento della Regione che assicurerà l'uniformità delle procedure d'attuare per garantire la realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria di interesse strategico.

Pertanto le parti opereranno per il completamento dei progetti per consentirne quanto meno l'eventuale verifica di compatibilità ambientale ed in particolare la Regione d'intesa con la Provincia valuteranno, nel quadro delle loro competenze, la rispondenza dei progetti alle norme del piano di Bacino.

Ottenute tali approvazioni, i progetti confluiranno nel progetto dell'opera ferroviaria nel cui ambito completeranno l'iter autorizzatorio, prevedendone i costi, compresi quelli per l'eventuale acquisizione degli immobili a favore dei Comuni, a carico dell'infrastruttura ferroviaria.

Articolo 5

(Progetto Aurelia Bis)

La Regione ha in corso lo studio di fattibilità dell'Aurelia Bis relativo anche al tratto ricadente in Comune di Albenga.

Pertanto, qualora il progetto stradale sia approvato anche dal predetto Comune nella fascia interclusa fra l'Autostrada dei Fiori e la nuova sede ferroviaria, RFI, compatibilmente con i tempi programmati per l'avvio della procedura per l'approvazione definitiva dell'opera ferroviaria, potrà prevedere la realizzazione del rilevato stradale anche mediante il riutilizzo del materiale proveniente dall'escavazione delle gallerie.

RFI dà atto che il sovrappasso stradale della S.P. n.3 previsto per mantenere la continuità della strada esistente, è progettato con pile ai margini delle infrastrutture in maniera tale da preservare il corridoio e consentire l'eventuale inserimento della predetta arteria stradale, senza interferenze sostanziali.

Gli ulteriori attraversamenti di viabilità minori potranno essere adeguati al progetto della stessa Aurelia Bis, purchè l'esigenza sia formalizzata in tempi compatibili con il predetto l'avvio della procedura per l'approvazione definitiva dell'opera ferroviaria.

Art.6

(Legge Regionale 39/2007)

RFI si impegna ad applicare per la realizzazione dell'opera in progetto, quanto previsto dalla Legge Regionale n. 39/2007 " P.R.I.S. Programmi Regionali di Intervento Strategico" che si pone l'obiettivo di garantire la tutela sociale per i nuclei familiari residenti o dimoranti in fabbricati incompatibili con la realizzazione di opere infrastrutturali strategiche di interesse nazionale.

Pertanto RFI, in qualità di soggetto attuatore dell'opera ferroviaria, dà atto di aver previsto nell'ambito dell'investimento la spesa prevista per l'indennità integrativa speciale da corrispondere ai proprietari, locatari o titolari di altri diritti reali in possesso dei requisiti previsti dalla normativa (residenza o dimora all'atto dell'approvazione del progetto preliminare e all'emanazione della D.G.R. di attivazione del P.R.I.S.), destinata a compensare la spesa per la loro ricollocazione in abitazioni ad uso prima casa nonché di ogni altra spesa definita accessoria a tale ricollocazione.

Articolo 7

(Impegni dei sottoscrittenti)

RFI si impegna a completare il progetto definitivo dell'opera ferroviaria, tenendo conto per ciascun Comune di quanto stabilito dai precedenti artt. 3 e 4.

Per contro, la Regione, la Provincia e i Comuni si impegnano ciascun per quanto di propria competenza a dar corso alle procedure autorizzatorie, ad emanare gli atti e quant'altro necessario per consentire il completamento del progetto definitivo dell'opera ferroviaria e l'avvio delle procedure per la relativa approvazione da parte del C.I.P.E. in tempi compatibili con il programma di realizzazione dell'infrastruttura strategica.

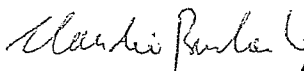
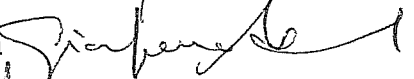

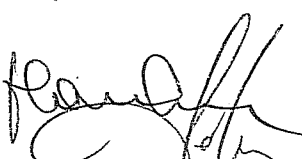



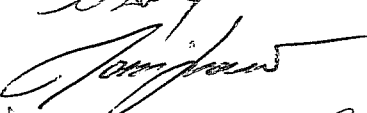

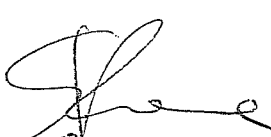

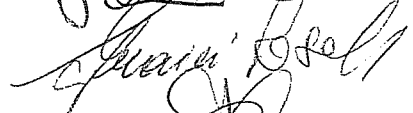
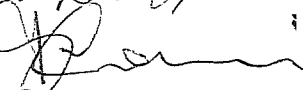

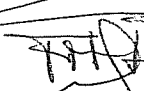
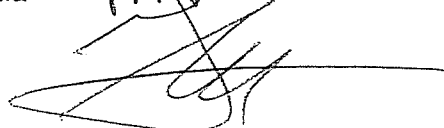
Articolo 8


(Registrazione)

Il presente protocollo è esente da registrazione fino in caso d'uso.

Fatto, letto e sottoscritto in un originale per ciascuna delle parti sottoscrittenti a Andora.

Andora, 11 aprile 2011

Regione Liguria 
Rete Ferroviaria Italiana 
Provincia di Savona 
Comune di Finale Ligure 
Comune di Borgio Verezzi 
Comune di Tovo San Giacomo 
Comune di Pietra Ligure 
Comune di Giustenice 
Comune di Loano 
Comune di Borghetto Santo Spirito 
Comune di Ceriale 
Comune di Albenga 
Comune di Villanova d'Albenga 
Comune di Alassio 
Comune di Laignueglia 
Comune di Andora 

	RADDOPPIO LINEA FERROVIARIA GENOVA - VENTIMIGLIA TRATTA FINALE LIGURE - ANDORA PROGETTO DEFINITIVO					
PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO Relazione Generale	COMMESSA IV01	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. B	PAG. 86/86

Allegato 6 – Bozza Protocollo di intenti ex art. 15 della L. 241/1990 avente a oggetto la Progettazione e l’iter autorizzativo delle opere di sistemazione del Sito di conferimento materiali provenienti dalla realizzazione della nuova tratta ferroviaria tra Andora e Finale Ligure, a seguito della sottoscrizione del Protocollo d’Intesa del’11 aprile 2011

BOZZA

RADDOPPIO DELLA LINEA FERROVIARIA GENOVA — VENTIMIGLIA

TRATTA FINALE LIGURE — ANDORA

Protocollo di intenti ex art. 15 della L. 241/1990 avente a oggetto la Progettazione e l'iter autorizzativo delle opere di sistemazione del Sito di conferimento materiali provenienti dalla realizzazione della nuova tratta ferroviaria tra Andora e Finale Ligure, a seguito della sottoscrizione del Protocollo d'Intesa del'11 aprile 2011

TRA

REGIONE LIGURIA, di seguito per brevità anche “Regione”,

E

COMUNE DI VILLANOVA D'ALBENGA, di seguito per brevità anche “Comune”,

E

RETE FERROVIARIA ITALIANA S.P.A., di seguito per brevità anche “RFI”,

di seguito congiuntamente denominate anche le “Parti”.

PREMESSO CHE:

- a) con Deliberazione 29 luglio 2005, n. 91, pubblicata nella *Gazzetta Ufficiale* della Repubblica Italiana - Serie Generale - del 10 marzo 2006, n. 58, il CIPE ha approvato con prescrizioni, ai sensi dell'art. 3 del D.Lgs. 20 agosto 2002, n. 190 poi trasfuso nell'art. 165 del D.Lgs. 12 aprile 2006, n. 163 e s.m.i., tuttora applicabile ai sensi delle disposizioni transitorie di cui all'art. 216, comma 1-bis del D.Lgs. 50/2016 — il progetto preliminare del “Raddoppio della linea ferroviaria Genova - Ventimiglia: tratta Finale Ligure — Andora”, presentato dal soggetto aggiudicatore RFI;
- b) con il Decreto VIA Dec/VIA/2535 del 29/07/1996 del Ministero dell'Ambiente di concerto con il Ministro per i Beni Culturali e Ambientali, venne espresso **il giudizio positivo circa la compatibilità ambientale del progetto ferroviario originario**. Tale giudizio positivo è stato confermato all'atto dell'approvazione del progetto preliminare di cui sopra, dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio – Commissione Speciale VIA (che ha ritenuto di carattere non sostanziale le modifiche apportate al progetto originario) e dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali facendo proprie le prescrizioni formulate dalla Soprintendenza per i Beni Archeologici della Liguria e dalla Soprintendenza per i Beni Architettonici e del Paesaggio di Genova;
- c) l'approvazione da parte del CIPE del progetto preliminare ai sensi della normativa richiamata in premessa a), ha determinato l'accertamento della compatibilità ambientale dell'opera ed ha perfezionato l'intesa Stato — Regione sulla localizzazione della stessa comportando, quindi,

L'automatica variazione degli strumenti urbanistici vigenti e adottati, nonché l'apposizione, del vincolo preordinato all'esproprio ai sensi dell'art. 10 del DPR 8 giugno 2001, n. 327 e s.m.i. sugli immobili interessati dall'opera ferroviaria;

- d) tra le prescrizioni di cui alla delibera CIPE 91/2005 figura che, per quanto attiene *lo smaltimento degli inerti, in fase di progettazione definitiva si dovranno in generale, tra l'altro, definire tramite un accordo tra Regione, Provincia e Comuni interessati, le aree idonee per la realizzazione delle discariche di inerti e per i riempimenti del materiale residuo dopo il riutilizzo e recupero;*
- e) con l'aggiornamento del 2009, approvato dal CIPE, del Contratto di Programma 2007 – 2011 tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e RFI S.p.A., il progetto per il completamento del Raddoppio della linea ferroviaria Genova - Ventimiglia: tratta Finale Ligure — Andora, è stato inserito in tabella A03 (sviluppo infrastrutturale rete convenzionale) tra i corridoi europei (Corridoio 24 dei 2 mari) e pertanto, **dal 2010, RFI S.p.A. per il tramite di Italferr, ha avviato la progettazione definitiva;**
- f) la Comunità Montana Ingauna, successivamente confluita nella Comunità Montana Ponente Savonese, ha sviluppato lo studio avente ad oggetto *“Analisi preliminare e studio di fattibilità propedeutici alla proposta progettuale per una ricomposizione urbanistica, paesistica ed agricolo-produttiva dei territori attraversati dal nuovo tracciato della linea ferroviaria e compresi nella CMI”;*
- g) la Regione Liguria ha analizzato lo studio di cui in premessa f) trasmettendo, con nota prot. PG/2009/159118 del 4/11/2009 dell'Assessore alla Pianificazione Territoriale e Urbanistica, Infrastrutture e Logistica, le risultanze dell'istruttoria preliminare;
- h) a seguito dell'istruttoria di cui alla premessa che precede, è stata ritenuta di interesse delle Amministrazioni Comunali coinvolte la riqualificazione urbanistica di alcuni siti previsti dal predetto studio - di cui uno in Comune di Villanova d'Albenga - adeguatamente posizionati rispetto alla nuova sede ferroviaria -, mediante la realizzazione di opere/interventi correlati all'opera ferroviaria, riutilizzando una consistente quantità di terre e rocce provenienti dallo scavo delle gallerie;
- i) a seguito di quanto sopra esposto, in data 21 e 22 aprile 2010, RFI e Italferr hanno effettuato una serie di incontri con tutte le Amministrazioni Comunali, alla presenza anche della Regione Liguria, nel corso dei quali è stato illustrato il tracciato ferroviario risultante dal recepimento delle prescrizioni impartite dal CIPE all'atto dell'approvazione del progetto preliminare, tenendo conto anche delle nuove norme in tema di sicurezza delle gallerie ferroviarie;
- j) nel corso di dette riunioni RFI e Italferr hanno altresì sottoposto all'esame del Comune di Villanova d'Albenga, uno studio preliminare inerente ai siti citati in premessa h), idonei per il riutilizzo del materiale di scavo delle gallerie;
- k) in tal senso, gli enti locali e RFI hanno concordato l'opportunità di progettare nei siti citati opere comunali di interesse pubblico, da eseguire mediante il riutilizzo del materiale idoneo proveniente dallo scavo delle gallerie; pertanto, in data 11 aprile 2011 è stato sottoscritto uno specifico Protocollo di Intesa tra RFI, Regione Liguria, i Comuni di Finale Ligure, Pietra Ligure, Loano, Borgio Verezzi, Borghetto S. Spirito, Tovo San Giacomo, Albenga, Villanova d'Albenga, Alassio, Laigueglia, Ceriale, Giustenice, Andora, e la Provincia di Savona;
- l) il Comune di Villanova d'Albenga, con il Verbale di Deliberazione della Giunta Comunale n. 123 del 13/12/2021, ha confermato il parere favorevole al rinnovo dell'intesa sulla

localizzazione della nuova tratta ferroviaria Andora-Finale Ligure e del sito di deposito materiali di risulta degli scavi, già individuato sul territorio di Villanova, e ha dichiarato l'interesse pubblico per il suddetto sito, confermandone la destinazione finale quale "Area a parco tecnologico a servizi ed energia rinnovabili, e attività di sviluppo sostenibile";

- m) con Delibera, pubblicata sulla G.U. della Repubblica Italiana n. 48 del 26/04/2022, RFI, acquisita la deliberazione della Giunta della Regione Liguria n. 3710/2021, ha reiterato il vincolo preordinato all'esproprio, ai sensi e per gli effetti del combinato disposto dell'art. 216, commi 1-bis e 27-novies del D.Lgs. 50/2016 e s.m.i. e dell'art. 165, commi 5 e 7 -bis, del D.Lgs. 163/2006 e s.m.i., apposto con la delibera CIPE n. 91/2005, sulle aree e gli immobili interessati dalla realizzazione del Raddoppio della linea ferroviaria Genova – Ventimiglia: tratta Finale Ligure – Andora;
- n) **il 28/06/2022 RFI ha presentato al Comune di Villanova d'Albenga il Progetto Definitivo** (aggiornato a febbraio 2022, poi trasmesso al Comune con nota RFI-NEMI.DIN.DINO.GE\A0011\P\2022\0000082 del 11/08/2022) degli interventi di abbancamento finalizzati al deposito delle terre e rocce da scavo provenienti dallo scavo delle gallerie della tratta Ferroviaria Andora – Finale Ligure sul sito di deposito indicato dal Comune di Villanova di Albenga e della relativa viabilità di accesso;
- o) a seguito di specifica richiesta da parte del Comune di Villanova di Albenga, RFI, con nota prot. RFI-NEMI.DIN.DINO.GE\A0011\P\2023\0000082 del 02/02/23, ha incaricato Italferr di sviluppare uno studio di fattibilità tecnica di una viabilità alternativa di accesso al sito di Villanova d'Albenga, rispetto alla soluzione prevista nel Progetto Definitivo di cui al precedente punto al fine di evitare l'interferenza con un terreno agricolo di proprietà privata;
- p) Nelle more del completamento dello studio di fattibilità tecnica di cui al punto precedente, RFI, con nota prot. RFI-NEMI.DIN.DINO.GE\A0011\P\2023\0000376 del 16/06/2023, ha trasmesso al Comune di Villanova di Albenga e al Comune di Albenga la planimetria di individuazione del tracciato della viabilità alternativa di accesso al sito corredata da una relazione tecnica descrittiva dell'intervento, il tracciolino e le sezioni di riferimento della viabilità;

CONSIDERATO che l'art.4 del Protocollo d'Intesa dell'aprile 2011, ad oggetto "Scavi delle gallerie" prevede in particolare che, i rapporti derivanti dalla progettazione e realizzazione delle opere di interesse pubblico saranno disciplinati da appositi protocolli da sottoscrivere fra RFI e ciascun Comune, con l'intervento della Regione che assicurerà l'uniformità delle procedure da attuare per garantire la realizzazione dell'infrastruttura ferroviaria di interesse strategico

Tutto ciò premesso e considerato,

Le Parti stipulano il seguente Protocollo di Intenti:

Articolo 1

Premesse

Le premesse di cui sopra costituiscono parte integrante e sostanziale del presente Protocollo di Intenti.

Articolo 2

Oggetto e finalità del Protocollo

Con il presente Protocollo di Intenti le Parti convengono di collaborare, ciascuna nell'ambito delle proprie competenze, allo scopo di realizzare, nelle aree già individuate nell'ambito del Protocollo d'Intesa del 11/04/2011 richiamato in premessa k), in Località Sponda Destra del Rio Arveglio nel Comune di Villanova d'Albenga, un "Parco tecnologico a servizi ed energia rinnovabili, e attività di sviluppo sostenibile con la relativa viabilità di accesso", di seguito chiamato "Progetto", con il conseguente cambio di destinazione d'uso finale dell'area:

RFI conferma la disponibilità a conferire le Terre e Rocce da scavo provenienti dallo scavo delle gallerie della tratta Ferroviaria Andora – Finale Ligure necessarie per la sistemazione delle suddette aree nella conformazione prevista negli elaborati Progettuali trasmessi da RFI con la nota Prot RFI-NEMI.DIN.DINO.GE\A0011\P\2022\0000082 del 11/08/2022, fatti salvi eventuali adeguamenti progettuali che dovessero rendersi necessari a seguito dell'approvazione del PD dell'opera ferroviaria.

Il Progetto prevede, a cura di RFI, la realizzazione delle opere per la sistemazione della piattaforma del Parco e per la relativa viabilità di accesso, e, a cura del Comune di Villanova D'Albenga, l'effettuazione delle opere superficiali relative all'infrastruttura tecnologica del Parco.

Articolo 3

Impegni delle Parti

Il Comune di Villanova di Albenga si impegna:

- a sviluppare, a propria cura, **la progettazione per la realizzazione delle opere superficiali dell'infrastruttura tecnologica del Parco**, opere che saranno ubicate sulle opere di abbancamento delle terre provenienti dalla realizzazione dell'opera ferroviaria, realizzate da RFI, in conformità agli elaborati Progettuali trasmessi dalla medesima RFI con la nota richiamata in premessa n) adeguati – per quanto riguarda la relativa viabilità di accesso – con la soluzione progettuale trasmessa con la nota Prot. RFI-NEMI.DIN.DINO.GE\A0011\P\2023\0000376 del 16/06/2023, richiamata in premessa p);
- a realizzare, a propria cura anche tramite apposite procedure negoziali, le opere superficiali di sistemazione finale del sito di abbancamento, da intendersi come l'installazione degli impianti tecnologici a servizi ed energia rinnovabili;

ad acquisire tutte le approvazioni e le autorizzazioni necessarie sul "Progetto", progetto comprensivo sia delle opere superficiali da realizzarsi a cura del Comune di Villanova d'Albenga sia delle opere di abbancamento delle Terre e Rocce da scavo provenienti dalle gallerie della tratta Ferroviaria Andora – Finale Ligure e della relativa viabilità di accesso al sito da realizzarsi, a cura e a spese, di RFI Spa. Il Comune si impegna a completare l'iter autorizzativo del "Progetto" e a dichiarare la Pubblica Utilità

prima della consegna della prestazioni per lo sviluppo della Progettazione esecutiva della nuova linea ferroviaria Andora – Finale Ligure;

in qualità di Autorità Espropriante, il Comune di Villanova di Albenga si impegna ad avviare le procedure espropriative al fine di rendere disponibili le aree interessate dall'abbancamento delle suddette Terre e Rocce da scavo e dalla relativa viabilità di accesso con tempistiche compatibili con le attività di scavo delle gallerie della nuova linea ferroviaria Andora – Finale Ligure, e comunque entro e non oltre 12 mesi dalla pubblicazione del bando di gara dell'opera ferroviaria. Nell'ambito delle procedure espropriative, il Comune potrà richiedere, a mezzo pec, a RFI all'indirizzo pec: rfi-din-dino.ge@pec.rfi.it ed alla società Italferr all'indirizzo pec: nodoge.italferr@legalmail.it, a tal fine ~~che la~~ stessa RFI ~~indicherà al Comune~~. Tale facoltà dovrà essere esercitata dal Comune entro e non oltre 20 giorni dal completamento dell'iter di approvazione del "Progetto". In tale evenienza, fermo restando il ruolo di Autorità Espropriante che resterà in capo al Comune, l'Amministrazione comunale potrà avvalersi del soggetto che sarà indicato da RFI per: (i) la predisposizione in bozza di tutti gli atti/provvedimenti da sottoscrivere da parte dell'Autorità Espropriante e/o del Responsabile del Procedimento; (ii) la gestione in nome e per conto del Comune di comunicazioni verso i soggetti espropriati. Ove intenda delegare le attività di cui al punto (ii), il Comune dovrà conferire al soggetto indicato da RFI, entro e non oltre 10 giorni dall'esercizio della facoltà di cui sopra, apposita procura notarile, che gli consenta di svolgere, in nome e per conto del Comune stesso, le attività ad esso delegate.

RFI si impegna:

- a sviluppare **gli elaborati progettuali** utili all'avvio delle procedure autorizzative **per la viabilità di accesso al sito di deposito** e a trasmetterli al Comune di Villanova di Albenga entro la data del da aggiornare 2023 affinché il medesimo Comune possa avviare le suddette procedure autorizzative sull'intero sul "Progetto";
- a realizzare, nell'ambito dei lavori della nuova linea ferroviaria Andora – Finale Ligure, gli interventi di sistemazione e abbancamento delle terre provenienti dagli scavi dell'opera ferroviaria e la viabilità definitiva di accesso al sito, in conformità al "Progetto" che sarà oggetto di approvazione nell'ambito delle relative procedure autorizzative.

Articolo 4

Ulteriori impegni a carico delle Parti

Oltre alle opere di abbancamento delle terre da realizzarsi a cura di RFI, la medesima Società si farà carico di sostenere un importo fisso ed invariabile per la progettazione e la realizzazione del "*Parvo tecnologico a servizi ed energia rinnovabili e attività di sviluppo sostenibile con la relativa viabilità di accesso*", sulla base degli esiti della progettazione eseguita dal Comune, importo che verrà finanziato nell'ambito del 2% del

costo dell'opera (CVI), ai sensi dell'art. 165, comma 3 del D.Lgs. 163/06. Resta inteso che il suddetto importo sarà determinato tenendo conto anche della necessità di garantire, d'intesa con la Regione, l'uniformità tra i diversi Comuni interessati dall'Opera in merito alla distribuzione del suddetto 2% in conformità a quanto previsto dall'art.4 del Protocollo d'Intesa del 2011, i al fine di garantire l'uniforme distribuzione tra i Comuni interessati dalla realizzazione dell'opera del suddetto 2% del costo dell'opera stessa.

In particolare, i costi della progettazione degli interventi del “*Parco tecnologico a servizi ed energia rinnovabili, e attività di sviluppo sostenibile con la relativa viabilità di accesso*”, saranno riconosciuti da RFI in vista dell'avvio della progettazione stessa e del relativo iter autorizzativo, previa presentazione di uno specifico preventivo dei costi di progettazione da parte del Comune.

ARTICOLO 5

Convenzione Attuativa

Con particolare riferimento alla fase attuativa del Progetto oggetto del presente Protocollo, l'individuazione dei reciproci impegni delle Parti, tenuto conto del programma lavori dell'opera ferroviaria, sarà oggetto di una specifica Convenzione, che verrà sottoscritta dal Comune di Villanova D'Albenga e da RFI Spa e trasmessa alla Regione, a valle del positivo espletamento dell'iter autorizzativo sul Progetto Definitivo della tratta Ferroviaria Andora – Finale Ligure, del finanziamento dell'opera ferroviaria e del completamento dell'iter autorizzativo del “Progetto” stesso.

Resta, sin da oggi, inteso che il sito dovrà essere reso disponibile a RFI per il conferimento delle terre e rocce da scavo entro e non oltre 12 mesi dalla pubblicazione del bando di gara dell'opera ferroviaria suindicata (come previsto dal precedente articolo 5), decorsi i quali RFI sarà libero di conferire le terre e rocce da scavo presso altri siti.

ARTICOLO 6

Trattamento dei dati personali

Le Parti si impegnano a trattare i dati personali, acquisiti nell'ambito e per le finalità connesse al presente Protocollo, nel rispetto dei principi di correttezza, liceità e trasparenza previsti dalla normativa vigente in materia di protezione dei dati personali (Regolamento UE 2016/679 e ~~dal~~ D.Lgs. n. 196/2003 e s.m.i).

In particolare, le Parti si impegnano a trattare i dati personali nel rispetto del principio di minimizzazione, nonché a garantirne l'integrità e la riservatezza.

È fermo l'obbligo di ciascuna delle Parti, in qualità di Titolari autonomi del trattamento, di fornire l'informativa sul trattamento dei dati personali alle persone fisiche della propria organizzazione e a

quelle delle altre Parti i cui dati siano trattati per le finalità di cui al primo paragrafo del presente articolo e garantire l'esercizio dei diritti degli interessati.

L'obbligo di informativa di cui al periodo precedente ~~terzo comma~~ viene assolto da RFI mediante pubblicazione nella sezione Protezione dati del sito istituzionale www.rfi.it, dal Comune mediante [a cura Comune: inserimento modalità di somministrazione dell'informativa agli interessati] e dalla Regione mediante [a cura Regione inserimento modalità di somministrazione dell'informativa agli interessati].

Ciascuna Parte risponde delle contestazioni, azioni o pretese avanzate da parte degli interessati e/o di qualsiasi altro soggetto e/o Autorità in merito alla inosservanza alla normativa vigente sopraindicata in materia di protezione dei dati personali ad essa ascrivibili.

ARTICOLO 7

Riservatezza

Le informazioni in qualunque modo rese e/o raccolte da ciascuna delle Parti durante l'esecuzione del presente Protocollo non verranno utilizzate per scopi diversi da quelli ivi contemplati, né diffuse o comunicate a terzi senza il preventivo consenso scritto dell'altra Parte, salvo tuttavia il caso in cui la Parte debba ottemperare a obblighi regolamentari o di legge o a richieste di Autorità italiane o estere alle quali non si possa opporre rifiuto, oppure tali informazioni siano già di dominio pubblico o lo siano divenute per cause diverse dalla violazione degli obblighi di riservatezza stabiliti nel presente Protocollo. Ciascuna delle Parti si impegna, inoltre, a non eseguire e a non permettere che altri effettuino copie, estratti, note, elaborazioni di qualsivoglia informazione o documento in proprio possesso in relazione all'esecuzione del presente Protocollo.

Ciascuna delle Parti si impegna, altresì, a comunicare e a far osservare gli obblighi di riservatezza di cui al presente articolo ai propri dipendenti e a tutti coloro i quali, per qualsivoglia motivo, collaborino o abbiano collaborato all'esecuzione delle prestazioni oggetto del presente Protocollo.

Le previsioni ed i divieti di cui al presente articolo rimarranno in vigore per 2 (due) anni a partire dalla data di scadenza del presente Protocollo, o dall'eventuale risoluzione, recesso o scioglimento per qualsiasi altro motivo del rapporto oggetto dello stesso.

Art. 8

Legge applicabile e Foro competente

Per quanto non disciplinato dal presente Protocollo, le Parti si impegnano a collaborare e ad individuare in buona le più opportune soluzioni, attenendosi alle linee direttive contenute nel presente Protocollo, anche al fine di perseguire e attuare l'interesse pubblico sotteso alla realizzazione dell'Opera.

Per tutto quanto non espressamente previsto nel presente ~~atto~~ Protocollo, si fa riferimento alla normativa vigente e, in particolare, alle disposizioni del Codice Civile.

Tutte le controversie che dovessero sorgere dall'applicazione del presente Protocollo ~~Atto~~ e che non potessero essere definite bonariamente in via amministrativa, saranno deferite agli organi giurisdizionali competenti.

È escluso il ricorso alla procedura arbitrale.

Il presente Protocollo è soggetto alla Legge italiana. Qualunque controversia dovesse insorgere tra le Parti in ordine all'interpretazione e/o all'esecuzione della stessa sarà sottoposta alla competenza esclusiva del Foro di Roma.

Articolo 9

Comunicazioni e referenti

Tutte le comunicazioni relative all'esecuzione del presente Protocollo dovranno essere effettuate mediante Posta Elettronica Certificata agli indirizzi di seguito indicati:

- quanto al Comune: villanovadalbenga@legalmail.it all'attenzione del Sindaco Sig. Pietro Balestra
- quanto a RFI: rfi-din-dino.ge@pec.rfi.it, all'attenzione dell'ing. Fabio De Barbieri in qualità di Referente di Progetto.;
- quanto a REGIONE LIGURIA: protocollo@pec.regione.liguria.it all'attenzione dell'ing. Gabriella Rolandelli in qualità di Vice Direttore della Vice Direzione Generale Infrastrutture e Trasporti Settore infrastrutture

Articolo 10

Efficacia e durata del Protocollo

Il presente Protocollo sarà efficace a partire dalla data di sua sottoscrizione fino al completo ed esatto adempimento da parte delle Parti dei relativi impegni come individuati nel Protocollo stesso.

Articolo 11

Codice etico

RFI dichiara di aver adottato ed attuato un modello di organizzazione, gestione, controllo e codice etico in ottemperanza alle linee guida del D. Lgs. n. 231/2001 in materia di responsabilità amministrativa degli enti. In particolare, il codice etico adottato da RFI è il Codice Etico del Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane, quale parte integrante del “Modello Organizzativo e di Gestione di Rete Ferroviaria Italiana definito, ai sensi e per gli effetti di cui al Decreto Legislativo 8 giugno 2001, n. 231”, pubblicato sul sito internet di Rete Ferroviaria Italiana S.p.A. www.rfi.it.

Il Comune dichiara ... [a cura Comune]

La Regione dichiara ... [a cura Regione]

Articolo -12

Allegati

Sono allegati al presente Protocollo d'intenti:

- Allegato 1_progetto definitivo del sito di conferimento materiali di scavo in Comune di Villanova d'Albenga
- Allegato 2 _Piano Particellare ed elenco ditte
- Allegato 3_ Planimetria di individuazione del tracciato della viabilità alternativa di accesso al sito corredata da una relazione tecnica descrittiva dell'intervento, il tracciolino e le sezioni di riferimento della viabilità

Per Comune di Villanova d'Albenga

Per RFI S.p.A.

Per REGIONE
