

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. INGEGNERIA AMBIENTALE E DEL TERRITORIO

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO AI SENSI DEL D.P.R. 120/2017

Relazione Generale

SCALA:

-

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

RC2A B1 R 69 RG TA0000 002 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma - Ambiente MPA - Tunnel Consult Francesca Tamburini	Gen. 2022	F. Amoroggi	Gen. 2022	I. D'Amore	Gen. 2022	S. Padulosi Ago. 2023
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma - Ambiente MPA - Tunnel Consult Francesca Tamburini	Lug. 2023	A. De Lucia	Lug. 2023	I. D'Amore	Lug. 2023	ITALFERR S.p.A. Ing. Padulosi Sara Ordine degli Ingegneri di Reggio Calabria n. 25827 sez. A
C	Emissione Esecutiva	Francesca Tamburini	Ago. 2023	A. De Lucia	Ago. 2023	I. D'Amore	Ago. 2023	

File: RC2AB1R69RGTA0000002C.doc

n. Elab.:



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	2/107

INDICE

1	PREMESSA	5
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	9
2.1	DEFINIZIONE E CONDIZIONI DI APPLICABILITÀ DEL D.P.R. 120/17	9
3	CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL D.P.R. 120/2017	13
4	SITI DI PRODUZIONE	16
4.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E TOPO-CARTOGRAFICO	16
4.1.1	<i>Caratteristiche del progetto</i>	17
4.1.2	<i>Opere d'arte principali</i>	22
4.1.3	<i>Corpo stradale</i>	28
4.1.4	<i>Viabilità</i>	33
4.2	INQUADRAMENTO URBANISTICO	36
4.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	42
4.3.1	<i>Inquadramento geologico</i>	43
4.3.2	<i>Inquadramento geomorfologico e idrografico</i>	50
4.3.3	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	51
4.4	DESCRIZIONE DEI SETTORI DI INTERVENTO	52
4.4.1	<i>Cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico</i>	54
4.5	USO PREGRESSO DEL SITO ED INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO CONTAMINAZIONE	63
4.5.1	<i>Fonti conosciute</i>	63
4.5.2	<i>Siti di Interesse Nazionale (SIN)</i>	64
4.5.3	<i>Siti Contaminati e potenzialmente contaminati – Regione Campania</i>	67
4.5.4	<i>Valutazione delle interferenze con le opere di progetto e con le aree di cantiere</i>	69
4.6	CAMPIONAMENTO ED ANALISI	75
4.6.1	<i>Indagini ambientali sui terreni lungo linea</i>	76



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	3/107

4.6.2	<i>Indagini ambientali matrice acque sotterranee</i>	81
5	METODICHE DI SCAVO, ANALISI E OPERAZIONI SUI SOTTOPRODOTTI	83
5.1	TECNICHE DI SCAVO	83
5.1.1	<i>Scavo Tradizionale</i>	83
5.1.2	<i>Scavo meccanizzato</i>	83
5.1.3	<i>Fondazioni e opere di sostegno</i>	86
5.2	QUADRO DEI MATERIALI DI SCAVO PRODOTTI	86
5.3	TRATTAMENTI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	88
5.4	ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	89
5.4.1	<i>Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo</i>	89
5.4.2	<i>Caratterizzazione dei materiali additivati provenienti dallo scavo in meccanizzato</i>	92
5.4.3	<i>Rispetto dei requisiti di qualità ambientale</i>	93
5.4.4	<i>Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO)</i>	93
6	SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO	96
6.1	DEPOSITO INTERMEDIO	96
6.1.1	<i>Sistema di cantierizzazione</i>	96
6.1.2	<i>Modalità di deposito dei materiali di scavo</i>	100
6.1.3	<i>Modalità di Trasporto</i>	102
6.2	CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO	102
7	SITI DI DEPOSITO FINALE	103
7.1	RIUTILIZZO FINALE INTERNO AL PROGETTO	104
7.2	RIUTILIZZO FINALE ESTERNO AL PROGETTO	104
7.3	CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI	107
7.3.1	<i>Modalità di campionamento ed esiti della caratterizzazione</i>	107
7.4	EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO	107

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

ALLEGATI

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

Allegato 2: Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG - Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "La Sapienza - Università di Roma")

Allegato 3: Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce

Allegato 4: Cronoprogramma lavori

Allegato 5: 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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

1 PREMESSA

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 per la realizzazione del Lotto 1B Romagnano – Buonabitacolo, individuato come lotto prioritario della nuova linea AV Salerno – Reggio Calabria.

Il Progetto in esame si sviluppa nell’ambito della progettazione di fattibilità tecnica ed economica della linea ad alta velocità per la tratta Salerno – Reggio Calabria la cui attuale progettazione ha come principali obiettivi quelli di:

- ridurre i tempi di percorrenza tra Roma e il Sud del Paese, in particolare verso Reggio Calabria e la Sicilia, entro le 4 ore, realizzando una sorta di isocrona dalla Capitale in conformità con quanto già in essere con altre località del Nord del Paese;
- rendere il sistema ferroviario veloce più accessibile, ricercando soluzioni tali da ampliarne l’area di influenza, sia in termini di capillarità dei servizi AV offerti che di soluzioni infrastrutturali, prevedendo nuove interconnessioni, piuttosto che nuove fermate lungo linea, in un’ottica di mobilità integrata;
- ricercare degli interventi “sostenibili”, in primis dall’impatto ambientale generato, ma anche in termini di loro fattibilità (realizzativa, gestionale...) e conseguentemente economica.

Alla luce della ridefinizione degli obiettivi, il corridoio infrastrutturale tra Salerno e Reggio Calabria definito “autostradale” è stato individuato come il miglior compromesso, data la sua posizione baricentrica rispetto ai territori attraversati, in termini di dimensione della domanda soddisfatta e di miglioramento delle prestazioni.

La nuova Linea AV Salerno – Reggio Calabria è suddivisa nei seguenti lotti funzionali:

- Lotto 0: Salerno – Battipaglia
- Lotto 1: Battipaglia – Praia:
 - Lotto 1a: Battipaglia – Romagnano
 - Lotto 1b: Romagnano – Buonabitacolo

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	6/107

- Lotto 1c: Buonabitacolo - Praia
- Lotto 2: Praia – Tarsia
- Lotto 3: Tarsia – Cosenza + Raddoppio Paola/S. Lucido-Cosenza (interconnessione con LS)
- Lotto 4: Cosenza – Lamezia Terme
- Lotto 5: Lamezia Terme – Gioia Tauro
- Lotto 6: Gioia Tauro – Reggio Calabria



Figura 1-1: Nuova linea AV Salerno – Reggio Calabria: scenario prioritario in rosso

La presente relazione ha come oggetto la realizzazione **Lotto 1b Romagnano – Buonabitacolo** che rappresenta una tappa significativa in un percorso di più lungo termine verso la realizzazione di un sistema infrastrutturale moderno e sostenibile dal punto di vista ambientale, tenuto conto delle specificità della orografia del territorio italiano, in grado di rispondere alle esigenze di mobilità ad un ampio bacino interregionale; il Lotto 1b, infatti, realizza una seconda tratta nell'ambito del lotto 1 Battipaglia – Praia che è stato individuato come uno dei lotti prioritari della nuova linea AV Salerno – Reggio Calabria ed è finalizzato a potenziare il traffico passeggeri/merci della linea.

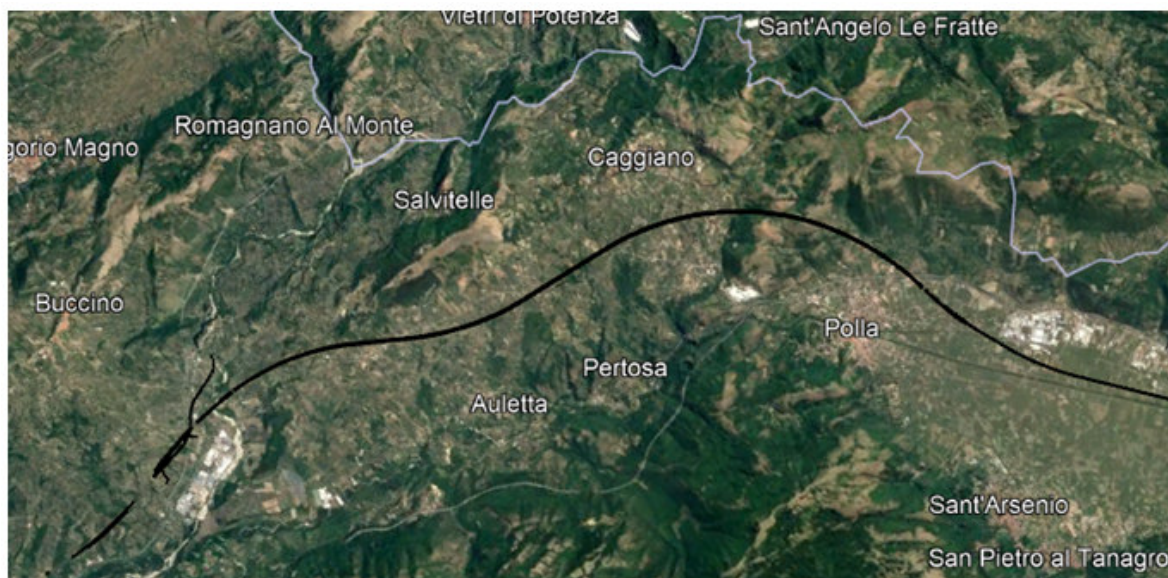


Figura 1-2: Lotto 1b Romagnano – Buonabitacolo. Corografia dell'intervento

Il tracciato in oggetto si sviluppa in doppio binario:

- il binario pari rappresenta uno sviluppo maggiore in quanto inizia in corrispondenza del km 29+013.190 del lotto 1a Battipaglia – Romagnano, all'altezza del passaggio doppio/singolo con il quale i due binari della linea AV si richiudono sull'interconnessione verso la LS Battipaglia – Potenza C.le nella fase funzionale di attivazione del lotto 1a; al km 3+448.84 si dirama l'interconnessione del binario pari verso la LS Battipaglia – Potenza C.le.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

- il tracciato del binario dispari inizia in corrispondenza della punta scambi dell'apparecchio del binario che metterà in deviated l'interconnessione dispari verso la LS Battipaglia – Potenza C.le, lasciando la linea AV in corretto tracciato. Da questo punto in poi il tracciato si sviluppa a doppio binario per circa 46 km con velocità di tracciato di 300 km/h fino alla fermata di Buonabitacolo (la fine intervento è posta in corrispondenza della punta scambi estrema lato Reggio Calabria dell'impianto di Buonabitacolo, al km 49+831.20 in corrispondenza dell'inizio del lotto 1c Buonabitacolo – Praia).

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 di Fattibilità Tecnico Economica 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 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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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 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";
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.** - "Norme in materia Ambientale". Il D.Lgs. recepisce in toto l'articolato del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 relativamente ai rifiuti;
- **Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 e s.m.i.** - 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;

Per far fronte alla continua evoluzione della normativa relativa a ciascuna delle matrici ambientali significative sotto descritte, il Gruppo Ferrovie dello Stato, nel rispetto dei requisiti generali previsti dalla norma UNI EN ISO 14001, si è dotato di un presidio normativo, contenente i principali riferimenti a carattere nazionale e regionale, disponibile online all'indirizzo <http://presidionormativo.italferr.it/>

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 alle lavorazioni inerenti al progetto di Lotto 1B Romagnano – Buonabitacolo;
- si considera come opera, ai sensi dell'art. 2 del D.P.R. 120/2017, l'insieme dei lavori di realizzazione del Lotto 1B Romagnano – Buonabitacolo;



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	10/107

- sono considerate terre e rocce da scavo tutti i materiali derivanti dagli scavi finalizzati alla realizzazione dell'opera ferroviaria, anche contenenti materiali antropici (vedi definizione succitata), conformi ai limiti di cui alle 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 sia da attività di scavo attraverso tradizionali mezzi meccanici con l'utilizzo di materiali per il consolidamento delle opere in sotterraneo e delle opere di fondazione; in particolare, il presente progetto prevede l'utilizzo di vtr, pvc e malta per il parziale consolidamento delle gallerie scavate con mezzi tradizionali e l'utilizzo di additivi per il condizionamento del materiale proveniente dallo scavo meccanizzato delle gallerie;
- 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 AS01, AS02, AS02a, AS03, AS04, AS05, AS06, AS07, AS08, AS09 e AS10 e i siti di deposito terre denominati DT.01 e DT.02.
- 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 Italferr 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 di realizzazione del Lotto 1B Romagnano – Buonabitacolo, il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

- 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;
- 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 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"* nonché in riferimento agli indirizzi scaturiti dagli studi sperimentali condotti in fase progettuale sulla quota parte dei materiali additivati da scavo meccanizzato.

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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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 di Fattibilità tecnico-economica 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.

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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

3 CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL D.P.R. 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 – RC2AB1R69SHTA0000001”**;

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 – RC2AB1R69SHTA0000002”** e **“Schede tecniche dei siti di deposito finale RC2AB1R69SHTA0000003”**.

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;*

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

All'interno del Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel **Cap. 5.3**; qualora si renda necessario si possono prevedere i 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;*

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel **Cap. 4** e documento correlato **“Schede Tecniche dei Siti di Produzione – RC2AB1R69SHTA0000001”**;

- *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 – RC2AB1R69SHTA 0000001”**;

- *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 – RC2AB1R69SHTA0000002”** e nel **cap. 6** si riporta l'ubicazione dei siti di deposito terre, delle aree tecniche e delle aree di stoccaggio nonché l'indicazione delle classi di destinazione urbanistica e i tempi di deposito.



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	15/107

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 – RC2AB1R69SHTA0000002”** e **“Corografia viabilità di conferimento ai siti di destinazione finale – RC2AB1R69CZTA0000001”**.

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

RC2AB1R69SHTA0000001	“Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione”
RC2AB1R69SHTA0000002	“Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito intermedio”
RC2AB1R69SHTA0000003	“Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito finale”
RC2AB1R69CZTA0000001	“Corografia viabilità di conferimento ai siti di destinazione finale”

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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 **RC2AB1R69SHTA000001** "**Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione**") che comprendono:

- Schede cartografiche dei siti di produzione
- Stratigrafie
- 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 E TOPO-CARTOGRAFICO

L'area di studio si colloca nella porzione centro-meridionale della Regione Campania (Provincia di Salerno), tra il Bacino di Auletta e il Vallo di Diano; in particolare, il tracciato ferroviario di progetto attraversa, da N verso S, i seguenti comuni: Sant'Arzenio, Buccino, Auletta, Caggiano, Polla, Atena Lucana, Sala Consilina, Padula, Buonabitacolo, Montesano sulla Marcellana, Casaletto Spartano, Casalbuono (Salerno).

Per quanto riguarda le basi topografiche disponibili l'area è coperta dalla Carta Tecnica Regionale della Campania.

Il tracciato di progetto si sviluppa attraverso settori del territorio la cui quota varia da un minimo di circa 5 m a un massimo di circa 985 m.

Dal punto di vista morfologico, l'area di studio si caratterizza per un primo tratto in cui si delinea il versante di raccordo tra i rilievi carbonatici di Monte San Giacomo e Caggiano e il fondovalle del F.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Tanagro; il tracciato, dopo avere attraversato la soglia settentrionale del Vallo di Diano, incontra un lungo tratto pianeggiante sul fondo del Vallo di Diano, lambendo soltanto alcuni dei principali conoidi alluvionali che digradano verso ovest dai Monti della Maddalena. Alla terminazione sud del Vallo di Diano inizia un tratto collinare con versanti generalmente poco acclivi.

Da un punto di vista idrografico, il tracciato corre circa all'incirca parallelo ai due principali corsi d'acqua che caratterizzano l'area in esame: dopo avere attraversato la fascia alluvionale del Fiume Bianco, fino nei pressi di Casalbuono tracciato si mantiene parallelo al corso del F. Tanagro.

4.1.1 Caratteristiche del progetto

Il progetto ferroviario del lotto 1b è la prosecuzione del tracciato del lotto 1a e termina con la Stazione di Buonabitacolo nell'omonima cittadina.

Per semplicità di esposizione si suddivide il lotto in due porzioni di progetto:

- dal km 0+000 al km 22+000
- dal km 22+000 a fine intervento

4.1.1.1 TRATTO 1 – DAL KM 0+000 AL KM 22+000

Il tracciato ha origine diversificata per binario pari e binario dispari.

Il binario pari si connette, in continuità al binario pari del lotto 1a nel punto in cui si realizzava il passaggio da doppio a singolo binario alla km 29+010 circa (progressivo lotto precedente).

Per il binario dispari l'inizio effettivo corrisponde con l'inizio della curva con cui aveva origine, nel precedente lotto, il collegamento per il Bivio Romagnano (km 32+765 circa del lotto precedente), che in questo lotto sarà connesso in deviate rispetto al binario dispari del lotto 1B, che rappresenta il corretto tracciato.

L'inizio dell'intervento, pertanto, è caratterizzato dalla realizzazione del solo binario pari come intervento di armamento e attrezzaggio fino alla km 3+752 circa, in quanto le opere di questo primo tratto sono previste in realizzazione nel lotto 1A, per motivi legati alla sicurezza in galleria, in particolare alla realizzazione dei piazzali di emergenza (PT18-PT21) e dei bypass di esodo a servizio del binario dispari attivato nello stesso.

L'unica opera non realizzata di questi primi quattro chilometri circa, in quanto non funzionale nel lotto 1A, è il tratto di galleria naturale GN01 dalla km 1+738 fino alla km 2+753 circa.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Sono realizzati inoltre un PES tra la progressiva 1+199 e la progressiva 1+622 (denominato con la WBS MU50) e un marciapiede di collegamento tra le gallerie equivalenti ovvero tra la progressiva 2+753 km e la progressiva 3+043 km (denominato MU51).

Al km 3+449 del binario pari in progetto si dirama il ramo di interconnessione per Romagnano, ove è previsto un deviatoio S60U/1200/0.040, con un tracciato quasi interamente in galleria progettato per una velocità di 100km/h.

Una volta allontanatasi dal binario pari, l'interconnessione pari realizza la galleria naturale "Romagnano 2" (GN03) con la quale sottopassa le due gallerie naturali dei binari pari e dispari della linea AV, termina dopo una estesa di circa 1966m, per poi ricollegarsi con il ramo dispari dell'interconnessione realizzato nell'ambito del precedente lotto 1A.

Il tracciato del binario di interconnessione presenta diverse curve di raggio pari almeno a 800m e pendenza massima di circa il 18‰.

Tornando all'asse principale, a partire dal km 3+752 circa del binario pari, con la wbs GN02-A, inizia il tratto in cui anche le opere civili sono interamente ricadenti nel presente lotto.

Il binario devia verso destra con una curva di ampio raggio e all'uscita della galleria si riavvicina al binario dispari che nel frattempo ha avuto origine dall'interconnessione di Romagnano e che si sviluppa anch'esso in galleria naturale (GN02-B).

A partire dall'uscita della galleria GN02 A/B (km 5+015), dove in corrispondenza degli imbocchi si realizzano i piazzali PT03 e PT04, ha inizio un lungo tratto con i due binari affiancati ad un interasse variabile tra 10.00 m e 15.70 m circa con opere separate costituite dal rilevato RI01-A/B seguito del viadotto VI01 (all'interno del quale si sviluppa parzialmente il marciapiede esterno "PES" a servizio della galleria precedente GN02), da un tratto di sede in rilevato (RI02) e trincea (TR02) che accolgono il marciapiede PES a servizio della successiva galleria naturale "Auletta" (GN04) di lunghezza pari a circa 15,5 km e che si sviluppa interamente a canne separate.

Il tracciato del binario, che prosegue sempre lungo la curva destrorsa di 5500m citata in precedenza, inizia a risalire a partire dall'inizio dei rilevati RI01-A (BP) e RI01-B (BP) prima con una pendenza del 5.5‰ e poi con una livelletta al 16.49‰ che si protrae per poco più di 14.5 chilometri.

Lungo la prima parte della galleria GN04 i due binari si attestano ad un interasse di 15 metri e il tracciato prosegue sinuosamente con alcune curve prima verso sinistra di raggio 6000m e poi di nuovo verso destra di raggio 5500m, lungo la parte terminale della quale il tracciato dei due binari tende a

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

riavvicinarsi con il binario dispari che, una volta uscito dalla galleria va a riportarsi all'interasse standard di 4.50m.

L'uscita dalla galleria Auletta (GN04) avviene al km 21+927, poche centinaia di metri a valle del sottoattraversamento dell'autostrada A2, raggiungendo la piana del Vallo di Diano.

4.1.1.2 TRATTO 2 – DAL KM 22+000 A FINE INTERVENTO

Dall'uscita della lunga galleria GN04, la nuova linea AV attraversa il Vallo di Diano, un'estesa vallata pianeggiante, e si posiziona in destra idraulica del Fiume Tanagro. In questa seconda tratta del progetto, il territorio è particolarmente ricco di canali idrici, prevalentemente utilizzati a scopo irriguo ed è caratterizzato da un'elevata presenza di impianti industriali di vario tipo ove la maglia viaria è molto fitta.

Tali condizioni hanno dettato le scelte progettuali sullo sviluppo della livelletta ferroviaria, preferendo una quota media rispetto al piano campagna, tale da realizzare la linea ferroviaria di progetto su un'opera in viadotto, al fine di garantire la compatibilità e la trasparenza idraulica (rispetto ai corsi d'acqua e alle aree allagabili derivanti dallo studio idrologico) e limitare quanto più possibile le interferenze con le preesistenze. I viadotti lasciano il posto ai rilevati alti quando la scelta è idraulicamente compatibile, favorendo il riutilizzo del materiale da scavo proveniente principalmente dalle gallerie naturali.

Nel caso di rilevati alti, bisogna considerare che le caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati richiedono dei trattamenti di consolidamento. Tali interventi, trattamenti colonnari in deep concrete mixing, risultano avere un impatto economico considerevole, che ne sfavoriscono l'uso.

Per poter individuare la migliore soluzione per l'attraversamento del Vallo di Diano, sono state sviluppate due diverse alternative di tracciato e sottoposte ad Analisi Multicriteria. Nel prossimo capitolo verranno dettagliate le alternative confrontate.

All'uscita della galleria Auletta (GN04), il binario si sviluppa con un breve tratto in rettilineo per poi deviare verso sinistra con una curva di ampio raggio. All'interno del tratto si sviluppa il rilevato RI03 con sviluppo pari a circa 1,2 km ove sorgono i piazzali PT07 e PT08 e i relativi marciapiedi PES a servizio della precedente galleria naturale (GN04).

Al km 23+170 ha inizio il viadotto (VI09) che consente lo scavalco della linea storica Sicignano-Lagonegro e prosegue fino al km 23+755, ove è presente il primo manufatto scatolare ad archi in c.a. (SL54) seguito dal viadotto VI02 compreso tra le km 23+930 e la km 27+211. Planimetricamente il tracciato in corrispondenza del VI09 si sviluppa parzialmente in curva sinistrorsa di ampio raggio e parzialmente in rettilineo, il quale termina in corrispondenza della parte iniziale del VI02. Proseguendo

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

verso sud, il tracciato realizza una seconda curva sinistrorsa di ampio raggio che consente all'infrastruttura di posizionarsi in destra idraulica e parallelamente al fiume Tanagro che attraversa l'intero Vallo di Diano per poi continuare con un lungo rettilineo di sviluppo pari a circa 2,8km. Nel lungo tratto di rettilineo sorge il PC (Posto di Comunicazione) ove le due comunicazioni si sviluppano su due strutture scatolari ad archi in c.a. (SL50 E SL51). Tra le due strutture scatolari è inserito il viadotto VI03 che presenta uno sviluppo pari a 320m; lungo tale tratto sono presenti alcuni fabbricati tecnologici necessari alla gestione degli scambi del PC e alcuni piazzali necessari alla realizzazione delle sottostazioni elettriche.

La scelta del viadotto è principalmente correlata alla presenza di aree allagabili valutate nello studio idrologico ante-operam considerando portate di piena con tempo di ritorno duecentennale, ai fini della verifica del franco idraulico, e trentennale, al fine di disporre delle condizioni a contorno per i corsi d'acqua secondari, che vengono attraversati dal tracciato ferroviario e che risentono delle condizioni idrauliche del fiume Tanagro, che corre parallelamente alla linea AV.

L'ubicazione delle pile e la scelta delle campate è strettamente correlata allo scavalco della linea storica Sicignano-Lagonegro e allo scavalco delle interferenze viarie e idrauliche; in modo da mantenere il più possibile inalterato il reticolo idraulico e il reticolo stradale esistente, evitando impatti sull'esercizio stradale e necessità di deviazioni con conseguente consumo di nuovo suolo.

A partire dal km 28+226 circa fino al km 41+486, si sviluppa il lungo viadotto VI04 ove il tracciato prosegue sinuosamente con alcune curve di ampio raggio intervallate da brevi tratti in rettilineo che consentono all'infrastruttura ferroviaria di posizionarsi, dopo un lungo tratto in parallelismo al fiume Tanagro, in affiancamento all'infrastruttura autostradale esistente (autostrada A2 "SA-RC"). Il lungo viadotto, oltre a garantire la trasparenza idraulica nei confronti delle aree allagabili valutate nello studio idrologico del fiume Tanagro, consente lo scavalco della massiccia presenza in successione di interferenze idrauliche e viarie presenti nel tratto.

Anche in questo caso, la soluzione del viadotto è principalmente correlata alla presenza di aree allagabili e alla successione molto fitta di numerose interferenze viarie ed idrauliche presenti sul territorio. La soluzione in viadotto, dunque, con un opportuno studio della scansione delle campate, ha consentito il mantenimento del reticolo idraulico e viario esistente. Inoltre, la soluzione in viadotto, garantisce un minor uso del suolo e una maggiore trasparenza per il territorio compreso tra l'infrastruttura ferroviaria di progetto e le infrastrutture viarie principali (Autostrada A2 e SS19) che in questo tratto si sviluppano parallelamente e in stretto affiancamento.



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	21/107

Al termine del viadotto VI04) il tracciato devia verso destra per evitare le interferenze con la SS19 (posizionata in parallelismo con l'A2) e la linea, dal km 41+486 al km 45+026, presenta una successione di alti rilevati (RI04, RI05 e RI06) intervallati dalla presenza del viadotto VI05 (120m) e dalla presenza della struttura scatolare ad archi in c.a. SL52 (200m).

Lungo il tratto, per garantire la continuità del reticolo viario sono stati realizzati diversi sottovia che consentono il sottopasso dell'infrastruttura ferroviaria. La scelta del rilevato in luogo del viadotto nelle zone oggetto di esondazione è stata ridotta alle sole tratte ove la livelletta ferroviaria consente di realizzare opere in terra ovvero per altezze piano ferro-piano campagna minori ai 10 m circa, al fine di utilizzare il più possibile le terre da scavo. Come detto in precedenza, la scelta del viadotto risolve il problema della trasparenza idraulica e delle numerose interferenze viarie.

Il primo rilevato RI04 compreso tra il km 41+486 e il km 41+996, è caratterizzato, nella parte iniziale (area oggetto ad allagamento), dalla presenza di 7 tombini di trasparenza e dal sottovia SL20 che garantisce la continuità della nuova viabilità NV46.

Il viadotto successivo, VI05, consente lo scavalco dell'asta idraulica preesistente, e si sviluppa tra il km 41+996 e il km 42+166 con caratteristiche piano altimetriche analoghe al precedente viadotto.

Terminato il breve viadotto, si realizza il rilevato RI05 compreso tra il km 42+166 e il km 43+700, il quale è caratterizzato dalla presenza di 3 sottovia (SL21, SL12 e SL14) che garantiscono la continuità della maglia viaria esistente.

Il rilevato RI06, preceduto dalla struttura scatolare ad archi in c.a. (SL52), si sviluppa tra il km 43+899 e il km 45+026. L'opera è caratterizzata dalla presenza di due sottovia (SL16 e SL22) e di tombini per garantire la continuità della maglia viaria e idraulica esistente, e nella sua parte terminale dalla presenza di n°8 tombini di trasparenza.

Al termine del rilevato (RI06) alla chilometrica 45+026 il tracciato, che si sviluppa parallelamente all'autostrada A2 e alla SS19 fino al km 46+026, presenta un primo tratto in viadotto (VI06) di lunghezza pari a 470m seguito da una struttura scatolare (SL53), per poi continuare con un secondo viadotto (VI07) di lunghezza pari a circa 500m.

Il tracciato prosegue in rilevato (RI07) fino al chilometro 46+625 quando inizia il viadotto VI08 che ha uno sviluppo di circa 625m. Anche in questo caso, la soluzione del viadotto è principalmente correlata alla presenza di aree allagabili derivanti dal canale Imperatore ed alla presenza di altezze tra piano campagna e piano del ferro non compatibili con la realizzazione di rilevati.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Il viadotto termina al km 47+250 dove ha inizio il rilevato RI08 che ospita la stazione di Buonabitacolo che di fatto costituisce la fine del lotto in esame. La stazione si sviluppa interamente in rettilineo lungo una livelletta in salita con pendenza pari all'1.2‰ e presenta i due binari di corsa e i due di precedenza.

L'asse della stazione si trova ubicato alla km 48+259 e la fine del lotto 1B è posto in corrispondenza della punta scambi estrema lato Reggio Calabria. La nuova stazione sarà servita con la viabilità esistente opportunamente adeguata. La scelta del posizionamento della nuova stazione, che si sviluppa completamente in rilevato, nasce oltre che da considerazioni di tipo territoriali/orografiche/idrologiche, anche dalla presenza dello svincolo autostradale di Buonabitacolo/Padula, che ne garantisce l'accessibilità viaria anche dell'hinterland.

4.1.2 Opere d'arte principali

4.1.2.1 GALLERIE NATURALI

Tra Romagnano e Buonabitacolo sono previste 5 gallerie naturali di cui 3 sulla nuova linea AV Salerno – Reggio Calabria e 2 sull'interconnessione per Potenza. I deviatori di bivio di interconnessione sono posti in galleria naturale dando luogo a due cameroni di diramazione.

Nel presente lotto 1B si prevede l'esecuzione di un camerone (sul binario dispari) e di un ramo di interconnessione (binario pari), per cui il numero di gallerie naturali da realizzare è 4 (3 gallerie di linea e 1 ramo di interconnessione). Le restanti opere sono, infatti, previste nel lotto 1A

Le gallerie di linea AV sono tutte a doppia canna singolo binario. Fino a Romagnano, si tratta di gallerie da completare già, in parte, eseguite nel lotto 1A. Dopo Romagnano, fino al vallo di Diano, è prevista una sola lunga galleria (a doppia canna) di circa 15.5K.

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche geometriche delle gallerie:

Tabella 4-1: Elenco delle gallerie naturali del Lotto 1B

Gallerie	PK iniziale (BP)	PK finale (BP)	Lunghezza (m)	Copertura massima (m)	Sezione tipo
GN01	Galleria naturale Caterina completamente b.p.	1+739	2+715	976	80
GN02-A	Galleria naturale Sicignano completamente b.p.	3+752	4+963	1.211	90
GN02-B	Galleria naturale Sicignano completamente b.d.	0+294	1+197	903	78
GN03	interconnessione pari Romagnano 2	0+234	2+247	2.013	80

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	23/107

Gallerie	PK iniziale (BP)	PK finale (BP)	Lunghezza (m)	Copertura massima (m)	Sezione tipo
GN04-A	Galleria naturale Auletta (b.p.)	6+307	21+787	15.480	515

La lunghezza massima è di 15480 m. La copertura massima è di 515 m circa.

Sono previsti in totale circa 40km di gallerie di linea (considerando lo sviluppo di ciascuna canna).

Il metodo di scavo meccanizzato è stato esteso al maggior numero possibile di gallerie, prevedendo l'impiego di una stessa TBM per completare le gallerie attinenti all'interconnessione (GN02-A, GN02-B, GN03) e 4 TBM per l'esecuzione della GN04.

Lo scavo tradizionale è previsto per la galleria Caterina, trattandosi di una galleria isolata di ridotta lunghezza, al camerone, alle uscite di sicurezza e ai bypass.

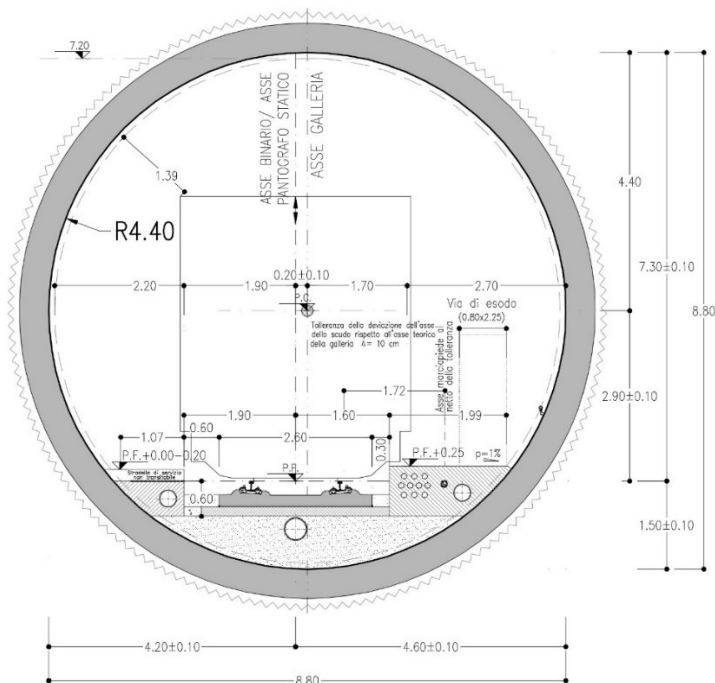


Figura 4-1: Sezione di intradosso gallerie a doppia canna e semplice binario – scavo meccanizzato con armamento su piastra per la galleria Auletta

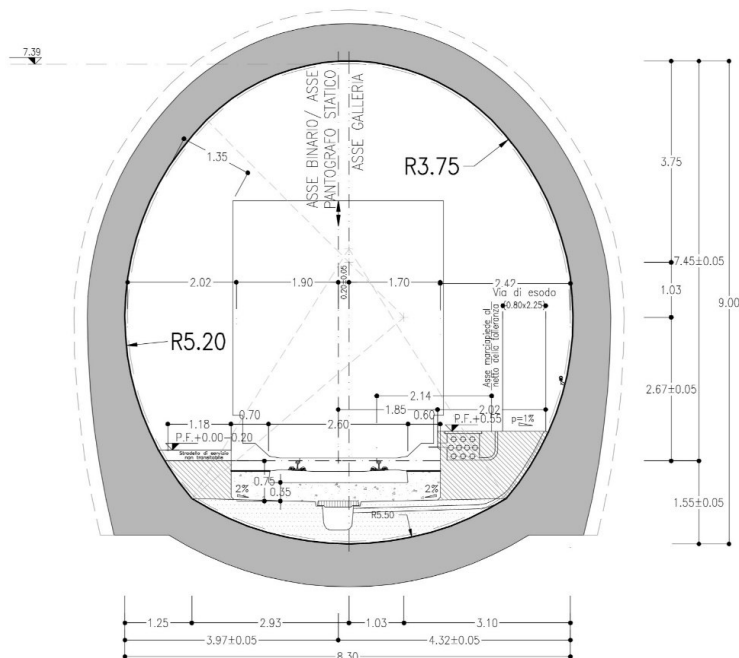


Figura 4-2: Sezioni tipo di intradosso gallerie a semplice binario – scavo tradizionale

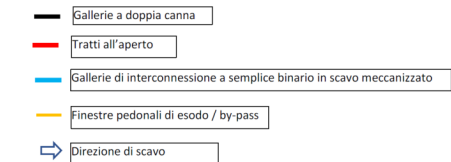
Si precisa che dalla galleria Sicignano (GN02) si diramano, attraverso due cameroni, le gallerie di interconnessione per Potenza.

È prevista una prima fase di esercizio, a completamento delle opere del lotto 1A, in cui, a partire dalla galleria Caterina, i treni per Potenza percorrono solo il binario dispari. Pertanto, nell'ambito del lotto 1A, si realizzano solo le opere strettamente necessarie a questo scopo. Tra queste rientrano i due tratti iniziali delle gallerie pari Caterina e Sicignano anticipati per svolgere funzione di uscite di emergenza delle rispettive gallerie dispari. Il camerone di diramazione sul binario è anticipato nel lotto 1A perché ricadente nel percorso di esodo di emergenza.

Ciò premesso, il lotto 1B, nella zona di interconnessione Potenza, comprende la realizzazione del camerone dispari (dopo che l'esercizio sarà deviato temporaneamente sul binario pari), la realizzazione dell'interconnessione pari, il completamento delle gallerie Caterina (GN01) sul binario pari e della galleria Sicignano (GN02) sia sul binario pari, sia sul dispari. Si veda lo schema per le fasi esecutive.

FASE 2: esecuzione opere lotto 1B

SCHEMA INTERCONNESSIONE ROMAGNANO



FASI:

Esercizio su binario dispari

- scavo con TBM interconnessione pari e completamento scavo GN02 da imbocco lato Praja
- in parallelo alla fase 1 scavo in tradizionale della GN01-B (canna pari)
- Attrezzaggio

Esercizio su binario pari

- Camerone dispari per allargò interconnessione dispari

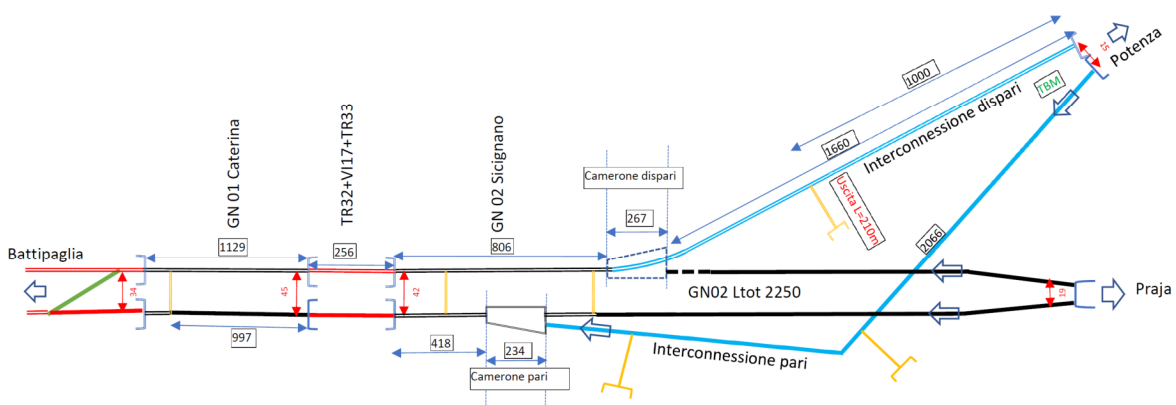
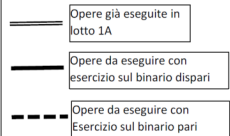


Figura 4-3: Schema gallerie di interconnessione -fase 2 Lotto 1B

Nel rispetto della normativa vigente in tema di sicurezza passeggeri in galleria, lungo le gallerie a doppia canna è prevista la realizzazione di collegamenti trasversali (by-pass) ogni 500 m e lungo la galleria di interconnessione a semplice binario sono previste uscite di sicurezza pedonali a distanza minore di 1000m.

Sono previsti dunque 35 bypass trasversali e 2 finestre di uscita di sicurezza pedonali.

Nella tabella seguente sono riportate per ogni galleria le lunghezze per le vie di esodo previste

Tabella 4-2: Vie di esodo del Lotto 1B

Vie di esodo	Lunghezza e numero
Bypass – Galleria GN01 Caterina	(3 di cui 2 nel lotto 1B), L= 35m
Bypass – Galleria GN02 Sicignano	(4 di cui 2 nel lotto 1B), L= 30-17 m
Finestra di uscita di emergenza pedonale n° 1 della GN03 – Interconnessione pari Romagnano 2	271,3 m
Finestra di uscita di emergenza pedonale n° 2 della GN03 – Interconnessione pari Romagnano 2	192,4 m
Bypass – Galleria GN04 Auletta	31, L= 30 m

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

4.1.2.2 PONTI FERROVIARI

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., nonché cercando di mantenere ed estendere, per quanto possibile, l'uniformità architettonica.

Di seguito i principali ponti e viadotti previsti da progetto:

- Viadotti VI01 – Ponte sul Fiume Bianco:** Il Viadotto VI01 si estende dal km 5+064 al km 5+799 lungo il binario pari (VI01-A) e dal km 1+299 al km 2+034 lungo il binario dispari (VI01-B), per uno sviluppo complessivo di 735 m. L'opera consente lo scavalco del fiume Bianco alla pk 5+588 (BP), oltre che della SS94 al km 5+145 e della linea ferroviaria Salerno-Potenza al km 5+286. In questo tratto i due binari, in uscita dalla GN02, sono caratterizzati da un interasse variabile tra circa 19 m e 13 m, pertanto, l'opera è costituita da due viadotti a singolo binario affiancati. Il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche metalliche da 60 e 75 m reticolari a via inferiore
- Viadotto VI02 – Viadotto Vallo di Diano I:** Il Viadotto VI02 si estende dal km 23+479 al km 27+664 (binario pari), per uno sviluppo complessivo di 4185 m. In questo tratto il tracciato attraversa l'area pianeggiante del Vallo di Diano, parallelamente al fiume Tanagro e all'Autostrada A2 "del Mediterraneo". L'opera consente lo scavalco di una serie di fossi e interferenze idrauliche, tra cui un canale alla pk 24+238 (BP), oltre che di una serie di viabilità locali e vicinali. In questo tratto i due binari, in uscita dalla GN04, sono caratterizzati da un interasse variabile tra circa 10 m (Spalla A) fino a ridursi ai 4.50 m intorno al km 26+000 (BP), pertanto l'opera è costituita nella parte iniziale da 2 impalcati a singolo binario con sottostrutture in comune, per poi convergere in un viadotto a doppio binario con larghezza di piattaforma variabile. Il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche in c.a.p. da 25m a cassoncini accostati e impalcati metallici da 40 m a 4 travi e da 50, 60 e 75 m a cassone. Nel tratto iniziale sono inoltre presenti alcune campate a travate reticolari a singolo binario affiancate da 60m e 75m di luce. Le luci maggiori sono utilizzate in corrispondenza delle interferenze idrauliche per via dell'obliquità dell'attraversamento rispetto al tracciato.
- Viadotto VI03 – Viadotto Vallo di Diano II:** Il Viadotto VI03 si estende dal km 31+295 al km 34+380 (binario pari), per uno sviluppo complessivo di 3085 m. In questo tratto il tracciato



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	27/107

attraversa l'area pianeggiante del Vallo di Diano, parallelamente al fiume Tanagro e all'Autostrada A2 "del Mediterraneo". L'opera consente lo scavalco di una serie di fossi e interferenze idrauliche, tra cui un canale alla pk 34+166 (BP), oltre che di una serie di viabilità locali e vicinali. In questo tratto i due binari presentano interasse costante pari a 4.50 m. Il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche metalliche da 40 m e 45 m a 4 travi e da 60 m a cassone, queste ultime utilizzate in corrispondenza delle interferenze idrauliche per via dell'obliquità dell'attraversamento rispetto al tracciato

- **Viadotto VI04 – Viadotto Vallo di Diano III:** Il Viadotto VI04 si estende dal km 34+740 al km 41+365 (binario pari), per uno sviluppo complessivo di 6625 m. In questo tratto il tracciato attraversa l'area pianeggiante del Vallo di Diano, parallelamente al fiume Tanagro e all'Autostrada A2 "del Mediterraneo". L'opera consente lo scavalco di una serie di fossi e interferenze idrauliche, tra cui un canale alla pk 36+109 (BP), oltre che di una serie di viabilità locali e vicinali, tra cui la SP11 alla pk 39+574. In questo tratto i due binari presentano interasse costante pari a 4.50 m. Il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche metalliche da 40 m e 45 m a 4 travi e da 60 m a cassone, queste ultime utilizzate in corrispondenza delle interferenze idrauliche per via dell'obliquità dell'attraversamento rispetto al tracciato.
- **Viadotto VI05 – Viadotto Vallo di Diano IV:** Il Viadotto VI05 si estende dal km 44+187 al km 45+932 (binario pari), per uno sviluppo complessivo di 1745 m. In questo tratto il tracciato attraversa l'area pianeggiante del Vallo di Diano, parallelamente al fiume Tanagro e all'Autostrada A2 "del Mediterraneo". L'opera consente lo scavalco di una serie di fossi e interferenze idrauliche, tra cui un canale alla pk 45+701 (BP), oltre che di una serie di viabilità locali e vicinali. In questo tratto i due binari presentano interasse costante pari a 4.50 m. Il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche in c.a.p. da 25m a cassoncini accostati e impalcati metallici da 40 e 45 m a 4 travi e da 75 m a cassone, quest'ultima utilizzata in corrispondenza delle interferenze idrauliche per via dell'obliquità dell'attraversamento rispetto al tracciato.
- **Viadotto VI06 – Viadotto Vallo di Diano V:** Il Viadotto VI06 si estende dal km 46+532 al km 48+447 (binario pari), per uno sviluppo complessivo di 1915 m. In questo tratto il tracciato attraversa l'area pianeggiante del Vallo di Diano, parallelamente al fiume Tanagro e all'Autostrada A2 "del Mediterraneo". L'opera consente lo scavalco di una serie di viabilità locali e

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

vicinali. In questo tratto i due binari presentano interasse costante pari a 4.50 m. Il viadotto si compone di una successione di campate isostatiche in c.a.p. da 25m a cassoncini accostati e impalcati metallici da 40 m a 4 travi.

4.1.3 Corpo stradale

Per la bretella di interconnessione con la linea storica, costituita da una sede a singolo binario, sono state adottate sezioni tipo per velocità $V \leq 200$ km/h.

Nella restante parte del lotto è prevista una linea in parte a doppio binario e in parte a singolo binario, con sezioni tipo corrispondenti a velocità $200 < V \leq 300$ km/h. Le sezioni adottate nei vari tratti del lotto sono desunte dal Manuale di Progettazione RFI DTCSI CSMAIFS001E del 31.12.2020.

Le sezioni tipo per velocità $200 < V \leq 300$ km/h sono caratterizzate da traversa pari a 2.60 m, dr 2.40 m (distanza tra palo TE e più vicina rotaia) e interasse tra i binari variabile, a partire da un valore minimo pari a 4.50 m (si rimanda al par. 10.1.1). Le sezioni tipo per velocità $v \leq 200$ km/h hanno traversa pari a 2.60 m, dr 2.25 m e interasse tra i binari pari a 4.00 m.

Per i rilevati, che presentano tipicamente altezze pari a 9m, verrà realizzata ad un'altezza di 4.5m una banca di larghezza pari a 2.00 m, I primi 3m del corpo in terra sono previsti realizzati con i terreni di scavo delle gallerie stabilizzati a calce, in modo tale da migliorare le caratteristiche meccaniche e garantire la stabilità globale dell'opera in condizioni sismiche, ma anche da permettere il riutilizzo di quota parte dei materiali di risulta provenienti dagli scavi, con notevole beneficio in termini di sostenibilità.

Le scarpate dei rilevati hanno una pendenza 2 su 3 (verticale su orizzontale).

La sezione tipo in rilevato prevede una sovrastruttura costituita da a uno strato di sub-ballast di 12 cm in conglomerato bituminoso, avente pendenza trasversale a doppia falda pari al 3%. Un ulteriore strato di super compattato da 30 cm completa la sovrastruttura ferroviaria. Ai margini del ballast è disposto un sentiero pedonale di larghezza pari a 50 cm.

Da entrambi i lati del rilevato si prevede la realizzazione, al piede della scarpata, di un dispositivo di raccolta delle acque (fosso di guardia), dello stradello di servizio in terra battuta di larghezza pari a 3 metri e della recinzione.

Per quanto riguarda la sezione tipo in trincea, la sovrastruttura ferroviaria è la medesima delle sezioni in rilevato; il sentiero pedonale è affiancato da una canaletta grigliata per la raccolta delle acque; a tergo di

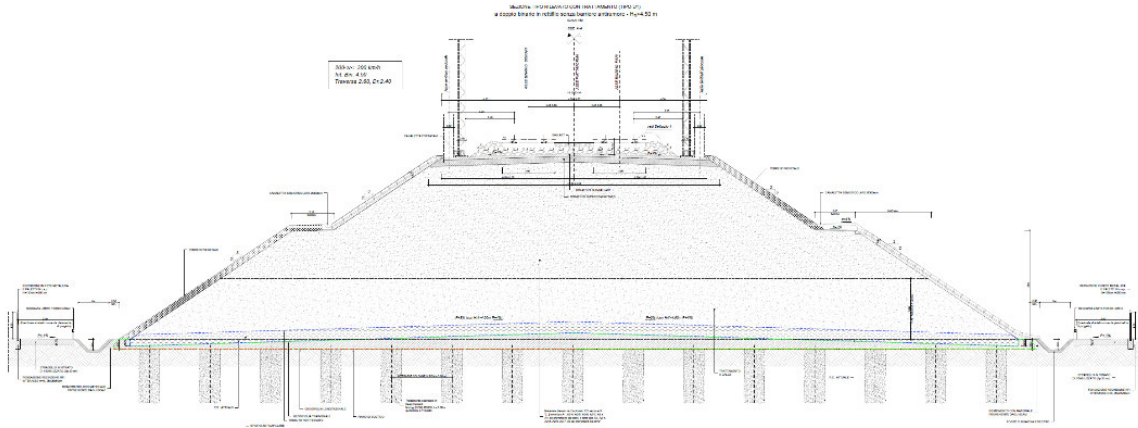


Figure 4-3: Sezione tipo in rilevato ferroviario (tipo D1) a doppio binario con trattamento colonnare

Sezioni per $200 \leq v \leq 300$ km/h – Trincee

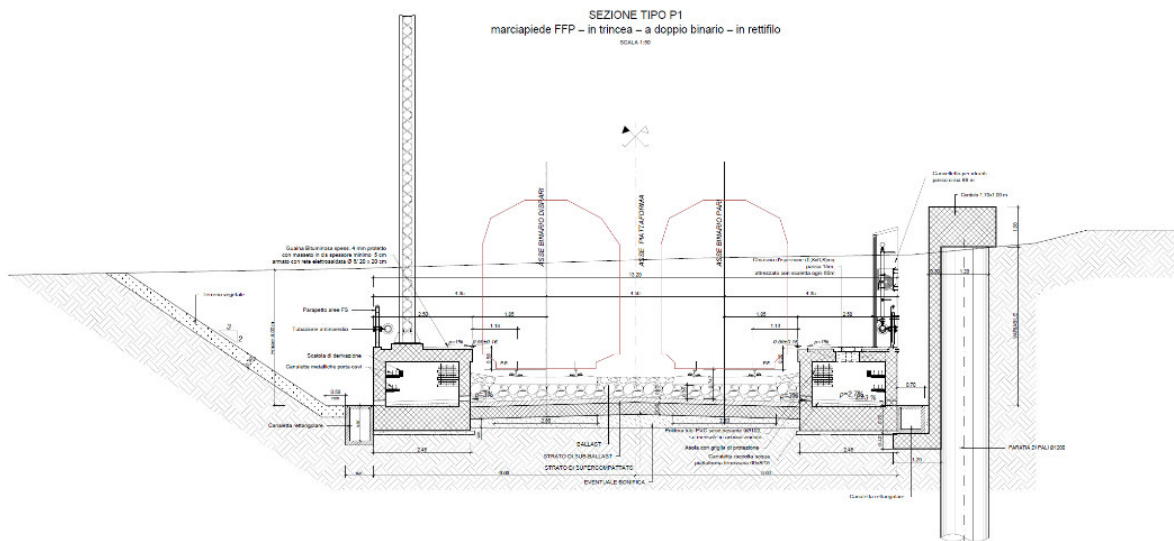


Figure 4-4: Sezione tipo in trincea con paratia, a doppio binario.

Sezioni per ≤ 200 km/h – Trincee

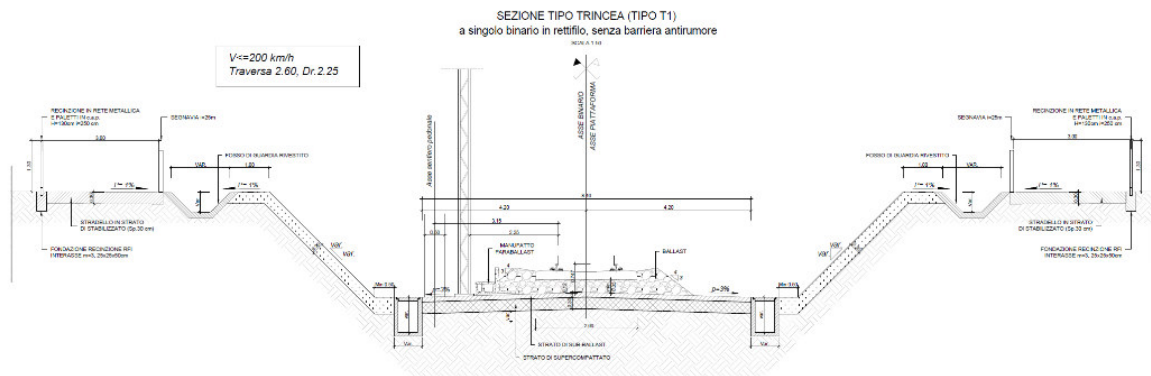


Figure 4-5: Sezione tipo in trincea ferroviaria (tipo T1) a singolo binario interconnessione Bivio Romagnano

Sezioni tipo con opere di sostegno

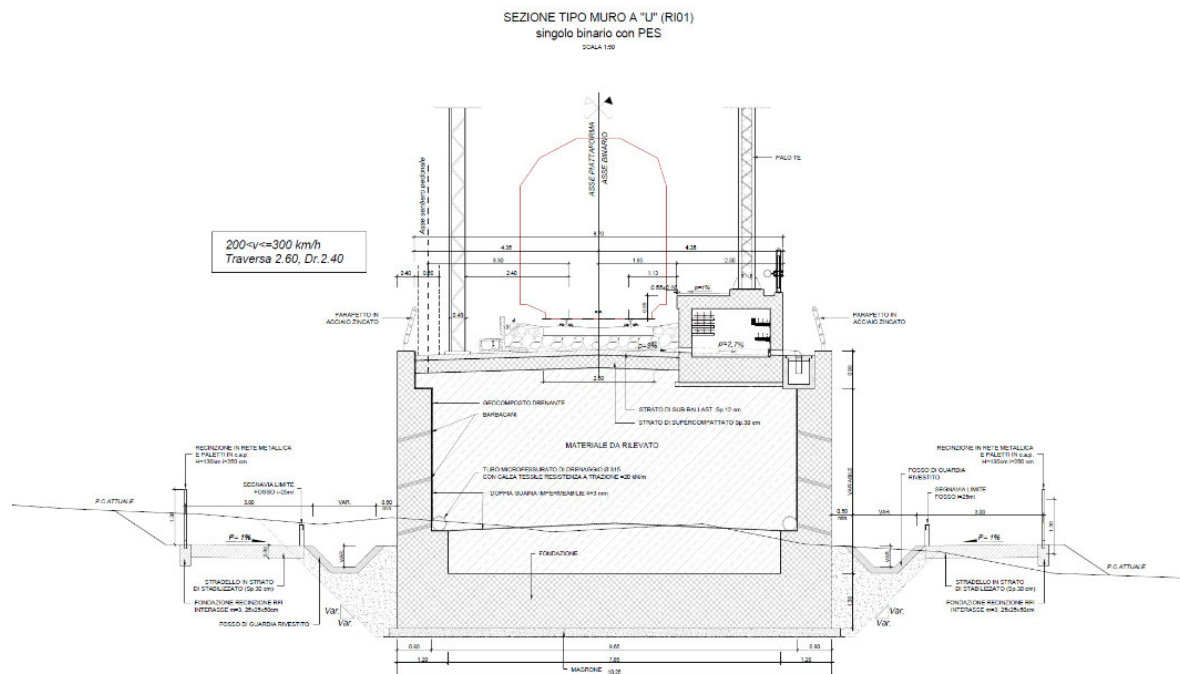


Figure 4-6: Sezione tipo con muro ad U (tipo R101) a singolo binario con PES

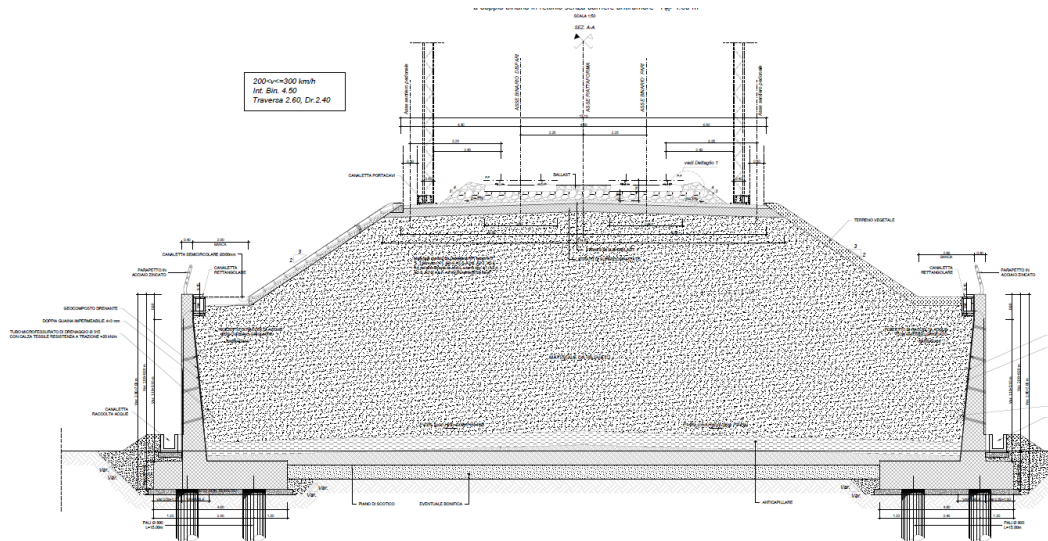


Figure 4-7: Sezione tipo con muri di sottscarpa

Sezioni con Opere di sostegno della viabilità

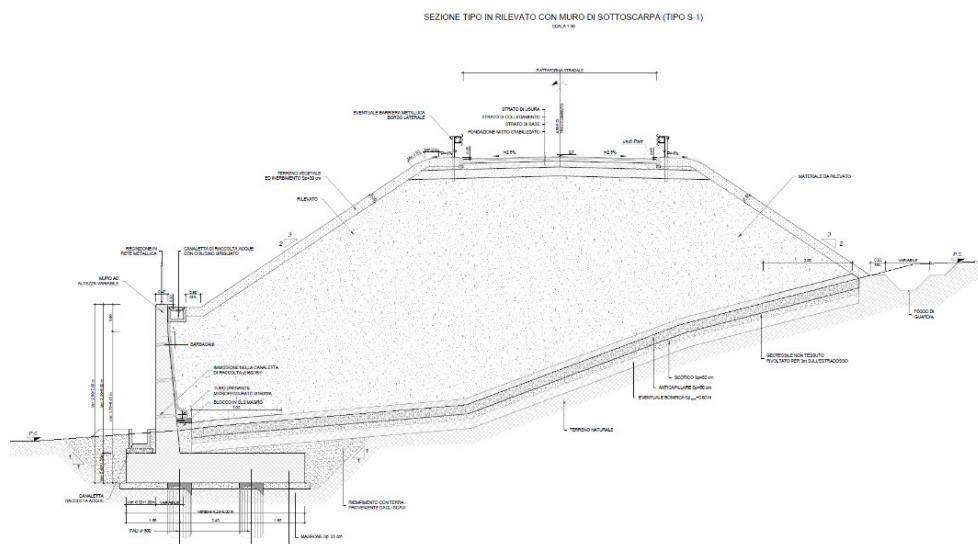


Figure 4-8: Sezione tipo stradale in rilevato con muro di sottscarpa

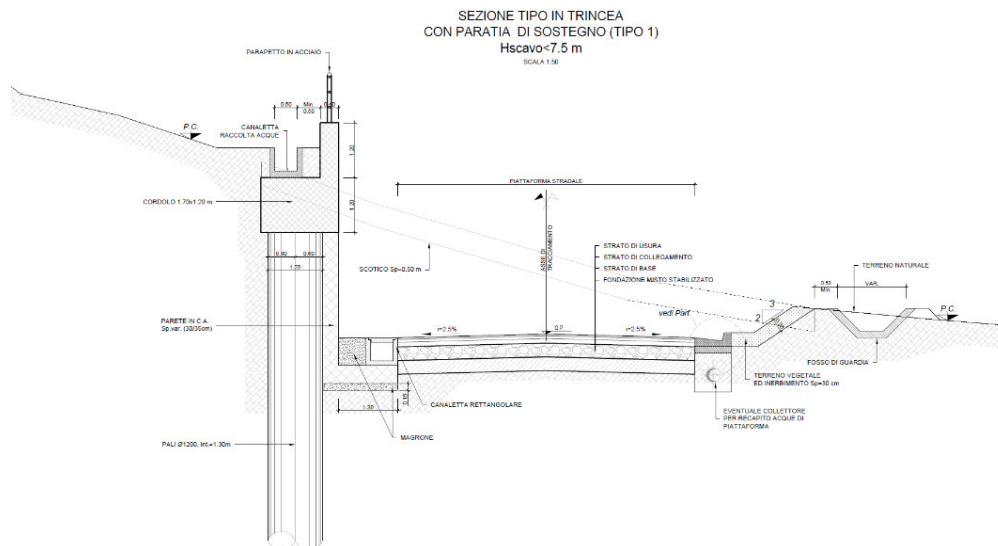


Figure 4-9: Sezione tipo stradale in trincea con paratia di sostegno

4.1.4 Viabilità

Il nuovo asse ferroviario interferisce con un totale di 95 viabilità esistenti che possono essere sommariamente classificate in:

- A2 – Autostrada del Mediterraneo
- Raccordo Autostradale Sicignano-Potenza
- n.5 Strade Statali e regionali: SS166, SS19, SS517, SR19TER, SR407
- n.5 Strade Provinciali: SP51A, SP52, SP11f, SP352, SP63
- n.2 Strade comunali SC La Manni Iscamezzana
- n.53 Strade locali

La maggior parte delle interferenze sono concentrate nella zona del Vallo di Diano, dove la ferrovia per la maggiore si sviluppa in viadotto o in rilevato.

Tutte le modifiche alle strade esistenti sono state progettualmente sviluppate nel rispetto delle “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”. Nella risoluzione delle interferenze, quando si è passati al di sotto della nuova sede ferroviaria, è sempre garantito un franco libero di almeno 5 metri. Per ciascuna viabilità è stata definita la più idonea sezione trasversale da normativa in base alla classificazione e destinazione d’uso.

Nel dettaglio nell’ambito del progetto ferroviario sono previsti gli interventi stradali riportati nella seguente tabella.

Viabilità (-)	Descrizione intervento (-)	Categoria (-)	Sviluppo (m)	Corsia (m)	Banchina (m)
NV01	Adegumento S.P.63 al km 4+386	F1 extraurbana	360	3.50	1.00
NV02	Viabilità esistente al km 5+367	Strada a destinazione particolare	386.00	2.75	0.50
NV03	Viabilità esistente al km 21+303	Strada a destinazione particolare	132.00	2.75	0.50
NV03A	Viabilità esistente al km 21+303	Strada a destinazione particolare	66.00	2.00	-
NV04	Ripristino accessi al km 22+163	Strada a destinazione particolare sterrata	210.00	2.00	0.50
NV35	Viabilità al km 23+290	Strada a destinazione particolare sterrata	118.00	2.00	-
NV36	Via Pantano al km 23+670	Strada a destinazione particolare	600.00	2.75	0.50
NV36a	Accesso a Via Pantano al km 23+670	Strada a destinazione particolare sterrata	57.00	2.00	-
NV36b	Accesso a Via Pantano al km 23+670	Strada a destinazione particolare sterrata	63.00	2.00	-
NV36c	Accesso a Via Pantano al km 23+670	Strada a destinazione particolare sterrata	131.00	2.00	-
NV37	Viabilità al km 23+850	Strada a destinazione particolare sterrata	179.00	2.00	-
NV38	Viabilità al km 27+800 e collegamento al SSE20-SSE21	Strada a destinazione particolare	379.00	2.75	0.50
NV39	Via Fontana delle barre al km 28+350	Strada a destinazione particolare	550.00	2.75	0.50
NV39a	Accesso a Via Fontana delle barre al km 28+350	Strada a destinazione particolare	157.00	2.00	-
NV39b	Accesso a Via Fontana delle barre al km 28+350	Strada a destinazione particolare	100.00	2.00	0.50
NV39c	Via Fontana delle barre al km 28+350	Strada a destinazione particolare	52.00	2.00	-
NV40	Via Fontana delle barre al km 29+310	Strada a destinazione particolare	165.00	2.00	0.50
NV41	Viabilità al km 32+570	Strada a destinazione particolare sterrata	252.00	2.00	-
NV42	Viabilità al km 36+200	Strada a destinazione particolare	297.00	2.75	0.50
NV43	Viabilità al km 37+030	Strada a destinazione particolare sterrata	108.00	2.00	-
NV44	Viabilità al km 38+370	Strada a destinazione particolare sterrata	330.00	2.00	-
NV45	Viabilità al km 41+320	Strada a destinazione particolare sterrata	185.00	2.00	-
NV14	Viabilità di accesso a PP04	Strada a destinazione particolare	101.00	2.75	0.50
NV15	Viabilità al km 43+520	Strada a destinazione particolare sterrata	211.00	2.00	-
NV15a	Accesso alla Viabilità al km 43+520	Strada a destinazione particolare	40.00	2.00	-
NV46	Viabilità al km 41+885	Strada a destinazione particolare	827.00	2.75	0.50
NV46a	Accesso alla Viabilità al km 41+885	Strada a destinazione particolare sterrata	43.00	2.00	-
NV47	Viabilità al km 42+330	Strada a destinazione particolare sterrata	164.00	2.00	-
NV49	Viabilità al km 44+500	Strada a destinazione particolare	365.00	2.75	0.50
NV50	Viabilità al km 45+030	Strada a destinazione particolare sterrata	157.00	2.00	-
NV51	Viabilità di accesso alla stazione di Buonabitacolo AV al km 49+000	Strada a destinazione particolare	627.00	3.50	1.00
NV51	Viabilità di accesso alla stazione di Buonabitacolo AV al km 49+000	Strada a destinazione particolare	627.00	3.50	1.00
NV51a	Viabilità di accesso alla stazione di Buonabitacolo AV al km 49+000	Strada a destinazione particolare	63.00	2.75	-
NV51b	Viabilità di accesso alla stazione di Buonabitacolo AV al km 49+000	Strada a destinazione particolare	62.00	2.00	-
NV51c	Viabilità di accesso alla stazione di Buonabitacolo AV al km 49+000	Strada a destinazione particolare	57.00	2.00	-
NV51d	Viabilità di accesso alla stazione di Buonabitacolo AV al km 49+000	Strada a destinazione particolare	123.00	2.50	-
NV51e	Viabilità di accesso alla stazione di Buonabitacolo AV al km 49+000	Strada a destinazione particolare	103.00	2.75	0.5
NV30	Deviazione provvisoria SS19 al km 21+300	F1 extraurbana	602.00	3.50	1.00
NV30a	Accesso Deviazione provvisoria SS19 al km 21+300	Strada a destinazione particolare	77.00	2.50	-
NV30b	Accesso Deviazione provvisoria SS19 al km 21+300	Strada a destinazione particolare	112.00	2.75	0.5



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	35/107

Sono inoltre previste le viabilità di connessione ai seguenti piazzali:

Nome piazzale	Descrizione
PT01	piazzale all'imbocco della galleria GN10
PT03	Piazzale all'imbocco della galleria GA02B
PT04	piazzale all'imbocco della galleria GA02A
PT05	piazzale all'imbocco della galleria GA04B
PT06	piazzale all'imbocco della galleria GA04A
PP2	Strada privata di accesso a fabbricato RFI
PT07	piazzale all'imbocco della galleria GA05B
PT08	piazzale all'imbocco della galleria GA05A
PT09	Piazzale SSE20 SSE21
PT11	Piazzale per la disconnessione fumi GN10
PT12	Piazzale per la disconnessione fumi GN10
NV14	Strada privata di accesso a fabbricato RFI

Lungo i tratti in rilevato, al fine di garantire la continuità viaria altrimenti interdetta dalla Ferrovia, per le seguenti viabilità sono stati realizzati opportuni sottopassi aventi sempre franco altimetrico minimo uguale a 5.00 m.

Progressiva BP	Toponomastica
5+150	SR 407
22+860	Vicinale pavimentata
23+160	Vicinale sterrata
28+040	Vicinale pavimentata
42+230	Vicinale sterrata
42+830	Vicinale pavimentata
43+520	Vicinale sterrata
43+840	SP51A
44+240	Vicinale pavimentata
44+600	Vicinale sterrata
45+520	Vicinale pavimentata
47+550	SC La Manni Iscamezzana



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	36/107

4.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Per quanto riguarda le opere all'aperto il tracciato in esame ricade nel territorio dei Comuni di Buccino, Auletta, Caggiano, Polla, Atena Lucana, sant'Arzenio, Sala Consilina, Padula, Montesano sulla Marcellana in Provincia di Salerno, I suddetti comuni esercitano la pianificazione del territorio di propria competenza in coerenza con le previsioni della pianificazione territoriale regionale e provinciale, attraverso il Piano Regolatore Generale (PRG) o il Piano Urbanistico Comunale (PUC).

Comune	Piano	Estremi approvativi
Buccino	Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Buccino	Approvato con Delibera del Consiglio Comunale, n. 114 del 28.04.2000
Auletta	Piano Urbanistico Comunale (PUC) del Comune di Auletta	Approvato con Delibera del Consiglio Comunale, n. 11 del 18/4/2017
Caggiano	Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Caggiano	Adottato con Delibera di C.C. n. 11 del 22/03/2002, che ha aggiornato ed adeguato il precedente PRG, (approvato con Decreto n. 828 del 22/02/1993 del Presidente della Comunità Montana "Tanagro") ed approvato con Decreto del Presidente della Comunità Montana "Zona del Tanagro" n. 2826 del 30/03/2004.
Sant'Arzenio	Piano Regolatore Comunale del Comune di Sant'Arzenio	Adottato con D.C. n.32 del 27/04/1999 e D.C. n.50 del 28/08/1999 e variante Generale al Piano Regolatore Comunale con D.C. n.66 del 19/09/2002
Polla	Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Polla	Approvato con Decreto n. 4334 del 19/05/1983 dell'Assessore Regionale all'Urbanistica
Atena Lucana	Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Atena Lucana	Approvato con Deliberazione Consiliare dell'Amministrazione Provinciale di Salerno, n. 14 del 3.4.2007
Sala Consilina	Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Sala Consilina	Approvato con D.P.G.R. n. 1418 del 29 febbraio 1984
Padula	Piano Regolatore Generale (PRG) del Comune di Padula	Approvato con Decreto del Presidente della Comunità Montana "Vallo di Diano" prot. 5317/8.7.2004



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	37/107

Viene riportata, invece, nella tabella seguente una descrizione delle destinazioni d'uso previste dai suddetti piani per l'opera in oggetto. Si precisa che, per semplicità, è stata effettuata l'analisi della compatibilità dell'opera con le destinazioni d'uso desunte dagli strumenti di pianificazione comunale, soltanto per quei comuni interessati dall'opera nei tratti all'aperto, interamente o anche parzialmente. Pertanto, i comuni che non risultano presenti in tale analisi sono quelli attraversati dal tracciato interamente in galleria, per i quali non si è resa necessaria un'analisi di compatibilità con le destinazioni d'uso.

LOTTO 1B – ROMAGNANO – BUONABITACOLO			
WBS	Chilometrica		Destinazione
	Da	A	
Comune di Buccino			
BINARIO PARI			
-	0+000 (km 29+013)	1+738.80	Zona E2 (seminative e a frutteto) – Zona E1 (aree boschive, pascolive e incolte)
GN01-A	1+738.80	2+714.85	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GA01-A	2+714.85	2+753.30	Zona E2 (seminative e a frutteto)
-	2+753.30	3+751.80	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GN02-A	3+751.80	4+953.60	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GA02-A	4+953.60	5+015.30	Zona E2 (seminative e a frutteto)
RI01-A	5+015.30	5+183	Zona E2 (seminative e a frutteto)
VI01-A	5+183	5+803	Zona E2 (seminative e a frutteto) – Zona Ev (sottoposta a vincolo di rispetto ambientale)
RI02	5+803	5+900.10	Zona E2 (seminative e a frutteto)
TR02	5+900.10	6+188.40	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GA04-A	6+188.40	6+307.10	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GN04-A (Galleria Naturale Auletta)	6+307.10	6+307	Zona E2 (seminative e a frutteto) – Zona E1 (aree boschive, pascolive e incolte)
BINARIO DISPARI			
GN02-B	0+000	1+197	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GA02-B	1+197	1+240.13	Zona E2 (seminative e a frutteto)
RI01-B	1+240.13	1+426	Zona E2 (seminative e a frutteto)
VI01-B	1+426	2+034	Zona E2 (seminative e a frutteto) – Zona Ev (sottoposta a vincolo di rispetto ambientale)
RI02-B	2+034	2+136.68	Zona E2 (seminative e a frutteto)
TR02-B	2+136.68	2+425.88	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GA04-B	2+425.88	2+641.82	Zona E2 (seminative e a frutteto)



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	38/107

LOTTO 1B – ROMAGNANO – BUONABITACOLO			
WBS	Chilometrica		Destinazione
	Da	A	
GN04-B (Galleria Naturale Auletta)	2+641.82	3+507	Zona E2 (seminative e a frutteto) – Zona E1 (aree boschive, pascolive e incolte)
INTERCONNESSIONE			
PS inizio interconnessione 3+448.84 (km 32+462.05)		0+234.37	Zona E2 (seminative e a frutteto)
GN03 (Romagnano 2)	0+234.37	2+247.41	Zona E2 (seminative e a frutteto) – Zona Dt11 (commercio e turismo)
GA03	2+247.41	2+294	Zona E2 (seminative e a frutteto)
TR01	2+294	2+636.80	Zona E2 (seminative e a frutteto) - Ferrovia
Comune di Polla			
BINARIO PARI			
GA05-A	21+787	21+927.50	E (aree di produzione agricola)
RI03	21+927.50	23+170	E (aree di produzione agricola)
VI09	23+170	23+755	E (aree di produzione agricola)
SL54	23+755	23+930	E (aree di produzione agricola)
VI02	23+930	27+211	E (aree di produzione agricola) – D (aree per insediamenti produttivi)
BINARIO DISPARI			
GN04-B (Galleria Naturale Auletta)	18+066	18+207	E (aree di produzione agricola)
GA05-B	18+068.12	18+207	E (aree di produzione agricola)
RI03	21+927.50	23+170	E (aree di produzione agricola)
VI02	23+930	24+940	E (aree di produzione agricola) – D (aree per insediamenti produttivi)
Comune di Sant'Arzenio			
BINARIO PARI			
VI02	24+940	25+600	-
BINARIO DISPARI			
VI02	21+230	21+870	-
Comune di Atena Lucana			
BINARIO PARI			
VI02	25+600	27+211	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
SL50	27+211	27+676,33	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	39/107

LOTTO 1B – ROMAGNANO – BUONABITACOLO			
WBS	Chilometrica		Destinazione
	Da	A	
			produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte]
VI03	27+676,33	27+996,33	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
SL51	27+996,33	28+226,78	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
VI04	28+226	31+800	E (zona agricola normale) – B (zona di completamento)
RI04	27+211	31+295	E (zona agricola normale) – B (zona di completamento)
BINARIO DISPARI			
VI02	21+870	23+489	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
SL50	23+489	23+954	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
VI03	23+954	24+274	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
SL51	24+274	24+504	E (zona agricola normale) – D6 (aree di insediamenti produttivi sovracomunali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
VI04	24+504	28+100	E (zona agricola normale) – D2 (aree produttive di reinsediamento ed espansione) – D5 (Aree commerciali [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte]) – B (zona di completamento) – F4 (Attrezzature sportive) – C167 (Area PEEP [previsioni di piano non attuate o attuate in piccola parte])
Comune di Sala Consilina			
BINARIO PARI			
VI04	31+800	41+300	Aree PIP (in attuazione) – E (zona produttiva agricola comune) – V_P (zona di interesse comunale per viabilità secondaria e locale: strade e piazze di progetto) – F (zona per le attrezzature di interesse comprensoriale) – D Produttiva (varianti attività produttive, attuata)
BINARIO DISPARI			



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	40/107

LOTTO 1B – ROMAGNANO – BUONABITACOLO			
WBS	Chilometrica		Destinazione
	Da	A	
VI04	28+100	37+550	Aree PIP (in attuazione) – E (zona produttiva agricola comune) – V_P (zona di interesse comunale per viabilità secondaria e locale: strade e piazze di progetto) – F (zona per le attrezzature di interesse comprensoriale – D Produttiva (varianti attività produttive, attuata)
Comune di Padula			
<i>BINARIO PARI</i>			
VI04	41+300	41+486.75	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI04	41+486.75	41+996	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
VI05	41+996	42+116.37	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI05	42+116.37	43+700	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
SL52	43+700	43+899	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI06	43+899	45+026	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
VI06	45+026	45+496	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
SL53	45+496	45+526	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
VI07	45+526	46+026	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI07	46+026	46+625	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – ES Agricola Speciale (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – D1 Aree destinate all'insediamento di attività produttive (possono prevedersi modalità attuative di natura pubblica o



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	41/107

LOTTO 1B – ROMAGNANO – BUONABITACOLO			
WBS	Chilometrica		Destinazione
	Da	A	
			privata)
VI08	46+625	47+250	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – ES Agricola Speciale (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – D1 Aree destinate all'insediamento di attività produttive (possono prevedersi modalità attuative di natura pubblica o privata)
RI08	47+250	48+793.75	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – ES Agricola Speciale (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – D1 Aree destinate all'insediamento di attività produttive (possono prevedersi modalità attuative di natura pubblica o privata)
BINARIO DISPARI			
VI04	37+550	37+764+59	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI04	37+764.59	38+274.66	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
VI05	38+274.66	38+394.73	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI05	38+394.73	39+978.48	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
SL52	39+978.48	40+178.43	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI06	40+178.43	41+303.72	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
VI06	42+303.72	41+773.58	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	42/107

LOTTO 1B – ROMAGNANO – BUONABITACOLO			
WBS	Chilometrica		Destinazione
	Da	A	
			forestale)
SL53	41+773.58	41+803.57	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
VI07	41+803.57	42+303.54	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI07	42+303.54	42+902.49	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
VI08	42+902.49	43+527.91	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale)
RI08	43+527.91	45+071.66	E (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – ES Agricola Speciale (territorio comprendente le aree destinate prevalentemente alla produzione agricola e/o forestale) – D1 Aree destinate all'insediamento di attività produttive (possono prevedersi modalità attuative di natura pubblica o privata)

Per la destinazione d'uso specifica delle aree di stoccaggio e deposito terre si rimanda all'elaborato correlato “**Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedio – RC2AB1R69SHTA0000002**”, per le cartografie degli strumenti urbanistici e per le destinazioni d'uso delle aree interferite dalla linea ferroviaria si rimanda al documento correlato “**Schede Tecniche dei Siti di Produzione – RC2AB1R69SHTA0000001**”.

4.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

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

Si precisa che lo studio è stato svolto contestualmente sui due lotti 1B “Romagnano – Buonabitacolo” e 1C “Buonabitacolo – Praia” e, pertanto, al fine di analizzare in maniera più ampia il contesto geologico, caratterizzato da una complessità strutturale rilevante, all'interno del presente capitolo sono riportati sia gli aspetti generali dell'area di studio, facendo riferimento all'intervento nella sua interezza (Lotto 1B e

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Lotto 1C), sia andando a focalizzare l'attenzione sull'intervento oggetto del presente documento (Lotto 1B).

4.3.1 Inquadramento geologico

L'area attraversata dal tracciato in esame relativo ai lotti 1 b e 1c della linea AV Salerno-Reggio-Calabria attraversa un settore della catena orogenica dell'Appennino meridionale che rappresenta un segmento degli Appennini grossolanamente orientato in senso NO-SE ed appartiene al sistema orogenico circum-Mediterraneo.

La geologia dell'area è, quindi, caratterizzata dalla presenza di quasi tutte le unità tettoniche che costituiscono il sistema a pieghe e falde neogenico dell'Appennino meridionale; in particolare, dal basso verso l'alto le unità tettono-stratigrafiche attraversate dal tracciato in esame sono:

- le **unità della Piattaforma Apula** diffusamente affiorante nel Gargano e in Puglia in posizione di avampaese, ma la cui prosecuzione occidentale è sepolta al di sotto della pila delle unità alloctone, a km di profondità. Una scaglia dell'Unità della Piattaforma Apula affiora poco più ad est dell'area di studio in corrispondenza del M.te Alpi, riesumata da una spinta tettonica di detachment estensionale associata in profondità alla riattivazione in senso inverso di faglie a medio-alto angolo (Mazzoli et al 2006). Lo spessore di tale unità è stimato tra 5000 e 7000 m (Scrocca, 2010);
- l'unità **Lagonegrese** (o unità di Frigento) derivanti dalla deformazione di una successione di bacino triassico-neogenica (affiora solo nel lotto 1c)
- le **unità della piattaforma carbonatica**, derivanti dalla deformazione di un dominio carbonatico di mare basso mesozoico (U. Alburno-Cervati-Pollino), o di margine e scarpata (U. dei Monti della Maddalena), che insieme costituiscono la Piattaforma Appenninica; affiorano diffusamente nell'area in studio e mostrano uno spessore complessivo fino a 5000 m (Scrocca, 2010);
- le **unità Nord-Calabrese, Parasicilide** (o ad affinità Sicilide) riferibili al dominio Liguride (Vitale et al., 2019), un insieme relativamente caotico di unità derivanti dalla deformazione di un'area interna impostata nel dominio Liguride che rappresenta un bacino oceanico; si incontrano nella metà meridionale dell'area in oggetto, a sud di Casalbuono;
- i **depositi discordanti di wedge-top basin**, che nell'area vanno dal Langhiano (Fm. Di Albidona) al Messiniano inferiore (Fm. Monte Sierio);

- i **depositi clastici plio-pleistocenici** che costituiscono quasi sempre un velo esclusivamente superficiale e pellicolare di pochi metri; soltanto nel Bacino di Auletta, nel Vallo di Diano e nella Valle del Noce possono assumere spessore fino a decine di metri, con massimo di centinaia di metri nella depressione strutturale quaternaria del Vallo di Diano.

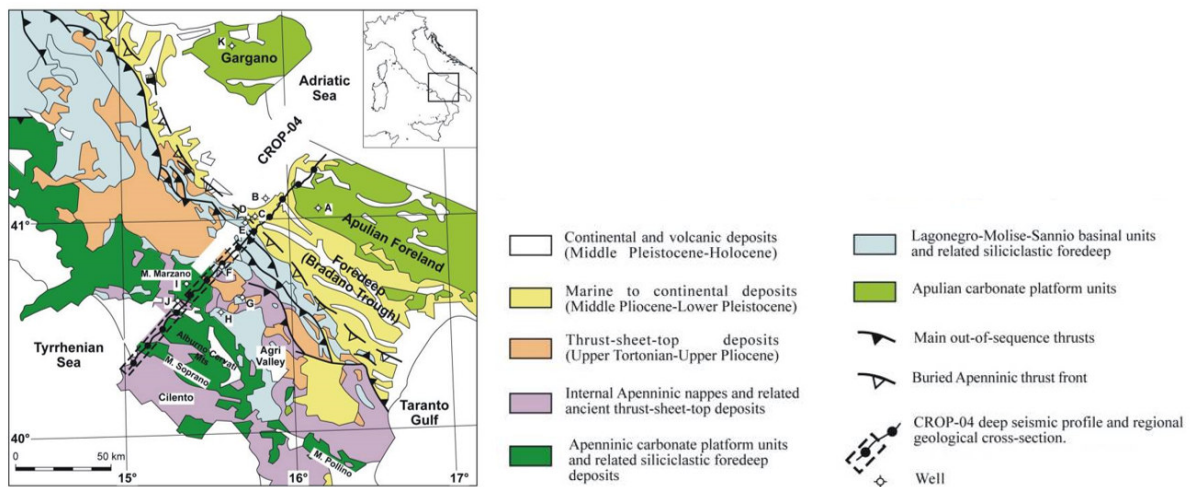


Figura 4-4: Carta geologica semplificata degli Appennini meridionali (da Scrocca, 2010, modificato).

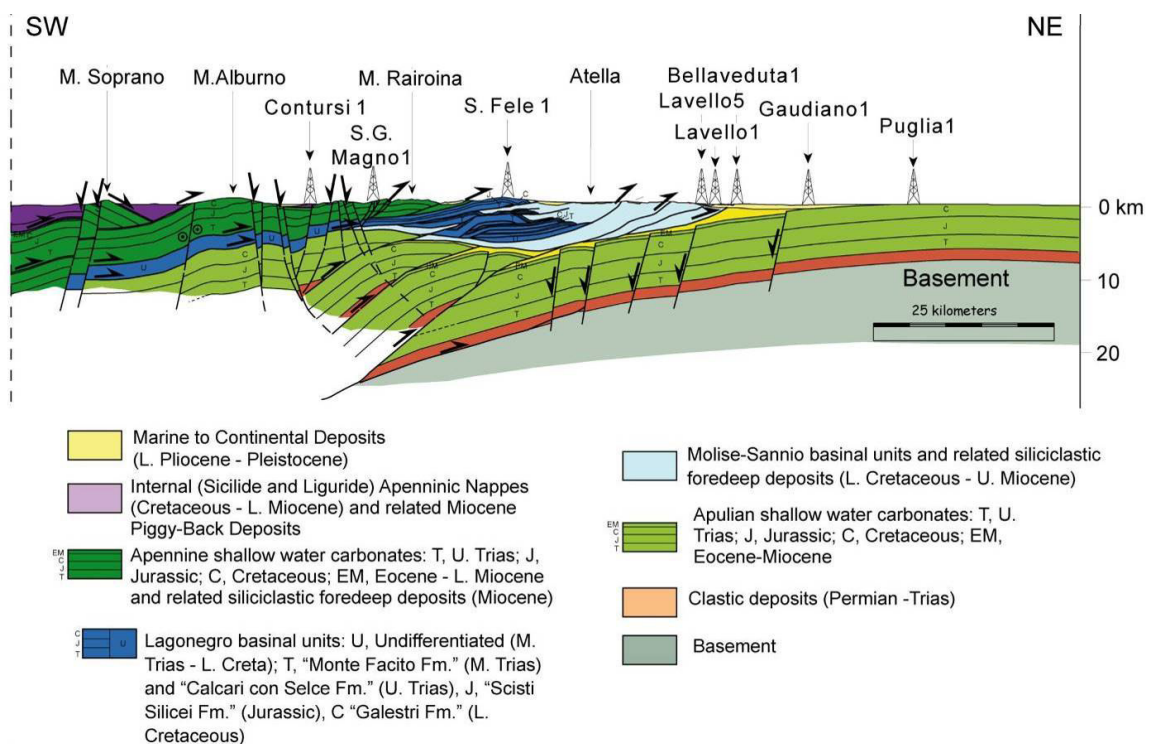


Figura 4-5: Sezione geologica regionale lungo il profilo sismico profondo CROP-04 (Scrocca et alii, 2005)

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Lo schema strutturale di inquadramento regionale derivato dal Foglio 504-Sala Consilina comprende quasi per intero le aree di progetto e nelle relazioni generali è estendibile anche alle rimanenti parti.

Di seguito si riporta una descrizione delle Formazioni affioranti (raggruppate nelle differenti Unità Tettoniche), partendo da quelle strutturalmente inferiori, a salire nell'edificio strutturale a falde impilate, fino ai depositi quaternari:

- ✓ **Unità Tettonica dei Monti della Maddalena:** è un'unità di piattaforma carbonatica, con numerose caratteristiche di ambienti marginali e di transizione verso il contiguo bacino lagonegrese, e contrassegnata da lacune, trasgressioni e instabilità tettonica; vi si distinguono, dal basso:
 - *Dolomia Superiore (DBS)*: affiora a nord-est di Polla, in corrispondenza della soglia nord del Vallo di Diano, sul versante orientale di questo, quindi, per brevi tratti nei pressi di Sala Consilina; ricompare poi a partire da Casalbuono ed è quasi continua (a parte alcuni intervalli) fino alla località Santi Quaranta tra Rivello e Trecchina; la Dolomia Superiore dovrebbe essere intercettata dallo scavo della galleria per parecchi km; essa mostra spesso condizioni geomeccaniche scadenti, poichè in numerose situazioni si presenta da intensamente fratturata e tettonizzata a completamente disgregata, per la presenza di zone di taglio e piani di sovrascorrimento che determinano aree cataclamate molto pervasive.
 - *Calcari a Palaeodasycladus (CPL)*: affiorano estesamente in una fascia continua, in corrispondenza della soglia settentrionale del Vallo di Diano, tra il M. Pozzillo, Tempa del Bosco e il M. Pizzo (Comuni di Caggiano e Polla). Comprendono calcari dolomitici, calcilutiti, calcareniti e calciruditi, in strati di 30-40 cm di spessore, con i termini dolomitici via via in diminuzione verso l'alto
 - *Calcari Biolitoclastici con Rudiste (CBI)*: affiorano estesamente sul versante orientale del Vallo di Diano, tra Atena Lucana e Sala Consilina. Si tratta in prevalenza di calcareniti e brecce in strati da medi a spessi e in banchi, spesso con giacitura indistinta. Nell'area tra Polla e Atena Lucana prevalgono i calcari micritici grigio-chiari con resti di Rudustacei; più a sud, tra Sala Consilina e Padula, si osservano calcareniti grigio chiare, biancastre, talora nocciola, bioclastiche con frammenti di rudiste, ostreidi e altri bivalvi, calciruditi litoclastiche e intra-bioclastiche, in strati e banchi talora lenticolari, e subordinatamente intercalazioni di calcilutiti grigio-chiare, in strati sottili. È interessata da una serie di faglie e zone di tettonizzazione che bordano ad est il Vallo di Diano, e in affioramento si presenta quindi spesso con ammassi fratturati e talora tettonizzati.



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	46/107

✓ **Unità Tettonica Alburno-Cervati-Pollino:** L'intera successione, per uno spessore complessivo in affioramento superiore ai 5000 m, è costituita da un numero ridotto di litotipi: calcari, calcari dolomitici e dolomie, con subordinati calcari marnosi e marne. L'Unità Tettonica Alburno-Cervati-Pollino annovera, nell'area in esame:

- Calcari Oolitici ed Oncolitici (CDO): nell'area in studio affiorano soltanto nei pressi delle località Fontana Caggiano e Casale (Caggiano). Hanno importanza minore ai fini del progetto in quanto si rilevano a lato del tracciato, nella fascia tra 500 m e 1 km, e non vengono intercettati dall'opera.
- Calcari con Cladocoropsis e Clypeina (CCM): rivestono un'importanza marginale nel progetto, in quanto affiorano soltanto per un tratto di 200 m, a sud di Caggiano (a distanza di circa 1 km dalla linea mediana).
- Calcari con Requierie e Gasteropodi (CRQ): è una delle formazioni di maggiore rilevanza all'interno dell'area in esame, poiché affiora molto estesamente nelle aree limitrofe al tracciato e viene attraversata in galleria. si incontrano a partire dall'area del Fiume Bianco, a Sant'Antonio e Ponte San Cono (Buccino), dove emergono in rilievo rispetto ai depositi plio-quadernari; formano poi la dorsale di Serra San Giacomo (tra Auletta e Caggiano). Nel Vallo di Diano si rilevano soltanto in un punto sul lato occidentale, tra Bagno (Sassano) e Fontanelle (Padula), in corrispondenza del Cozzo Panella. A sud del Vallo di Diano affiorano poi nuovamente in maniera significativa in numerosi punti, e sono attraversati per lunghe tratte del successivo lotto 1C. In generale, questa Formazione è costituita da calcari grigi (calcareniti e calcilutiti in prevalenza), generalmente ben stratificati, con frequenti livelli ricchi di gusci di gasteropodi (tra cui nerinee) e requienidi (Rudiste), e più rari caprinidi (orizzonti superiori).
- Calcari a Radiolitidi (RDT): seguono in continuità stratigrafica ai Calcari a Requierie e Gasteropodi, verso l'alto, dai quali si differenziano in particolare per il contenuto fossilifero; non risultano facilmente distinguibili dai CRQ né alla scala del campione a mano né alla scala dell'affioramento. Nell'area in esame affiorano esclusivamente a sud del Vallo di Diano. e pertanto interessano marginalmente il lotto 1b. Gli affioramenti più importanti sono nei dintorni di Casalbuono: Tempone Piccio, Madonna della Consolazione, abitato di Casalbuono, Tempa San Cono. A sud di Casalbuono si incontrano al M. Carbone, in località Palazzuolo e Sant'Antuono, al M. Revendola, e sul versante settentrionale di Tempa Ospedale. Nel Lagonegrese costituiscono quasi interamente il M. Cervaro, e la valletta del Canale del Torno (a sud-ovest della Serra del Palo).



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	47/107

- ✓ **Unità Tettoniche Liguridi:** sono Unità Interne, caratterizzate da successioni con facies bacinali, per lo più torbiditiche, ad alcune delle quali sono associati brandelli di crosta oceanica che ne costituiscono l'originario substrato. Le Unità Liguridi dell'Appennino meridionale (Bonardi et alii, 1988b) comprendono quattro unità tettoniche, di cui tre di sicura derivazione oceanica, che dal basso verso l'alto sono: Unità del Frido, Melange di Episcopia-S. Severino, Unità Nord-Calabrese e Unità dei "terreni ad affinità sicilide". Le unità di derivazione oceanica sono le prime tre ma nell'area in esame si rilevano solo l'ultima.
- ✓ **Unità tettonica Sicilidi – unità Tettonica della Valle del Sele:** tale unità risulta essere la più elevata geometricamente, in contatto tettonico con i sottostanti depositi dell'Unità Carbonatica. Sono stati qui distinti depositi riferibili al Gruppo delle Argille Variegate, a sua volta distinto in tre diverse formazioni
 - Argille Varicolori Superiori (ALV): presentano generalmente colore rosso-brunastro e verdastro, più raramente grigio scuro; si tratta di argille e argille marnose, in cui le intercalazioni argillitiche sono rare; presentano livelli caotici da attribuirsi sia a deposizione di tipo torbiditica, sia presumibilmente a tettonizzazione; includono olistoliti di altre formazioni, generalmente di calcari delle unità tettoniche carbonatiche di età cretacea;
 - Formazione di Monte S. Arcangelo (FMS): di colore avana in superficie e grigio in frattura, è un'alternanza molto eterogenea di calcari marnosi, marne calcaree e livelli argillitici; la presenza di frequenti livelli di marne calcaree intercalate in livelli argillitici è stata utilizzata come elemento distintivo nell'interpretazione delle stratigrafie dei sondaggi;
 - Argille Varicolori inferiori (AVF): di colore generalmente grigio scuro e raramente verde scuro, sono costituite da argilliti con locali intercalazioni di marne calcaree; sono quasi sempre tettonizzate o con aspetto caotico;
 - Tufiti di Tusa (TUT): sono costituite da depositi molto eterogenei, interpretabili geneticamente come la litofacies più grossolana delle Argille varicolori Superiori, con cui sono eterotiche; si presentano per lo più come arenarie e calcareniti da tenere a molto tenere.
- ✓ **Depositi discordanti dei wedge-top basin:** comprendono Formazioni deposte in bacini di tipo thrust top (o piggyback, o bacini satellite), successivi alla fase tettonica che ha originato l'impilamento, quanto meno, delle Unità Liguridi. In aree contigue a quella in esame, tali Formazioni vengono talora inserite nel Gruppo del Cilento, unità litostratigrafica di ordine superiore istituita da Amore et alii (1988) per raggruppare appunto le successioni terrigene da sin- a post-orogene che

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

poggiano in discordanza sulle Unità Liguridi. Nella zona esaminata, vi si ascrive la sola Formazione di Albidona (ABD);

- ✓ **Depositi discordanti di wedge-top basin:** rappresentano un ciclo sinorogeno (fino a post-orogeno) successivo all'eventuale prime fasi di strutturazione dell'orogene. Nell'area in esame comprendono unicamente la Formazione di Monte Sierio (SIE).
- ✓ **Depositi Plio-Quaternari (divisi in base al bacino di pertinenza)**
 - Bacino del Fiume Tanagro Settore del Vallo di Diano di cui fa parte il SuperSintema del Vallo di Diano (VD) che comprende i depositi di ambiente lacustre e quelli eteropici di ambiente fluviale e di conoide alluvionale, presenti in affioramento e nel sottosuolo nel Vallo di Diano. I due sintemi principali sono il Sintema di Buonabitacolo (BUO), inferiore e il Sintema della Certosa di Padula (PAD), deposto in seguito all'ultima fase di collasso tettonico del bacino;
 - Depositi Plio-Quaternari – Bacino del Fiume Tanagro - Settore di Auletta: è il settore posto a nord del Vallo di Diano, definito anche Bacino di Auletta, nel quale il Fiume Tanagro percorre una valle a controllo strutturale, dopo avere attraversato la soglia settentrionale del Vallo tramite una forra. L'area in esame si localizza sul lungo versante destro del Tanagro, nel raccordo tra le dorsali carbonatiche mesozoiche ad est e il fondovalle. Si rilevano due Formazioni: Sintema di Auletta (AUL) e Travertino di Tufariello (TUF).
 - Depositi Plio-Quaternari – Bacino del Fiume Tanagro - Settore di Bottiglieri: tra i rilievi carbonatici di Palomonte ed il fondovalle del F. Tanagro, in corrispondenza della confluenza con il F. Sele, sono presenti in affioramento numerose unità clastiche plio-quadernarie, a limiti inconformi, distribuite in maniera discontinua. Si tratta in particolare del Sintema di Bottiglieri (BTL), di Palomonte (PLM) e di Bivio (RGC). Nel presente lavoro, anche considerati lo scarso grado di affioramento e l'elevata similitudine composizionale e tessiturale, si è deciso di raggruppare i sintemi di Bottiglieri e Palomonte.
 - Sintema di Bivio: a questo sintema fa riferimento la successione del Pleistocene medio affiorante nella parte terminale della valle del F. Tanagro. In essa si distinguono due unità tra loro eteropiche, la prima costituita da travertini con livelli conglomeratici fluviali e da livelli sabbioso-limosi palustri e lacustri (TSG). La seconda è caratterizzata da ghiaie, conglomerati e brecce di conoide torrentizio (RGC).
- ✓ **Depositi Quaternari (non suddivisi in base al bacino di pertinenza)**



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	49/107

- Detrito di falda (a3b): Questa Unità raggruppa tutti i lembi di depositi epiclastici, formanti i relitti di antiche falde detritiche e con detritico-alluvionali, nonché accumuli di antiche frane di crollo. Si tratta di depositi grossolani, più o meno eterometrici, con frammenti angolosi o poco smussati, e caratterizzati da forte clinostratificazione. I lembi alla base dei versanti in rocce terrigene sono più ricchi di matrice limoso-argillosa, spesso di colore bruno, e sono sempre poco cementati; i lembi alla base dei versanti in rocce carbonatiche hanno scarsa matrice limoso-argillosa (se presente è di colore tendente al rosso-arancione), e spesso sono cementati (in particolar modo quelli più antichi). Gli spessori sono molto variabili e possono raggiungere le decine di metri. L'età è riferibile al Pleistocene medio-Pleistocene superiore;
- Depositi Quaternari – Depositi alluvionali recenti e terrazzati (bn): Comprendono i numerosi lembi di depositi fluviali e alluvionali che si trovano più o meno reinciati e sospesi all'interno o lungo i bordi delle valli fluviali e quelli di conche intramontane. Sono complessivamente depositi ghiaioso-sabbiosi e subordinatamente sabbioso-limosi, in prevalenza in facies da braided stream, nonché in facies di conoide alluvionale riferibili a episodi di debris-flow. I depositi più antichi si caratterizzano per la maggiore cementazione, e sono notevolmente sospesi sui livelli di base attuali. Spesso si presentano pedogenizzati. Gli spessori variano da pochi metri fino a decine di metri. L'età più probabile è Pleistocene medio-Pleistocene superiore.
- Coltre eluvio-colluviale (b2): comprende i prodotti residuali e i depositi colluviali, derivanti dall'alterazione in situ delle successioni affioranti e da processi di accumulo per trasporto meteorico e/o gravitativo lungo i versanti. Si tratta prevalentemente di depositi detritici incoerenti a supporto di matrice limoso-argillosa, con clasti eterometrici a spigoli vivi (fino alle dimensioni dei ciottoli e blocchi). Questa Unità comprende anche le coltri alteritiche e i paleosuoli con fenomeni di pedogenesi ancora in atto.
- Depositi alluvionali attuali (b): tale Unità raggruppa i depositi ghiaioso-sabbiosi e subordinatamente sabbioso-limosi presenti nelle aree di alveo e golenali dei principali corsi d'acqua; nei corsi d'acqua maggiori (es. Fiume Noce, Fiume Tanagro e Fiume Bianco) si possono rilevare strutture a stratificazione incrociata concava e localmente tabulare, legate all'azione di canali intrecciati (fiumi a canali anastomosati e fiumi braided, ad esempio le classiche "fiumare"). Alcune valli fluviali e torrentizie in aree montagnose hanno sezioni trasversali a V e sezioni troppo strette per potere essere cartografate;
- Depositi antropici (h): pur non rientrando nella stratigrafia geologica s.s., questi depositi vengono qui sinteticamente citati in quanto costituiscono localmente accumuli di dimensioni rilevanti. Si

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

tratta in genere di depositi caotici di riporto, costituiti da frammenti (blocchi, ciottoli e ghiaie) eterometrici e poligenici, da angolosi a subangolosi, immersi in una matrice dalle caratteristiche molto variabili, da sabbioso-limosa ad argillosa, da scarsa ad abbondante. Possono localmente contenere elementi non naturali quali frammenti di laterizi e di calcestruzzo, derivanti da macerie di demolizione, in proporzioni variabili rispetto alla matrice naturale. In questa categoria di depositi ricadono anche i rilevati stradali, ferroviari e i depositi di stoccaggio dello smarino di gallerie, oltre alle aree di discarica. Si sono mappate le due principali aree di questo tipo, nella zona rilevata: un'area in Regione Calda (Lagonegro), in sponda destra del F. Noce; un'area in corrispondenza del polo industriale di Buccino, all'interno dell'ampia area golenale del F. Bianco.

4.3.2 Inquadramento geomorfologico e idrografico

Nella parte a nord del tracciato l'opera si sviluppa in galleria all'interno di un versante che raccorda le dorsali carbonatiche dei Monti della Maddalena con il fondovalle del Tanagro. Quindi supera la zona della soglia settentrionale del Vallo di Diano, molto tettonizzata, e a partire dall'abitato di Polla emerge in superficie in una zona prettamente pianeggiante, sul fondo del Vallo di Diano. Incontra e lambisce alcuni dei conoidi alluvionali maggiori provenienti dai Monti della Maddalena propriamente detti, restando però sempre ad est del corso del Fiume Tanagro e degli associati canali irrigui paralleli.

Nelle aree impostate sui litotipi con caratteristiche geotecniche mediocri, in particolare quelli afferenti alle unità argillose quaternarie o pre-quaternarie, i versanti risultano localmente interessati da dissesti coalescenti generati per colamenti lenti o veloci o, più spesso, da movimenti di scivolamento rotazionale evoluti in colamenti. Si sottolinea inoltre, che in generale i dissesti di tipo quiescente mappati in aree limitrofe al tracciato e interessanti la parte più superficiale dei depositi plio-quaternari presentano uno spessore metrico-plurimetrico, comunque inferiore a 20 m; di conseguenza, considerata anche la natura dei materiali e l'assetto morfologico dell'area, eventuali dissesti di nuova formazione, che si dovessero innescare in aree al di sopra del tracciato, avrebbero comunque una probabilità molto bassa di interferire con il tracciato in galleria. Tuttavia, è bene sottolineare che alcuni depositi (soprattutto quelli plio-quaternari) presentano una bassa qualità geotecnica, laddove caratterizzati da un'elevata frazione argillosa, che dovrà essere tenuta in debito conto in fase di progettazione ed esecuzione delle opere anche al fine di prevenire l'eventuale innesco di dissesti, laddove, ad oggi, non sono presenti tali evidenze.

Si evidenzia inoltre che la variazione considerata in questo aggiornamento si allontana dalle aree di conoide, di fatto limitando significativamente l'interferenza tra queste ultime e l'opera.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Infine, si precisa che nelle principali banche dati consultate (PAI e IFFI) non sono segnalati dissesti profondi, fenomeni tipo “lateral spread” e/o DGPV nell’area in esame.

4.3.3 Inquadramento idrogeologico

La variabilità geologica caratteristica dell’area in cui ricade il progetto determina la presenza di più unità idrogeologiche, caratterizzate da una circolazione idrica sotterranea distinta e controllato dall’assetto strutturale scala regionale. Esse, sono ulteriormente suddivisibili in diversi complessi idrogeologici che presentano rapporti geometrici spesso variabili e complessi. Nell’area si riconoscono diversi tipi di acquiferi:

- acquiferi impostati nelle unità costituenti i terreni quaternari, caratterizzati da permeabilità da bassa a media per porosità, variabile in funzione della granulometria dei depositi;
- acquiferi impostati nelle unità carbonatiche, caratterizzati da permeabilità estremamente variabile con sviluppo di microcarsismo e di condotti carsici e con permeabilità variabile anche per la presenza di elementi di tettonica fragile; possono presentare anche più circuiti di circolazione superficiale che differiscono dalla falda di base;
- acquiferi impostati nelle unità del substrato prequaternario non carbonatiche, caratterizzati da valori di conducibilità molto variabili in funzione della litologia e del grado di fratturazione.

I primi 18 km circa di tracciato sono sviluppati quasi interamente all’interno di depositi quaternari o tardo-miocenici afferenti al sintema di Auletta e alla Formazione di Monte Siero. La permeabilità di questi litotipi è molto variabile, da bassa nelle facies più argillose a medio-alta nelle facies più ghiaiose/conglomeratiche; queste ultime si osservano prevalentemente in lenti circondate dai terreni più fini, e possono pertanto ospitare falde sospese più produttive e localmente in pressione. La presenza di falde in pressione è confermata dalle letture su alcuni sondaggi indicati negli elaborati geologici del PUC di Auletta. In quest’area sono segnalati numerosi pozzi ad uso irriguo, che presumibilmente intercettano la prima falda. Sulla base del monitoraggio piezometrico condotto sui piezometri realizzati nell’ambito di questa fase progettuale, si ipotizza che il limite superiore della zona satura sia ubicato a circa 3- 5 m dal piano campagna.

Nella zona del Vallo di Diano, indicativamente tra la pk 20+000 del Lotto 1B e la pk 4+000 del Lotto 1C, il tracciato si sviluppa all’aperto in un conteso in cui si evidenzia la presenza di una falda prossima al piano campagna, impostatasi in un acquifero eterogeneo ma generalmente piuttosto produttivo e caratterizzato da permeabilità da medie ad alte.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Nelle aree attraversate dal tracciato, soprattutto nei settori dove esso si sviluppa in galleria, sono state eseguite valutazioni sulle possibili interferenze con i principali corpi idrici superficiali e sotterranei. Tra queste si evidenzia la possibile interferenza per alcuni punti in collegamento idraulico con le gallerie, con carichi idraulici significativi. La più significativa riguarda le pk 16+940 e 20+790 circa, dove la galleria Auletta attraversa i litotipi dei complessi carbonatico e dolomitico, con carichi idraulici fino a 190m.

Come nel caso delle sorgenti, anche le interferenze sui corsi d'acqua sono legate all'attraversamento in galleria complessi idrogeologici a maggiore permeabilità e di zone di faglia considerate come settori a permeabilità aumentata. In tutti i casi di probabilità di interferenza medio-alta, i settori di galleria associati corrispondono a quelli che determinano interferenza per le sorgenti e pertanto le soluzioni progettuali adottate e richiamate a seguire risultano efficaci anche a tal riguardo.

4.4 Descrizione dei settori di intervento

Facendo riferimento al Lotto 1B, nel presente paragrafo viene analizzato l'intero settore di intervento, opportunamente suddiviso in tratti omogenei relativi alle differenti opere in esame. Per ogni singolo tratto, in particolare, vengono descritte tutte le principali caratteristiche geologiche s.l. e gli aspetti più salienti ai fini progettuali; per i dettagli si rimanda alla relazione specialistica:

Tabella 4-3: Sintesi delle principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche lungo il tracciato

Progressive	Tipo opera	Geologia	Geomorfologia	Idrogeologia
pk 0+000 ÷ 1+600	Gallerie artificiali e varie opere all'aperto	Depositi appartenenti al sistema Bottiglieri-Palomonte (BTL-PLM), al di sopra dei quali poggiano localmente i depositi del Sistema delle Ghiaie di Cerreto (RGC) e la coltre detritico-colluviale (b2) aventi talora spessori significativi ai fini progettuali. Tale situazione comporta la possibilità di avere una bassa qualità geotecnica nei livelli del sistema BTL-PLM	Morfologia collinare debolmente acclive in cui si osservano localmente fenomeni franosi attivi e potenziale riattivabili, o in evoluzione retrogressiva	Falda a bassa profondità e talora in pressione
pk 1+600 ÷ 2+800	Galleria naturale e alcune opere all'aperto	Depositi ghiaioso-sabbiosi del sistema di Bivio (RGC), che ricoprono quelli del sistema di Bottiglieri-Palomonte (BTL-PLM). Tale situazione comporta la possibilità di avere una bassa qualità geotecnica dei terreni di fondazione e attraversati dalla galleria	Presenza di fenomeni franosi già esistenti e/o innesco di nuovi fenomeni	Possibile presenza di falda a quote superiori di quelle di progetto – galleria sottofalda
pk 2+800 ÷ 5+050	Galleria naturale e alcune opere all'aperto	Assetto geo strutturale complesso. La galleria intercetterà il substrato costituito dalle Argille Varicolori Superiori (AVL); tale substrato è coperto da spessori di depositi quaternari appartenenti ai sistemi di Bottiglieri-Palomonte (BTL-PLM) e delle Ghiaie di Cerreto (RGC). E' presente una coltre detritico-colluviale di spessore plurimetrico. Tale situazione comporta la possibilità di avere una bassa qualità geotecnica dei terreni di fondazione e attraversati dalla galleria	In questo tratto l'opera attraversa una zona in versante e una valle generata da un corso d'acqua minore; sono presenti fenomeni franosi quiescenti e potenziale	Falda a debole profondità nel fondovalle del corso d'acqua



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	53/107

Progressive	Tipo opera	Geologia	Geomorfologia	Idrogeologia
pk 5+050 ÷ 5+400	Opere all'aperto	Area complessa dal punto di vista del substrato prequaternario che però non dovrebbe essere intercettato dalle fondazioni in quanto coperto da importanti spessori di depositi fluivo-torrentizi RGC o BTL-PLM. Possibilità di intercettare una faglia attiva e capace	Versante a debole pendenza, senza evidenze di fenomeni franosi	Possibile falda nei depositi di fondo valle
pk 5+400 ÷ 6+200	Opere all'aperto	presenza di litotipi del substrato prequaternario, appartenenti alle formazioni dell'Unità tettonica della Valle del Sele, sormontati dai depositi plio-quaternari (b e bn e AUL). Possibilità di intercettare una faglia attiva e capace e bassa qualità geotecnica dei terreni di fondazione	Versante a debole pendenza, senza evidenze di fenomeni franosi. possibile innesco di fenomeni franosi interessanti la porzione più superficiale dei depositi plio-quaternari	Possibile falda nei depositi di fondo valle
pk 6+200 ÷ 6+300	Imbocco lato SA della galleria Auletta GN04	Area caratterizzata dalla presenza di litotipi del substrato prequaternario, appartenenti alle formazioni dell'Unità tettonica del Sele, in particolare ALV, sormontati dai depositi plio-quaternari (AUL). In tale situazione possibile bassa qualità geotecnica dei terreni , che può concorrere all'innesco di fenomeni franosi	Versante a debole pendenza, senza evidenze di fenomeni franosi	Potenziale presenza di falde sospese
pk 6+300 ÷ 21+800	Galleria Auletta GN04	<ul style="list-style-type: none"> - Tra le pk 6+300 ÷ 8+400: prima depositi appartenenti al sintema di AUL, poi ALV; - Tra le pk 8+400 ÷ 9+800: substrato carbonatico rappresentato dal CRQ; - Tra le pk 9+800 ÷ 16+950: prima depositi appartenenti al sintema di AUL, poi itotipi delle formazioni dell'Unità del SIE; - Tra le pk 16+950 ÷ 20+800: substrato carbonatico formato dal CRQ e dal DBS; - Tra le pk 20+800 ÷ 21+800: depositi di ambiente lacustre / fluviale / di conoide alluvionale appartenenti al BUO e al PAD In tale situazione possibile bassa qualità geotecnica dei terreni, possibile fratturazione del substrato carbonatico, probabile carsismo e possibile presenza di faglie attive e capaci.	Versanti a debole pendenza in corrispondenza dei depositi plio-quaternari e versanti moderatamente acclivi in corrispondenza del substrato carbonatico	Possibile presenza di falda. Possibili venute d'acqua in galleria in corrispondenza delle faglie e possibili impatti sulle acque sotterranee in caso di galleria drenante
pk 21+800 ÷ 21+900	Imbocco lato RC della galleria Auletta GN04	Area di conoide corrispondente al passaggio tra i depositi più antichi BUO e quelli più recenti PAD. In tale situazione possibile bassa qualità geotecnica dei terreni di fondazione	Versante a debole pendenza, interessato da conoide alluvionale senza evidenze di fenomeni franosi	Possibile presenza di falda prossima al p.c.
pk 21+900 ÷ 49+800	Opere all'aperto	Depositi fluvio-lacustri costituiti da alternanze di argille, limi-sabbiosi passanti a sabbie limose, con lenti ghiaiose e possibili livelli torbosi, in eteropia a depositi ghiaiosi e ghiaioso-sabbiosi fluviali e di conoide alluvionale costituiti da ghiaie, con matrice limoso-sabbioso-argillosa talora prevalente. In tale situazione possibile bassa qualità geotecnica dei terreni di fondazione e possibile presenza di livelli torbosi	Area sostanzialmente pianeggiante, localmente debolmente acclive in corrispondenza dell'unghia dei conoidi	Possibile presenza di falda prossima al p.c.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

4.4.1 Cartografia del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico

Per una prima valutazione della pericolosità geomorfologica dell'area interessata dal progetto, sono stati consultati gli elaborati del PAI reperiti, sia attraverso il servizio WMS del sito del Ministero dell'Ambiente (<http://www.pcn.minambiente.it/mattm/servizio-wms/>).

Il quadro dei dissesti riportati dal PAI è stato oggetto di verifica, approfondimento, ed eventuale integrazione anche in relazione alle opere previste. Di seguito si riporta il confronto tra le carte PAI e i risultati dei rilievi di terreno eseguiti per il presente studio. Si precisa che nella consultazione del PAI si è tenuto conto solo dell'attività di versante.










LEGENDA	
Pericolosità reale	
	P1 - Suscettibilità moderata, per frane da bassa a media intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
	P2a - Suscettibilità media, per aree soggette a deformazioni lente e diffuse e stato attivo
	P2 - Suscettibilità media, per frane da media ad alta intensità e stato compreso tra attivo e inattivo
	P3 - Suscettibilità elevata, per frane di alta intensità e stato compreso tra attivo e quiescente
Pericolosità potenziale	
	Putr1 - Moderata propensione all'innesco-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
	Putr2 - Media propensione all'innesco-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
	Putr3 - Elevata propensione all'innesco-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
	Putr4 - Molto elevata propensione all'innesco-transito-invasione per frane paragonabili a quelle che caratterizzano attualmente la stessa Unità Territoriale di Riferimento
	Putr5 - Propensione all'innesco-transito-invasione per frane da approfondire attraverso uno studio geologico di dettaglio

Figura 4-6: Legenda dei dati della Tavola della Pericolosità da frana del P.A.I..







	Aree caratterizzate dalla presenza di crolli diffusi quiescenti, non cartografabili singolarmente
	Frana per scivolamento rotazionale, attiva (a), quiescente (b)
	Frana per colamento veloce, quiescente
	Frana per colamento lento, attiva (a), quiescente (b)
	Frana complessa (crolli/scivolamenti rotazionali/planari che evolvono in colamenti), attiva (a), quiescente (b)
	Aree caratterizzate dalla presenza di diffuse frane quiescenti per colamento lento e movimenti complessi, coalescenti

Figura 4-7: Legenda dei dissesti rilevati nell'ambito del PFTE.

Tratta tra pk 0+000 e pk 2+600

PAI: il tratto di tracciato è interessato da pericolosità geomorfologica media per fenomeni esistenti o potenziali e, in un settore limitato tra pk 1+600 e 1+650, è caratterizzato da pericolosità elevata per franosità potenziale.

Rilevamenti di campo: il rilevamento geologico ha permesso di definire con un maggior dettaglio il perimetro ed il grado di attività dei fenomeni presenti in tale area individuando come principali dissesti:

- frane per colamento lento e movimenti complessi, coalescenti, non distinguibili singolarmente (B in figura) tra i quali i principali sono:
 - o frane complesse attive e coalescenti, o quiescenti, costituite da scivolamenti rotazionali che evolvono in colamenti, (A in Figura)
 - o frane rotazionali attive o quiescenti (D in Figura)
- frana per colamento lento, attivo, (C in Figura)
- frane complesse quiescenti, costituite da scivolamenti rotazionali che evolvono in colamenti, tra la pk 31+075 e 31+120 e la pk 31+300 e 31+400.

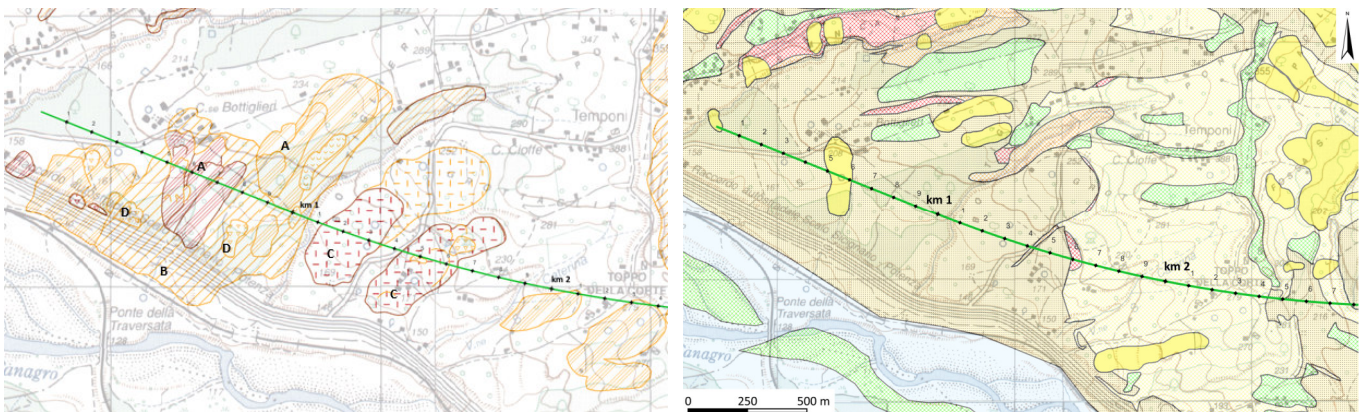


Figura 4-8: Rappresentazione, su cartografia IGM, dei dissesti rilevati nell'ambito del PFTE che mostra la presenza di alcune frane complesse (A), di franosità diffusa per colamento lento e movimenti complessi attivi (B), di frane per colamento lento (C) e frane per scivolamenti rotazionali (D) che caratterizzano l'area compresa tra la pk 0+300 e 2+600 circa (a sinistra) e Pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo (destra)

Tratta tra pk 2+600 e pk 2+900

PAI: presenza di un'area coinvolta da fenomeni caratterizzati da pericolosità geomorfologica media e pericolosità potenziale media.

Rilevamenti di campo: il rilevamento geologico ha permesso di riclassificare tale area individuando i seguenti dissesti:

- area caratterizzata dalla presenza di frane per colamento lento e movimenti complessi, coalescenti, non cartografabili singolarmente, interferenti con il tracciato in progetto (A in figura);
- frana per scivolamento rotazionale, attiva, interferente con il tracciato in progetto (B in Figura);
- frana complessa, quiescente (C in Figura);
- colamenti lenti quiescenti (D in Figura)
- frana complessa attiva (E in Figura).

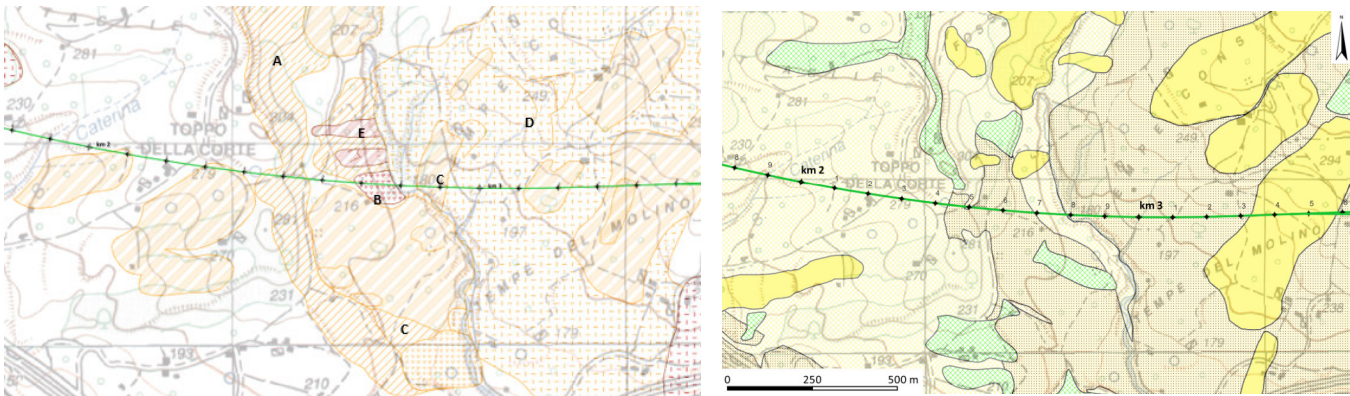


Figura 4-9: Rappresentazione, su cartografia IGM, degli elementi geomorfologici rilevati nell'ambito del PFTE che mostra la presenza di frane complesse, franosità diffusa per colamento lento e movimenti complessi, oltre a frane per scivolamento rotazionale che interessano l'area compresa tra la pk 2+650 e 2+850 circa. (a sinistra) e pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo (destra)

Tratta tra pk 2+900 e pk 4+500

PAI: presenza di un'area coinvolta da fenomeni caratterizzati da pericolosità geomorfologica media per franosità esistente e potenziale, e limitate aree a pericolosità potenziale moderata

Rilevamenti di campo: il rilevamento geologico ha permesso di definire con un maggior dettaglio il perimetro ed il grado di attività dei fenomeni presenti in tale area individuando frane per colamento lento (A in Figura) e frane complesse, quiescenti, costituite da scivolamenti rotazionali che evolvono in colamenti (B in Figura).

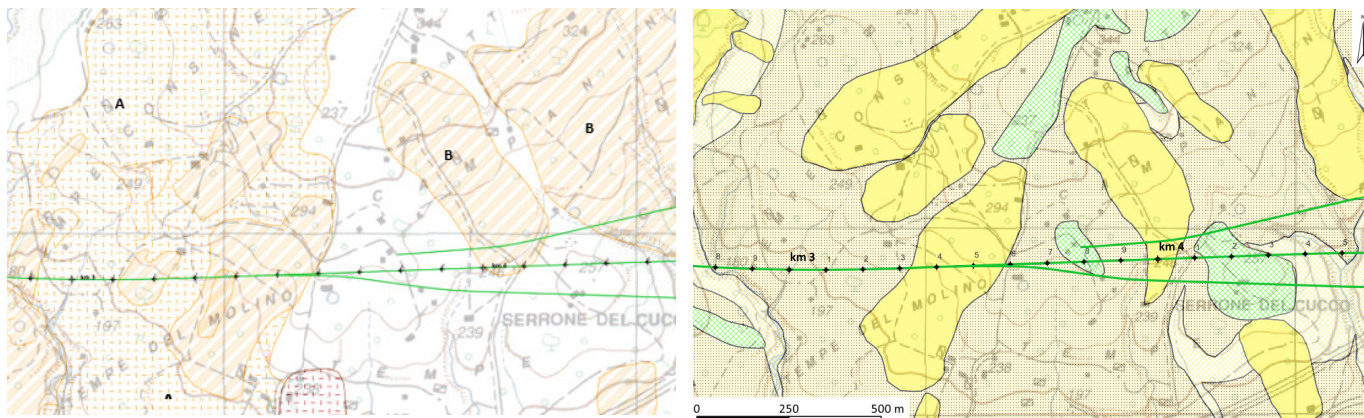


Figura 4-10: rappresentazione, su cartografia IGM, degli elementi geomorfologici rilevati nell'ambito del PFTE che mostra la presenza di frane complesse e franosità diffusa per colamento lento e scivolamenti rotazionali che caratterizzano l'area compresa tra la pk 2+700 e 4+500 circa (a sinistra) e Pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo (destra).

Tratta tra pk 4+500 e pk 5+500

PAI: presenza di aree interessate da pericolosità geomorfologica media, in un breve tratto da pericolosità molto elevata per franosità potenziale, e in aree a pericolosità moderata.

Rilevamenti di campo: in questo tratto non sono stati individuati dissesti interferenti con il tracciato in progetto, ad eccezione dell'area caratterizzata da frane complesse che interseca il tracciato in prossimità della pk 4+500 (A in Figura).

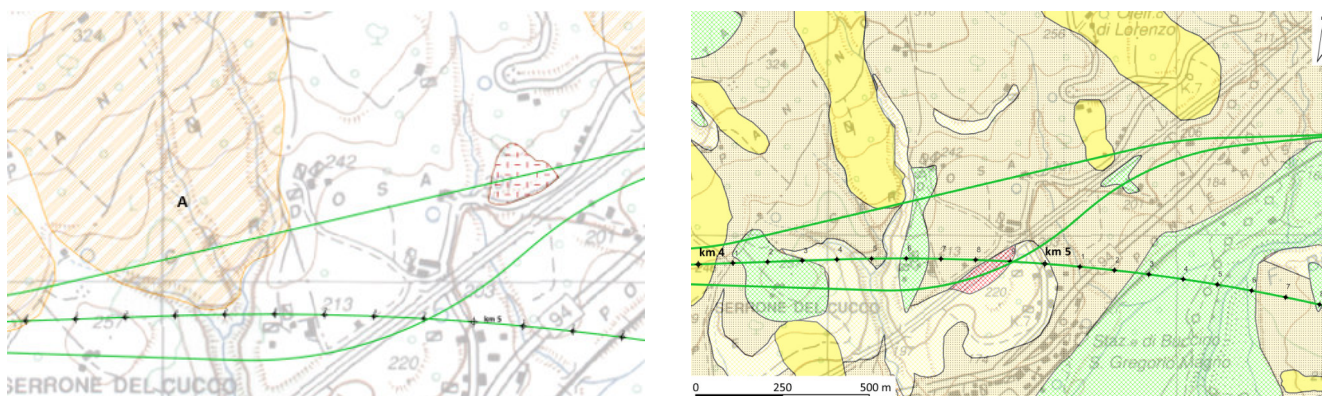


Figura 4-11: Rappresentazione, su cartografia IGM, degli elementi geomorfologici rilevati nell'ambito del PFTE che mostra la presenza di frane complesse, quiescenti, che lambiscono il tracciato in progetto in prossimità della pk 4+500 circa (a sinistra) e Pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo (a destra)

Interconnessione Romagnano

PAI: presenza aree interessate da pericolosità geomorfologica media, in un breve tratto da pericolosità molto elevata per franosità potenziale, e in aree a pericolosità moderata

Rilevamenti di campo: ha permesso di definire con un maggior dettaglio il perimetro ed il grado di attività dei fenomeni presenti in tale area individuando alcune frane complesse, quiescenti, costituite da scivolamenti rotazionali che evolvono in colamenti (A in Figura), e frane per colamento lento attive (B in Figura).

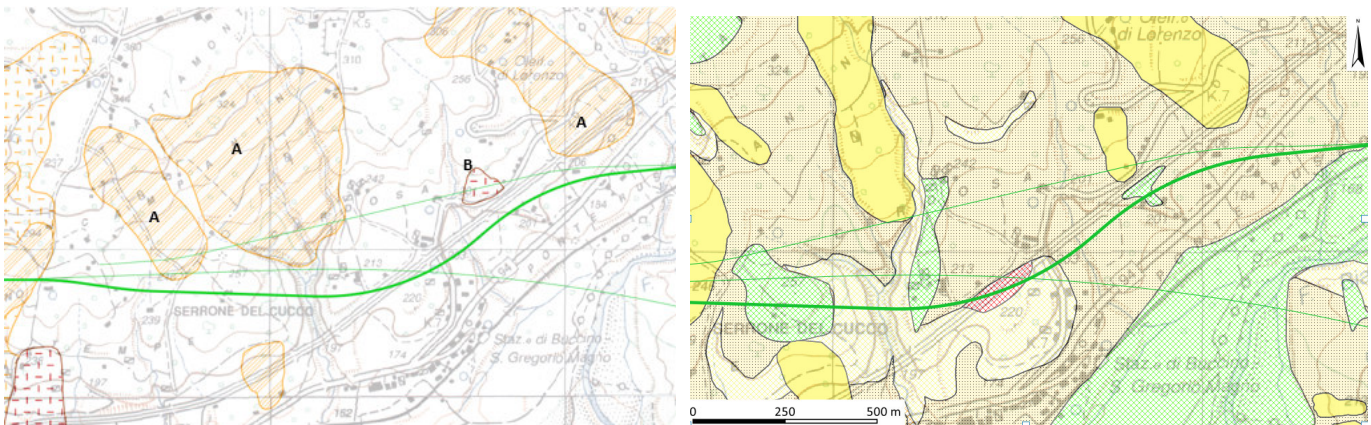


Figura 4-12: Rappresentazione, su cartografia IGM, degli elementi geomorfologici rilevati nell'ambito del PFTE che mostra la presenza di aree a franosità diffusa per colamento lento e movimenti complessi, frane complesse e colamenti lenti (a sinistra) e Pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo (a destra)

Tratta tra pk 5+550 e pk 9+500

PAI: presenza di un'estesa area a pericolosità geomorfologica media, alcuni tratti a pericolosità moderata, e un settore di versante non classificato

Rilevamenti di campo: non sono stati individuati dissesti interferenti con il tracciato in progetto

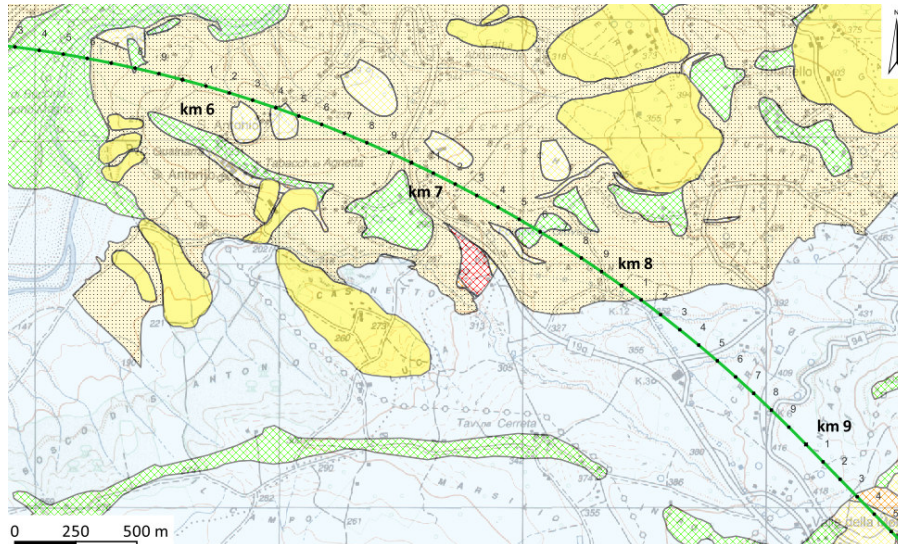


Figura 4-13: Pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo

Tratta tra pk 9+500 e pk 11+000

PAI: il tratto si sviluppa in un versante a cui il PAI attribuisce pericolosità generalmente da media a moderata, e in alcuni limitati settori molto elevata

Rilevamenti di campo: il rilevamento geologico ha permesso di definire con un maggior dettaglio il perimetro ed il grado di attività dei fenomeni presenti in tale area individuando i seguenti dissesti:

- aree caratterizzate dalla presenza di frane per colamento lento e movimenti complessi, coalescenti, non cartografabili singolarmente, tra la pk 9+200 e 9+300 e tra la pk 9+950 e 10+950 (quiescenti) (A in Figura);
- frana per colamento veloce, tra la pk 10+300 e 10+450 (quiescente) (B in Figura).

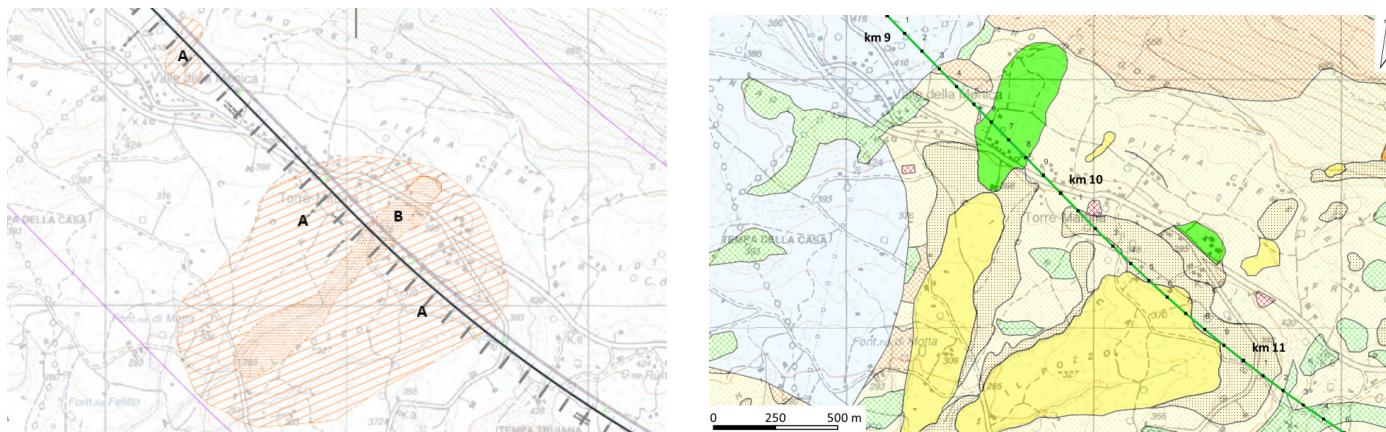


Figura 4-14: Rappresentazione, su cartografia IGM, degli elementi geomorfologici rilevati nell'ambito del PFTE che mostra la presenza di frane, quiescenti, che caratterizzano l'area compresa tra la pk 9+200 e 11+000 circa (a sinistra) e pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo (a destra)

Tratta tra pk 11+000 e pk 18+000

PAI: il tratto è interessato dalla presenza di aree classificate con pericolosità geomorfologica generalmente media, e in alcuni tratti elevata o bassa.

Rilevamenti di campo: il rilevamento geologico ha permesso di definire con un maggior dettaglio il perimetro ed il grado di attività dei fenomeni presenti in tale area individuando i seguenti dissesti:

- aree caratterizzate dalla presenza di frane per colamento lento e movimenti complessi, coalescenti, non cartografabili singolarmente, tra la pk 11+850 e 12+300; tra la pk 14+800 e 15+000; tra la pk 15+100 e 15+250 e tra la pk 15+550 e 15+800 (quiescenti) (A Figura);
- frana per colamento lento, tra la pk 14+200 e 14+350 (quiescente) (B Figura).

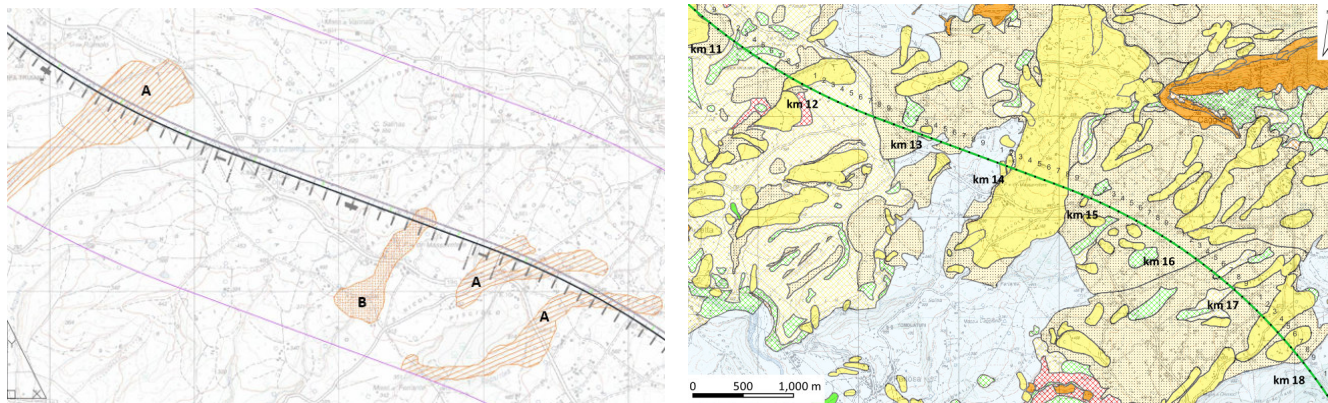


Figura 4-15: – Rappresentazione, su cartografia IGM, degli elementi geomorfologici rilevati nell'ambito del PFTE che mostra la presenza di frane, quiescenti, che caratterizzano l'area compresa tra la pk 11+850 e 15+800 circa (a sinistra) e pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo (a destra)

Tratta tra pk 19+700 e pk 22+000

PAI: è interessato dalla presenza di un'area coinvolta da fenomeni caratterizzati da pericolosità geomorfologica potenziale da elevata a media.

Rilevamenti di campo: non sono stati individuati dissesti interferenti con il tracciato in progetto

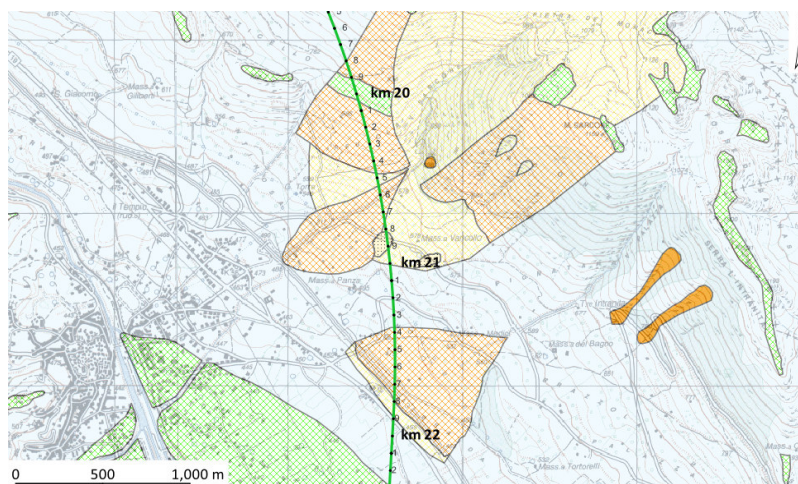


Figura 4-16: Pericolosità da frana indicata nella cartografia del P.A.I. Fonte del dato: shapefile scaricati da <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/> riportati su cartografia IGM e con tracciato indicativo

Tratta tra pk 21+900 e pk 48+800

PAI: il tratto è interessato dalla presenza di conoidi

Rilevamenti di campo: non sono stati individuati fenomeni interferenti con il tracciato in progetto, che si discosta di alcune centinaia di metri dall'area di pericolosità potenziale media. Esso, pertanto, nella posizione attuale rivista a valle delle ottimizzazioni di tracciato, non interferisce più con le conoidi attive e/o anasomizzate presenti. In un solo caso esso lambisce la porzione distale di una conoide che individua un'area a pericolosità potenziale media definita come "a pericolosità BASSA (H1)", secondo SANTANGELO et al. (2006) e "Conoide QUIESCENTE – REINCISO", secondo l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

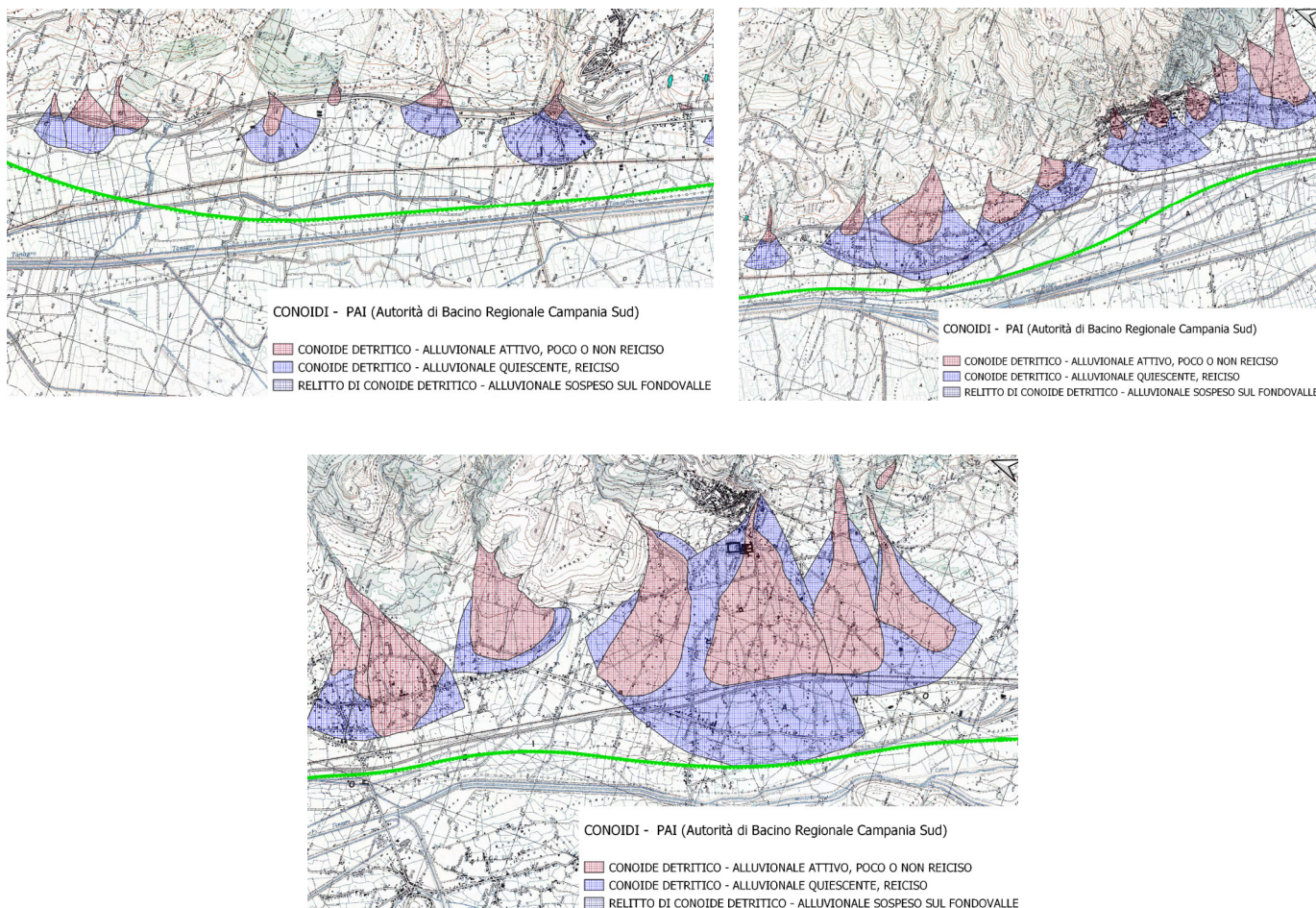


Figura 4-17: Stralcio dei conoidi riportati dal l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, con tracciato indicativo dell'opera in progetto, su cartografia IGM

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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

Nell'ambito dello studio degli interventi di progetto, si è proceduto al riconoscimento di aree potenzialmente critiche dal punto di vista ambientale presenti nelle aree oggetto dei lavori e all'individuazione di siti contaminati e potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto.

Per quanto riguarda il dettaglio sull'approfondimento storico bibliografica effettuato per le aree che saranno interessate dalle opere in progetto si rimanda allo specifico elaborato "RC2AB169RGSB0000001 Siti contaminati – Relazione generale", mentre di seguito si riassumono le informazioni relativi all'individuazione dei siti contaminati e potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto.

4.5.1 Fonti conoscitive

Nell'ambito dello studio degli interventi di progetto, si è proceduto al riconoscimento di aree potenzialmente critiche dal punto di vista ambientale presenti nelle aree oggetto dei lavori, ovvero all'individuazione di siti contaminati e potenzialmente contaminati interferenti con le opere in progetto e con le aree di cantiere.

Il censimento dei siti contaminati/potenzialmente contaminati è stato effettuato in base alla consultazione delle seguenti fonti:

- ✓ **Ministero della Transizione Ecologica (MITE):**
 - Elenco dei Siti di Interesse Nazionale e stato di avanzamento dei procedimenti di bonifica, aggiornato a Giugno 2021.
- ✓ **Regione Campania**
 - Elenco dei Siti di Interesse Nazionale e Regionale
 - Piano Regionale Bonifiche della Regione Campania, approvato Delibera di Giunta Regionale n. 626 del 29/12/2020 al 2020 (dati acquisiti da <https://www.regione.campania.it/regione/it/tematiche/bonifiche>)

Sono inoltre state eseguite interlocuzioni e richieste di accesso agli atti presso gli enti ambientali preposti localizzati nelle aree interferite dall'attraversamento degli interventi.

In particolare, sono stati interessati:

- Regione Campania - 50 17 09 - UOD Autorizzazioni ambientali e rifiuti Salerno
- Provincia di Salerno - Settore Ambiente e Urbanistica - Servizio Rifiuti e Bonifiche

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

- Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale in Campania – ARPAC
- Comuni di:
 - Buccino
 - Auletta
 - Caggiano
 - Polla
 - Atena Lucana
 - Sala Consilina
 - Padula
 - Sassano
 - Buonabitacolo

Le interlocuzioni con gli Enti ambientali sono ancora ad oggi in corso poiché si resta in attesa dei riscontri del Comune di Atena Lucana per il quale, in ogni caso, non sono stati individuati siti interferenti con le opere in progetto o con i cantieri.

4.5.2 Siti di Interesse Nazionale (SIN)

Nella Regione Campania, a partire dal 1998, con diversi provvedimenti normativi, sono stati individuati n. 6 Siti di Interesse Nazionale (SIN):

1. Napoli Orientale
2. Litorale Domitio Flegreo ed Agro Aversano;
3. Napoli-Bagnoli Coroglio;
4. Aree del Litorale Vesuviano;
5. Bacino idrografico del fiume Sarno;
6. Pianura

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

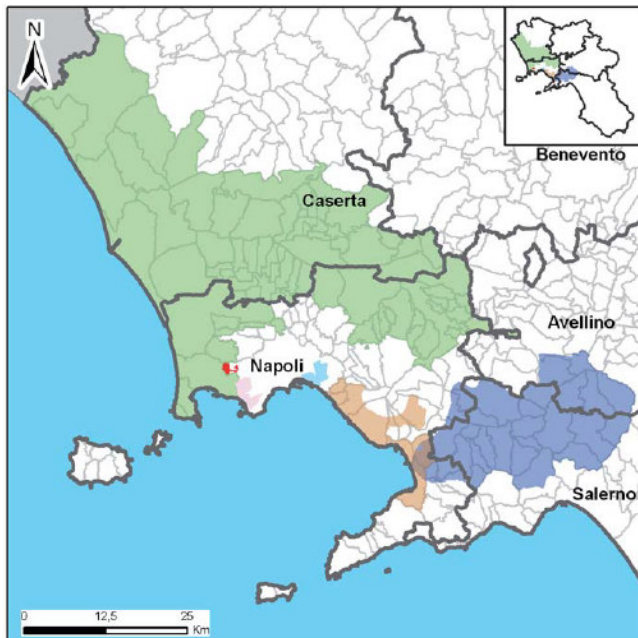


Figura 4-18: Perimetrazione SIN Regione Campania

Per gli effetti prodotti dal DM MATTM del 11/01/2013 e dal DM MATTM del 08/08/2014, le competenze sulle necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica dei seguenti SIN è stata trasferita alla Regione Campania (ora ex SIN):

1. Litorale Domitio Flegreo ed Agro Aversano;
2. Aree del Litorale Vesuviano;
3. Bacino idrografico del fiume Sarno;
4. Pianura.

Inoltre, con legge 11 settembre 2020, n. 120 recante “Conversione in legge, con modificazione, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76, recante misure urgenti per la semplificazione e l’innovazione digitale”, è stato introdotto il comma 9-bis dell’art. 252 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 che individua il sito “Area vasta di Giugliano (Napoli)” quale sito di bonifica di interesse nazionale. Ad oggi è ancora in corso la fase di definizione della perimetrazione del sito che sarà approvata con Decreto del Ministro della Transizione Ecologica.

Permangono dunque di competenza del MITE i siti:

1. Napoli Orientale
2. Napoli-Bagnoli Coroglio;

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

3. Area vasta di Giugliano (Napoli).

Sono ex SIN i siti:

1. Litorale Domitio Flegreo ed Agro Aversano;
2. Aree del Litorale Vesuviano;
3. Bacino idrografico del fiume Sarno;
4. Pianura.

In base alle ubicazioni territoriali delle aree di intervento rispetto alle aree in cui ricadono i SIN ed ex SIN presenti in Regione Campania si esclude qualsiasi interferenza così come meglio esplicitato nella figura sotto riportata; il sito più prossimo è, infatti, rappresentato dall'ex SIN "Bacino idrografico del fiume Sarno" che dista comunque circa 65 km.

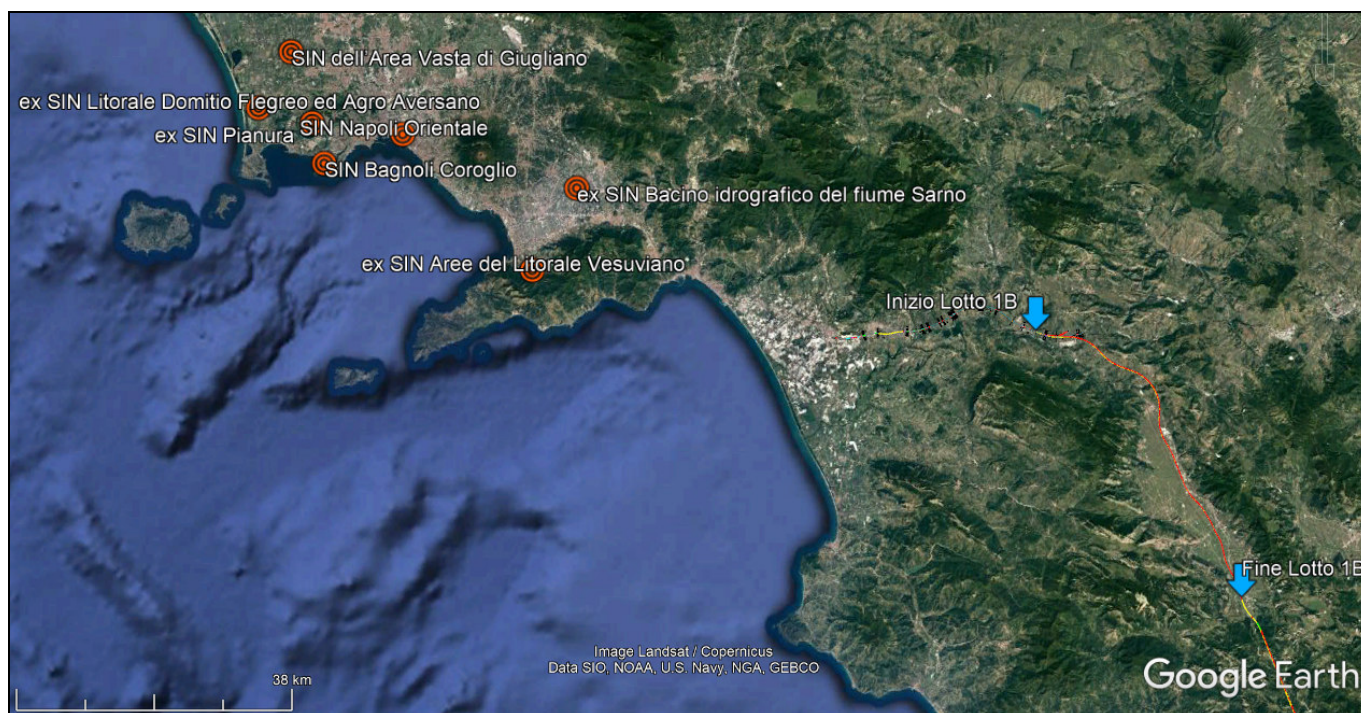


Figura 4-19: Ubicazione aree di intervento SIN ed ex SIN

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

4.5.3 Siti Contaminati e potenzialmente contaminati – Regione Campania

La Giunta Regionale, con propria Deliberazione, ha adottato il Piano Regionale di Bonifica che è stato quindi approvato con Delibera amministrativa n. 777 del 25/10/2013 dal Consiglio Regionale.

Con la Legge Regionale n. 14/2016, all'art. 14, sono stati disciplinati i contenuti del Piano regionale per la bonifica delle aree inquinate e, all'art. 15, comma 5, stabilito che gli aggiornamenti e le modifiche non sostanziali del Piano ovvero quelle necessarie per l'adeguamento a sopravvenute disposizioni legislative statali immediatamente operative siano approvate con delibera di Giunta regionale.

Con Deliberazione di Giunta Regionale n. 417 del 27/07/2016 la Direzione Generale per l'Ambiente e l'Ecosistema è stata incaricata di predisporre una proposta di aggiornamento del Piano Regionale di Bonifica contenente, tra l'altro:

- l'individuazione dei siti rispondenti alla classificazione delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano e non inclusi negli allegati al PRB vigente;
- l'ordine di priorità degli interventi sulla base di una valutazione comparata del rischio.

Con la citata DGR n. 417/2016, è stato altresì disposto che periodicamente la Direzione Generale per l'Ambiente e l'Ecosistema proceda all'aggiornamento e di adeguamento del PRB, che tenga conto anche di quanto stabilito dalla Legge Regionale n. 14/2016 e s.m.i. che all'art. 14 stabilisce i contenuti del Piano Regionale di Bonifica.

Per quanto sopra con la Deliberazione di Giunta Regionale n. 685 del 30/12/2019 è stato approvato, ai sensi dell'art. 15, co. 5, della L.R. n. 14/2016 e in attuazione della DGR n. 417/2016, l'adeguamento e l'aggiornamento delle tabelle allegate al PRB approvato con delibera del Consiglio Regionale n. 777 del 25/10/20, in conformità a quanto stabilito dalle NTA, e si è provveduto altresì alla rettifica di alcuni errori materiali riscontrati nell'Allegato 10 al PRB anche al fine di renderne più agevole la consultazione da parte dei soggetti interessati.

Con Delibera di Giunta Regionale n. 626 del 29/12/2020 sono stati approvati gli aggiornamenti della banca dati al 2020 del Piano Regionale di Bonifica (PRB).

Il PRB adottato dalla Giunta Regionale è lo strumento di programmazione e pianificazione attraverso cui la Regione, coerentemente con le normative nazionali, provvede ad individuare, anche su segnalazione proveniente dai Comuni, i siti da bonificare presenti sul proprio territorio, a definire un ordine di priorità degli interventi sulla base di una valutazione comparata del rischio ed a stimare gli oneri finanziari necessari per le attività di bonifica.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

L'aggiornamento ultimo (2020) del PRB comprende quindi i seguenti allegati tecnici:

- **ALLEGATO 1:** Tab.1 ARCHIVIO DEI PROCEDIMENTI CONCLUSI (l'elenco dei siti per i quali si sono concluse le procedure previste agli artt. 242 e successivi del D. Lgs. 152/06 e s.m.i).
- **ALLEGATO 2:**
 - Tab. 2 ANAGRAFE (l'elenco dei siti contaminati da sottoporre ad intervento di bonifica e ripristino ambientale secondo le procedure previste agli artt. 242 e successivi del D. Lgs. 152/06 e s.m.i.);
 - Tab. 2a ANAGRAFE DEI SITI DA BONIFICARE CON INTERVENTI NON CONCLUSI;
 - Tab. 2b ANAGRAFE DEI SITI CON PROGETTI DI BONIFICA CONCLUSI;
 - Tab. 2c VCR (Valutazione Comparata del Rischio);
 - Tab. 2d ARGIA (Analisi del Rischio per la Gerarchizzazione dei siti Inquinati presenti nell'Anagrafe).
- **ALLEGATO 3**
 - Tab. 3 CENSIMENTO DEI SITI POTENZIALMENTE CONTAMINATI LOCALI (CSPC LOCALI, l'elenco di tutti i siti per i quali sia stato già accertato il superamento delle CSC ad esclusione dei Siti Potenzialmente Contaminati negli ex Siti di Interesse Nazionale).
- **ALLEGATO 4** (l'elenco di tutti i siti censiti ricadenti all'interno del perimetro provvisorio dei siti di interesse nazionale della Regione Campania):
 - Tab. 4.1 CENSIMENTO DEI SITI RICADENTI NEL SITO DI INTERESSE NAZIONALE "NAPOLI ORIENTALE" (CSPC SIN "NAPOLI ORIENTALE");
 - Tab. 4.2 CENSIMENTO DEI SITI RICADENTI NEL SITO DI INTERESSE NAZIONALE "BAGNOLI - COROGLIO" (CSPC SIN "BAGNOLI-COROGLIO").
- **ALLEGATO 4-BIS** (CSPC ex SIN, l'elenco di tutti i siti censiti e/o sub-perimetrati ricadenti all'interno del perimetro provvisorio degli ex siti di interesse nazionale della Regione Campania, la cui competenza per le necessarie operazioni di verifica ed eventuale bonifica è stata trasferita alla Regione Campania con DM MATTM del 11/01/2013 e con DM MATTM del 08/08/2014):
 - Tab. 4- bis.1 ELENCO RECANTE IL CENSIMENTO DEI SITI POTENZIALMENTE CONTAMINATI NELL'EX SIN "LITORALE DOMITIO FLEGREO ED AGRO AVERSANO";



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	69/107

- Tab. 4- bis.2 ELENCO RECANTE IL CENSIMENTO DEI SITI POTENZIALMENTE CONTAMINATI NELL'EX SIN "AREE DEL LITORALE VESUVIANO";
 - Tab. 4- bis.3 ELENCO RECANTE IL CENSIMENTO DEI SITI POTENZIALMENTE CONTAMINATI NELL'EX SIN "BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME SARNO";
 - Tab. 4- bis.4 ELENCO RECANTE IL CENSIMENTO DEI SITI POTENZIALMENTE CONTAMINATI NELL'EX SIN "PIANURA";
 - Tab. 4- bis.5 ELENCO RECANTE CENSIMENTO DEI SITI SUB-PERIMETRATI NON PIÙ RICADENTI NEL SIN "BAGNOLI-COROGLIO".
- ALLEGATO 5: Tab. 5 CENSIMENTO DEI SITI IN ATTESA DI INDAGINI (CSAI): l'elenco dei siti, già individuati come "siti potenzialmente inquinati" nel PRB 2005, per i quali una serie di comunicazioni pervenute agli Enti competenti (Sequestri Autorità Giudiziaria, Verbali sopralluogo ARPAC o altri enti di controllo) segnalano la possibilità che si siano verificate situazioni di eventuale contaminazione non ancora analiticamente accertate.
 - ALLEGATO 6 ELENCO TERRENI AGRICOLI CHE NON POSSONO ESSERE UTILIZZATI PER LA PRODUZIONE AGROALIMENTARE O SILVOPASTORALE.
 - ALLEGATO 10 NORME TECNICHE DI ATTUAZIONE DEL PIANO REGIONALE DI BONIFICA

4.5.4 Valutazione delle interferenze con le opere di progetto e con le aree di cantiere

Considerato quanto sopra elencato, al fine di individuare i siti eventualmente interferenti con le opere in progetto o con le aree di cantiere, sono stati presi in considerazione i siti ricadenti in prossimità delle opere di progetto considerando un buffer di circa 500 m.

I confini e le caratteristiche dei siti sono stati ricavati sulla base delle informazioni reperite tramite analisi bibliografiche ed accessi agli atti presso gli enti locali. L'approfondimento è stato volto a identificare il perimetro dei siti, la distanza dalle aree di intervento, lo stato di avanzamento del procedimento amministrativo ai sensi della parte IV tit. V D.Lgs. 152/06 e smi, la tipologia di inquinamento e le matrici ambientali coinvolte.

Tutto ciò premesso in tabella di seguito sono riportati i siti posti entro 500 m circa dalle opere di progetto, le codifiche regionali, i nomi, le ubicazioni, la collocazione nell'anagrafe regionale, lo stato di avanzamento del procedimento, la tipologia di sito, l'interferenza o meno con opere e cantieri, la distanza rispetto ad opere e cantieri.

Lo stato di avanzamento è riportato per mezzo dei seguenti codici:



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	70/107

- **DB:** i siti da bonificare o con bonifica in corso, ovvero con progetto presentato approvato/da approvare (comprendente, nel caso del PRB della Campania, quelli delle Tabelle 2 e 2a);
- **PC:** siti potenzialmente contaminati, siti per i quali sia stato già accertato il superamento delle CSC o dove si sono verificate situazioni di eventuale contaminazione non ancora analiticamente accertate (comprendente, nel caso del PRB della Campania, quelli delle Tabelle 3 e 5);
- **B:** bonificati, ovvero siti risultati privi di contaminazione a seguito di indagini (preliminari o di caratterizzazione), Analisi di Rischio o dove l'iter sia concluso a valle di una bonifica/messa in sicurezza, (comprendente, nel caso del PRB della Campania i siti della Tabella 1).

Tabella 4-: Censimento dei siti contaminati/potenzialmente contaminati presenti nell'Anagrafe regionale ricadenti nel buffer di 500 m dalle aree di intervento e di cantiere

Codice	Proprietà	Tipologia sito	Iter Procedurale	Stato	Interferenza	Distanza (m)
5087C500	Privata	Industria a Rischio Incidente Rilevante art. 4	In attesa di indagine	PC	NO	5
5087C501	Privata	Industria a Rischio Incidente Rilevante art. 6	In attesa di indagine	PC	NO	360
5087C503	Privata	Punto Vendita Carburanti	Analisi di Rischio Approvata/Monitoraggio	B	NO	200
5097C500	Privata	Attività Produttiva	Indagini Preliminari eseguite	PC	NO	17
5097C501	Privata	Autodemolitore	In attesa di indagine	PC	NO	155
5097C505	Privata	Attività Produttiva	Indagini Preliminari Eseguite	B	NO	100
5114C002	Privata	Area Agricola	Piano di Caratterizzazione Presentato	PC	NO	335
5114C500	Privata	Attività Produttiva	In attesa di indagine	PC	NO	200
5114C501	Privata	Impianto Trattamento Rifiuti	In attesa di indagine	PC	NO	130
5114C502	Privata	Autodemolitore	In attesa di indagine	PC	SI	0
5114C506	Privata	Autodemolitore	In attesa di indagine	PC	NO	5



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	71/107

Codice	Proprietà	Tipologia sito	Iter Procedurale	Stato	Interferenza	Distanza (m)
5114C507	Privata	Attività Produttiva	In attesa di indagine	PC	NO	213
5114C508	Non nota	Impianto Trattamento Rifiuti	In attesa di indagine	PC	NO	332
5114C509	Privata	Punto Vendita Carburanti	Bonifica in corso	DB	NO	24
5114C510	Privata	Punto Vendita Carburanti	Bonifica in corso	DB	NO	130
5010C500 ¹	Privata	Autodemolitore	Indagini Preliminari Eseguite	B		
5010C502 ²	Privata	Attività Produttiva	In attesa di indagine	PC		
5010C503 ³	Privata	Attività Produttiva	In attesa di indagine	PC		

Nota: Relativamente ai siti nel Comune di Atena Lucana 5010C500, 5010C502 e 5010C503 non è stato possibile reperire informazioni circa l'esatto perimetro per mancanza di riscontro da parte del Comune di Eboli ma in ogni caso i siti sono non interferenti con il tracciato

Come si evince dalla tabella sopra riportata nessuno dei siti individuati interferisce con le opere in progetto o con le aree di cantiere fatta eccezione per il sito 5114C502 e denominato CENTRO DEMOLIZIONE VEICOLI TAFURI SRL.

Tale sito, ubicato nel Comune di Sala Consilina, ha un'estensione complessiva di circa 84.400 mq e interessa le seguenti particelle catastali: foglio 9, particelle 158, 159, 160, 161, 167, 168, 170, 171, 172, 173, 183, 189, 314, 315, 316, 401 - 461 - 462 - 466 - 467 - 479 - 524 - 525 - 526 e foglio 10, particelle 13, 1053, 1054, 1056, 1057, 1058, 1059, 1523 del Comune di Sala Consilina).

L'interferenza, che riguarderà le particelle 170, 171, 172, 176, 185, 188, 452, 462, 633 e 634 del foglio 9 di Sala Consilina, consiste nel fatto che il viadotto VI04 della nuova linea ferroviaria attraverserà da nord

¹ Per tale sito indicato nel PRB non è stato possibile reperire informazioni circa l'ubicazione per mancanza di riscontro da parte del Comune di Atena Lucana

² Per tale sito indicato nel PRB non è stato possibile reperire informazioni circa l'ubicazione per mancanza di riscontro da parte del Comune di Atena Lucana

³ Per tale sito indicato nel PRB non è stato possibile reperire informazioni circa l'ubicazione per mancanza di riscontro da parte del Comune di Atena Lucana

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

a sud il sito dove sulla base delle foto aeree e satellitari l'area sembra pavimentata e utilizzata come deposito mezzi in attesa di demolizione; i tratti di linea ferroviaria ricadranno all'interno del sito per una lunghezza di circa 270 m.



Figura 4-20: Dettaglio dell'interferenza con il sito del viadotto.

La realizzazione delle previste opere ferroviarie implica pertanto una serie di adempimenti ed attività preliminari secondo quanto previsto dall'Articolo 242 ter ex Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06, comma 1.

Il PRB riporta il sito 5114C502 in Tabella 5 ovvero quella dei siti potenzialmente contaminati ma attualmente in attesa di Indagini; pertanto, non è ancora stata analiticamente accertata l'eventuale potenziale contaminazione.

Si rende pertanto necessario ottemperare a quanto previsto dall'Articolo 242 ter ex Titolo V, parte Quarta del D.Lgs. 152/06, comma 1, ovvero che le opere in progetto "siano realizzati secondo modalità e tecniche che non pregiudichino né interferiscano con l'esecuzione e il completamento della bonifica, né determinino rischi per la salute dei lavoratori e degli altri fruitori dell'area..."

Essendo il sito non ancora caratterizzato, si applica quanto previsto dal comma 4 lettera a) dell'Art. 242ter; ovvero che, preliminarmente alla realizzazione delle opere, il soggetto proponente accerti lo stato

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

di potenziale contaminazione del sito mediante un Piano di Indagini Preliminari. Le risultanze delle indagini previste dal suddetto Piano di Indagini Preliminari indirizzeranno i successivi passaggi progettuali e tecnico amministrativi, nonché le eventuali attività nel sito:

- *“Qualora l'indagine preliminare accerti l'avvenuto superamento delle CSC anche per un solo parametro, il soggetto proponente ne dà immediata comunicazione con le forme e le modalità di cui all'articolo 245, comma 2, con la descrizione delle misure di prevenzione e di messa in sicurezza di emergenza adottate”.*

Oppure

- *“Ove l'indagine preliminare di cui alla lettera a) accerti che il livello delle CSC non sia stato superato (omississ...), il procedimento si conclude (omississ...) nel rispetto di quanto previsto dal comma 2 dell'articolo 242”.*

Il Piano delle Indagini Preliminari che si intende mettere in atto per il sito in esame è riportato all'elaborato “Relazione specialistica – Piano di indagine ai sensi del comma 4 dell’art 242 ter D. lgs. 152/06” – RC2AB1R69RHSB0000001.

Per completezza delle informazioni di seguito si riporta una tabella in cui sono elencate le interferenze fra le opere in progetto o aree di cantiere e le attività antropiche individuate a valle dell’analisi storico bibliografica dell’area oggetto di intervento; per maggior dettagli si rimanda comunque all’elaborato specialistico RC2AB1R69RGSB0000001 “*Siti contaminati – Relazione generale*”.

Tabella 4-4: tabella riassuntiva delle attività antropiche individuate effettivamente interferenti

Identificativo Attività produttiva	Denominazione	WBS Aree di intervento	Modalità di interferenza	Ubicazione pk (binario dispari)
010SA04	Via Mascero Atena Lucana	RI04	Tutto il lato ovest dell’area per una lunghezza di 112 m circa sarà occupato per una fascia di circa 12 - 13 m dal rilevato RI04	Dal km 25+094 al km 25+206
010SA05	Atena Lucana	RI04	Tutto il lato est dell’area per una lunghezza di 172 m circa sarà occupato per una fascia di circa 12- 13 m dal rilevato RI04	Dal km 25+228 al km 25+400



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	74/107

Identificativo Attività produttiva	Denominazione	WBS Aree di intervento	Modalità di interferenza	Ubicazione pk (binario dispari)
	Via Mascero Atena Lucana	RI04	La linea ferroviaria interferirà sovrapponendosi al tratto di Via Barre, dove questa attraversa la stessa attuale ferrovia e la costeggia poi per circa 187 m. Il rilevato RI04 interferirà anche con un piazzale pavimentato occupandone una fascia lunga circa 50 m e larga 15m.	Dal km 25+652 al km 25+839
010SP07	Via Fontana delle Barre Atena Lucana	RI04	Tutto il vertice nord est dell'area per una lunghezza di 40 m circa sarà occupato per una fascia di circa 10 m dal rilevato RI04.	Dal km 26+190 al km 26+228
010SP08	Via Fontana delle Barre Atena Lucana	RI04	Tutto il lato est dell'area per una lunghezza di 156 m circa sarà occupato per una fascia di circa 15 – 16 m dal rilevato RI04	Dal km 25+860 al km 26+021
010SP10	Atena Lucana	RI04	Il lato corto di sud ovest dell'area per una lunghezza di 32 m circa sarà occupato per una fascia di circa 8 - 10 m dal rilevato RI04	Dal km 26+415 al km 26+447
010SP11	Co. Mie Sud. Atena Lucana	RI04	Il lato di sud ovest per una lunghezza di 87 m circa sarà occupato per una fascia di circa 2 - 3 m dal rilevato RI04.	Dal km 26+877 al km 26+968
114SP01bis	Francesco Utizi Sala Consilina	VI03	Il viadotto VI03 attraverserà l'area in corrispondenza del vertice di sud ovest accanto ai capannoni per i quali è prevista la demolizione	Dal km 29+783 al km 29+858
114SP05	D'Alto Ricambi SP52_Sala Consilina	VI03	L'area sarà interferita dalla futura linea ferroviaria, la quale qui sarà su viadotto (VI03) nella porzione sud non pavimentata	Dal km 32+742 al km 32+820
114SP07	BricoCenter_Sala Consilina	VI03	Il viadotto VI03 attraverserà l'area in lungo il lato est accanto al capannone per il quale è prevista la demolizione	Dal km 28+447 al km 28+517
087SA01	SC la Manni Iscazzana Padula	VI04	L'area sarà attraversata dal Viadotto VI04.	Dal km 43+605 al km 43+640

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Tabella 4-5: Siti RIR

Codice Univoco	Soglia	Ragione Sociale	Attività	Comune Stabilimento	Codice PRB	Distanza [m]
DQ008	D.Lgs 105/2015 Stabilimento di Soglia Inferiore	DEPORGAS S.R.L.	(13) Produzione, imbottigliamento e distribuzione all'ingrosso di gas di petrolio liquefatto (GPL)	PADULA	5087C500	5
NQ012	D.Lgs 105/2015 Stabilimento di Soglia Superiore	ULTRAGAS C.M. S.P.A.	(13) Produzione, imbottigliamento e distribuzione all'ingrosso di gas di petrolio liquefatto (GPL)	PADULA	5087C501	360
NQ042	D.Lgs 105/2015 Stabilimento di Soglia Superiore	BI-QEM SPECIALTIES SPA (EX Chimeco)	(22) Impianti chimici	BUCCINO	5017C500	560
NQ0800	D.Lgs 105/2015 Stabilimento di Soglia Superiore	DIANGAS S.R.L.	(13) Produzione, imbottigliamento e distribuzione all'ingrosso di gas di petrolio liquefatto (GPL)	SALA CONSILINA	5114C500	200

4.6 CAMPIONAMENTO ED ANALISI

Nel corso delle attività di progettazione di fattibilità tecnico economica sono state eseguite delle analisi di caratterizzazione ambientale dei terreni atte a definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle principali opere all'aperto; come tali le profondità di indagine sono state spinte fino alla quota di scavo prevista nei diversi tratti del tracciato in progetto.

Le attività di indagine sono state svolte conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017 e pertanto forniscono un quadro completo ed esaustivo sulle caratteristiche dei materiali che saranno oggetto di scavo e quindi sulla loro possibile gestione.

Ad ogni modo oltre alle analisi di caratterizzazione già eseguite in fase di progettazione, in corso d'opera si procederà ad eseguire ulteriori campionamenti mediante campionamento in cumulo o direttamente sul fronte di avanzamento dei materiali di scavo per i quali si prevede una gestione in qualità di sottoprodotti (oggetto del PUT), al fine di attestare la conformità dei materiali provenienti sia dalle opere in sotterraneo

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

sia dalle opere all'aperto, affinché possano essere considerati sottoprodotti e non rifiuti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lettera qq) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. ed evidenziare il rispetto dei requisiti richiesti dal D.P.R.120/2017. L'implementazione del piano di campionamento e monitoraggio in corso d'opera avverrà secondo quanto previsto dall'Allegato 9 (Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni) del D.P.R.120/2017.

Si precisa che, in accordo con quanto previsto dal DPR 120/2017 nel caso di interferenza fra gli scavi e la porzione satura del terreno, in questa fase progettuale, si è proceduto a caratterizzare anche la matrice acque sotterranee attraverso il prelievo di campioni rappresentativi da sottoporre alle opportune determinazioni analitiche.

Come precedentemente riportato, per la rappresentazione grafica dei punti di campionamento, le tabelle riepilogative e relativi rapporti di prova delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte si rimanda all'elaborato **“Schede Tecniche dei Siti di Produzione – RC2AB1R69SHTA000001”**.

4.6.1 Indagini ambientali sui terreni lungo linea

In corrispondenza delle aree oggetto di intervento, nel corso delle attività di progettazione di fattibilità tecnico economica, sono state eseguite indagini per la caratterizzazione dei terreni al fine di definire, da un lato le caratteristiche chimiche dei materiali che verranno movimentati in fase di esecuzione lavori e dall'altro le loro modalità di gestione.

Si fa presente che nell'ottica di intraprendere un iter di gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017, è stato rispettato il passo di 2.000 m, così come indicato all'Allegato 2 dello stesso decreto, mentre le profondità di campionamento sono state determinate sulla base delle profondità di scavo previste da progetto. Tenuto conto delle difficoltà operative connesse alle caratteristiche del progetto che si sviluppa quasi interamente in galleria profonda con alte coperture in calotta, non essendo possibile procedere all'esecuzione di campionamenti ambientali in fase di progettazione, in corso di realizzazione dell'opera si procederà ad eseguire delle ulteriori analisi di caratterizzazione ambientale, secondo quanto previsto dal D.P.R.120/2017.

Nel dettaglio, nell'ambito della campagna svolta periodo agosto-settembre 2021 è stato prelevato un totale complessivo di **n. 33 campioni** di terre e rocce da scavo per successiva caratterizzazione ambientale secondo quanto previsto dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 e confronto con i limiti della Tab. 1 All. 5 al Titolo V della Parte IV D.Lgs 152/06 e s.m.i. e dell'Allegato 2, art. 3 del DM 46/2019; come riportato nella successiva i campioni sono stati prelevati sia dalle cassette catalogatrice contenenti le carote estratte dai sondaggi realizzati (n. 21 campioni) sia dai pozzetti esplorativi (n. 12 campioni).



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	77/107

Tabella 4-6: Campioni di terre e rocce da scavo prelevati ai fini della caratterizzazione ambientale

Denominazione punto di indagine	Tipologia Punti di indagine	n. Campioni	Rdp	Denominazione campione
S6	Sondaggio ambientale	3	21LA14050	S6 (13.5-14 m)
			21LA14051	S6 (23-24 m)
			21LA14052	S6 (18.5-19 m)
S14	Sondaggio ambientale	3	21LA14053	S14 (0-1 m)
			21LA14054	S14 (2-3 m)
			21LA14055	S14 (4-4.50 m)
S33	Sondaggio ambientale	3	21LA14056	S33 (0-1 m)
			21LA14057	S33 (2.0-2.50 m)
			21LA14058	S33 (4.0-4.50 m)
S27	Sondaggio ambientale	3	21LA14059	S27 (0-1 m)
			21LA14060	S27 (2-3 m)
			21LA14061	S27 (4-4.5 m)
S2	Sondaggio ambientale	3	21LA17053	S2 (3-4 m)
			21LA17054	S2 (8-9 m)
			21LA17055	S2 (13-14 m)
S1	Sondaggio ambientale	3	21LA17056	S1 (0-1 m)
			21LA17057	S1 (2-3 m)
			21LA17058	S1 (4-5 m)
S8	Sondaggio ambientale	3	21LA17062	S8 (0-1 m)
			21LA17063	S8 (2-3 m)
			21LA17064	S8 (3.5 - 4.5 m)
S16	Pozzetto esplorativo	3	21LA18303	S16(0-1m)
			21LA18304	S16(1-2 m)
			21LA18305	S16 (2-3 m)
S23	Pozzetto esplorativo	3	21LA18306	S23 (0 - 1 m)
			21LA18307	S23 (1 - 2 m)
			21LA18308	S23(2 - 3 m)
S25	Pozzetto esplorativo	3	21LA18309	S25 (0 - 1 m)
			21LA18310	S25 (1 - 2 m)
			21LA18311	S25 (2 - 3 m)
S19	Pozzetto esplorativo	3	21LA18315	S19 (0-1 m)
			21LA18316	S19 (1-2 m)
			21LA18317	S19 (2-3 m)

Tutti i campioni da sottoporre a caratterizzazione ambientale sono stati vagliati in campo mediante un setaccio a maglie in metallo di diametro pari a 2 cm, per eliminare il materiale più grossolano.

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/pozzetto, la profondità e la data del prelievo e sono stati conservati alla temperatura di 4 °C in minifrigoferi portatili fino all'inizio delle analisi, accompagnati dalla scheda di campionamento (catena di custodia).

Di seguito si riporta il set analitico ricercato sui campioni di terreno prelevati:

Tabella 4-7: Set analitico analisi di caratterizzazione ambientali dei terreni

PARAMETRI	METODICHE	UM
ARSENICO	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
CADMIO	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
COBALTO	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
CROMO TOTALE	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
MERCURIO	EPA7473	mg/Kg s.s.
NICHEL	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
PIOMBO	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
RAME	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
ZINCO	EPA3051+EPA6010	mg/Kg s.s.
IDROCARBURI C>12 (C12-C40)	LINEE GUIDA 75/2011 ISPRA ARPA APPA	mg/Kg s.s.
BENZO(a)ANTRACENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
BENZO(a)PIRENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
BENZO(b)FLUORANTENE + BENZO(j)FLUORANTENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
BENZO(g,h,i)PERILENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
BENZO(k)FLUORANTENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
CRISENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
DIBENZO(a,e)PIRENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
DIBENZO(a,h)ANTRACENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
DIBENZO(a,h)PIRENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
DIBENZO(a,i)PIRENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
DIBENZO(a,l)PIRENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
INDENOPIRENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
PIRENE	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
SOMMATORIA IPA (da calcolo)	EPA3546+EPA8270	mg/Kg s.s.
BENZENE	EPA5035+EPA8260	mg/Kg s.s.
ETILBENZENE	EPA5035+EPA8260	mg/Kg s.s.
STIRENE	EPA5035+EPA8260	mg/Kg s.s.
TOLUENE	EPA5035+EPA8260	mg/Kg s.s.
XILENE	EPA5035+EPA8260	mg/Kg s.s.
SOMMATORIA ORGANICI AROMATICI	EPA5035+EPA8260	mg/Kg s.s.



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	79/107

PARAMETRI	METODICHE	UM
CROMO ESAVALENTE	CNR IRSA 16 Q 64 Vol. 3 1985	mg/Kg s.s.
AMIANTO	DM 06/09/94 All. 3	Presenza/assenza

Le determinazioni analitiche sono state condotte sulla frazione granulometrica dei campioni di terreno prelevati passante al vaglio 2 mm e i dati analitici sono stati riferiti alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro (frazione granulometrica compresa tra 2 cm e 2 mm), come indicato dal D.Lgs. 152/06 e s.m.i..

I risultati analitici sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e al Decreto 1° marzo 2019 n. 46, ed hanno evidenziato il rispetto totale dei limiti di cui alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), mentre hanno evidenziato alcuni superamenti dei limiti di Colonna A (Siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) relativamente ai seguenti parametri:

- **Arsenico:** S14 (2-3 m), S14 (4-4.50 m), S33 (2.0-2.50m), S33 (4.0-4.50m), S27 (2-3 m), S27 (4-4.5 m).
- **Idrocarburi C>12 (C12-C40):** S14 (2-3 m), S33 (0-1 m), S27 (0-1 m), S1 (0-1 m), S8 (0-1 m);

I campioni S14 (2-3 m), S33 (0-1 m), S27 (0-1 m), S1 (0-1 m) e S8 (0-1 m) risultano, per gli stessi parametri, non conformi anche ai limiti di cui al DM 46/2019 All.2, Art. 3.

Rdp	Denominazione campione	CSC Colonna A	CSC Uso Agricolo	CSC Colonna B
21LA14050	S6 (13.5-14 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA14051	S6 (23-24 m)	Conforme*	Conforme	Conforme
21LA14052	S6 (18.5-19 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA14053	S14 (0-1 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA14054	S14 (2-3 m)	NON CONFORME per: ARSENICO IDROCARBURI C>12	NON CONFORME per: ARSENICO IDROCARBURI C>12	Conforme
21LA14055	S14 (4-4.50 m)	NON CONFORME per: ARSENICO	Conforme**	Conforme
21LA14056	S33 (0-1 m)	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	Conforme
21LA14057	S33 (2.0-2.50 m)	NON CONFORME per: ARSENICO	Conforme	Conforme
21LA14058	S33 (4.0-4.50 m)	NON CONFORME per: ARSENICO	Conforme	Conforme
21LA14059	S27 (0-1 m)	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	Conforme



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	80/107

Rdp	Denominazione campione	CSC Colonna A	CSC Uso Agricolo	CSC Colonna B
21LA14060	S27 (2-3 m)	NON CONFORME per: ARSENICO	Conforme**	Conforme
21LA14061	S27 (4-4.5 m)	NON CONFORME per: ARSENICO	Conforme**	Conforme
21LA17053	S2 (3-4 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA17054	S2 (8-9 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA17055	S2 (13-14 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA17056	S1 (0-1 m)	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	Conforme
21LA17057	S1 (2-3 m)	Conforme*	Conforme**	Conforme
21LA17058	S1 (4-5 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA17062	S8 (0-1 m)	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	NON CONFORME per: IDROCARBURI C>12	Conforme
21LA17063	S8 (2-3 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA17064	S8 (3.5 - 4.5 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18303	S16(0-1m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18304	S16(1-2 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18305	S16 (2-3 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18306	S23 (0 - 1 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18307	S23 (1 - 2 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18308	S23(2 - 3 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18309	S25 (0 - 1 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18310	S25 (1 - 2 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18311	S25 (2 - 3 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18315	S19 (0-1 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18316	S19 (1-2 m)	Conforme	Conforme	Conforme
21LA18317	S19 (2-3 m)	Conforme	Conforme	Conforme

*Parametro CONFORME (non non conforme) ai sensi del documento ISPRA n. 52/2009 rispetto limite Tab. 1/Col.A (DPR 13/06/2017 n° 120 con riferimento al D.lgs n°152 del 03/04/2006 GU n°88 del 14/04/06 All.5 titolo V Parte IV)

** Parametro CONFORME (non non conforme) ai sensi del documento ISPRA n. 52/2009 rispetto al limite All.2 art 3 DM Ambiente 1° marzo 2019, n. 46

In riferimento alle indagini effettuate si può quindi affermare che i materiali prodotti nell'ambito delle lavorazioni presentano caratteristiche idonee al loro utilizzo finale, così come previsto nel presente PUT al Capitolo 7, precisando che i materiali di scavo conformi alla destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B) verranno utilizzati prioritariamente per le WBS interne al progetto; qualora i volumi dovessero eccedere il riutilizzo interno, verranno gestiti nel regime dei rifiuti o conferite come sottoprodotto in siti esterni da riambientalizzare. In riferimento a questi ultimi, si precisa che

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

potranno essere utilizzati quei materiali che presentano concentrazioni conformi alla destinazione urbanistica del sito esterno (Colonna A o Colonna 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).

4.6.2 Indagini ambientali matrice acque sotterranee

In corrispondenza dei punti in cui è attesa la possibilità che si possa eventualmente verificare una interferenza con la falda durante la realizzazione delle opere in progetto, secondo quanto previsto dal D.P.R. 120/2017, sono stati eseguiti dei campionamenti di acque sotterranee, prelevati da piezometri installati in corrispondenza di alcuni dei sondaggi geognostici ed ambientali eseguiti.

In particolare, è stato previsto il prelievo di **n. 1 campione** d'acqua sotterranee in corrispondenza del punto denominato **S1**

Nella tabella seguente sono riportate la denominazione dei campioni prelevati e la tipologia di analisi eseguita.

Tabella 4-8: Riepilogo dei campioni acque sotterranee prelevati

Rdp	PUNTO	Livello di falda (m da p.c.)	Tipologia Analisi
21LA18056	S1	4,35	Caratterizzazione acque sotterranee, Tb. 2 D.Lgs. 152/2006

Di seguito si riportano gli analiti ricercati:

Tabella 4-9: Determinazioni analitiche acque sotterranee

PARAMETRO	METODICA	UM
LIVELLO DI FALDA	-	m
TEMPERATURA	APHA Standard methods 23nd 2500B	°C
POTENZIALE REDOX	APHA Standard methods 23nd 2500B	mV
ARSENICO	EPA6020	µg/L
CADMIO	EPA6020	µg/L
CROMO TOTALE	EPA6020	µg/L
MERCURIO	EPA6020	µg/L
NICHEL	EPA6020	µg/L
PIOMBO	EPA6020	µg/L
RAME	EPA6020	µg/L
ZINCO	EPA6020	µg/L
IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano)	ISPRA Man 123 + UNI9377-2	µg/L
CRISENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
DIBENZO(a,h)ANTRACENE	EPA3510+EPA8270	µg/L



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	82/107

PARAMETRO	METODICA	UM
INDENOPIRENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
PIRENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
SOMMATORIA IPA (da calcolo)	EPA3510+EPA8270	µg/L
BENZO(a)PIRENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
BENZO(a)ANTRACENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
BENZO(b+j) FLUORANTENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
BENZO(g,h,i)PERILENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
BENZO(k)FLUORANTENE	EPA3510+EPA8270	µg/L
BENZENE	EPA5030+EPA8260	µg/L
ETILBENZENE	EPA5030+EPA8260	µg/L
m,p-XILENE	EPA5030+EPA8260	µg/L
STIRENE	EPA5030+EPA8260	µg/L
TOLUENE	EPA5030+EPA8260	µg/L
CROMO ESAVALENTE	EPA 7199 1996	µg/L

I risultati analitici relativi alla caratterizzazione ambientale delle acque sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 2, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Dall'analisi dei risultati ottenuti si evince che tutti i campioni, relativamente ai parametri analizzati, **sono conformi** ai limiti normativi; i risultati analitici i relativi Rdp sono riportati nell'elaborato **“Schede Tecniche dei Siti di Produzione – RC2AB1R69SHTA0000001”**.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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 gallerie e trincee. In misura minore, invece, comporteranno la produzione di materiali di scavo opere quali rilevati, viadotti, viabilità, opere idrauliche e piazzali.

5.1.1 Scavo Tradizionale

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). Si precisa che, viste le caratteristiche meccaniche dei materiali oggetto di scavo (non idonee alla realizzazione di rilevati e rinterri) si procederà, là dove necessario, all'utilizzo di bentonite.

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.

In particolare, per la realizzazione delle maggior parte delle gallerie si prevede di utilizzare, il metodo di scavo meccanizzato; al momento si prevede l'impiego di una stessa TBM per completare le gallerie attinenti all'interconnessione (GN02-A, GN02-B, GN03) e 4 TBM per l'esecuzione della GN04, mentre, per la galleria Caterina si prevede di utilizzare lo scavo in tradizionale.

In riferimento allo **scavo meccanizzato** questo sarà eseguito mediante l'impiego di TBM-EPB (Earth Balance Pressure) o Dual Mode che, esercitando una pressione attiva sul fronte, è utilizzabile anche in caso di comportamento del fronte di scavo instabile. Tale tipologia di macchina consente, quindi, il superamento di condizioni complesse dal punto di vista geologico e geotecnico (zone di faglia, tratte a bassa copertura, presenza di carichi idraulici), limitando sensibilmente i risentimenti indotti al contorno dell'opera in sotterraneo.

5.1.2 Scavo meccanizzato

Come riportato nella *Relazione tecnica delle opere in sotterraneo* allegata al progetto, considerati gli sviluppi delle gallerie e le condizioni geotecniche attraversate, si ritiene opportuno, al fine di ottimizzare costi e tempi di realizzazione, utilizzare 5 macchine (quattro con diametro di scavo D=10 m e una con diametro di scavo D=9,90 m), come dettagliato di seguito:

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

- La TBM 1 (D scavo = 9,9 m) scaverà le gallerie GN02 Sicignano e l'Interconnessione pari Romagnano 2. La TBM è di tipo EPB.
- Le TBM 2, TBM 3, TBM 4 e TBM 5 (Dscavo = 10 m), di tipo Dual Mode, scaveranno la galleria Auletta, la quale costituisce la galleria di maggiore lunghezza, con maggiore copertura e carico idraulico più elevato. Due macchine partiranno dall'imbocco lato Salerno e due macchine dall'imbocco lato Reggio Calabria.

Per una rappresentazione completa della sezione in scavo meccanizzato e del rivestimento in conci prefabbricati si rimanda agli specifici elaborati grafici di progetto. Si riportano di seguito le principali caratteristiche della sezione tipo di avanzamento:

Gallerie Sicignano (GN02) e Interconnessione Romagnano (GN03):

- raggio interno: 4,40 m
- tipologia anello: universale
- numero conci: 6+1
- spessore conci: 0,40 m
- lunghezza conci: 1,50 m

Galleria Auletta (GN04):

- raggio interno: 4,40 m
- tipologia anello: universale
- numero conci: 6+1
- spessore conci: 0,45 m
- lunghezza conci: 1,50 m

Gli additivi fluidificanti che saranno utilizzati sono costituiti da schiume biodegradabili aventi:

- funzione lubrificante per diminuire le frizioni fra le particelle del terreno e facilitarne lo scorrimento;
- funzione di filler per evitare la segregazione delle varie frazioni granulometriche;
- funzione di inibitore di rigonfiamento per limi e argille.

Le caratteristiche dell'additivo fluidificante da applicare variano in funzione delle caratteristiche del terreno, ma in generale esso si compone di un tensioattivo anionico biodegradabile addizionato ad un

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

agente stabilizzante che vengono miscelati con acqua. L'emulsione viene quindi insufflata con aria compressa per ottenere una schiuma che viene distribuita sul terreno sia sul fronte di scavo che nella camera a pressione. Il quantitativo di emulsione da iniettare dipende dalla percentuale di vuoto del terreno e dal volume di espansione del terreno scavato.

L'estrazione del terreno avviene per mezzo di una coclea che permette la riduzione progressiva della pressione da dove prosegue su nastri trasportatori, oppure su vagoncini su rotaia o su autocarri.

L'adozione della tecnologia meccanizzata comporta l'impiego di agenti schiumogeni con concentrazioni dipendenti dalle caratteristiche granulometriche e di plasticità dei terreni. I materiali di risulta provenienti dai suddetti scavi verranno gestiti come sottoprodotti presentando caratteristiche chimiche idonee al riutilizzo.

I fusi granulometrici dei campioni rappresentativi delle formazioni attraversate coprono l'intero campo di applicabilità e, pertanto, per il condizionamento potrà essere previsto l'utilizzo di sole schiume, eventualmente additate con polimeri anticlogging e acqua libera nel caso di presenza di argille attive o polimeri addensanti nel caso di percentuali di fini nei valori minimi.

Esperienze nazionali ed internazionali hanno dimostrato che un ampio range di terreni, in cui rientrano quelli incontrati nelle gallerie di progetto sono condizionabili con prodotti disponibili sul mercato.

L'Allegato 5 contiene l'*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*, il quale ha uno scopo pianificatorio e di indirizzo finalizzato alla descrizione del corretto approccio metodologico da adottare in riferimento all'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 documento sono stati 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.

Viene, inoltre, riportata 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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

La scelta finale dei prodotti è comunque affidata all'Appaltatore, in qualità di progettista esecutivo nonché esecutore del PUT, in base agli approfondimenti che verranno elaborati in fase di PE; pertanto, in fase di PE verrà finalizzato lo studio ecotossicologico, anche al fine dell'emissione del parere di competenza da parte di ISS e ISPRA ai sensi dell'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017.

5.1.3 Fondazioni e opere di sostegno

Per lo scavo per il raggiungimento della quota di imposta e realizzazione dei plinti e delle fondazioni dei viadotti si è ricorso, dove non si ritiene possibile procedere con uno sbancamento a cielo aperto, all'adozione di opere di presidio costituite da palancole metalliche di medio diametro. Quest'ultima tipologia di intervento viene combinata in funzione della profondità della falda e caratteristiche di permeabilità dei terreni interessati dallo scavo, con trattamenti colonnari in jet grouting o iniezioni cementizie tra palo e palo e realizzazione di un tampone impermeabile a fondo scavo in caso di terreni permeabili granulari.

Le opere di fondazione comportano, quindi, attività di perforazione eseguite anche mediante l'utilizzo di fanghi bentonitici che non comporteranno alcuna modificazione delle caratteristiche di base dei materiali scavati. A tal proposito si rimanda all'**Allegato 2** "Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile", redatto da GEEG, startup di "La Sapienza" Università di Roma.

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 eseguita in fase progettuale, 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 dei materiali scavati per tipologia di opere con indicazione di riutilizzo interno o esterno al progetto.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Tabella 5-1: Tabella riepilogativa quantitativi delle terre e rocce da scavo e loro gestione [mc in banco].

TEMATICA	PRODUZIONE	GESTIONE IN QUALITA' DI SOTTOPRODOTTO			GESTIONE COME RIFIUTO [mc]
		RIUTILIZZO INTERNO [mc]		RIUTILIZZO ESTERNO [mc]	
		STESSA WBS	ALTRA WBS		
RILEVATI E TRINCEE	210.130	77.145	0	119.687	13.299
VIADOTTI	856.380	391.944	257.729	186.036	20.671
NUOVA VIABILITA'	79.270	1.236	0	70.231	7.803
OPERE IDRAULICHE	44.000	1.000	0	38.700	4.300
PIAZZALI E VIABILITA' D'ACCESSO	36.310	2.160	0	30.735	3.415
PIAZZALE STAZIONE DI BUONABITACOLO	17.750	0	0	15.975	1.775
GALLERIE NATURALI (Scavo tradizionale)	92.808	0	26.844	59.367	6.596
GALLERIE NATURALI (Scavo meccanizzato)	2.750.623	250.322	935.491	1.408.329	156.481
GALLERIE ARTIFICIALI D'IMBOCCO	156.416	0	69.296	78.408	8.712
ALTRE OPERE (By pass, Camerone e finestre di esodo, pozzi e SL)	172.140	30.655	32.985	97.651	10.850
GALLERIE ARTIFICIALI	302.928	108.003	0	175.433	19.493
	4.718.755	862.464	1.322.344	2.280.552	253.395
		2.184.809			
		4.465.361			

In riferimento alle tabelle sopra riportate, pertanto, la realizzazione del Lotto 1B: Romagnano - Buonabitacolo porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di circa **4.718.755 mc** (in banco) che, in riferimento 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 del D.P.R 120/2017: **2 184.809 mc** di cui:
 - **862.464 mc** da riutilizzare nella stessa WBS di produzione;
 - **1.322.344 mc** da riutilizzare in WBS diverse da quella di produzione.
- ✓ riutilizzo esterno all'opera per attività di rimodellamento morfologico/recupero di siti esterni nell'ambito del D.P.R 120/2017: **2.280.552 mc**
- ✓ materiale derivante dalle attività di scavo da gestire come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006 **253.395 mc**.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

5.3 TRATTAMENTI DI 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;
- **stesa al suolo** per i materiali provenienti dallo scavo delle gallerie dove è previsto lo scavo meccanizzato. Tale pratica consentirà la maturazione del materiale da scavo al fine di conferire allo stesso migliori caratteristiche di movimentazione;
- la **stabilizzazione a calce** per i materiali provenienti dagli scavi da riutilizzare internamente per la formazione di rilevati. Posto che la delibera SNPA 54/2019 indica che il trattamento a calce potrà essere consentito come normale pratica industriale nel rispetto di specifiche condizioni e intrapresa solo a seguito di una valutazione istruttoria condotta dall'autorità competente (MiTE), in **Allegato 3** si riporta un annesso tecnico contenente le informazioni necessarie funzionali a tale valutazione.

In riferimento alla stabilizzazione a calce dei terreni si fa presente che il suo utilizzo porterà benefici sia dal punto di vista tecnico che dal punto di vista ambientale.

Nel primo caso, la stabilizzazione assicura parametri di resistenza e rigidità sensibilmente superiori a quelli ottenibili nei casi di terreni non trattati, a seguito delle relazioni pozzolaniche che generano un materiale cementato. A titolo di esempio, è infatti ormai noto che rilevati realizzati con stabilizzazione a calce possono essere caratterizzati, in termini di resistenza, con un'aliquota di coesione molto importante (anche fino a $c'=300$ kPa), altrimenti non ottenibile in assenza di trattamento. Anche in termini di rigidità, il comportamento dei rilevati stabilizzati risponde a moduli

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

decisamente superiori a quelli che caratterizzano i rilevati “standard”. Nei casi specifici qui discussi, riferiti al Lotto 1b, i citati miglioramenti hanno consentito di progettare le opere in terra con geometrie usuali e altezze importanti, anche nelle aree di elevata sismicità quali quelle oggetto della progettazione.

Il secondo aspetto, molto rilevante, riguarda la possibilità di riutilizzare circa il 50% dei terreni più argillosi proveniente dagli scavi che, in assenza di stabilizzazione, dovrebbero essere gestiti esternamente al cantiere, con un evidente risparmio anche in termini di approvvigionamento; allo stesso modo, rimanendo il materiale all'interno del cantiere, si riduce l'impatto sulla viabilità ordinaria. L'aumento del riutilizzo interno riduce, infine, del 75% la necessità di estrarre materiale da cava, con evidenti benefici ambientali di conservazione del paesaggio, e si abbattano le emissioni di CO₂ riducendo la circolazione dei mezzi per il trasporto a discarica del materiale scavato e di quelli per l'approvvigionamento da cava. Conseguentemente, rimanendo il materiale all'interno del cantiere, si riduce l'impatto sulla viabilità ordinaria.

5.4 ATTIVITÀ 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 MiTE nel corso degli iter autorizzativi dei PUT precedentemente approvati e redatti dalla scrivente.

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,*

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

- *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 di Fattibilità Tecnico-Economica 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.

Tabella 5-2: Tabella riepilogativa cumuli di materiali di scavo come sottoprodotti [1 ogni 5.000 mc]

TEMATICA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT
		[1 ogni 5.000 mc]
RILEVATI E TRINCEE	196.832	39
VIADOTTI	835.709	167
NUOVA VIABILITA'	79.270	14
OPERE IDRAULICHE	39.700	8



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	91/107

TEMATICA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT
		[1 ogni 5.000 mc]
PIAZZALI E VIABILITA' D'ACCESSO	32.895	7
PIAZZALE STAZIONE DI BUONABITACOLO	15.975	3
GALLERIE NATURALI (Scavo tradizionale)	86.211	17
GALLERIE NATURALI (Scavo meccanizzato)	2.594.142	519
GALLERIE ARTIFICIALI D'IMBOCCO	147.704	30
ALTRE OPERE (By pass, Camerone e finestre di esodo)	161.291	32
GALLERIE ARTIFICIALI	283.436	57
TOTALE	4.465.361	893

Rispetto ai **n. 893** 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

Applicando la formula, dei n = 893 cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare per le opere all'aperto si prevede di analizzarne m ~ 48.

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 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

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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.

Il campione medio sarà ottenuto da sondaggi in avanzamento ovvero dal materiale appena scavato dal fronte di avanzamento. In quest'ultimo caso si preleveranno almeno 8 campioni elementari, distribuiti uniformemente sulla superficie dello scavo, al fine di ottenere un campione composito che, per quartatura, rappresenterà il campione finale da sottoporre ad analisi chimica.

5.4.2 Caratterizzazione dei materiali additivati provenienti dallo scavo in meccanizzato

Con riferimento al condizionamento, nelle successive fasi progettuali sulle formazioni attraversate verrà condotto uno studio del condizionamento al fine di verificare i possibili effetti ecotossicologici riconducibili all'utilizzo dei prodotti additivati durante le fasi di scavo.

Pertanto, i materiali provenienti dallo scavo con TMB saranno caratterizzati in corso d'opera secondo i criteri stabiliti da uno specifico Protocollo Operativo che verrà condiviso con gli Enti competenti in materia.

In Allegato 5 sono riportati gli indirizzi sul protocollo operativo da attuare in corso d'opera, 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, dettagliando le procedure da attuare per i materiali additivati provenienti dallo scavo in meccanizzato delle gallerie.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

5.4.3 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 eseguite in fase progettuale 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 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.

5.4.4 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)**.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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 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



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	95/107

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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

6 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

6.1 DEPOSITO INTERMEDIO

6.1.1 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...). 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;
- **cantieri armamento:** tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- **aree di deposito terre:** sono quelle aree destinate all'eventuale accumulo delle terre di scavo. Tale stoccaggio è stato previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva. Le predette aree di deposito sono state proporzionate onde garantire almeno 8 mesi di accumulo dello scavo al fine di assicurare, su tale periodo, la continuità delle lavorazioni.

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



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	97/107

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

Tabella 6-1: Tabella riepilogativa aree di cantiere

Codice	WBS	Superficie	Comune	Provincia
AT.01	GN01-A, GA01-A	5.500 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.02	PT01, GN10	8.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.02b	PT01	5.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.03	PT02, PT04, GN11	3.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.04	GN02, PT03, PT04, NV01, GA02	10.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.05	GN03, VI01-A	9.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.06	VI01-B, GA03, TR01	9.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.07	TR02, GA04, GN04	12.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AT.08	RI03, NV35, NV36	23.000 mq	POLLA	SALERNO
AT.09	VI02, NV37	30.000 mq	ATENA LUCANA	SALERNO
AT.10	SL50, VI03	23.000 mq	ATENA LUCANA	SALERNO
AT.11	NV39, NV40	18.000 mq	ATENA LUCANA	SALERNO
AT.12	VI04	17.000 mq	SALA CONSILINA	SALERNO
AT.13	VI04, NV42, NV43	24.000 mq	SALA CONSILINA	SALERNO
AT.14	VI04, NV14	15.000 mq	SALA CONSILINA	SALERNO
AT.15	VI05, NV46	11.000 mq	PADULA	SALERNO
AT.16	RI06	16.000 mq	PADULA	SALERNO
AT.17	VI08, RI08	16.000 mq	PADULA	SALERNO
AT.17B	VI08	10.000 mq	PADULA	SALERNO
AT.18	STAZIONE	10.000 mq	PADULA	SALERNO
AS.01	GN01-A, GA01-A	21.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AS.02	VI01-A	20.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AS.02a	GN03	20.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AS.03	TR02, GA04, GN04	40.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AS.04	GA05, PT07, PT08, NV03, NV04	40.000 mq	POLLA	SALERNO
AS.05	VI04, NV41	22.000 mq	SALA CONSILINA	SALERNO
AS.06	SL50, Vi03, SL51	31.000 mq	ATENA LUCANA	SALERNO
AS.07	VI04	30.000 mq	ATENA LUCANA	SALERNO



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
 NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
 LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
 LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	98/107

Codice	WBS	Superficie	Comune	Provincia
AS.08	RI06	20.000 mq	PADULA	SALERNO
AS.09	RI05	21.000 mq	PADULA	SALERNO
AS.10	RI08	26.000 mq	PADULA	SALERNO
CB.01	Cantiere base	27.000 mq	SALA CONSILINA	SALERNO
CO.01	GN02, PT03, PT04, NV01, GA02	10.000 mq	BUCCINO	SALERNO
CO.02	GA05, PT07, PT08, NV03, NV04	23.000 mq	POLLA	SALERNO
CO.03	VI04	24.000 mq	ATENA LUCANA	SALERNO
CO.04	VI04	30.000 mq	SALA CONSILINA	SALERNO
CO.05	RI06, VI06, NV50, SL53, VI07, RI07	35.000 mq	PADULA	SALERNO
DT.01	p=12% - coeff.uso 70%	240.000 mq	BUCCINO	SALERNO
DT.02	p=0% - coeff.uso 100%	120.000 mq	POLLA	SALERNO
CT.01	cantiere tecnologico	14.000 mq	BUCCINO	SALERNO
AR.01	cantiere di armamento	10.000 mq	BUCCINO	SALERNO

In **grassetto corsivo** sono evidenziate le aree di cantiere che si prevede di utilizzare come siti di deposito delle terre in attesa di utilizzo all'interno delle quali, oltre allo stoccaggio dei sottoprodotti, potranno essere eseguite anche le analisi di caratterizzazione ambientale in corso d'opera descritte nel presente documento e finalizzate alla conferma o meno della qualità chimica dei materiali e quindi delle alternative scelte sulla base della caratterizzazione ambientale preliminare svolta in fase progettuale. In caso di necessità sarà possibile utilizzare come siti di deposito intermedio le aree tecniche (AT) così come individuate all'interno del presente progetto.

Sono state, inoltre, individuate anche n. 2 aree per il deposito delle terre e rocce da scavo (DT), evidenziate in **grassetto** nella tabella precedente.

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 scotico 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);



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	99/107

- 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.

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

Si precisa 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, le ipotesi di utilizzo delle aree di stoccaggio da parte delle diverse WBS di produzione è da ritenersi assolutamente indicativo. Ad ogni modo, 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 - verranno opportunamente comunicate all'Autorità Competente.

Inoltre, si specifica che, qualora le aree di stoccaggio accolgano materiali merceologicamente differenti, tutti i materiali depositati saranno separati all'interno di piazzole debitamente identificate e chiaramente distinte in campo al fine di garantire la rintracciabilità dell'opera da cui provengono e della lavorazione che li ha generati. Le piazzole saranno pertanto adibite ad ospitare i materiali per singola e ben distinta tipologia: le piazzole in cui depositare i materiali terrigeni di scavo oggetto del PUT potranno ospitare solo quelli, mentre quelle adibite al deposito rifiuti (suddivisi a loro volta per tipologia merceologica) potranno ricevere solo i rifiuti.

Nella presente fase progettuale sono state prodotte delle schede cartografiche che riportano per ogni deposito terre/cantiere (**doc. correlato "RC2AB1R69SHTA0000002 –Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedi"**) le seguenti informazioni:

- Schede cartografiche siti di deposito in attesa di utilizzo e aree di cantiere

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

- Viabilità conferimento materiali da scavo

6.1.2 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.

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 descritte 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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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 depositi.

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 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

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

(cartellonistica), al fine di poterne rintracciare la tipologia e, inoltre, il sito e la lavorazione (WBS) di provenienza.

6.1.3 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 "**RC2AB1R69SHTA0000002 – 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.

6.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO

Nel corso della successiva fase di progettazione, in aggiunta a quanto sopra, seppur non esplicitamente richiesto dal D.P.R.120/2017, sulla base di quanto usualmente richiesto dal MiTE nell'ambito degli iter autorizzativi dei precedenti PUT approvati e proposti dalla scrivente verranno caratterizzati tutti i siti di deposito in attesa di utilizzo intermedio mediante il prelievo ed analisi di campioni dello strato superficiale, conformemente ai criteri di caratterizzazione previsti all'Allegato 4 del D.P.R. 120/2017.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. A

7 SITI DI DEPOSITO FINALE

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva di circa **4.718.755** (in banco) di materiali di terre e rocce da scavo.

In linea con i principi ambientali di favorire il riutilizzo dei materiali piuttosto che lo smaltimento, i materiali di risulta prodotti verranno, ove possibile, riutilizzati nell'ambito degli interventi in progetto o in siti esterni, mentre i materiali di risulta 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 in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a **3.997.674 mc**, gli interventi necessari per la realizzazione del Lotto 1B: Romagnano – Buonabitacolo, 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 **2.184.809 mc** (in banco) di cui di cui **862.464 mc** da riutilizzare all'interno della stessa WBS e **1.322.344 mc** da riutilizzare in WBS diverse da quelle di produzione;
- **materiali da scavo da riutilizzare all'esterno dell'appalto**, gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontanti a **2.280.552 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 **253.395 mc** (in banco) e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva dei materiali movimentati nell'ambito del presente progetto con indicazione dei materiali da scavo 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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

Tabella 7-1: Tabella riassuntiva dei materiali movimentati

Produzione complessiva (mc in banco)	Fabbisogno (mc in banco)	Approvv. Utilizzo interno dalla stessa WBS (mc in banco) <i>PUT ai sensi del D.P.R. 120/2017</i>	Approvv. Utilizzo interno da diversa WBS (mc in banco) <i>PUT ai sensi del D.P.R. 120/2017</i>	Approvv. Esterno (mc in banco)	Utilizzo esterno (mc in banco) <i>PUT ai sensi del D.P.R. 120/2017</i>	Materiali di risulta in esubero (mc in banco)
4.718.755	3.997.674	862.464	1.322.344	1.812.865	2.280.552	253.395

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 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 **2.184.809 mc** (in banco) di materiali di cui:

- 862.464 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;
- 1.322.344 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 (**2.280.552 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

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

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/Amministrazioni territorialmente competenti, nonché tavoli tecnici con le Regioni coinvolte e la consultazione degli strumenti urbanistici di settore provinciali e regionali.

Più in dettaglio è stato possibile individuare i seguenti siti di destinazione finale, così come definiti dal DPR 120/2017, i quali hanno manifestato il loro interesse a ricevere quota parte delle terre e rocce da scavo provenienti dalle lavorazioni, come si evince da quanto riportato in Allegato 1 del documento correlato **"RC2AB1R69SHTA0000003 – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Finale"**.

N.	Nome Sito	Comune	Volume(mc)	Distanza da baricentro(km)
1	Manca	Campomaggiore (PZ)	2 000 000	77
2	Lotto 5	Palomonte (SA)	60 000	45
3	Giacomini Iolanda	Castrovillari (CS)	450 000	117
4	Ponte della Catena	Castrovillari (CS)	110 000	117
	Madonna del Castello	Castrovillari (CS)	500 000	117
5	Salirizzo	Torano Castello (CS)	100 000	165
6	Domincello	Torano Castello (CS)	400 000	165
7	Cava inerti	Torano Castello (CS)	45 000	165
8	Luserta Luigi srl	Caserta	2 000 000	160
9	Inerti Adinolfi Srl	Battipaglia	100 000	65
10	Cava Cestaro	Padula (SA)	700 000	19
11	Cava Cime	Avigliano (PZ)	250 000	60
12	Cava Prestieri	Lauria (PZ)	360 000	70
13	Calderaro	Roccanova (PZ)	18 000 000	87
14	Deposito Inerti C/da Cerase	Lauria (PZ)	500 000	70



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo
 Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RC2A	B1	R 69	RG TA 00 00 002	C	106/107

N.	Nome Sito	Comune	Volume(mc)	Distanza da baricentro(km)
15	Zanco	Lagonegro (PZ)	300 000	53
16	Ex cava di Napoli /MA.CE. Srl)	Battipaglia	200 000	66
17	Cava - Isolli	Napoli	350 000	140
18	Cava località Pianzano	Avella (AV)	61 779,83	140
19	Cava Testa	San Michele - Alife (CE)	1 000 000	190
20	Cave Alifane	Santa Croce - Alife (CE)	2 000 000	190
21	Cava n.1 e Cava n.2	Fiumara - Melizzano (BN)	143 000	170
22	Papissi	Castelcampagnano (CE)	160 000	170
23	ex cava calcarea Del Monaco Giovanni	Maddaloni (CE)	900 000	160
24	Cava inerti Adinolfi	Castelluccio - Battipaglia (SA)	100 000	66
25	Cava S.Leonardo	San Leonardo (SA)	500 000	82
26	Perruolo Inerti Tempa Ospedale	Casalbuono (SA)	85 274	37
27	Perruolo Inerti S. Antonio	Casalbuono (SA)	33 615	37
28	Rising House	Lioni (AV)	500 000	80
29	Cuculo Pizzillara	Rose (CS)	500000	168
30	Fin Road Srl	Corigliano Rossano (CS)	1000000	170
31	Pellicori Francesco	San Lorenzo del Vallo	500000	150
32	Località Melossina	Maratea (PZ)	1000000	78
33	General Beton	Pescopagano (PZ)	500000	80
34	C.da TRASANELLO SS n.7	Appia Matera (MT)	33000	128
	C.da TRASANELLO SS n.7	Appia Matera (MT)	2500000	128
35	Teknobeton srl	Tito – Zona Industriale.	1.500.000	21,9
36	Cava C. da San Gennaro	Brienza (PZ)	120.000	12,3

Come si evince dai dati sopra riportati, lo scenario di conferimento complessivo (ca. 39.600.000 mc) definito nella presente fase progettuale permette ampiamente di soddisfare le esigenze di progetto (ca. 2.280.552 mc) relativamente ai sottoprodotti non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto.

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. Tale successivo affinamento, pertanto, consentirà di selezionare il numero di siti da utilizzare, sulla base del minor impatto ambientale connesso alla gestione delle terre e rocce da scavo, tra quelli ad oggi già individuati, senza pertanto comportare modifiche sostanziali al presente PUT né, più in generale, ripercussioni sulla procedura VIA.

Al fine di selezionare il numero definitivo dei siti di destinazione da utilizzare, si procederà ad eseguire una specifica analisi multicriteria sulla base dei seguenti criteri di selezione oggettiva:

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	Piano di Utilizzo dei materiali di scavo Relazione Generale	COMMESSA RC2A	LOTTO B1	CODIFICA R 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 002	REV. C

- necessità/complessità dell'iter autorizzativo e di gestione, ivi inclusa la verifica della presenza di aree protette o tutelate e la verifica della compatibilità rispetto al sistema dei vincoli paesaggistici, ambientali e urbanistici;
- distanza dei siti rispetto al luogo di realizzazione del progetto ferroviario;
- compatibilità geologica/geotecnica/idrogeologica del materiale da scavo con l'intervento di riqualificazione previsto;
- accessibilità ai siti in termini di tipologia dei collegamenti stradali, eventuali ripercussioni sui flussi di traffico ordinari e sui ricettori sensibili in aree contermini alle viabilità interessate;
- valutazione dei costi da sostenersi per l'acquisizione della disponibilità dei siti nonché per il trasporto dei materiali di scavo dai luoghi di produzione/aree di cantiere fino alla destinazione finale.

7.3 CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI

7.3.1 Modalità di campionamento ed esiti della caratterizzazione

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 ed esterni al cantiere.

In **Allegato 4** si riporta il cronoprogramma completo delle attività secondo quanto previsto dal Progetto di Fattibilità Tecnico-Economica.

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 **2.150 giorni** naturali e consecutivi (quasi **6 anni**).

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.

Allegato 1

**Quantitativi di materiali di scavo prodotti e Tabella di
Riutilizzo**

WBS	Tipologia di opera	Produzione complessiva [m³] (*)	Produzione specifica/Metodologia di scavo		Materiali impiegati a supporto del consolidamento		Possibile riutilizzo interno (in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei materiali) Classi di idoneità al riutilizzo									Idoneità ambientale al riutilizzo interno	Fabbisogno del progetto (in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei materiali)									Effettivo utilizzo interno (nell'ambito dell'appalto)			Esubero esterno [m³] (*)	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotto [m³] (*)	Utilizzo esterno in qualità di rifiuti [m³] (*)										
			Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Media nell'ammasso e/o di reffuso [%]	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia		Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Stessa WBS [m³] (*)	Diversa WBS		Approvvigionamento esterno [m³] (*)														
																									Da/In WBS	Da [m³] (*)		In [m³] (*)													
GN01-A Caterina bp (porzione)	GALLERIE NATURALI (scavo tradizionale)	92 808	Scavo	0																														26 492	65 964	59 367	6 596				
			Scavo con consolidamenti	92 808				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	0	rilevati	44 740	rilevati con materiale trattato	0	rinterri/ritombamenti	48 068								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	26 491,96	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti											26 844	0		
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																		0			
																																							0		
GN02-A Sığnano bp (porzione) - GN02-B Sığnano bd (porzione) - GN04-A e GN04-B Auletta bp e bd	GALLERIE NATURALI (scavo meccanizzato)	2 583 506	Scavo	0																															247 551	1 476 731	1 329 058	147 673			
			Scavo con additivi	2 583 506				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	247 551	rilevati	768 090	rilevati con materiale trattato	663 950	rinterri/ritombamenti	903 915								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	558 892,02	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti								460 854				0		
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																			0		
																																							0		
GA01-A Galleria Caterina bp RC - GA02-A Galleria Sığnano bp RC - GA02-B Galleria Sığnano bd RC - GA04-A Galleria Auletta bp SA - GA05-A Galleria Auletta bp RC - GA04-B Galleria Auletta bd SA - GA05-B Galleria Auletta bd RC	GALLERIE ARTIFICIALI DI IMBOCCO	156 416	Scavo	125 133																																24 958	87 120	78 408	8 712		
			Scavo con bentonite	31 283				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	0	rilevati	16 063	rilevati con materiale trattato	99 431	rinterri/ritombamenti	40 921								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	24 958,36	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti								9 638	0					
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																				0	
																																								0	
By-pass trasversali (scavo tradizionale)	By-pass trasversali (scavo tradizionale)	26 477	Scavo (con consolidamento)	26 477																																2 544	15 397	13 858	1 540		
			Scavo con bentonite	0				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	2 544	rilevati	8 823	rilevati con materiale trattato	5 403	rinterri/ritombamenti	9 706								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	7 376,67	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti								5 294	0					
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																				0	
																																								0	
GN02-C	Camerone dispari (da lotto 1A) (scavo tradizionale)	41 165	Scavo (con consolidamento)	41 165																																	16 182	21 406	19 265	2 141	
			Scavo con bentonite	0				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	0	rilevati	0	rilevati con materiale trattato	32 932	rinterri/ritombamenti	8 233								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	16 182,31	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti								19 759	0					
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																	0				
																																					0				
GN03 Interconnessione pari (da lotto 1A) con suo imbocco GA03	GALLERIA NATURALE (scavo meccanizzato)	167 117	Scavo	0																																	2 771	88 079	79 271	8 808	
			Scavo con additivi	167 117				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	2 771	rilevati	13 432	rilevati con materiale trattato	113 679	rinterri/ritombamenti	37 234								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	31 517,58	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti								8 059	0					
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																					0
																																					0				
GN10 e GN11	Finestre di esodo dell'interconnessione pari GN03 (da lotto 1A) (scavo tradizionale)	9 770	Scavo (con consolidamento)	9 770																																	3 111	5 080	4 572	508	
			Scavo con bentonite	0				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	0	rilevati	0	rilevati con materiale trattato	7 816	rinterri/ritombamenti	1 954								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	3 110,55	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti								4 690	0					
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																					0
																																					0				
PZ01 e PZ02	Pozzi disconnessione fumi	31 165	Scavo	31 165																																		3 111	31 165	28 049	3 117
			Scavo con bentonite	0				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	0	rilevati	12 466	rilevati con materiale trattato	0	rinterri/ritombamenti	18 699								inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	3 110,55	rilevati	rilevati con materiale trattato	rinterri/ritombamenti										0				
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																		0			
																																						0			
RILEVATI E TRINCEE	RILEVATI E TRINCEE	210 130	Scavo	18 909																																	0	132 985	119 687	13 299	
			Scavo con bentonite	0				inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato	0	rilevati	608	rilevati con materiale trattato	8 781	rinterri/ritombamenti	6 220	terreno vegetale	191 221						inerti per calcestruzzi/anticapillare/supercompattato		rilevati	937 860	rilevati con materiale trattato	1 406 789	rinterri/ritombamenti	0	terreno vegetale	67 756					510 689				426 563
			Rimozione rilevato esistente/gradonatura	0																																					0
			terreno vegetale	191 221																																					0
			Scavo	426 950																																	0				

WBS	Tipologia di opera	Produzione complessiva [m³] (*)	Produzione specifica/Metodologia di scavo		Materiali impiegati a supporto del consolidamento		Possibile riutilizzo interno (in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei materiali)									Idoneità ambientale al riutilizzo interno	Fabbisogno del progetto (in funzione delle caratteristiche geologiche e geotecniche dei materiali)									Effettivo utilizzo interno (nell'ambito dell'appalto)			Esuberante esterno [m³] (*)	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotto [m³] (*)	Utilizzo esterno in qualità di rifiuti [m³] (*)						
			Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Media nell'ammasso e/o di reffusso [%]	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia		Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Tipologia	Volume [m³] (*)	Stessa WBS [m³] (*)	Diversa WBS												
																									Da/in WBS	Da [m³] (*)	In [m³] (*)	Approvvigionamento esterno [m³] (*)									
	VIADOTTI	856 380	Scavo con bentonite	429 430			inerti per calcestruzzi/anticapillare/su percompattato	0	rilevati	15 189	rilevati con materiale trattato	429 548	rinterri/ritombamenti	411 643	terreno vegetale		inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati		rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti	391 944	terreno vegetale						0			206 707	186 036	20 671	
			Rimozione rilevato esistente/ gradonatura	0																																	
	GALLERIE ARTIFICIALI	302 928	Scavo	302 928			inerti per calcestruzzi/anticapillare/su percompattato	0	rilevati	18 791	rilevati con materiale trattato	176 134	rinterri/ritombamenti	108 003	terreno vegetale		inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati		rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti	249 915,6	terreno vegetale						0			194 925	175 433	19 493	
			Scavo con bentonite																																		
			Rimozione rilevato esistente/ gradonatura																																		
	NUOVA VIABILITA'	79 270	Scavo	25 492			inerti per calcestruzzi/anticapillare/su percompattato	0	rilevati	1 662	rilevati con materiale trattato	12 888	rinterri/ritombamenti	10 943	terreno vegetale	53 778	inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati	168 262	rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti		terreno vegetale	1 236					0			168 262	78 034	70 231	7 803
			Scavo con bentonite	0																																	
			Rimozione rilevato esistente/ gradonatura	0																																	
			terreno vegetale	53 778																																	
	OPERE IDRAULICHE	44 000	Scavo	44 000			inerti per calcestruzzi/anticapillare/su percompattato		rilevati		rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti	1 000	terreno vegetale		inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati		rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti	1 000	terreno vegetale						0			43 000	38 700	4 300	
			Scavo con bentonite																																		
			Rimozione rilevato esistente/ gradonatura																																		
	PIAZZALI E VIABILITA' D'ACCESSO	36 310	Scavo	36 310			inerti per calcestruzzi/anticapillare/su percompattato	0	rilevati	6 620	rilevati con materiale trattato	15 107	rinterri/ritombamenti	14 583	terreno vegetale		inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati	2 160	rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti		terreno vegetale						0			2 160	34 150	30 735	3 415
			Scavo con bentonite	0																																	
			Rimozione rilevato esistente/ gradonatura	0																																	
	PIAZZALE STAZIONE DI BUONABITACOLO	17 750	Scavo				inerti per calcestruzzi/anticapillare/su percompattato		rilevati		rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti		terreno vegetale	17 750	inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati	71 000	rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti		terreno vegetale						0			71 000	17 750	15 975	1 775
			Scavo con bentonite																																		
			terreno vegetale	17 750																																	
	SL	63 563	Scavo	31 252			inerti per calcestruzzi/anticapillare/su percompattato	0	rilevati	0	rilevati con materiale trattato	31 782	rinterri/ritombamenti	31 782	terreno vegetale		inerti per calcestruzzi/anticapillare		rilevati		rilevati con materiale trattato		rinterri/ritombamenti	28 111							0			28 111	35 452	31 907	3 545
			Scavo con bentonite	32 311																																	
			Rimozione rilevato esistente/ gradonatura	0																																	
TOTALE		4 718 755		4 718 755				252 866		906 483		1 597 450		1 652 903		262 750			671 640		1 179 281		1 406 789		670 971			68 992	862 464	1 322 344	1 322 344	1 812 865	2 533 946	2 280 552	253 395		

Allegato 2

Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG - Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "La 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.

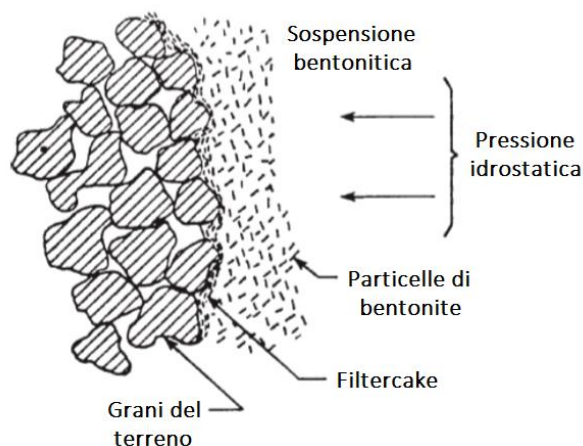


Figura 1: Formazione del filtercake.

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 idrocycloni.

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.

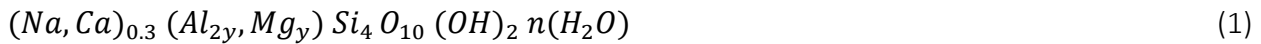
3 Bentoniti

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.

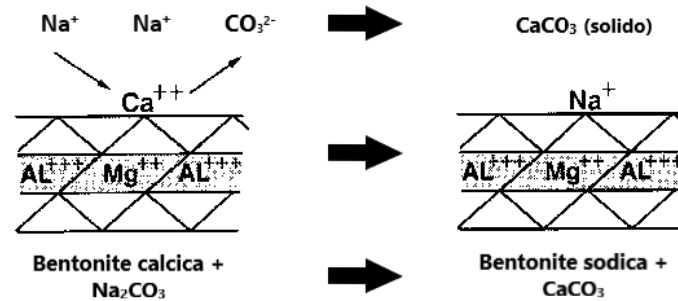


Figura 2: Schema di attivazione della bentonite calcica con carbonato di sodio.

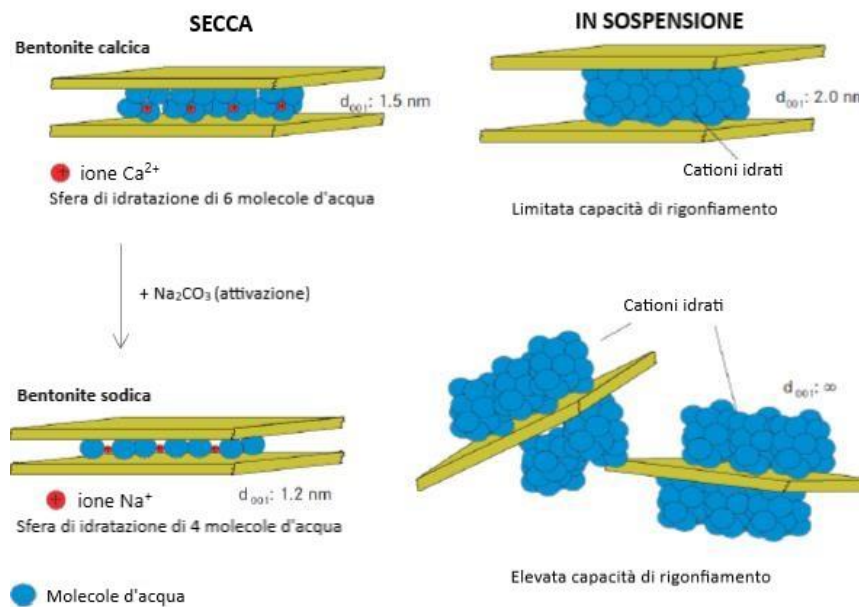


Figura 3: Confronto tra bentonite calcica e sodica.

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.

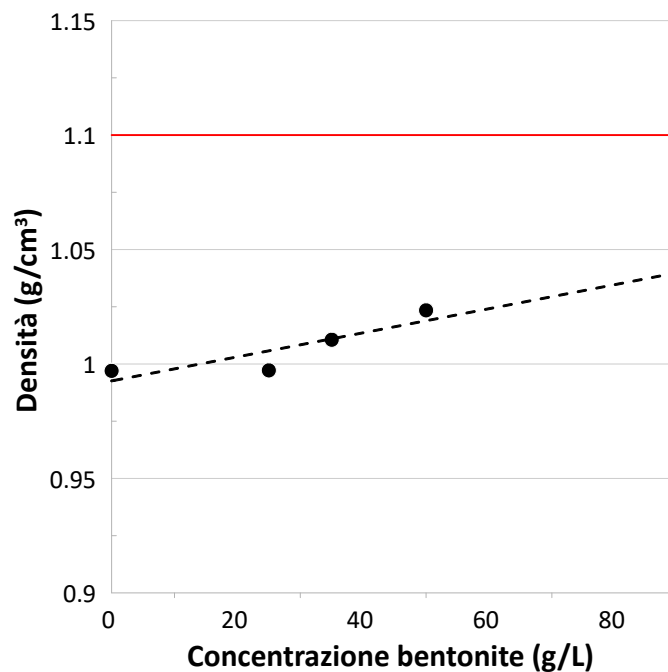


Figura 4: Valori di densità ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione lineare di tali valori e limite imposto dalla normativa.

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.

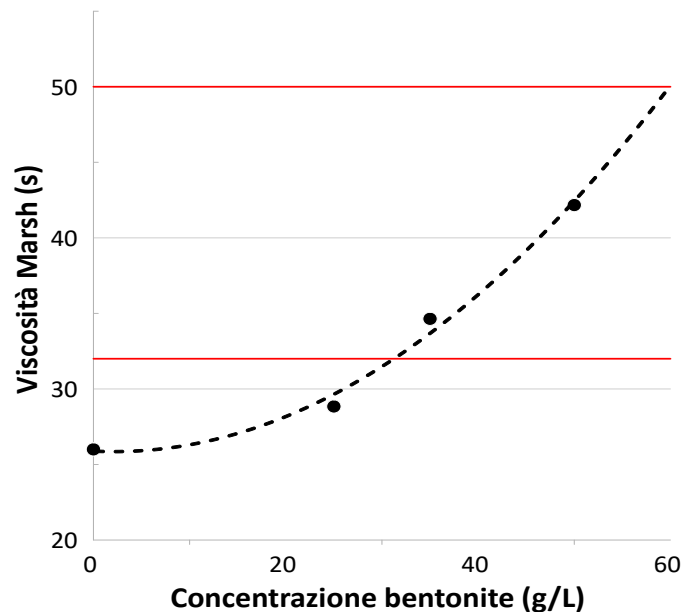


Figura 5: Valori di viscosità Marsh ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione polinomiale di tali valori e limite imposto dalla normativa.

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

- Bohnhoff 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.

Allegato 3

Annexo tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>																			
<p>Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>PROGR.</th> <th>REV.</th> <th>Pag.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>69</td> <td>RG</td> <td>TA0000</td> <td>002</td> <td>A</td> <td>1 di 11</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.				69	RG	TA0000	002	A	1 di 11
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.											
			69	RG	TA0000	002	A	1 di 11											


INDICE

1. INTRODUZIONE	2
1.1. <i>Finalità del trattamento</i>	2
2. ATTIVITÀ DI TRATTAMENTO.....	3
2.1. <i>Prove di identificazione delle terre da trattare</i>	3
2.2. <i>Studio in laboratorio della miscela terreno – acqua – calce</i>	3
2.3. <i>Realizzazione del campo prova.....</i>	4
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	6
3.1. <i>Descrizione del ciclo produttivo</i>	6
4. EMISSIONI IN ATMOSFERA.....	9
4.1. <i>Valutazione degli impatti.....</i>	10
4.2. <i>Monitoraggio ambientale della componente atmosfera.....</i>	10

ALLEGATI

Allegato A: Scheda tecnica del prodotto

Allegato B: Macchine operative da utilizzare per la stabilizzazione a calce delle terre

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>																			
<p>Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>PROGR.</th> <th>REV.</th> <th>Pag.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>69</td> <td>RG</td> <td>TA0000</td> <td>002</td> <td>A</td> <td>2 di 11</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.				69	RG	TA0000	002	A	2 di 11
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.											
			69	RG	TA0000	002	A	2 di 11											

1. INTRODUZIONE

Il presente annesso tecnico costituisce un allegato al Piano di Utilizzo dei materiali di scavo redatto ai sensi del DPR 120/2017 relativo al Progetto di fattibilità tecnica ed economica per la realizzazione del Lotto 1B Romagnano - Buonabitacolo, nell'ambito del quale si ritiene opportuno sottoporre una parte dei materiali da scavo a stabilizzazione a calce, a cemento o altra forma idoneamente sperimentata per conferire ai materiali da scavo le caratteristiche geotecniche necessarie per il loro utilizzo, anche in termini di umidità.

A tal fine, la Scrivente si è attivata per redigere il presente documento che descrive le modalità di trattamento di stabilizzazione a calce che si prevede di attuare su quota parte dei materiali di scavo per migliorarne le caratteristiche geotecniche e renderne l'utilizzo maggiormente efficace, con conseguente ottimizzazione degli approvvigionamenti esterni di materie prime e degli esuberanti esterni di materiali di risulta, nonché un contenimento dei flussi di movimentazione dei materiali e dei costi complessivi dell'appalto.

1.1. FINALITÀ DEL TRATTAMENTO


Il trattamento è finalizzato a migliorare le caratteristiche fisico-meccaniche di una parte dei materiali da scavo che sarà riutilizzata all'interno del progetto.

Il trattamento di stabilizzazione consiste nel miscelare al terreno una certa percentuale di calce, definita tramite prove di laboratorio e verifica mediante campo prova, al fine di avere una miscela terreno-acqua-calce idonea ai requisiti progettuali di riferimento.

Nel seguito verranno descritte le prove di identificazione delle terre da trattare e lo studio di laboratorio con le miscele sperimentali, finalizzate al campo prova, le metodologie di realizzazione del campo prova e relative finalità ed i controlli finali da eseguire.

Per il caso in esame si prescrive una miscelazione in sito del terreno e calce e successiva compattazione. Tale tecnica prevede la successione delle fasi operative di seguito elencate:

- ✓ Posa in opera del materiale da rilevato ferroviario;
- ✓ Spandimento della calce;
- ✓ Immissione dell'acqua di aggiunta;
- ✓ Miscelazione;
- ✓ Compattazione.

									
Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO ROC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
				69	RG	TA0000	002	A	3 di 11

2. ATTIVITÀ DI TRATTAMENTO

2.1. PROVE DI IDENTIFICAZIONE DELLE TERRE DA TRATTARE

Le prove di laboratorio, preparative per il campo prova, da eseguire sui terreni presenti in sito da trattare con calce sono le seguenti:

- ✓ analisi granulometrica, inclusa analisi per via umida;
- ✓ contenuto di sostanze organiche;
- ✓ tenore in solfati;
- ✓ contenuto naturale d'acqua;
- ✓ limiti di Atterberg ed indice di plasticità;
- ✓ prova di compattazione AASHTO modificata (Proctor Modificata con determinazione di umidità ottimale,
- ✓ Wopt e densità secca massima, $\rho_{d,max}$);
- ✓ indice di portanza CBR immediato (IPI);
- ✓ indice di portanza CBR con imbibizione in acqua a 96 ore (dopo 4 giorni);
- ✓ analisi chimico-fisiche dell'acqua di falda: sali disciolti, PH.

Sui campioni preparati al contenuto d'acqua ottimale $W_{n,opt}$, saranno eseguite le seguenti prove:

- ✓ compressione a espansione laterale libera e taglio diretto.

2.2. STUDIO IN LABORATORIO DELLA MISCELA TERRENO – ACQUA – CALCE


Lo scopo dello studio sperimentale delle miscele in laboratorio è quello di determinare il quantitativo minimo di calce necessario ad ottenere il miglioramento prefissato delle caratteristiche del terreno tale da assicurare nel tempo i requisiti richiesti.

Le percentuali sono da intendersi riferite al peso del terreno naturale prima del trattamento e del costipamento. Per lo studio della miscela "ottimale" per il trattamento del terreno verranno analizzate tre miscele, in particolare si potranno considerare per il trattamento a calce:

- ✓ miscela con il 2.0% in peso del legante;
- ✓ miscela con il 2.5% in peso del legante;
- ✓ miscela con il 3.0% in peso del legante.

Per ciascuna miscela sperimentale si dovranno eseguire le seguenti prove di laboratorio:

- ✓ analisi granulometrica, inclusa analisi per via umida;
- ✓ contenuto naturale d'acqua;
- ✓ limiti di Atterberg;

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>										
Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.	
				69	RG	TA0000	002	A	4 di 11	

- ✓ prova di compattazione AASHTO modificata (Proctor Modificata con determinazione di umidità ottimale, Wopt e densità secca massima, $\rho_{d,max}$);
- ✓ indice di portanza CBR immediato (IPI);
- ✓ indice CBR con imbibizione a 96 hr (4 giorni), per tempi di maturazione pari a 7 giorni e a 28 giorni;
- ✓ Compressione semplice a 7 gg di maturazione su provini con diverso grado di contenuto d'acqua (W%): Wopt, Wopt+2%, Wopt-2% (dove Wnopt è il contenuto d'acqua ottimale);
- ✓ Compressione semplice a 28 gg di maturazione su provini con diverso grado di contenuto d'acqua (W%): Wopt, Wopt+2%, Wopt-2%;
- ✓ Inoltre, nel caso di miscele per corpo del rilevato, prova di taglio in cella triassiale CID su tre provini a 28 gg di maturazione.

In fase di indagine sono richieste anche le analisi chimico-fisiche dell'acqua utilizzata nella preparazione degli impasti.


2.3. REALIZZAZIONE DEL CAMPO PROVA

Ultimato lo studio delle miscele sperimentali, sulla base dei risultati delle sperimentazioni di laboratorio, sarà scelta la miscela ottimale per calce da testare sul campo prova; verrà quindi predisposto un campo prova con le seguenti finalità:

- verificare su scala reale i dati ottenuti in laboratorio;
- controllo delle attrezzature, dei metodi di miscelazione e di compattazione;
- definizione delle fasi e dei metodi delle lavorazioni, con particolare riferimento all'apporto di calce;
- schemi di miscelatura (numero di passate del Pulvimixer ottimali necessari ad ottenere la granulometria prevista) e rullatura (numero di passate del rullo), in relazione alle attrezzature adottate;
- la definizione delle modalità di controllo dei limiti di accettabilità dei tenori di umidità dei terreni posti in opera e delle miscele terreno-calce, prima della rullatura finale.

L'ubicazione del campo prova, le dimensioni e le modalità esecutive del rilevato saranno concordate con la Committenza. Si prevede comunque un campo prova di dimensioni adeguate (ad esempio 4 metri * 50 metri) e realizzato con le stesse modalità di esecuzione del rilevato.

Si precisano i controlli da effettuare su ognuno degli strati finiti:


 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>									
Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
				69	RG	TA0000	002	A	5 di 11

- dovrà essere tarata la spanditrice di calce per il controllo del dosaggio;
- prima della stesa della calce dovrà essere controllato il contenuto d'acqua del terreno e confrontato con quello utilizzato nello studio delle miscele;
- dopo la miscelazione dovrà essere nuovamente controllato il contenuto d'acqua e verranno eseguiti prelievi per l'esecuzione di prove di classificazione, prove Proctor e CBR e prove geotecniche;
- la miscela dovrà essere poi compattata secondo schemi di rullatura prefissati;
- il prodotto finale dovrà essere controllato mediante prove di carico su piastra (da 30 cm). Le misure andranno effettuate almeno a tempo 0 (cioè subito dopo la compattazione), dopo 24 ore e a 7 gg su almeno 5 punti appartenenti al medesimo strato omogeneo (in termini di composizione e modalità di compattazione) e solo sull'ultimo strato del corpo di rilevato, a 28 gg dalla compattazione;
- in prossimità dei punti di determinazione del modulo di deformazione, determinazione della densità in sito e del contenuto in acqua, subito dopo aver eseguito la compattazione;
- a 28 gg dalla compattazione, sull'ultimo strato del corpo del rilevato prelievo di tre campioni indisturbati da sottoporre a prova di taglio in cella triassiale (CID); le prove verranno eseguite sia sui provini tal quali che dopo 5 cicli di imbibizione (4 gg) ed essiccamento (24 ore) e completa saturazione per almeno 7 giorni.

I risultati ottenuti con il campo prova dovranno confermare quelli dello studio sperimentale in laboratorio. Nel caso in cui i requisiti minimi previsti da progetto non venissero raggiunti, dovranno essere modificati i metodi di compattazione e/o le miscele terra-calce fino al raggiungimento dei requisiti minimi richiesti.

La miscela ottimale scaturirà dai risultati delle analisi effettuate in laboratorio e da quelli ottenuti nel campo prova ed in ogni caso dovrà essere approvata da Committente.

I campi prova costituiranno il riferimento per la realizzazione del corpo dei rilevati, pertanto, negli elaborati finali dei campi prova dovranno essere chiaramente specificate le modalità realizzative da riprodurre in corso d'opera.

									
Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
				69	RG	TA0000	002	A	6 di 11

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

Nella presente fase progettuale, l'impianto di trattamento a calce - ed in particolare i sili per lo stoccaggio della materia prima - potrà essere ubicato in posizione strategica a seconda delle aree di lavoro in cui se ne avrà necessità. Sarà comunque il progetto della Cantierizzazione in fase di progetto esecutivo a definirne l'esatta (o le esatte) posizioni.

In particolare, si precisa che il dosaggio della calce avverrà all'interno della macchina spandilegante che opererà direttamente sul fronte di avanzamento lavori, sull'impronta dell'opera oggetto di trattamento.

3.1. DESCRIZIONE DEL CICLO PRODUTTIVO

L'impianto previsto per il trattamento a calce sarà essenzialmente composto dalle seguenti sezioni:

1) SILI DI STOCCAGGIO: I sili saranno inoltre dotati dei seguenti accessori:

- piastre di vibrazione per scongiurare fenomeni di impaccamento della calce sul fondo della tramoggia dei sili;
- scala di accesso del tipo alla marinara dotata di apparato di protezione anticaduta;
- valvola di sfogo per il controllo della pressione in fase di carico della polvere di calce;
- filtri per l'abbattimento delle emissioni generate al momento del caricamento della polvere di calce al loro interno.

Si riporta di seguito uno schema tipo dell'impianto di stoccaggio della calce che si prevede di installare, precisando che nel caso in esame l'unità di dosaggio sarà posta direttamente all'interno della macchina spandicalce che opererà sull'area oggetto di trattamento:

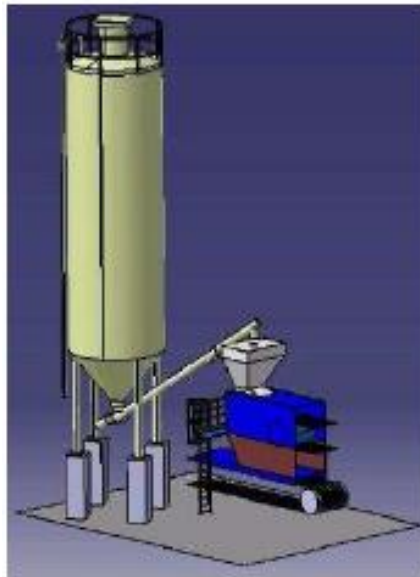



Figure 3-1: Silo di stoccaggio calce

La polvere di calce giungerà al cantiere mediante autocisterne, quindi verrà caricata negli appositi sili mediante processo di soffiatura. Tutti i giunti di attacco dei sili e delle tubazioni di carico saranno dotati di chiusura ermetica e sigillature a tenuta.

La calce, per la quale si riporta in **Allegato A** un esempio di scheda tecnica del prodotto, sarà stoccata in stato solido nei suddetti sili dotati di indicatore di massimo e minimo livello, completamente sigillati in corrispondenza delle flange bullonate per impedire l'ingresso di acqua meteorica e per evitare l'eventuale fuoriuscita di polvere di calce. Allo stato attuale si può prevedere un impiego giornaliero di circa 70/80 ton/giorno di calce.

2) COCLEE DI ESTRAZIONE DELLA CALCE: tali coclee verranno utilizzate per l'estrazione della calce ed il convogliamento ai mezzi adibiti al trasporto per il successivo recapito alla macchina spandilegante; le stesse coclee saranno completamente carterizzate.

3) MACCHINA SPANDILEGANTE: lo spandimento della calce verrà attuata mediante apposita macchina a traino (capacità di carico minima di 10 mc) o semovente (capacità di carico minima di 16 mc) che assicuri un dosaggio costante per unità di superficie in funzione della velocità di avanzamento, con una larghezza della striscia posata pari a circa 2,2-2,4 m. La macchina sarà dotata di sistema di controllo del dosaggio elettronico o manuale, variabile secondo la necessità tra 3 e 30 kg di calce.


									
Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
				69	RG	TA0000	002	A	8 di 11

4) MACCHINA STABILIZZATRICE: la miscelazione del terreno con la calce avverrà mediante una macchina dotata di un rotore che gira in senso opposto all'avanzamento, equipaggiato con utensili. La posizione del rotore è regolabile in altezza e la profondità di miscelazione sarà variabile tra 20 e 50 cm a seconda delle caratteristiche dei terreni in posto.

5) REGOLARIZZAZIONE E COSTIPAMENTO: la regolarizzazione avviene, in genere, tramite un grader in grado di livellare lo strato lavorato preparandolo per il successivo costipamento mediante un rullo compattatore liscio o a piede di montone a seconda delle caratteristiche dei terreni in posto.

Per maggiori dettagli sulle macchine normalmente utilizzate per la stabilizzazione delle terre con calce direttamente in posto, così come previsto dal progetto in esame, si rimanda alla documentazione riportata in **Allegato B**.

Le lavorazioni di cui sopra non comportano né la produzione di prodotti intermedi né la produzione di rifiuti. Le materie prime necessarie per il funzionamento saranno essenzialmente costituite da acqua e calce. L'utilizzo della calce sarà legato alle attività di realizzazione dei rilevati, pertanto, le operazioni di carico e scarico dei sili saranno svolte unicamente in periodo diurno.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>									
Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
				69	RG	TA0000	002	A	9 di 11

4. EMISSIONI IN ATMOSFERA

Le emissioni connesse alla presenza dell'impianto di stoccaggio della calce possono essere considerate di tipo convogliato e saranno sostanzialmente generate dall'attività di carico dei silos di calce.

Il carico della calce in polvere nei silos avverrà mediante tubo flessibile ad attacco rapido (Victaulic), azionato da un soffiatore posto sulle autocisterne; i silos saranno corredati di elementi filtranti che tratterranno le polveri che verranno recuperate all'interno dei silos stessi, grazie ad un sistema automatico integrato di pulizia ad aria compressa. Gli elementi filtranti consentiranno il passaggio della sola aria all'esterno.

Come anticipato sopra, i silos saranno corredati di indicatori di minimo e massimo livello e sarà completamente sigillato in corrispondenza delle flange bullonate di collegamento al filtro in modo da impedire l'ingresso di acqua meteorica e per evitare la fuoriuscita delle polveri.


Le eventuali emissioni in atmosfera saranno pertanto originate dallo sfiato dei silos di calce durante le operazioni di carico e saranno limitate al periodo diurno; l'impianto di abbattimento polveri dei silos sarà ubicato sul camino ad un'altezza pari a circa 20 m.

Ipotizzando, a regime, lo svuotamento dei silos in 24 ore e il suo riempimento in 1 ora, la durata di ciascuna emissione per ogni filtro applicato ai silos presumibilmente sarà di 0,5 h/g (1,0 h/g ogni 2 gg).

I dispositivi di filtraggio montati sul tetto dei silos avranno caratteristiche geometriche e prestazionali tali da rispettare quanto previsto dalla Norma UNI EN 10 169-2001, capitolo 7 "Caratteristiche per il posizionamento della sezione di misurazione", e Appendice C "Dispositivi per migliorare le condizioni di flusso in una sezione di misurazione".

Il kit di campionamento, che sarà applicato solamente in fase di prelievo delle emissioni, consentirà di convogliare, grazie ad appositi elementi, tutta l'aria in uscita dal filtro all'interno di apposito condotto fornito di bocca di prelievo. I dispositivi di filtraggio che si presume verranno impiegati (tipo WAM SILOTOP R02), hanno una forma cilindrica a cartucce specifica per la depolverizzazione di silos caricati pneumaticamente. Il punto di misurazione sarà raggiungibile, attraverso le scale del tipo alla marinara dotate di dispositivi di anticaduta; ugualmente l'area di campionamento è protetta da opportuno parapetto metallico.

Il corpo in acciaio inossidabile contiene inoltre degli elementi filtranti montati verticalmente. Tali elementi, certificati B.I.A. classe M hanno forma di parallelepipedo in cui il media filtrante è un feltro poliestere non

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>									
<p>Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce</p>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.
				69	RG	TA0000	002	A	10 di 11

tessuto plissettato. La superficie filtrante totale sarà di 24,5 mq. I filtri sono dotati di misuratore differenziale di pressione tra la parte sporca e la parte pulita del filtro, al fine di monitorare il grado di pulizia degli elementi stessi. La pulizia del filtro, come anticipato in precedenza, sarà affidata ad un sistema di pulizia ad aria compressa automatico, completamente integrato nel coperchio apribile.

Tale sistema sarà guidato da un temporizzatore elettronico che avrà la funzione di comandare in modo sequenziale il ciclo di pulizia con possibilità di variare il tempo di sparo ed il tempo di pausa tra uno sparo e l'altro. I tempi di pausa andranno da 5 a 90 sec., quelli di lavoro da 100 a 300 millisecondi. La scheda è dotata di temporizzatore fisso di 10 minuti per permettere un'ulteriore pulizia del filtro a fine ciclo lavorativo.

4.1. VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Le operazioni di cantiere possono comportare potenziali impatti sulla componente atmosfera in termini di emissione e dispersione di inquinanti. In particolare, il parametro rappresentativo delle polveri risulta essere il PM10, ossia la frazione fine delle polveri, di granulometria inferiore a 10 µm, il cui comportamento risulta di fatto assimilabile a quello di un inquinante gassoso.


Prevedendo sia un'ubicazione di tale impianto in area di cantiere adatta allo scopo e lontana da ricettori sensibili che l'adozione di tutte le misure di mitigazione necessarie per minimizzare il più possibile l'impatto legato alle attività di cantiere, soprattutto in termini di dispersione delle polveri, non si prevede di installare barriere antirumore/antipolvere, almeno in riferimento alle sole attività direttamente collegate al trattamento a calce.

Si procederà, inoltre, ad una sistematica bagnatura delle aree e delle piste di cantiere ed alla spazzolatura della viabilità pubblica ordinaria percorsa dai mezzi di cantiere.

4.2. MONITORAGGIO AMBIENTALE DELLA COMPONENTE ATMOSFERA

L'efficacia degli interventi di mitigazione posti in essere sarà inoltre verificata tramite l'esecuzione delle attività di monitoraggio ambientale previste in Ante Operam (AO) e Corso d'Opera (CO). Le finalità del monitoraggio ambientale per la componente atmosfera sono infatti le seguenti:

- valutare l'effettivo contributo connesso alle attività di cantiere in termini di emissione sullo stato di qualità dell'aria complessivo;
- fornire ulteriori informazioni evidenziando eventuali variazioni intervenute rispetto alle valutazioni effettuate in fase di progettazione, con la finalità di procedere per iterazioni

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>																			
<p>Annesso tecnico: indirizzi metodologici del trattamento a calce</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>FASE</th> <th>ENTE</th> <th>TIPO DOC.</th> <th>CODIFICA DOCUMENTO</th> <th>PROGR.</th> <th>REV.</th> <th>Pag.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>69</td> <td>RG</td> <td>TA0000</td> <td>002</td> <td>A</td> <td>11 di 11</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.				69	RG	TA0000	002	A	11 di 11
COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	CODIFICA DOCUMENTO	PROGR.	REV.	Pag.											
			69	RG	TA0000	002	A	11 di 11											

- verificare l'efficacia degli interventi di mitigazione e delle procedure operative per il contenimento degli impatti connessi alle potenziali emissioni prodotte nella fase di cantierizzazione dell'opera;
- fornire dati per l'eventuale taratura e/o adeguamento dei modelli previsionali utilizzati in fase progettuale.

I parametri rilevati durante il monitoraggio, opportunamente acquisiti ed elaborati, permetteranno nella fase di cantiere una corretta e tempestiva gestione della componente ambientale in oggetto.

Il monitoraggio della componente atmosfera viene svolto nelle fasi di:

- Ante Operam: in assenza di attività di cantiere;
- Corso d'Opera: durante la realizzazione delle attività di cantiere.

Il monitoraggio verrà effettuato in alcuni punti significativi denominati sezioni di monitoraggio, scelte sulla base dei risultati delle simulazioni eseguite in fase progettuale, ove per sezione si intende una zona definita in cui si ritiene necessario prevedere la determinazione del potenziale contributo della cantierizzazione in termini di inquinanti atmosferici (nel caso di interesse il PM10).

Per ciascuna sezione di monitoraggio, sempre secondo le finalità definite sopra, si prevede l'ubicazione di almeno due punti di monitoraggio, in particolare:

- un punto di monitoraggio in un'area interessata da emissioni atmosferiche prodotte dall'attività di cantiere (Influenzata);
- un secondo punto di monitoraggio in una postazione di misura assolutamente equivalente alla prima in termini di condizioni ambientali al contorno ma non influenzato dal cantiere e, ovviamente, non influenzato da altri cantieri o punti di immissione singolare (Non Influenzata).

ALLEGATO A
SCHEMA TECNICA DEL PRODOTTO

SCHEMA TECNICA

IDROSSIDO di CALCIO

"Calce idrata ad alto titolo"

UNI EN 459-1 CL 80 - S



DESCRIZIONE

La calce idrata ad alto titolo è una calce calcica (UNI EN 459-1 CL 80-S) ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva con il quantitativo stechiometrico di acqua.

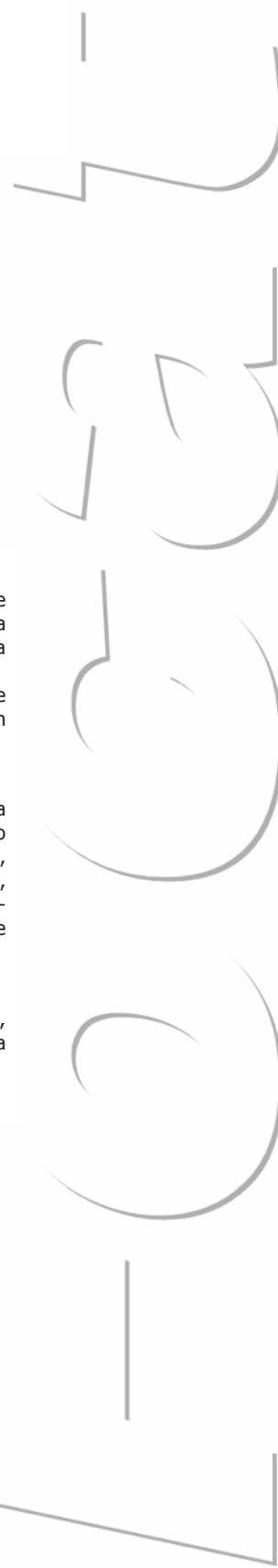
Un successivo procedimento di ventilazione permette di ottenere un prodotto puro con finezza di macinazione molto spinta.

IMPIEGO

Le elevate caratteristiche chimico-fisiche, la finezza e la purezza fanno sì che il prodotto venga utilizzato in edilizia, industria, agricoltura, trattamento delle acque, desolfurazione, disinfestazione, stabilizzazione dei terreni e neutralizzazione delle sostanze acide.

CONTROLLO DI QUALITA'

I controlli chimico-fisici dell'ossido di calcio, vengono effettuati con frequenza stabilita dalle norme di riferimento attuali.



Focat

IDROSSIDO di CALCIO "Calce idrata ad alto titolo" UNI EN 459-1 CL 80 - S

Focat

AVVERTENZE

Può produrre lesioni oculari gravi, arrossamento della pelle quando contatto è ripetuto o esteso.

L'inalazione della polvere di CaO causa malessere al tratto superiore delle vie respiratorie.

Reagisce con l'acqua sviluppando calore con possibile proiezione di schizzi.

Nella manipolazione della sostanza evitare la dispersione del prodotto nell'ambiente.

Evitare il contatto con gli occhi e la pelle

CARATTERISTICHE TECNICHE UNI EN 459-1 (CL 80-S)

Nome chimico

Idrossido di calcio

Nome commerciale

Calce idrata alto titolo, calce in polvere

Aspetto

Polvere bianca

Granulometria (UNI EN 459-2)

Residuo in massa maglia 0,2 mm. $\leq 0,12\%$

Residuo in massa maglia 0,09 mm $\leq 1\%$

pH

11,5-12,6 in soluzione acquosa
concentrazione 1,65 gr./lt. a 20°C

Massa volumica apparente

Kg/m³ 530 \pm 3%

Temperatura di decomposizione

Si disidrata in CaO a 580°C

Contenuto in Ca(OH)₂ + Mg(OH)₂ (UNI EN 196-2)

> 92%

Contenuto in MgO (UNI EN 196-2)

< 1%

Formula chimica

Ca(OH)₂

Stabilità (UNI EN 459-2)

1,5 mm (valore medio)

Penetrazione (UNI EN 459-2)

mm. 40 \pm 10%

Odore

Inodore

Contenuto d'acqua libera (UNI EN 459-2)

0,8% (valore medio)

Contenuto in CO₂ (UNI EN 459-2)

$\leq 2,2\%$

Contenuto in CaCO₃

$\leq 5\%$

Contenuto in SO₃ (UNI EN 196-2)

$\leq 0,8\%$

Stoccaggio

Conservare in luogo asciutto ed al coperto.

Imballi

Sacchi di carta su pallet di legno, alla rinfusa

I valori indicati si riferiscono a prove di laboratorio in ambiente condizionato e, pertanto, possono venire sensibilmente modificati durante la messa in opera in condizioni climatiche diverse.

Focat SRL

www.focat.it
info@focat.it

C.da Sciare, 78
91019 Valderice (TP)

Tel. 0923.573171 - Fax 0923.592066



Calci da costruzione UNI EN 459-1
Malte da muratura UNI EN 998-2 (G)
Intonaci da risanamento UNI EN 998-1 (R)
Intonaci per scopi generali UNI EN 998-1 (GP)
Malte per ripristino calccestruzzo UNI EN 1504-1
Intonaco per isolamento termico UNI EN 998-1 (T)
Intonaci da rivestimento colorati UNI EN 998-1 (CR)

Prodotto consigliato per utilizzi professionali. Le informazioni qui riportate hanno carattere consultativo. La Focat si riserva il diritto di apportare ai propri prodotti, in qualunque momento e senza preavviso, le modifiche più opportune. Per eventuali conferme sui dati sopra riportati, contattare il servizio commerciale. La Focat declina ogni responsabilità per eventuali danni causati da impiego improprio e/o scorretto del prodotto.

ALLEGATO B
MACCHINE OPERATIVE DA UTILIZZARE PER LA STABILIZZAZIONE A
CALCE DELLE TERRE



Macchine per la stabilizzazione delle terre

Napoli – 18 aprile 2012

LE MACCHINE NECESSARIE

- Spandilegante



- Stabilizzatrice



- Rulli



- Grader



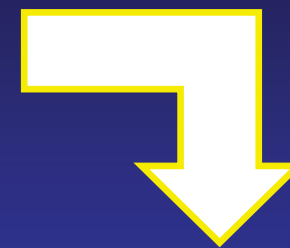
Scegliere la stabilizzatrice adeguata per ogni situazione



STABILIZZAZIONE DELLE TERRE



CON CEMENTO



CON CALCE



diversi materiali diverse problematiche
anche dal punto di vista macchina

LO SPANDIMENTO DELLA CALCE/CEMENTO



- Lo spandimento della calce o di altri leganti si attua con macchine a traino o semoventi che assicurino un dosaggio costante per unità di superficie (kg/m^2) in funzione della velocità di avanzamento.
- I moderni spandicalce sono anche dotati di sistema di controllo del dosaggio che può essere elettronico.
- La capacità di carico degli spandicalce varia da un minimo di 10 m^3 per il tipo a traino a $16-18 \text{ m}^3$ per il tipo semovente; la striscia posata è larga $2,2-2,4 \text{ m}$
- Il dosaggio al suolo è variabile secondo necessità tra 3 e 30 kg di calce

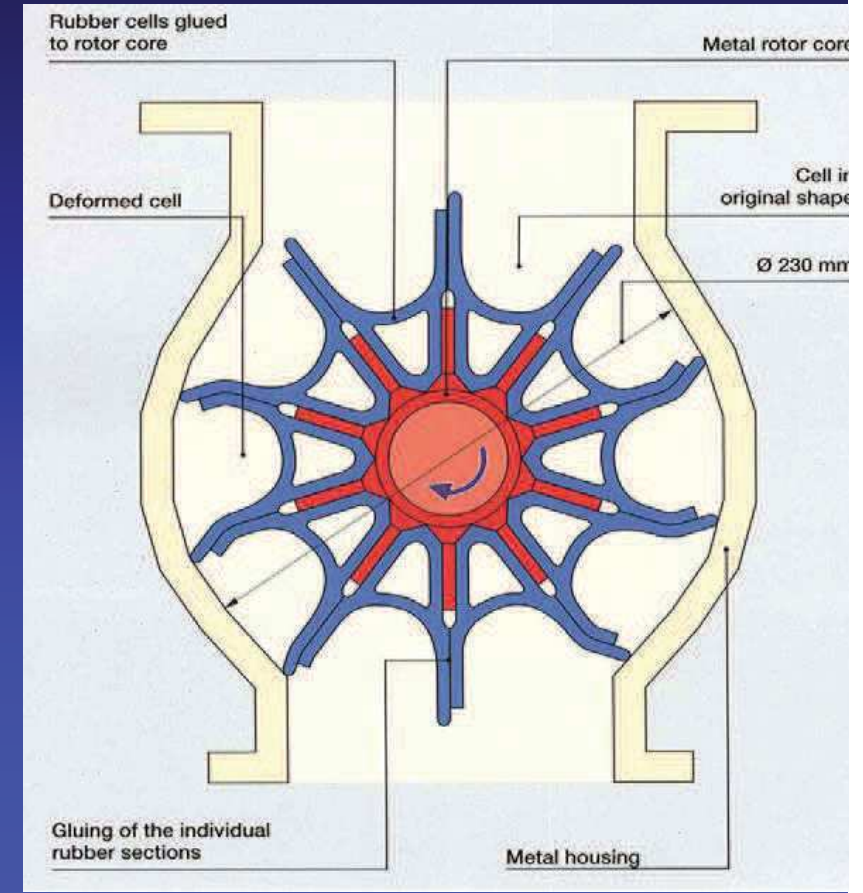
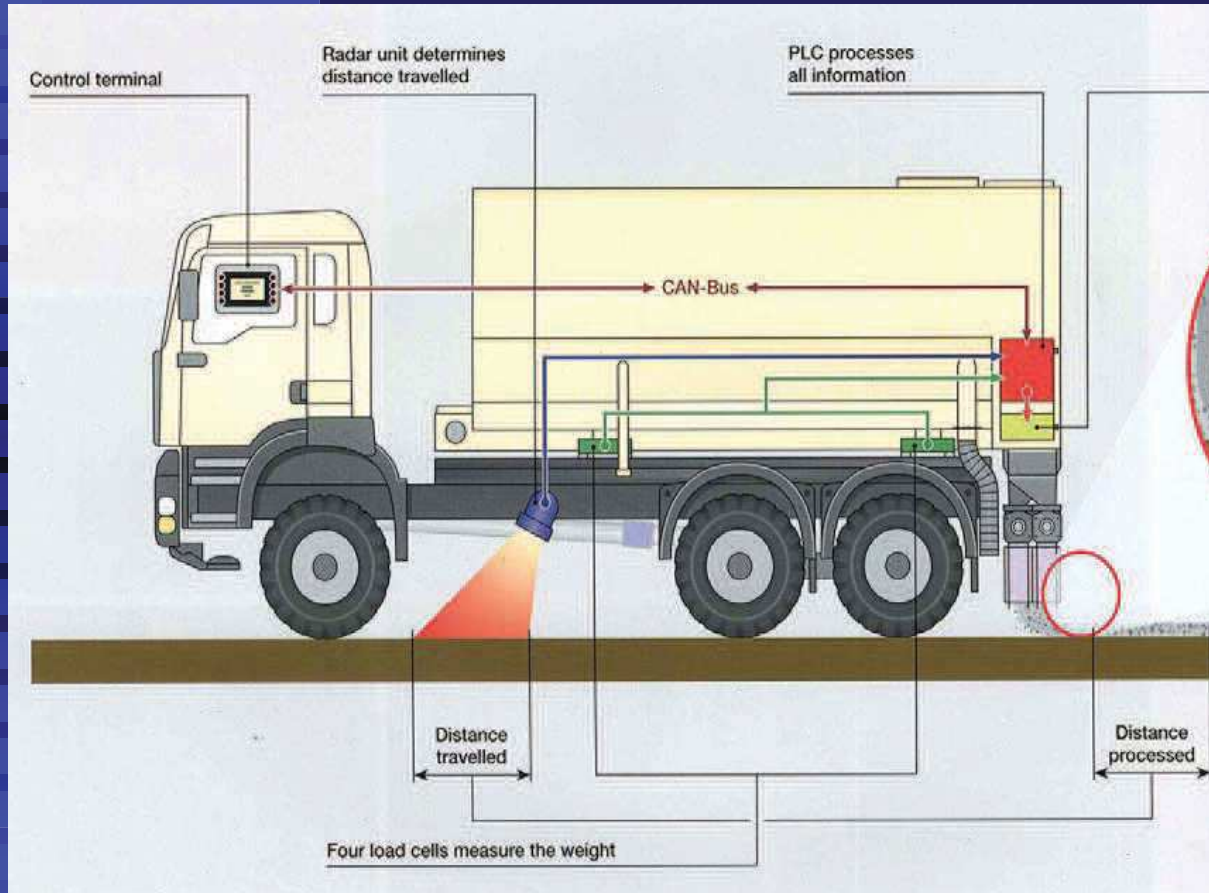
A controllo manuale



A controllo elettronico



COME FUNZIONA UNO SPANDICALCE MODERNO



Come evitare la dispersione di legante nell'ambiente



SPANDILEGANTE INCORPORATO NELLA MACCHINA



LA MISCELAZIONE PER STRATI



- La macchina per miscelare la terra con la calce è chiamata stabilizzatrice ; è dotata di un rotore, che gira in senso opposto all'avanzamento equipaggiato con utensili.



- La posizione del rotore è regolabile automaticamente in altezza; la profondità di miscelazione normalmente varia tra 20 e 50 cm a seconda delle caratteristiche delle terre e delle indicazioni di progetto.



- A parità di potenza disponibile, la velocità di avanzamento e il numero di passate dipendono dal tipo di terreno e dal grado di plasticità.

SPESSORI

- **Gli spessori lavorati sono in funzione del progetto**
- **Le macchine Wirtgen hanno profondità di lavoro di 50 cm**
- **Il limite di profondità è dettato dalla compattazione non dalla macchina**
- **Sconsigliato lavorare oltre 35-40 cm salvo miscelazione fuori opera**



IL CONTROLLO DELLA MISCELAZIONE E LA REGOLARITA' DELLO STRATO



- Dopo la miscelazione della terra con la calce si devono controllare la granulometria, l'omogeneità di miscelazione e la profondità dello strato lavorato.
- La miscela si ritiene idonea quando appare di colore omogeneo e la componente limo-argillosa è interamente passante a 25 mm.
- La miscelazione deve interessare anche alcuni centimetri dello strato precedentemente realizzato, in modo da assicurare omogeneità nel materiale

L'importanza della miscelazione



Varie tipologie di stabilizzatrici



WS 2200 – WS 2500



WR 2500 S

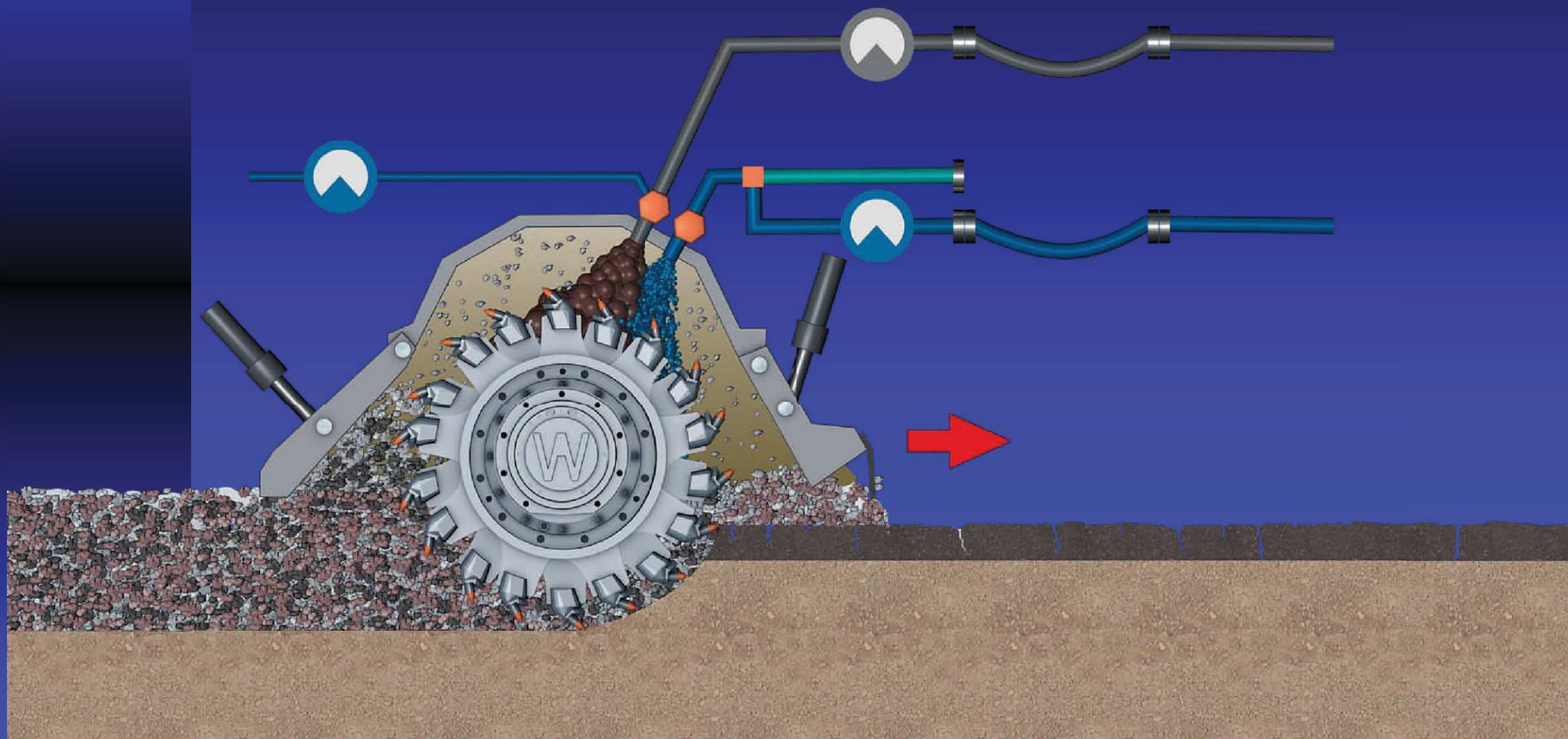


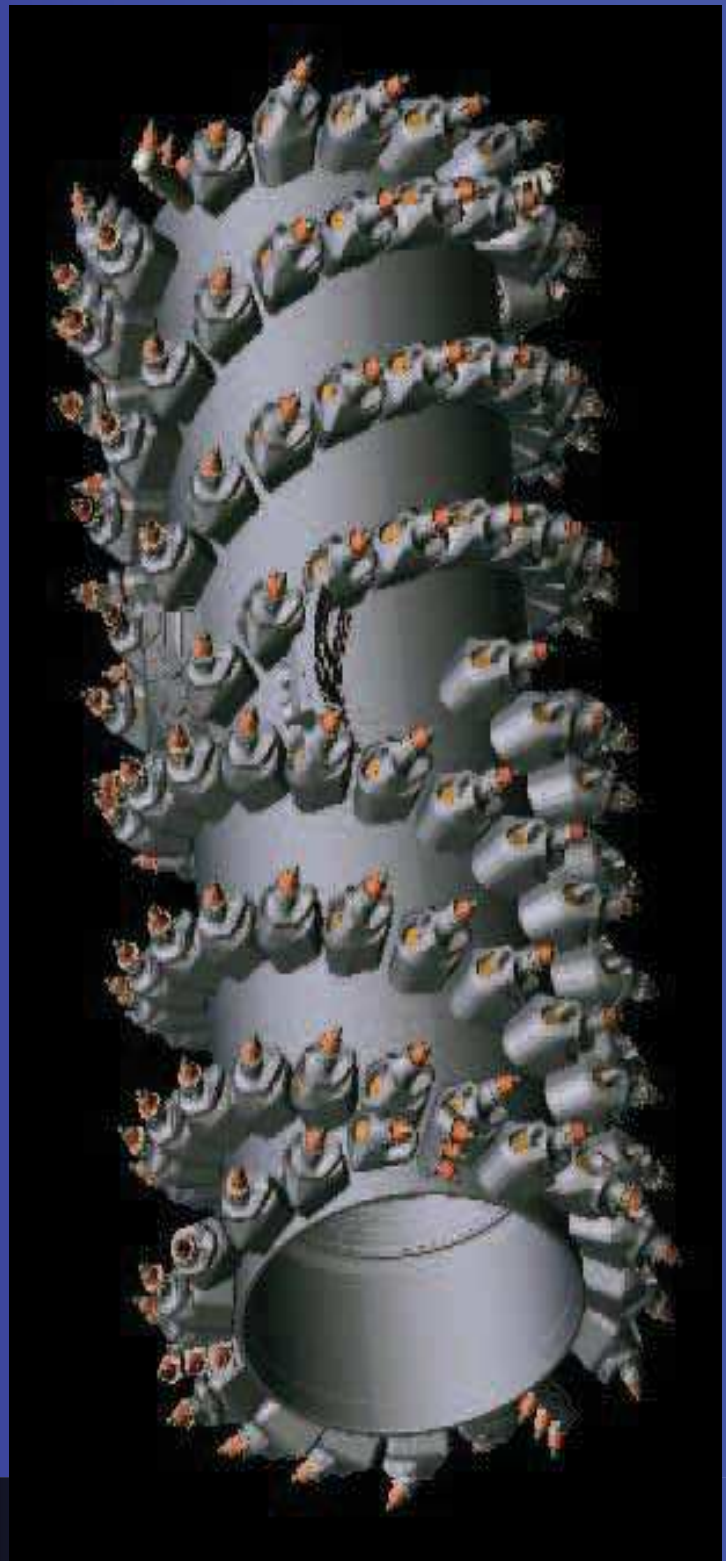
WR 2400



WR 2000

IL ROTORE: cuore del sistema





Gli utensili: i veri attori della miscelazione



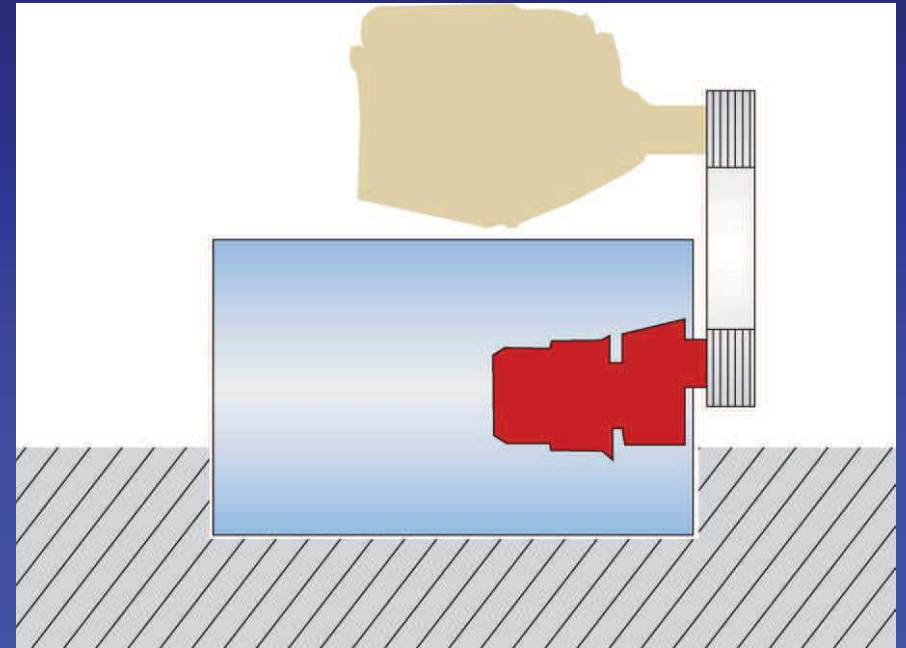
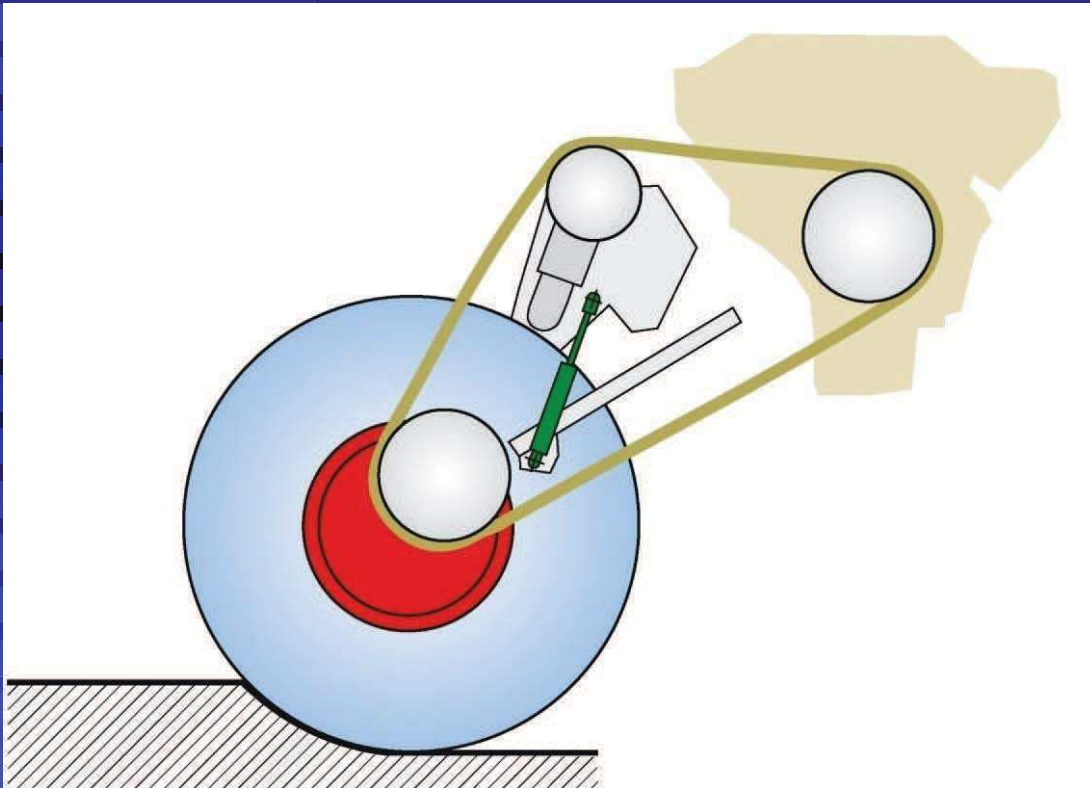


Il sistema di cambio rapido
del portadente
con comportamento
rotazionale
ottimizzato del dente:
il Sistema Rotazione per
ridurre l'usura del
dente e agevolarne la
sostituzione



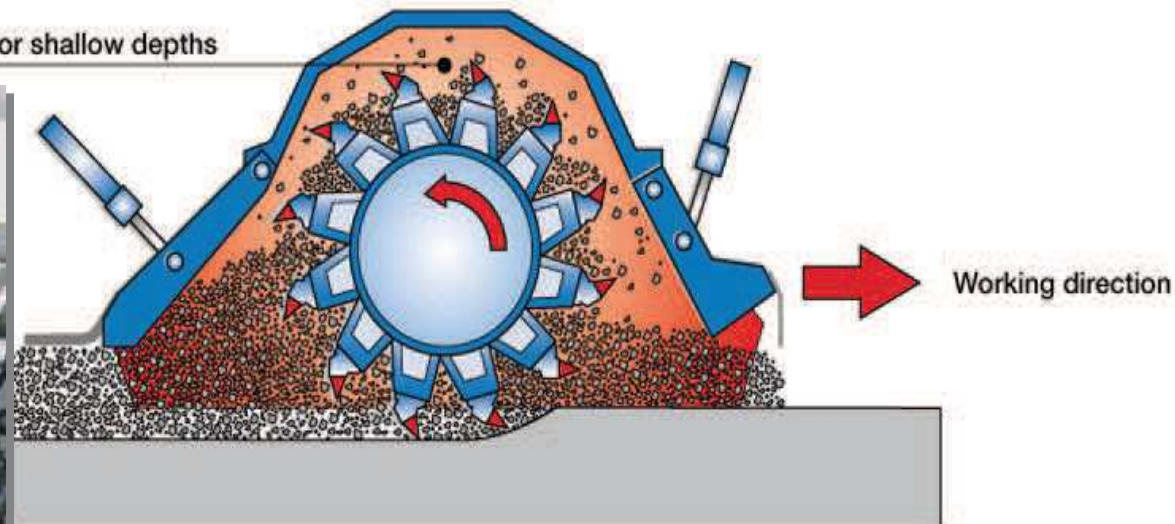
- 1 Il sistema 45 allunga la durata utile della parte superiore anche del 20 per cento
- 2 Indicatori d'usura distanziati fra loro di 5 mm
- 3 Migliore protezione della parte inferiore grazie alla totale sovrapposizione da parte di quella superiore
- 4 Le particelle fini di fresato vengono dilavate dal foro del dente
- 5 Rompitruciolo per un ulteriore sminuzzamento del materiale fresato
- 6 Geometria ottimizzata degli angoli del gambo per una maggiore resistenza del componente
- 7 Guarnizione di tenuta interposta fra parte superiore e inferiore per agevolare e velocizzare le operazioni di smontaggio e rimontaggio della parte superiore
- 8 Superficie di contatto fra parte superiore e inferiore aumentata del 75 per cento per allungare la vita utile della parte inferiore
- 9 Perno conico di spinta per una trasmissione sicura della forza di serraggio
- 10 Vite di fissaggio robusta con filettatura M30x2 ed esagono cavo da 17 mm
- 11 Tappi di chiusura di protezione

Azionamento del tamburo

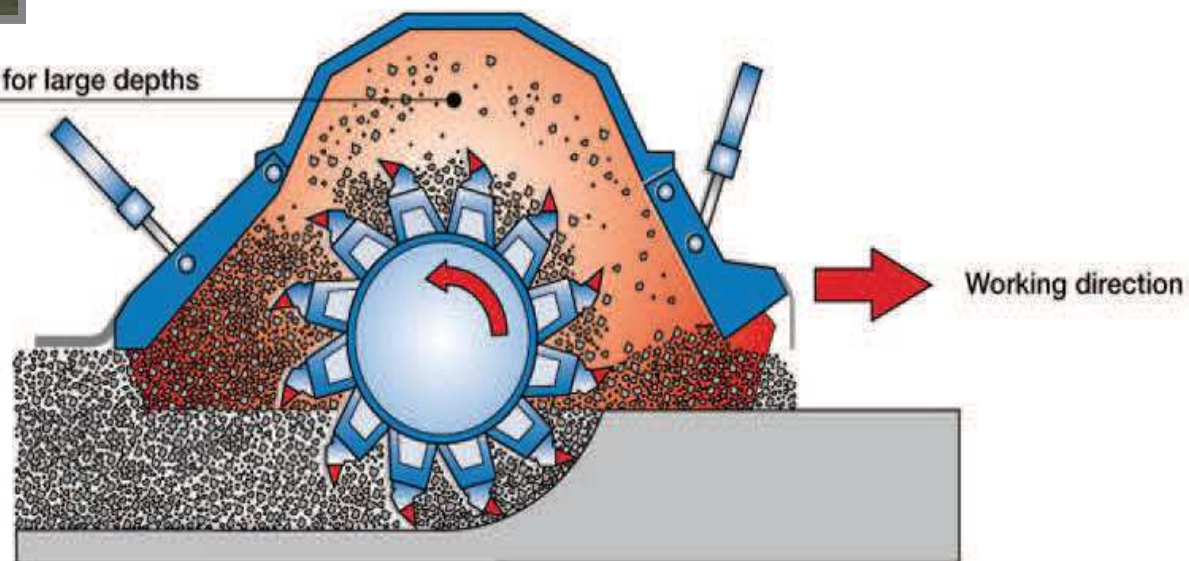


La miscelazione a camera variabile

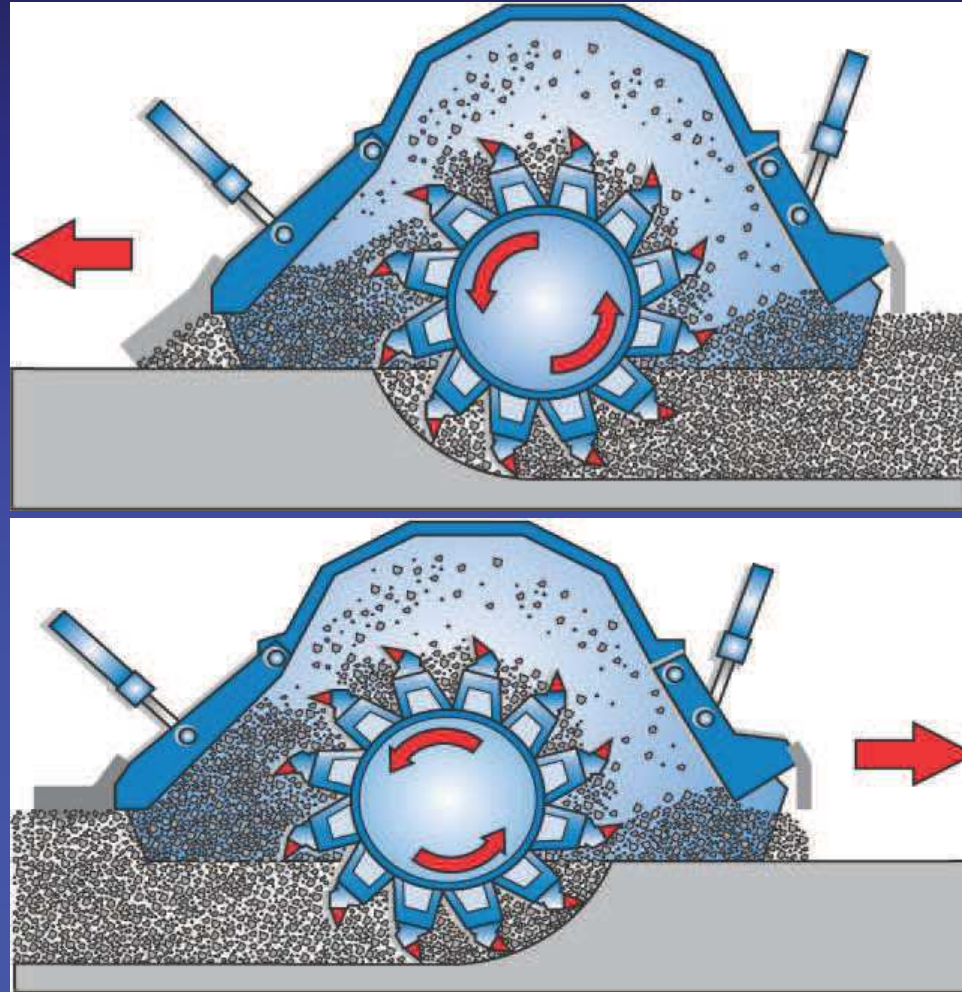
Small mixing space for shallow depths



for large depths



Lavorazione concorde e discorde





Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S

Larg. Di lavoro 2,438 m

Prof. di lavoro 0 – 500 mm

Potenza motore 500 kW / 680 PS

Peso operativo 32.000 kg





WR 2000

Larg. Di lavoro 2,000 m

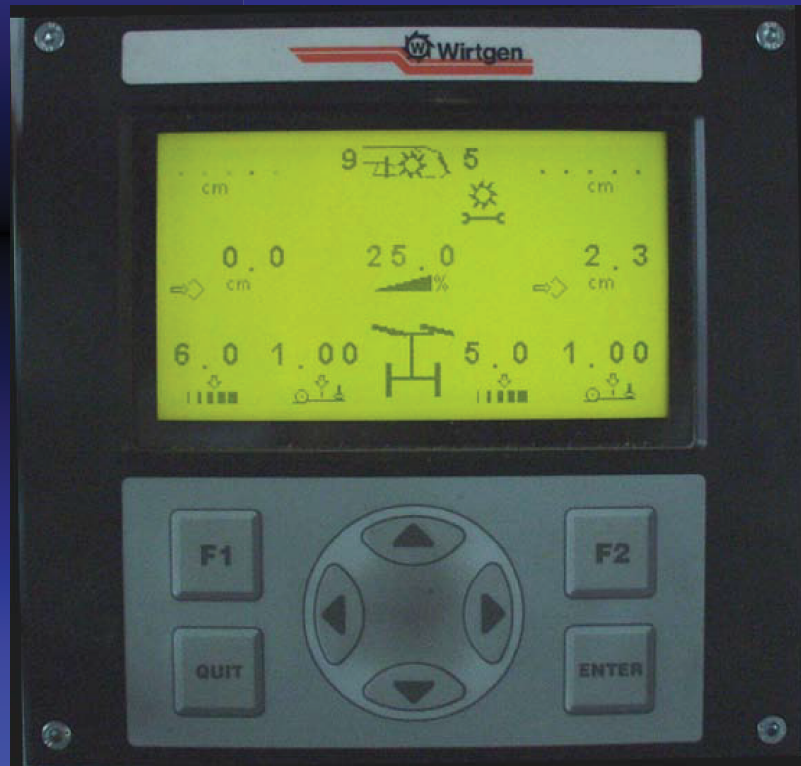
Prof. di lavoro 0 – 500 mm

Potenza motore 315 kW/428 PS

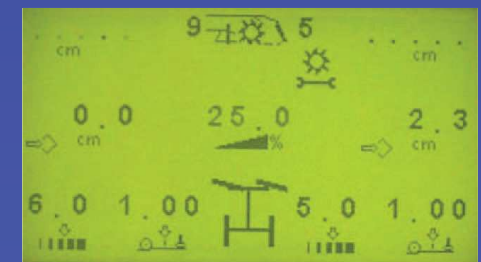
Peso operativo kg 23.000



Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S



	0m	Job
	0m ²	
	0m ³	0t
Ⅰ	0.000t	0.00%
Ⅱ	0.000t	0.00%
Ⅱ+	0.000m ³	0.00%
Ⅲ	0.000m ³	0.00%
Ⅳ	0.000t	0.00%



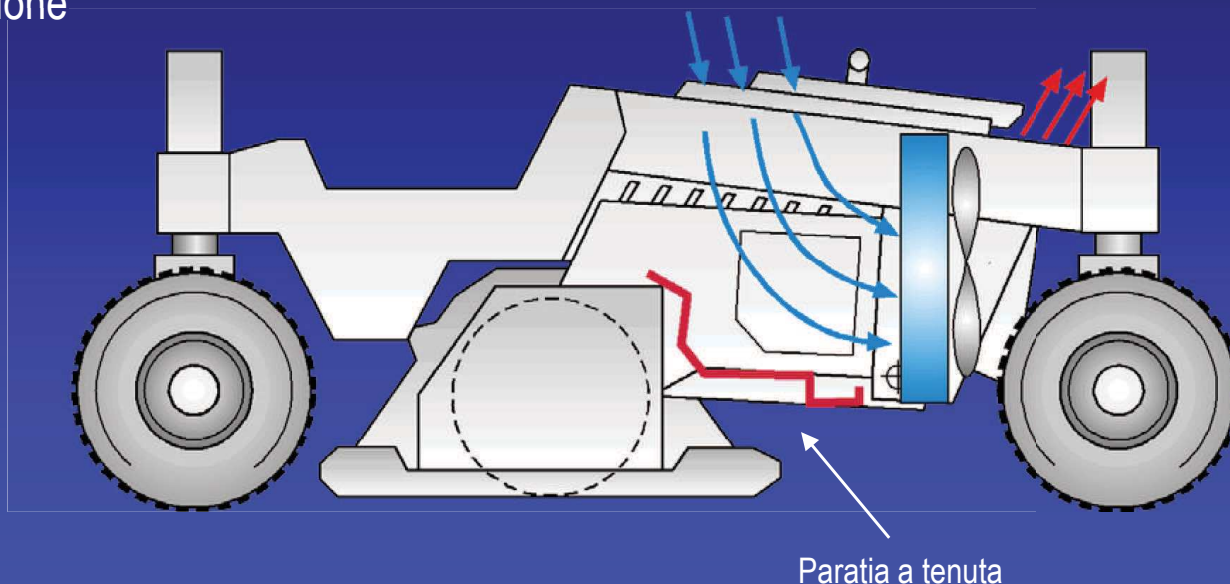
Dati di produzione/livellazione e gestione
macchina visualizzati su Display CGC



Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S

Sistema di aspirazione

aspirazione di aria fresca
direttamente sui filtri a ciclone
posti sopra il motore



Filtri a ciclone già installati di serie
sulla macchina base



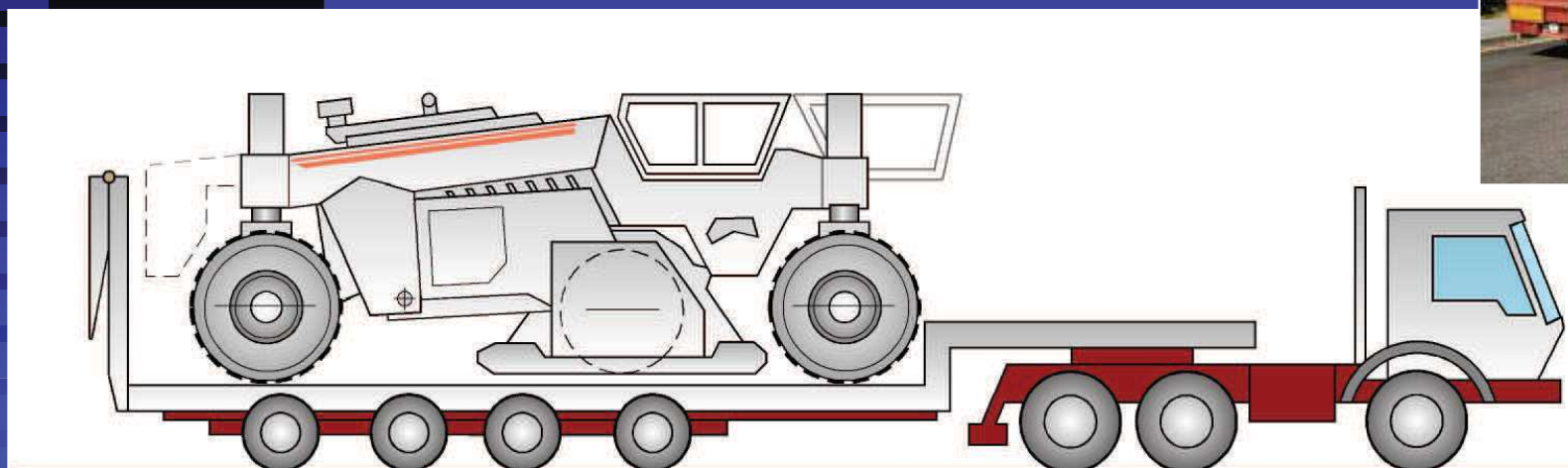
Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S

Trasportabile su autocarro a pianale
ribassato a 4 assi con motrice a 3 assi

Larghezza macchina : 3,00 m

Altezza di trasporto : 3,00 m

Lunghezza macchina: 8.420 mm



PESI:

- 9.000 kg peso motrice (circa)
- 13.300 kg peso pianale (circa)
- 30.500 kg peso macchina
- 52.000 kg Totale

LA REGOLARIZZAZIONE E IL COSTIPAMENTO



- Utilizzando un grader, si livella lo strato lavorato preparandolo per il successivo costipamento
- Il rullo a piede di montone (in realtà padfoot) è la macchina ideale per costipare le terre limo-argillose trattate con calce, poiché esso è in grado di addensare la miscela anche in profondità, favorendo la fuoriuscita dell'aria intrappolata.
- Il peso del rullo e le modalità di costipamento si scelgono in funzione:
 - spessore dello strato da costipare;
 - caratteristiche delle terre lavorate;
 - grado di addensamento desiderato;
 - posizione dello strato lavorato nella sezione stradale.





LA REGOLARIZZAZIONE E IL COSTIPAMENTO FINALE



- Il grado di addensamento delle miscele trattate è stabilito dal progetto.
- In relazione all'energia di costipamento necessaria (spessore e densità degli strati) si utilizzano anche i rulli compattatori con tamburi lisci; i rulli gommati si usano per le operazioni di finitura della superiore dello strato.
- I rulli compattatori con tamburi lisci e quelli gommati sono tipicamente utilizzati con le terre meno plastiche e con scheletro litico.



3518 - 3518 HT

17.820 kg L. 2.200 mm

3520 - 3520 HT

19.800 kg L. 2.200 mm

3625 HT

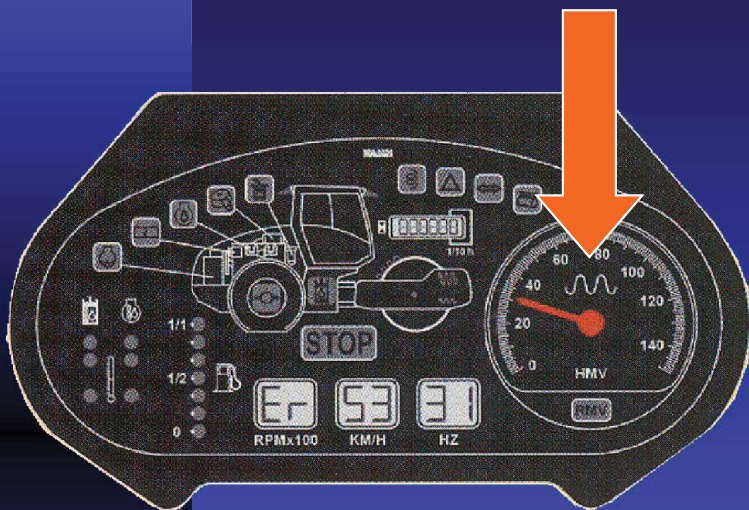
24.960 kg L. 2.200 mm





Rulli compattatori da rilevato

Compattometro HCM



Hamm serie 3000

ALLEGATO A
SCHEMA TECNICA DEL PRODOTTO

SCHEMA TECNICA

IDROSSIDO di CALCIO

"Calce idrata ad alto titolo"

UNI EN 459-1 CL 80 - S



DESCRIZIONE

La calce idrata ad alto titolo è una calce calcica (UNI EN 459-1 CL 80-S) ottenuta dallo spegnimento controllato della calce viva con il quantitativo stechiometrico di acqua.

Un successivo procedimento di ventilazione permette di ottenere un prodotto puro con finezza di macinazione molto spinta.

IMPIEGO

Le elevate caratteristiche chimico-fisiche, la finezza e la purezza fanno sì che il prodotto venga utilizzato in edilizia, industria, agricoltura, trattamento delle acque, desolfurazione, disinfestazione, stabilizzazione dei terreni e neutralizzazione delle sostanze acide.

CONTROLLO DI QUALITA'

I controlli chimico-fisici dell'ossido di calcio, vengono effettuati con frequenza stabilita dalle norme di riferimento attuali.



Focat

IDROSSIDO di CALCIO "Calce idrata ad alto titolo" UNI EN 459-1 CL 80 - S

Focat

AVVERTENZE

Può produrre lesioni oculari gravi, arrossamento della pelle quando contatto è ripetuto o esteso.

L'inalazione della polvere di CaO causa malessere al tratto superiore delle vie respiratorie.

Reagisce con l'acqua sviluppando calore con possibile proiezione di schizzi.

Nella manipolazione della sostanza evitare la dispersione del prodotto nell'ambiente.

Evitare il contatto con gli occhi e la pelle

CARATTERISTICHE TECNICHE UNI EN 459-1 (CL 80-S)

Nome chimico

Idrossido di calcio

Nome commerciale

Calce idrata alto titolo, calce in polvere

Aspetto

Polvere bianca

Granulometria (UNI EN 459-2)

Residuo in massa maglia 0,2 mm. $\leq 0,12\%$

Residuo in massa maglia 0,09 mm $\leq 1\%$

pH

11,5-12,6 in soluzione acquosa
concentrazione 1,65 gr./lt. a 20°C

Massa volumica apparente

Kg/m³ 530 \pm 3%

Temperatura di decomposizione

Si disidrata in CaO a 580°C

Contenuto in Ca(OH)₂ + Mg(OH)₂ (UNI EN 196-2)

> 92%

Contenuto in MgO (UNI EN 196-2)

< 1%

Formula chimica

Ca(OH)₂

Stabilità (UNI EN 459-2)

1,5 mm (valore medio)

Penetrazione (UNI EN 459-2)

mm. 40 \pm 10%

Odore

Inodore

Contenuto d'acqua libera (UNI EN 459-2)

0,8% (valore medio)

Contenuto in CO₂ (UNI EN 459-2)

$\leq 2,2\%$

Contenuto in CaCO₃

$\leq 5\%$

Contenuto in SO₃ (UNI EN 196-2)

$\leq 0,8\%$

Stoccaggio

Conservare in luogo asciutto ed al coperto.

Imballi

Sacchi di carta su pallet di legno, alla rinfusa

I valori indicati si riferiscono a prove di laboratorio in ambiente condizionato e, pertanto, possono venire sensibilmente modificati durante la messa in opera in condizioni climatiche diverse.

Focat SRL

www.focat.it
info@focat.it

C.da Sciare, 78
91019 Valderice (TP)

Tel. 0923.573171 - Fax 0923.592066



Calci da costruzione UNI EN 459-1
Malte da muratura UNI EN 998-2 (G)
Intonaci da risanamento UNI EN 998-1 (R)
Intonaci per scopi generali UNI EN 998-1 (GP)
Malte per ripristino calccestruzzo UNI EN 1504-1
Intonaco per isolamento termico UNI EN 998-1 (T)
Intonaci da rivestimento colorati UNI EN 998-1 (CR)

Prodotto consigliato per utilizzi professionali. Le informazioni qui riportate hanno carattere consultativo. La Focat si riserva il diritto di apportare ai propri prodotti, in qualunque momento e senza preavviso, le modifiche più opportune. Per eventuali conferme sui dati sopra riportati, contattare il servizio commerciale. La Focat declina ogni responsabilità per eventuali danni causati da impiego improprio e/o scorretto del prodotto.

ALLEGATO B
MACCHINE OPERATIVE DA UTILIZZARE PER LA STABILIZZAZIONE A
CALCE DELLE TERRE



Macchine per la stabilizzazione delle terre

Napoli – 18 aprile 2012

LE MACCHINE NECESSARIE

- Spandilegante



- Stabilizzatrice



- Rulli



- Grader



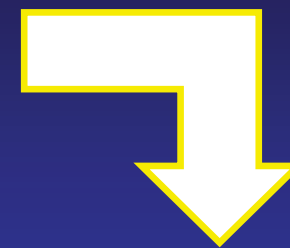
Scegliere la stabilizzatrice adeguata per ogni situazione



STABILIZZAZIONE DELLE TERRE



CON CEMENTO



CON CALCE



diversi materiali diverse problematiche
anche dal punto di vista macchina

LO SPANDIMENTO DELLA CALCE/CEMENTO



- Lo spandimento della calce o di altri leganti si attua con macchine a traino o semoventi che assicurino un dosaggio costante per unità di superficie (kg/m^2) in funzione della velocità di avanzamento.
- I moderni spandicalce sono anche dotati di sistema di controllo del dosaggio che può essere elettronico.
- La capacità di carico degli spandicalce varia da un minimo di 10 m^3 per il tipo a traino a $16-18 \text{ m}^3$ per il tipo semovente; la striscia posata è larga $2,2-2,4 \text{ m}$
- Il dosaggio al suolo è variabile secondo necessità tra 3 e 30 kg di calce

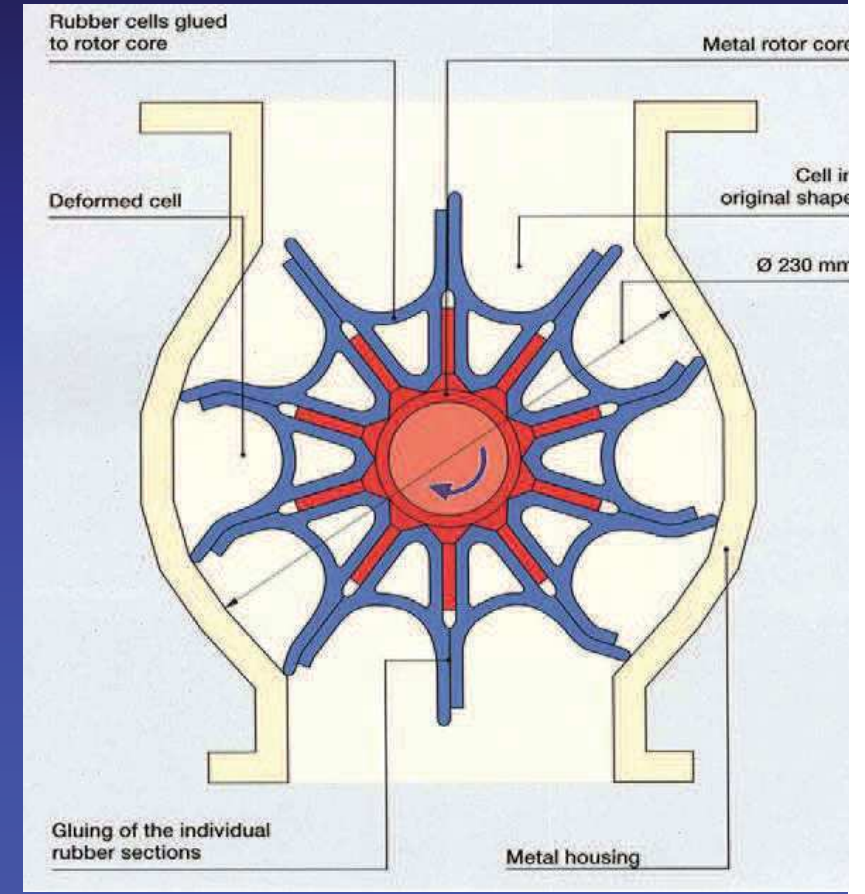
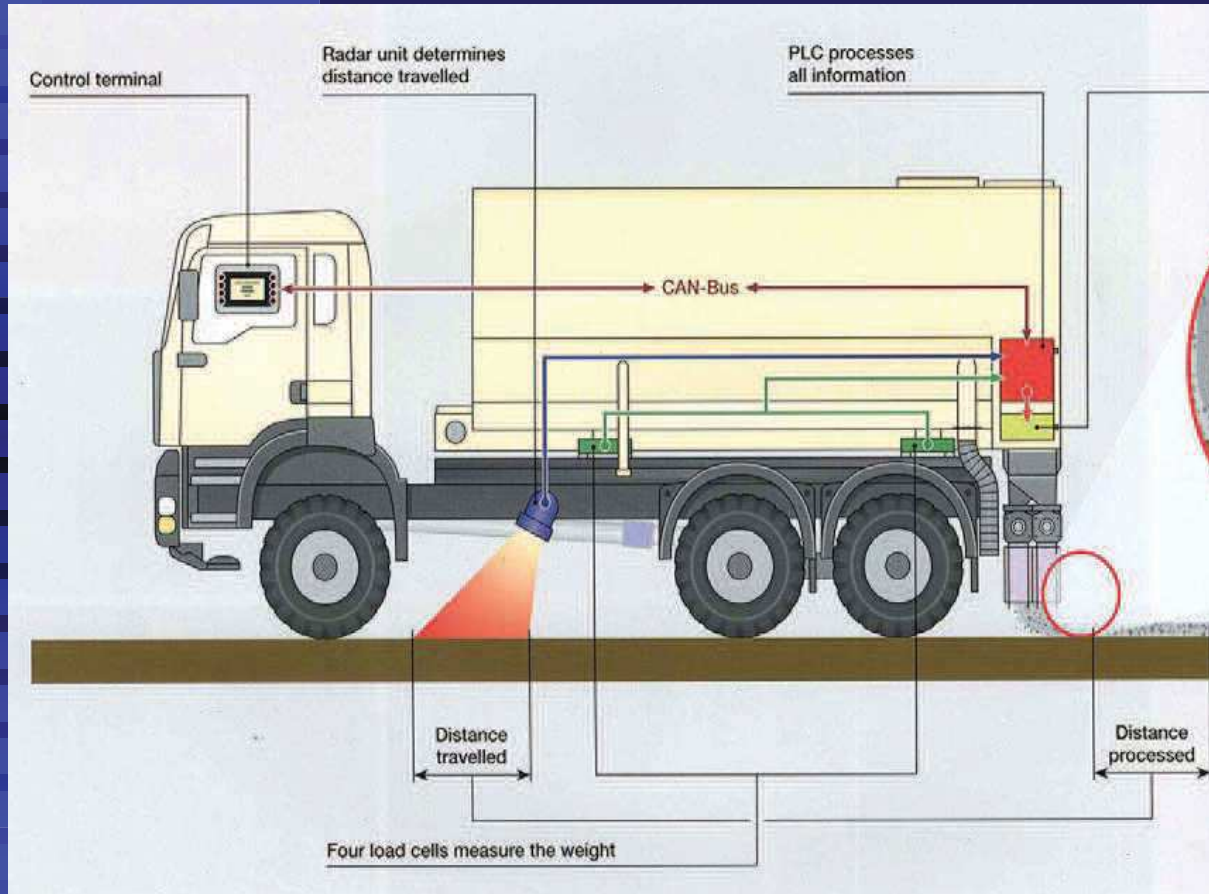
A controllo manuale



A controllo elettronico



COME FUNZIONA UNO SPANDICALCE MODERNO



Come evitare la dispersione di legante nell'ambiente



SPANDILEGANTE INCORPORATO NELLA MACCHINA



LA MISCELAZIONE PER STRATI



- La macchina per miscelare la terra con la calce è chiamata stabilizzatrice ; è dotata di un rotore, che gira in senso opposto all'avanzamento equipaggiato con utensili.



- La posizione del rotore è regolabile automaticamente in altezza; la profondità di miscelazione normalmente varia tra 20 e 50 cm a seconda delle caratteristiche delle terre e delle indicazioni di progetto.



- A parità di potenza disponibile, la velocità di avanzamento e il numero di passate dipendono dal tipo di terreno e dal grado di plasticità.

SPESSORI

- **Gli spessori lavorati sono in funzione del progetto**
- **Le macchine Wirtgen hanno profondità di lavoro di 50 cm**
- **Il limite di profondità è dettato dalla compattazione non dalla macchina**
- **Sconsigliato lavorare oltre 35-40 cm salvo miscelazione fuori opera**



IL CONTROLLO DELLA MISCELAZIONE E LA REGOLARITA' DELLO STRATO



- Dopo la miscelazione della terra con la calce si devono controllare la granulometria, l'omogeneità di miscelazione e la profondità dello strato lavorato.
- La miscela si ritiene idonea quando appare di colore omogeneo e la componente limo-argillosa è interamente passante a 25 mm.
- La miscelazione deve interessare anche alcuni centimetri dello strato precedentemente realizzato, in modo da assicurare omogeneità nel materiale

L'importanza della miscelazione



Varie tipologie di stabilizzatrici



WS 2200 – WS 2500



WR 2500 S

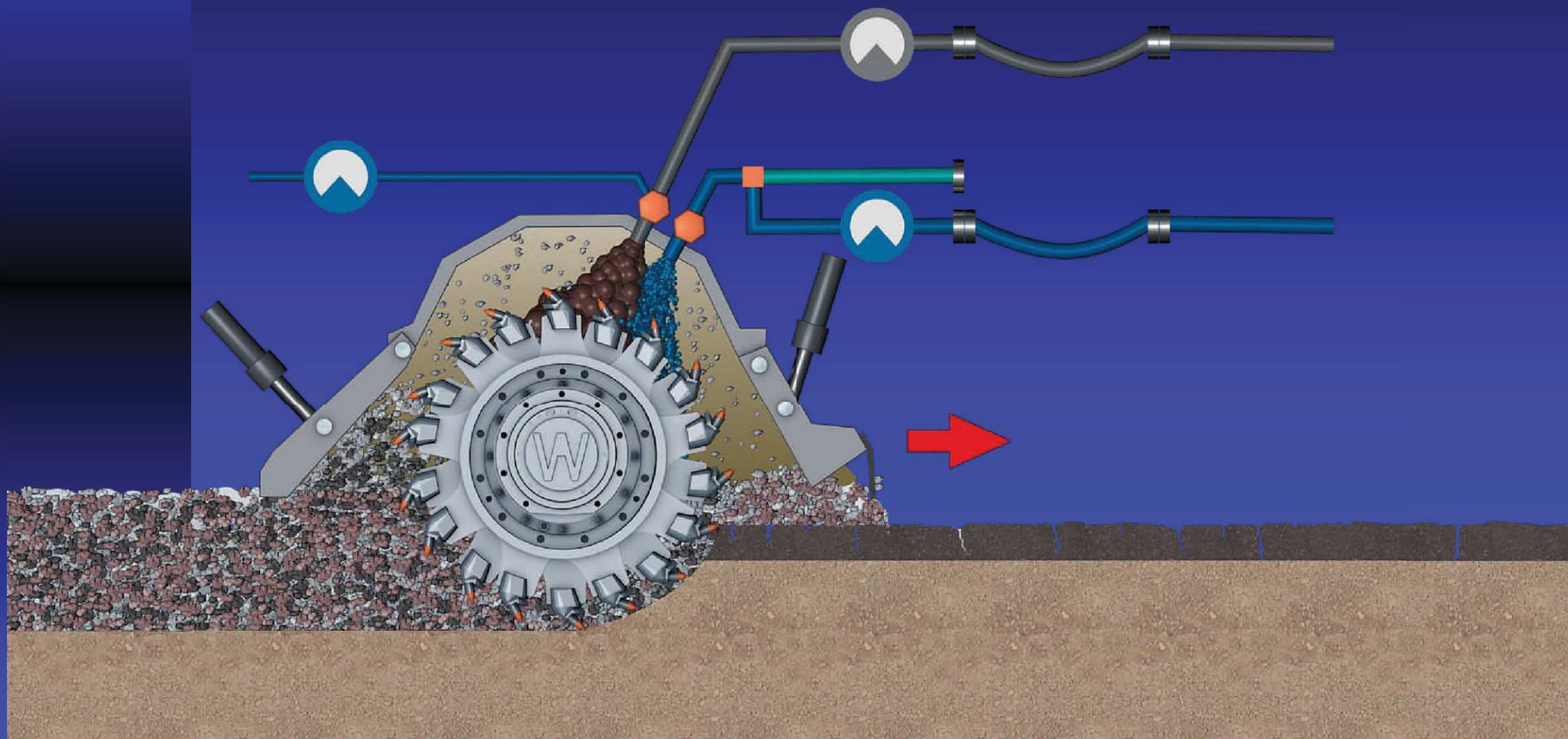


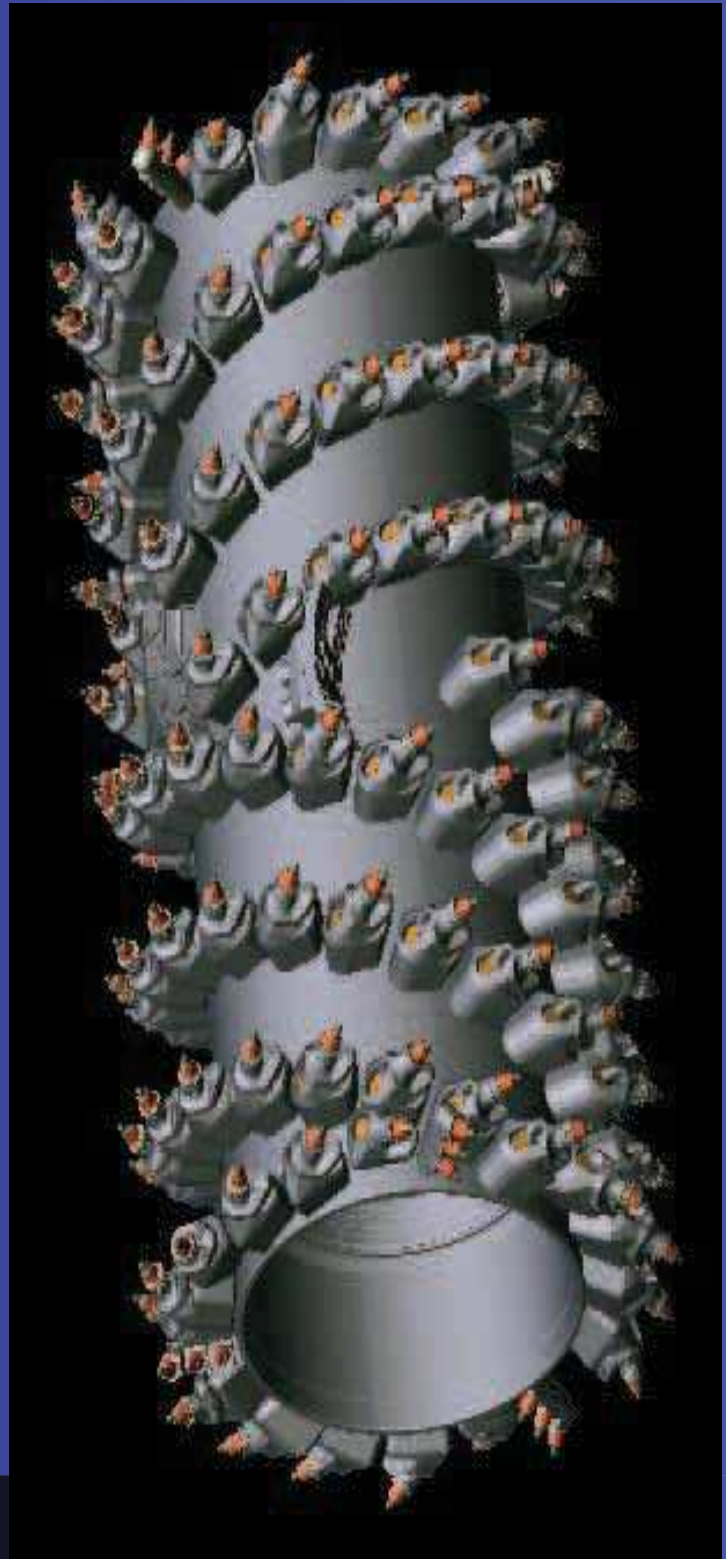
WR 2400



WR 2000

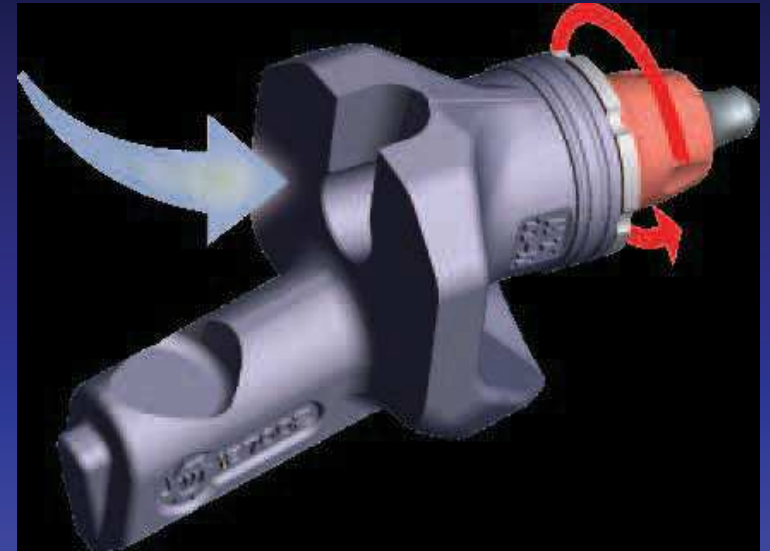
IL ROTORE: cuore del sistema





Gli utensili: i veri attori della miscelazione



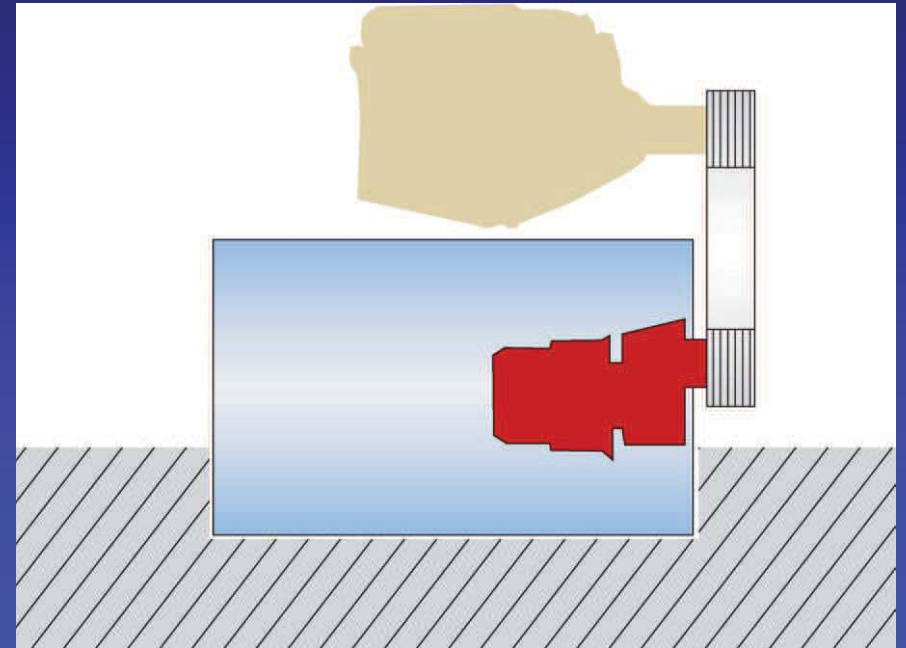
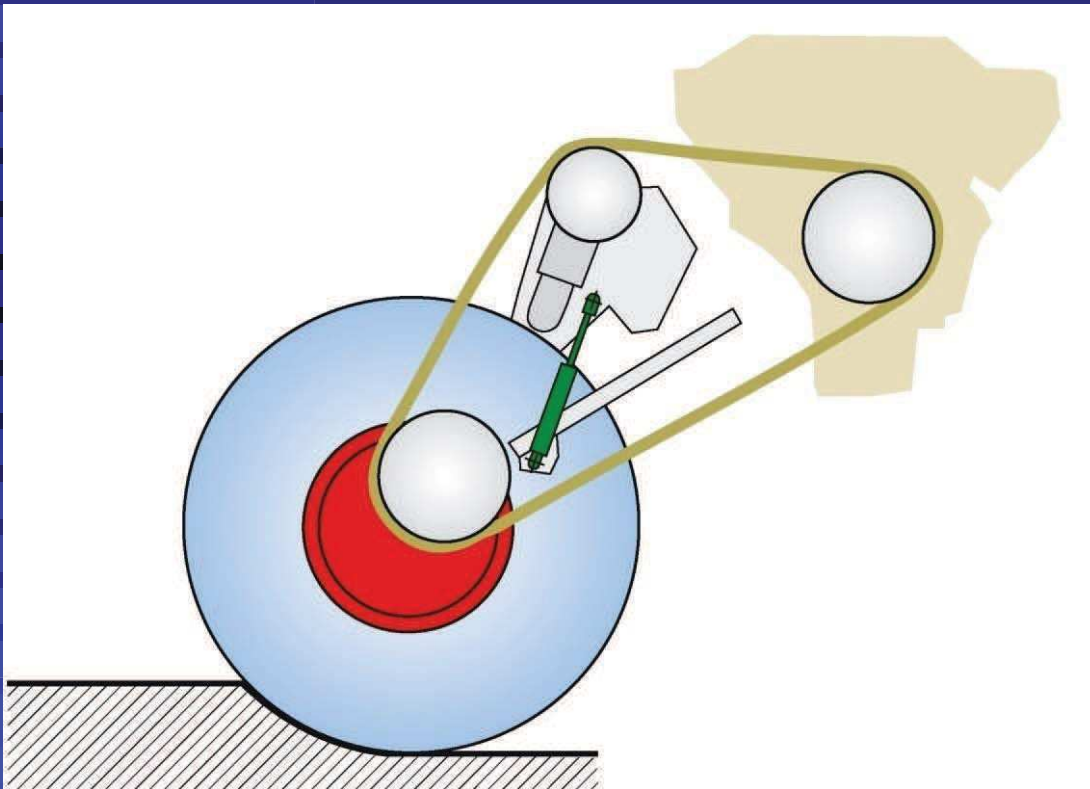


Il sistema di cambio rapido
del portadente
con comportamento
rotazionale
ottimizzato del dente:
il Sistema Rotazione per
ridurre l'usura del
dente e agevolarne la
sostituzione



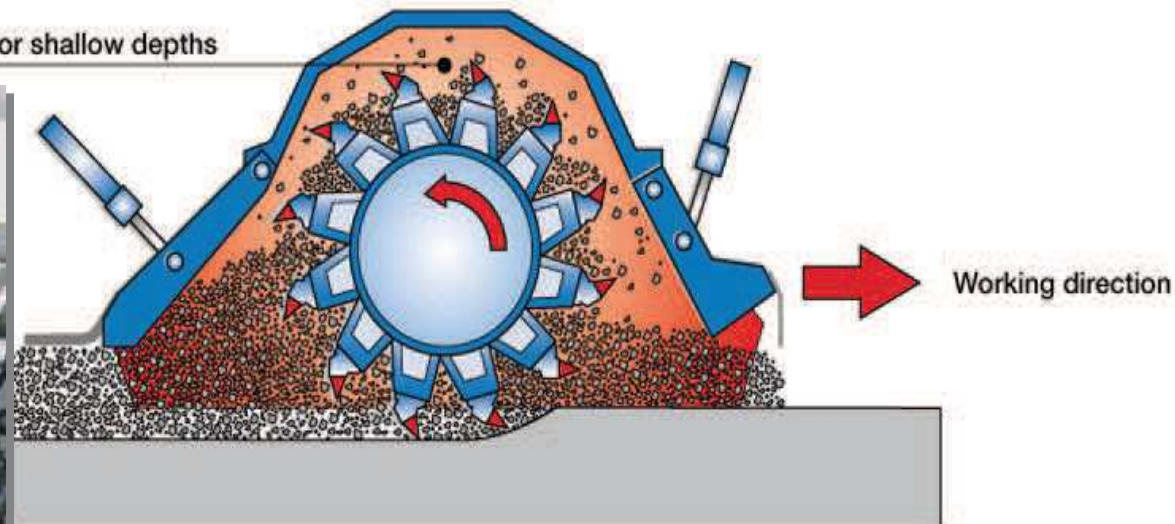
- 1 Il sistema 45 allunga la durata utile della parte superiore anche del 20 per cento
- 2 Indicatori d'usura distanziati fra loro di 5 mm
- 3 Migliore protezione della parte inferiore grazie alla totale sovrapposizione da parte di quella superiore
- 4 Le particelle fini di fresato vengono dilavate dal foro del dente
- 5 Rompitruciolo per un ulteriore sminuzzamento del materiale fresato
- 6 Geometria ottimizzata degli angoli del gambo per una maggiore resistenza del componente
- 7 Guarnizione di tenuta interposta fra parte superiore e inferiore per agevolare e velocizzare le operazioni di smontaggio e rimontaggio della parte superiore
- 8 Superficie di contatto fra parte superiore e inferiore aumentata del 75 per cento per allungare la vita utile della parte inferiore
- 9 Perno conico di spinta per una trasmissione sicura della forza di serraggio
- 10 Vite di fissaggio robusta con filettatura M30x2 ed esagono cavo da 17 mm
- 11 Tappi di chiusura di protezione

Azionamento del tamburo

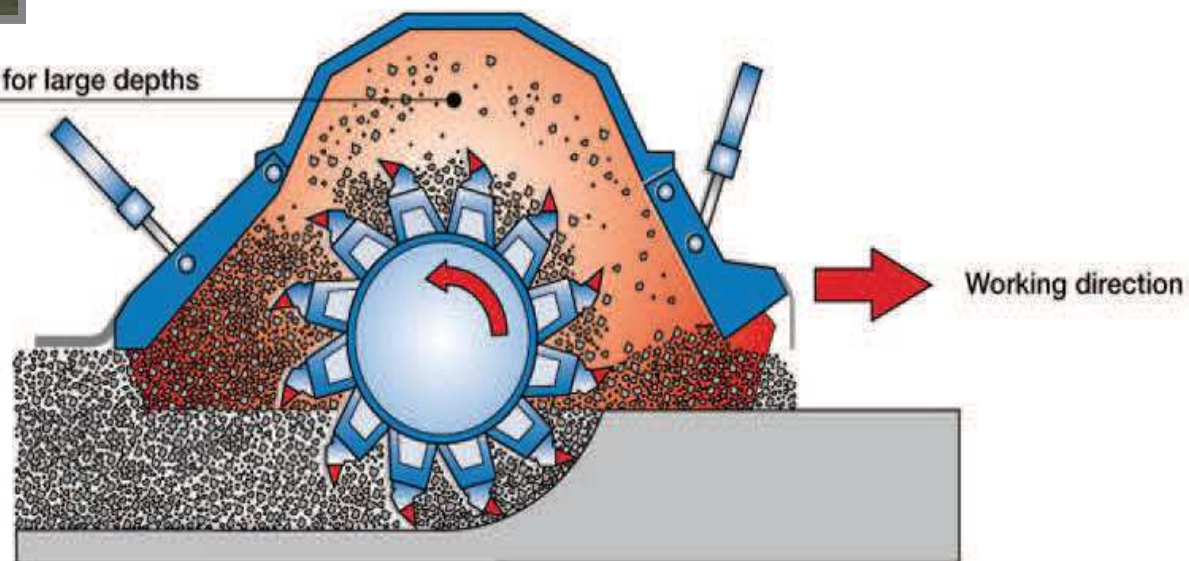


La miscelazione a camera variabile

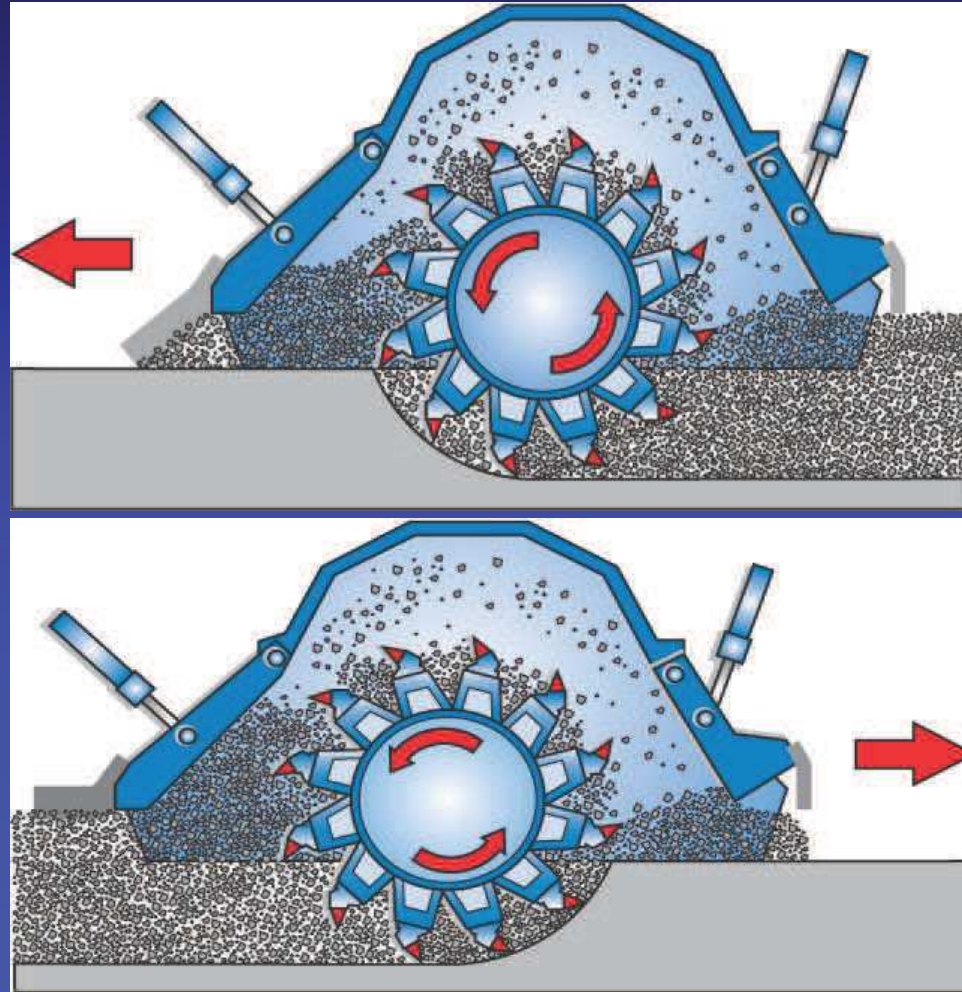
Small mixing space for shallow depths



for large depths



Lavorazione concorde e discorde





Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S

Larg. Di lavoro 2,438 m

Prof. di lavoro 0 – 500 mm

Potenza motore 500 kW / 680 PS

Peso operativo 32.000 kg





WR 2000

Larg. Di lavoro 2,000 m

Prof. di lavoro 0 – 500 mm

Potenza motore 315 kW/428 PS

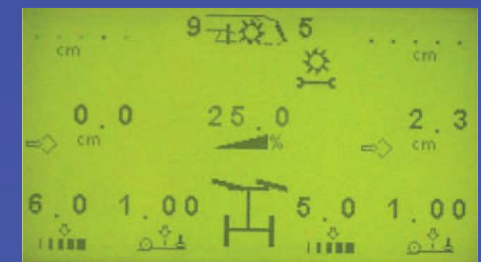
Peso operativo kg 23.000



Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S



	0m	Job
	0m ²	
	0m ³	0t
Ⅰ	0.000t	0.00%
Ⅱ	0.000t	0.00%
Ⅱ+	0.000m ³	0.00%
Ⅲ	0.000m ³	0.00%
Ⅳ	0.000t	0.00%



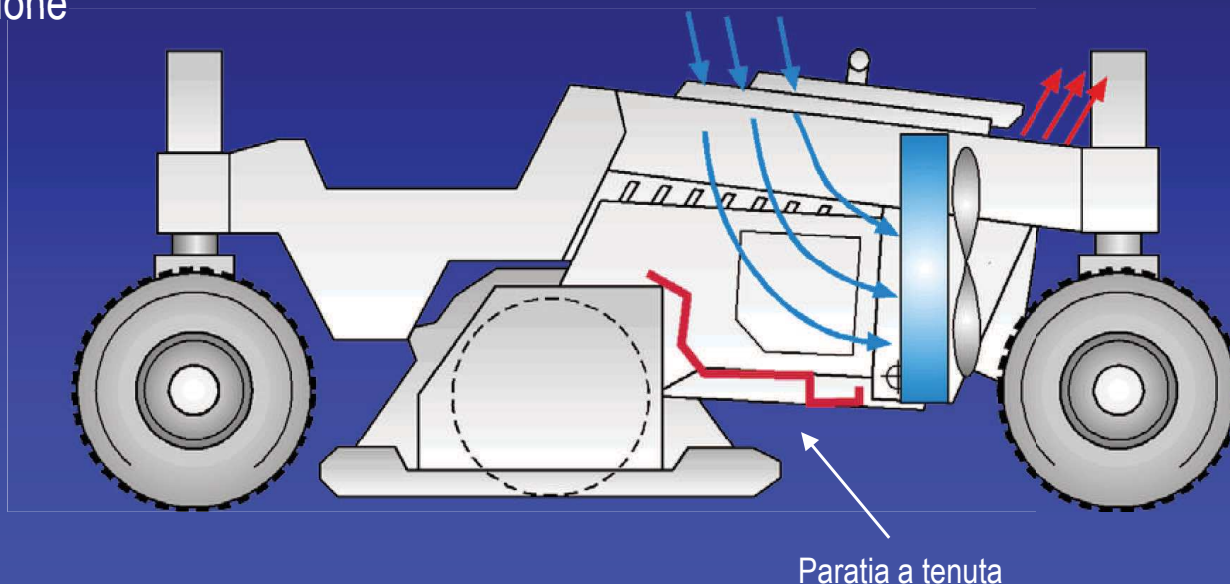
Dati di produzione/livellazione e gestione
macchina visualizzati su Display CGC



Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S

Sistema di aspirazione

aspirazione di aria fresca
direttamente sui filtri a ciclone
posti sopra il motore



Filtri a ciclone già installati di serie
sulla macchina base



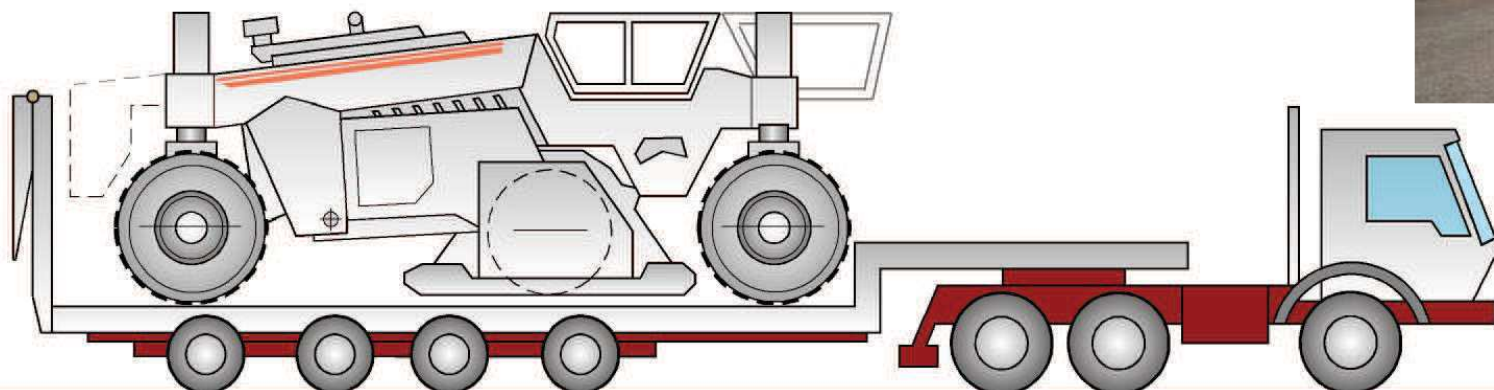
Riciclatrice Stabilizzatrice WR 2500 S

Trasportabile su autocarro a pianale
ribassato a 4 assi con motrice a 3 assi

Larghezza macchina : 3,00 m

Altezza di trasporto : 3,00 m

Lunghezza macchina: 8.420 mm



PESI:

- 9.000 kg peso motrice (circa)
- 13.300 kg peso pianale (circa)
- 30.500 kg peso macchina
- 52.000 kg Totale

LA REGOLARIZZAZIONE E IL COSTIPAMENTO



- Utilizzando un grader, si livella lo strato lavorato preparandolo per il successivo costipamento
- Il rullo a piede di montone (in realtà padfoot) è la macchina ideale per costipare le terre limo-argillose trattate con calce, poiché esso è in grado di addensare la miscela anche in profondità, favorendo la fuoriuscita dell'aria intrappolata.
- Il peso del rullo e le modalità di costipamento si scelgono in funzione:
 - spessore dello strato da costipare;
 - caratteristiche delle terre lavorate;
 - grado di addensamento desiderato;
 - posizione dello strato lavorato nella sezione stradale.





LA REGOLARIZZAZIONE E IL COSTIPAMENTO FINALE



- Il grado di addensamento delle miscele trattate è stabilito dal progetto.
- In relazione all'energia di costipamento necessaria (spessore e densità degli strati) si utilizzano anche i rulli compattatori con tamburi lisci; i rulli gommati si usano per le operazioni di finitura della superiore dello strato.
- I rulli compattatori con tamburi lisci e quelli gommati sono tipicamente utilizzati con le terre meno plastiche e con scheletro litico.



3518 - 3518 HT

17.820 kg L. 2.200 mm

3520 - 3520 HT

19.800 kg L. 2.200 mm

3625 HT

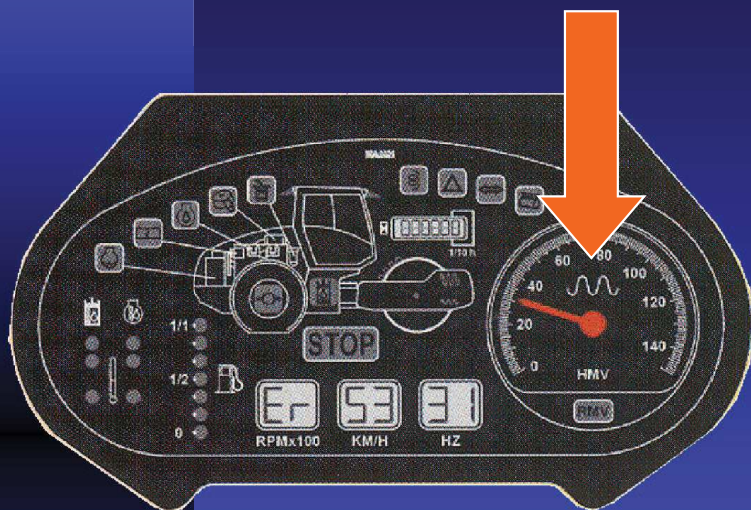
24.960 kg L. 2.200 mm





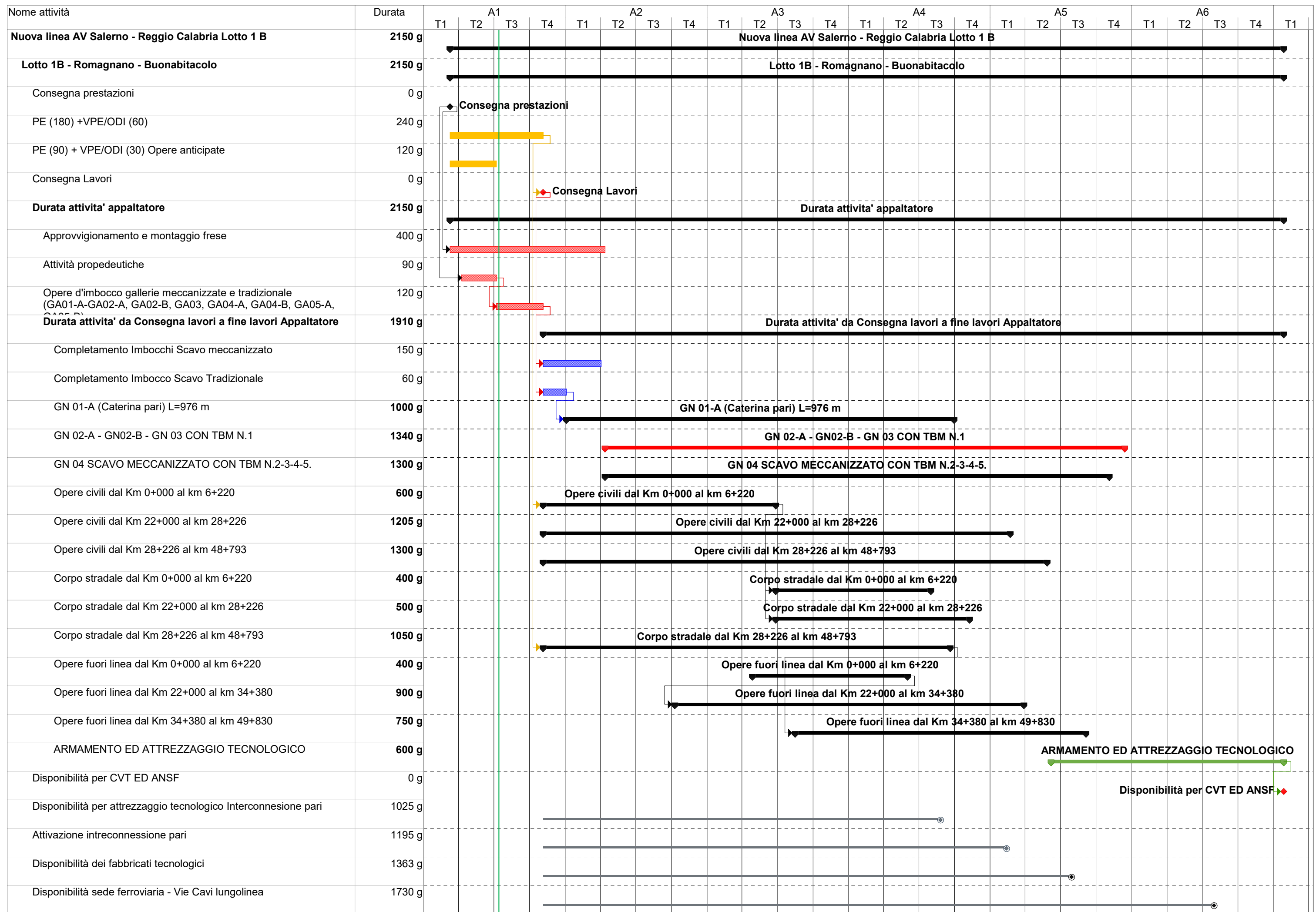
Rulli compattatori da rilevato

Compattometro HCM



Hamm serie 3000

Allegato 4
Cronoprogramma lavori



Allegato 5

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.

**LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO**

**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**

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	RIFERIMENTI NORMATIVI SULLA GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE PROVENIENTI DA SCAVO MECCANIZZATO	5
1.2	SCAVO MECCANIZZATO CON TBM CON TECNOLOGIA EPB.....	6
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	FORMAZIONI LITOLOGICHE ATTRAVERSATE	46
4.2	CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEI TERRENI E DELLE ROCCE.....	46
4.3	FUSO GRANULOMETRICO COMPLESSIVO E CORRELAZIONE DEI TERRENI CONDIZIONATI CON I PRODOTTI TESTATI.....	46
5	COMPATIBILITÀ AMBIENTALE SITO SPECIFICA DEI TERRENI SPERIMENTATI.....	54
5.1	NATURA DEI PRODOTTI E CLASSIFICAZIONE AI SENSI DEL REGOLAMENTO CE N. 1272/2008	54
5.2	EFFETTI SUL COMPARTO TERRESTRE	55
5.3	EFFETTI SUL COMPARTO ACQUATICO	55
5.4	EFFETTI ECO-TOSSICOLOGICI E DI BIO-DEGRADABILITÀ DEI TERRENI CONDIZIONATI CON I PRODOTTI TESTATI	56
6	CRITERI PER LA GESTIONE OPERATIVA DEI MATERIALI DA SCAVO.....	58
6.1	INDIRIZZI PER LE SUCCESSIVE FASI DI PROGETTAZIONE/REALIZZAZIONE	58
6.2	INDIRIZZI SUL PROTOCOLLO OPERATIVO DA ATTUARE IN CORSO D'OPERA	59
6.2.1	CAMPIONAMENTO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO.....	59
6.2.2	CAMPIONAMENTO DEI MATERIALI ADDITIVATI PROVENIENTI DALLO SCAVO IN MECCANIZZATO.....	61
6.2.3	MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEI CAMPIONI	62
6.2.4	ANALISI CHIMICO-FISICHE	63
6.2.5	VERIFICA ECO-TOSSICOLOGICA	63
6.3	LOGISTICA DI CANTIERE.....	65



LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA
NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA
LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA
LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI
MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO
MECCANIZZATO CON ADDITIVI

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
					3/67

6.3.1	STOCCAGGIO DEL MATERIALE SCAVATO CON METODI TRADIZIONALI	65
6.3.2	STOCCAGGIO DEL MATERIALE SCAVATO CON TBM	66

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA												
	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>4/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.					
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					4/67								

1 PREMESSA

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

Più in dettaglio, l'architettura di tale linea guida è stata concepita nell'ottica di strutturare un documento da allegare ai Piani di Utilizzo Terre (PUT) redatti ai sensi del D.P.R. 120/2017, cogliendo l'opportunità rappresentata dalla **Legge 11 settembre 2020, n. 120** "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 16 luglio 2020, n. 76 recante «Misure urgenti per la semplificazione e l'innovazione digitali» (c.d. Decreto Semplificazioni)" di anticipare la procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) alla fase di Progetto di Fattibilità Tecnico Economica (PFTE).

Nel contempo, considerando l'entrata in vigore della **Legge 29 luglio 2021, n. 108** "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 31 maggio 2021, n. 77 recante «Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure»" si riporta di seguito uno schema esemplificativo dei principali step autorizzativi cui devono essere sottoposti i progetti inseriti nell'Allegato IV alla suddetta Legge n. 108/2021, sulla base di quanto riportato nell'art. 44 alla stessa (*Semplificazioni procedurali in materia di opere pubbliche di particolare complessità o di rilevante impatto*).

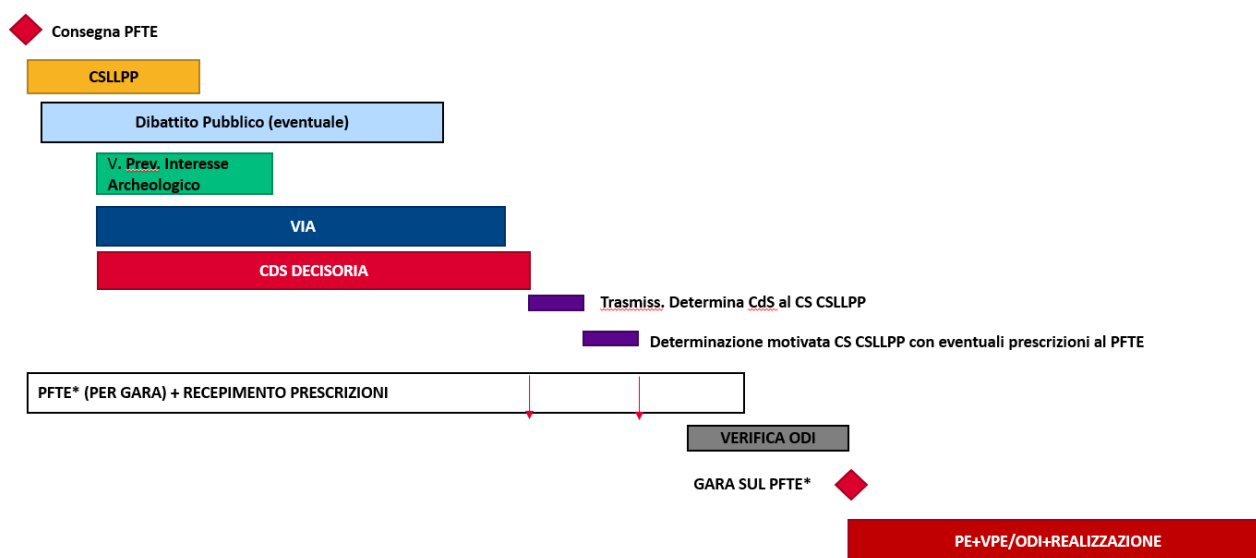


Figura 1 – Flusso di processo per i progetti inseriti in Allegato IV del PNRR

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>5/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						5/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					5/67								

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, in fase di PFTE 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.

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,

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>6/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						6/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					6/67								

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 utilizzati 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.

Con tali premesse, considerando il panorama progettuale e normativo di riferimento nel quale si inserisce la redazione del PUT nonché le stringenti tempistiche a disposizione per il reperimento delle autorizzazioni ambientali in sede di PFTE, 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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>7/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						7/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					7/67								

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 2, 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.

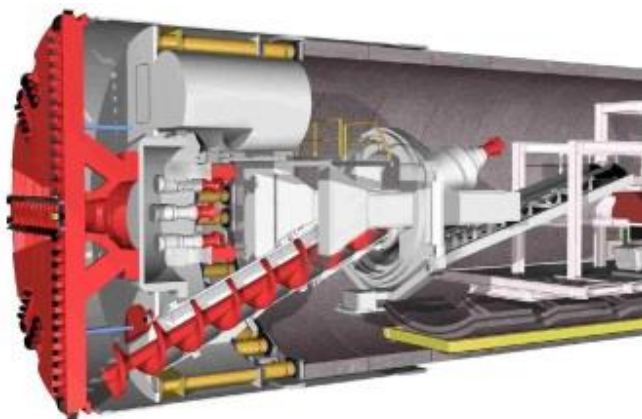


Figura 2 – Schema di una TBM di tipo EPB

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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>8/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						8/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					8/67								

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 3.

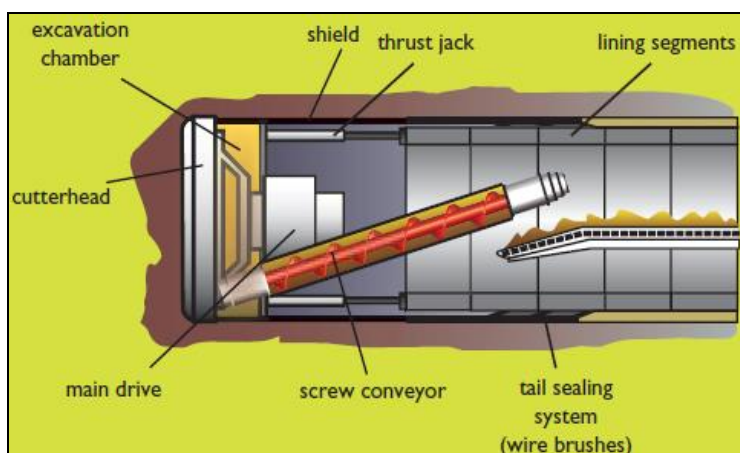


Figura 3 – Schema di funzionamento di una TBM di tipo EPB

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 4, 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.

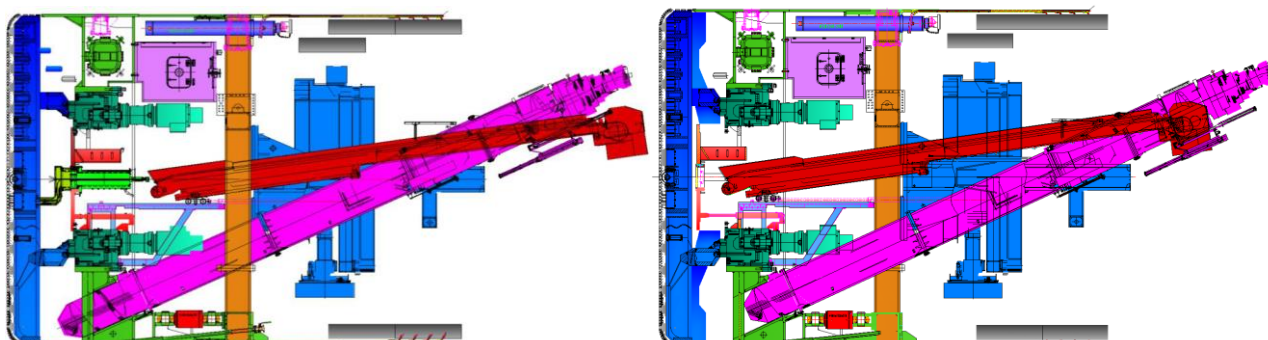


Figura 4 – Esempio TBM “convertibile” Roccia/EPB in configurazione di tipo EPB ed in configurazione di tipo da roccia

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.

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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>10/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						10/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					10/67								

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 2).

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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>11/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						11/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					11/67								

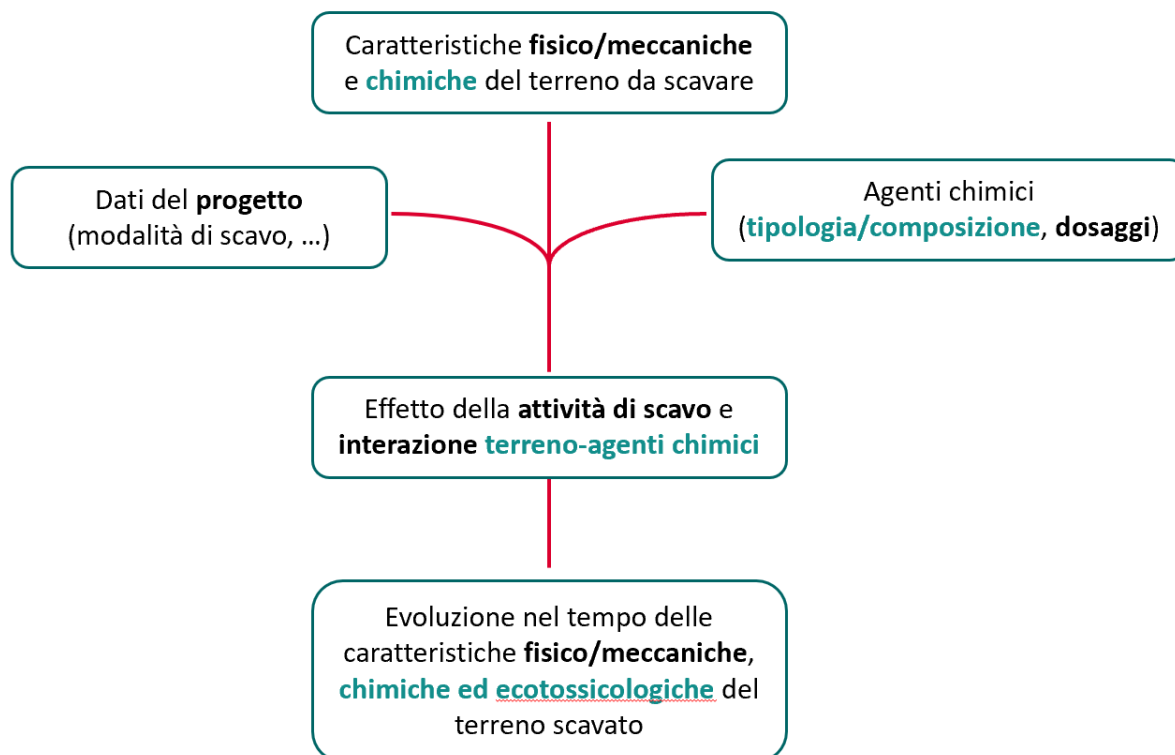


Figura 5 – Modello concettuale degli studi sperimentali

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)
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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>12/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						12/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					12/67								

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.
- ✓ 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, Hajipour G, Hassanpour J, Peila D. 2020. The most common laboratory procedures for the evaluation of EPB TBMs excavated material ecotoxicity in Italy: A review. **Geoingegneria 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 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)
- ✓ 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>15/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						15/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					15/67								

- ✓ 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,
- ✓ 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, Hajipour 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
- ✓ 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.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>17/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						17/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					17/67								

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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>18/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						18/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					18/67								

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 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>19/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						19/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					19/67								

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

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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>20/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						20/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					20/67								

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

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 6 – *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.

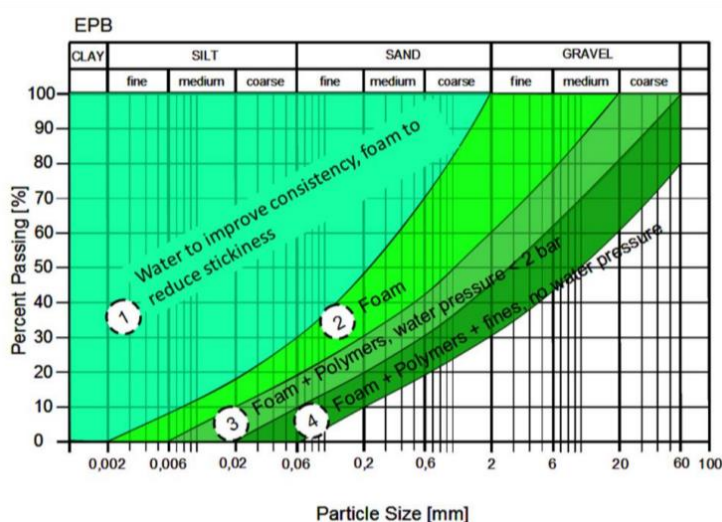


Figura 6 – Campo di applicazione di una TBM di tipo EPB ed indicazioni generali circa il condizionamento (Thewes 2007)

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>22/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						22/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					22/67								

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;
- ✓ 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>23/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						23/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					23/67								

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.

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:

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>24/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						24/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					24/67								

- ✓ 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;
- ✓ 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>25/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						25/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					25/67								

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 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>26/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						26/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					26/67								

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 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 (DT₅₀) 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.

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 concentrazioni 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.

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).

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

- 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; UNI EN ISO 6341:2012)
- 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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>29/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						29/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					29/67								

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 dimezzamento simili nei due terreni trattati (DT_{50} 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 (DT_{50} 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: Actisoyl 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 (%)
Actisoyl 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)butilene	112-34-5	0,25-0,49
Lamgum 200	Polisaccaride naturale	-	-

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 Actisoyl 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</p>	<p>COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAG. 31/67</p>

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 Actisoyl 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 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 Actisoyl 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 (DT_{50}) 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 DT_{50} 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).

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, Actisoil 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).

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):

- 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 tossicità su embrioni di pesce (FET) *Danio rerio* (OECD 236; ISO 15088:2007).
- 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

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

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA												
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>35/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						35/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					35/67								

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:

- 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 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). 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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA				
	ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO

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

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:

- 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 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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.

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 della omogeneità dello stesso. A valle dei risultati di tali prove si è deciso di escludere il prodotto Actisoil 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 alchilettere 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

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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>39/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						39/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					39/67								

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: Actisoil 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 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 Actisoil 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.

	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA												
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>41/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						41/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					41/67								

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 Lamsperse 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 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).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
	ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI
COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAG.	42/67

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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>43/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						43/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					43/67								

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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>44/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						44/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					44/67								



Figura 7 – 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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>45/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						45/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					45/67								

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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>46/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						46/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					46/67								

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

4.1 FORMAZIONI LITOLOGICHE ATTRAVERSATE

Per le formazioni geologiche interessate dagli scavi con TBM di tipo EPB si rimanda ai contenuti della “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo”, rif. RC2AB1R07RHGN0000001

4.2 CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEI TERRENI E DELLE ROCCE

Per le caratteristiche granulometriche e le proprietà indice dei litotipi attraversati si rimanda ai contenuti del §8.3 della “Relazione tecnica delle opere in sotterraneo”, rif. RC2AB1R07RHGN0000001.

4.3 FUSO GRANULOMETRICO COMPLESSIVO E CORRELAZIONE DEI TERRENI CONDIZIONATI CON I PRODOTTI TESTATI

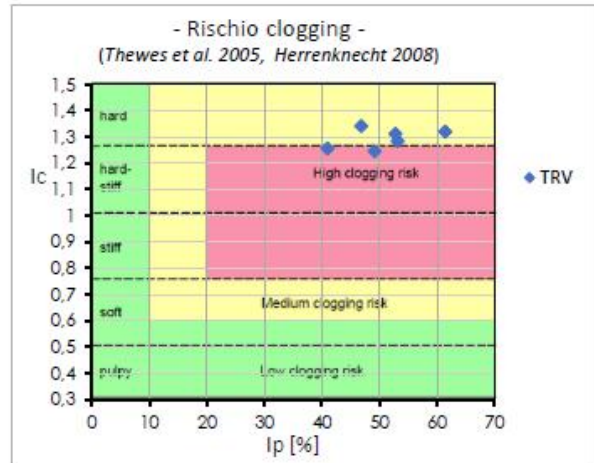
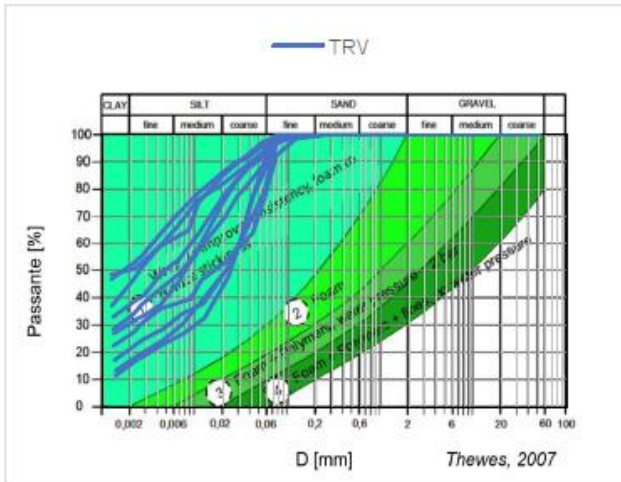
Con le informazioni ad oggi a disposizione si possono ipotizzare delle analogie a casi già studiati sulla base delle granulometrie e delle proprietà indice dei terreni, quando a disposizione, tuttavia, si evidenzia che solo in fase di progettazione esecutiva si potrà procedere ad uno studio di condizionamento con prove in laboratorio dedicate, utilizzando i litotipi che verranno realmente scavati. Tale studio potrà apportare confermare/integrare/modificare le presenti valutazioni, come avviene per tutti gli aspetti del progetto passando da una fase preliminare di progettazione ad una fase successiva.

Si riportano a seguire numerosi esempi di studi di condizionamento condotti dal Politecnico di Torino (DIATI) volti a determinare la tipologia/le tipologie di additivo e le quantità ottimali di condizionamento. A valle di ciascun studio sono stati costituiti campioni di terreno condizionato che sono stati sottoposti a successive prove eco-tossicologiche. Gli esiti di queste ultime prove hanno ampiamente dimostrato la compatibilità degli additivi testati e miscelati con i materiali di scavo in questione con gli ambienti naturali e vitali interferiti.

Si riportano a seguire i fusi granulometrici dei terreni testati in tali studi di condizionamento in cui ricadono i litotipi interessati dalla tratta in esame ed a cui si può fare riferimento per considerazioni di tipo ambientale.

Progetto: PA-CA_Lotto 4a

Formazione: TRV Formazione di Terravecchia membro pelitico argilloso

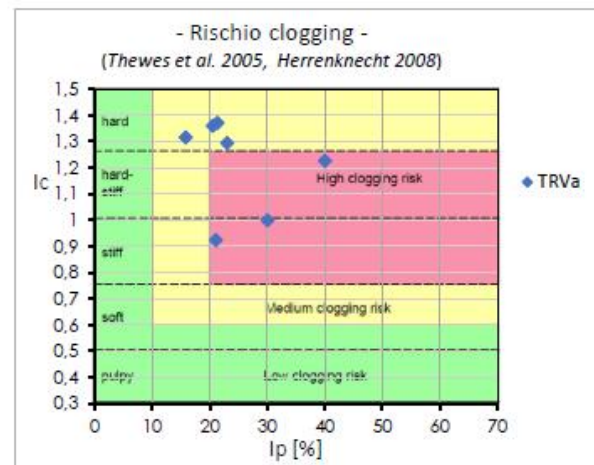
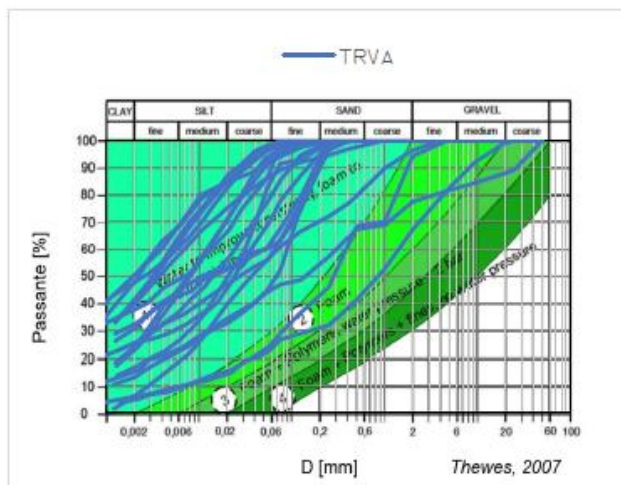


Prodotti testati di n. case produttrici: 4

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
0	9	58	33	

Progetto: PA-CA_Lotto 3

Formazione: TRVa Formazione di Terravecchia

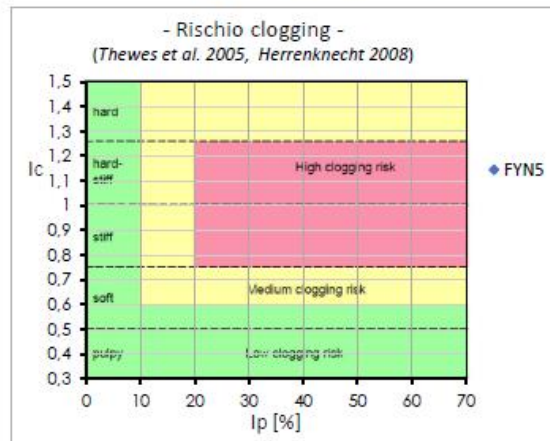
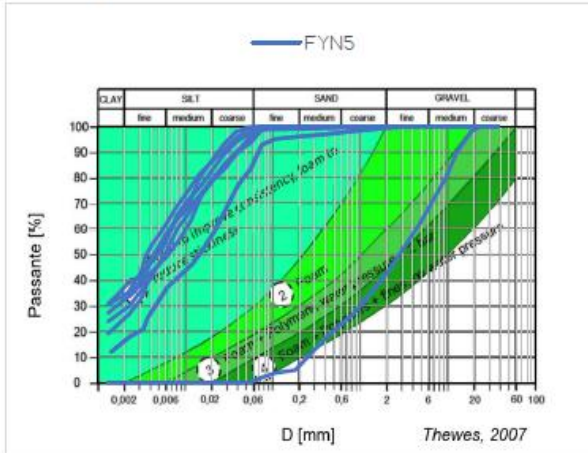


Prodotti testati di n. case produttrici: 4

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
0	26	45	24	

Progetto: PA-CA_Lotto 1 e 2

Formazione: Flysch Nun Membro di Gerasi Siculo. Argilliti e argilliti siltitiche di colore grigio e grigio chiaro, a luoghi con bande grigio scuro, bruno



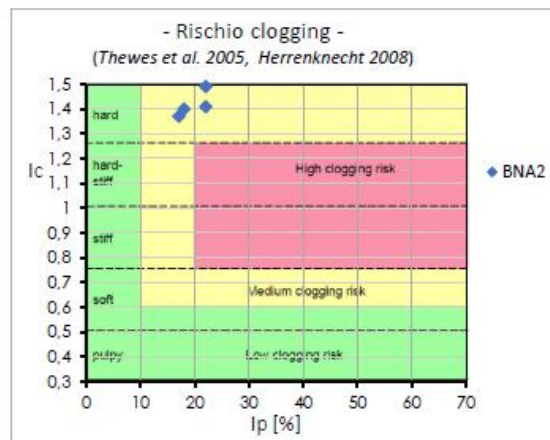
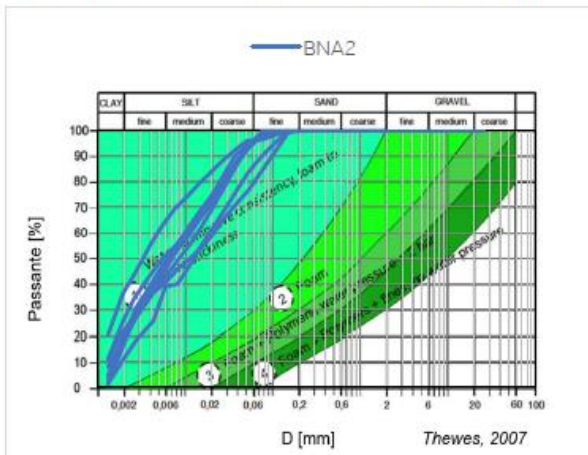
I valori ricadono al di fuori dell'area del grafico e non risultano visualizzati

Prodotti testati di n. case produttrici: 4

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
7	6	61	25	

Progetto: Hirpinia - Orsara

Formazione: BNA2 Formazione della Baronia - membro pelitico-arenaceo del F. Miscano

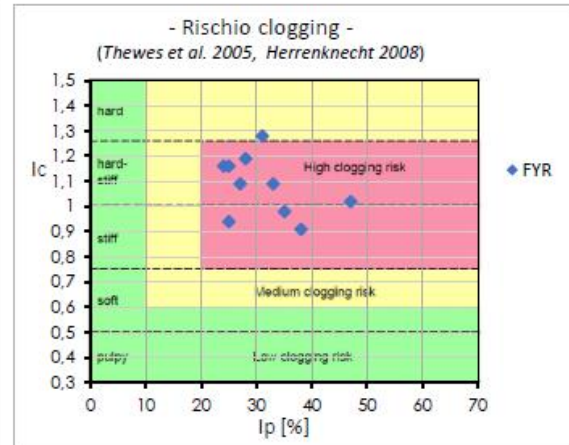
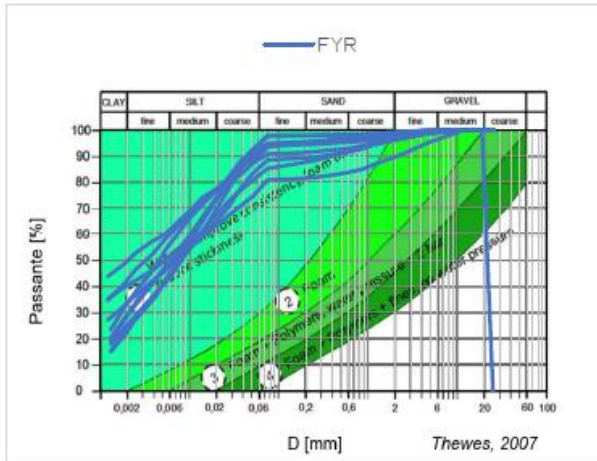


Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
0	26	45	24	

Progetto: Hirpinia - Orsara

Formazione: FYR Flysh Rosso del Frigento - Argille scagliose



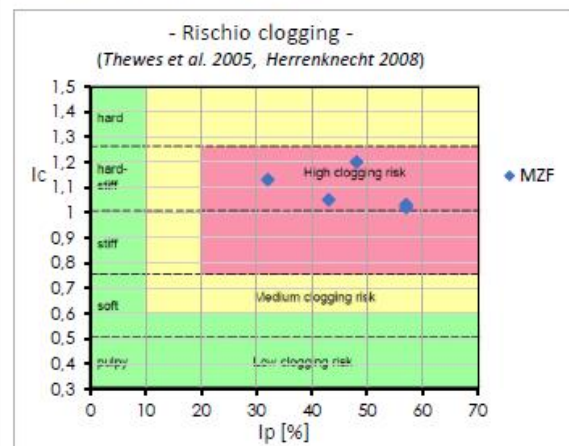
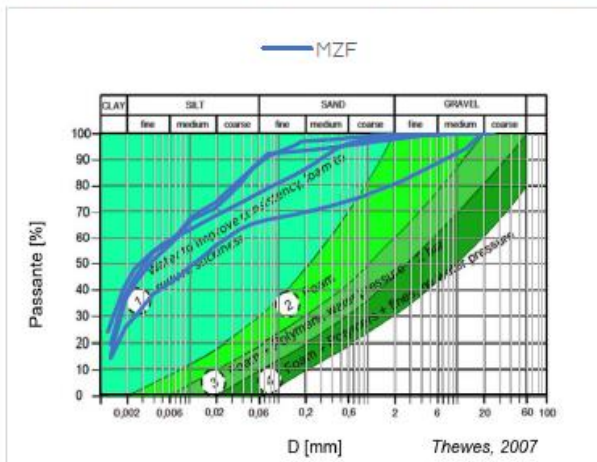
Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%) 3
S (%) 8
L (%) 56
A (%) 33

Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali

Progetto: Hirpinia - Orsara

Formazione: MZF Argilliti con gessi di Mezzana di Forte ed Argilliti policrome del Calaggio

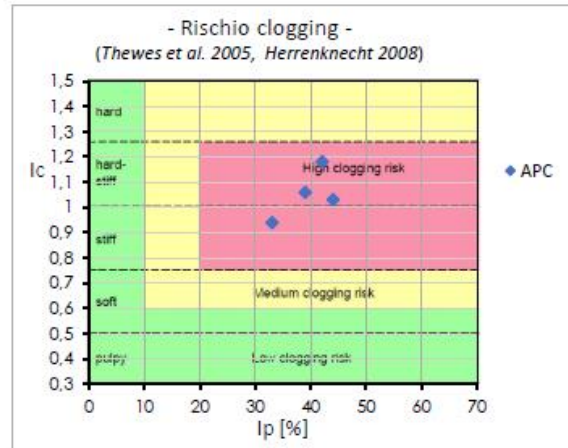
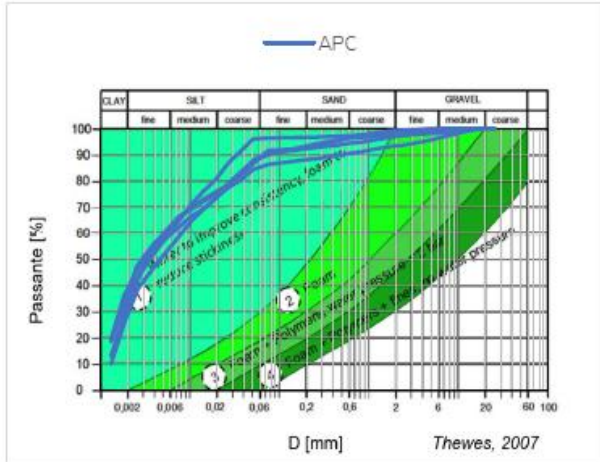


Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%) 6
S (%) 14
L (%) 46
A (%) 34

Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali

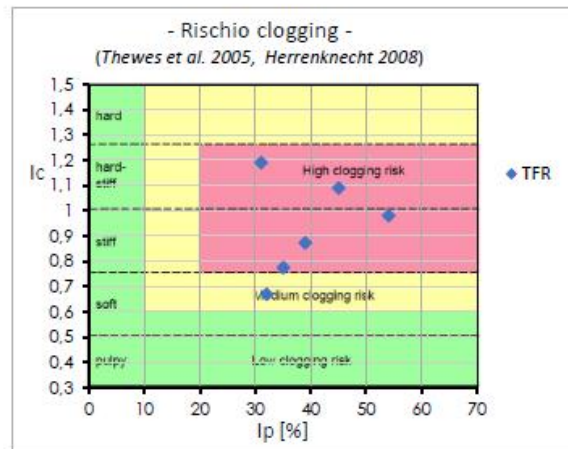
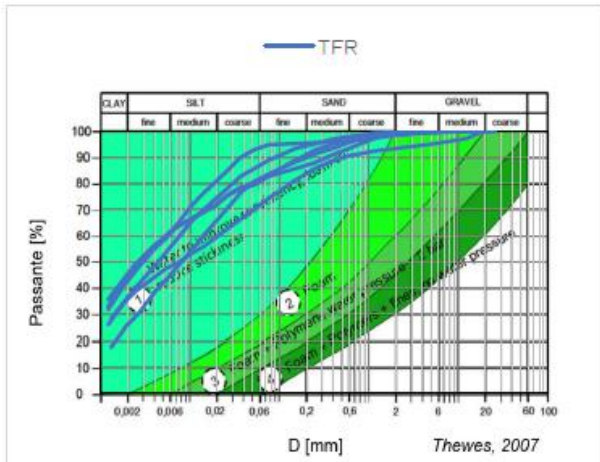
Progetto: Hirpinia - Orsara
Formazione: APC Argille a luoghi varicolori



Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
3	8	55	34	

Progetto: Hirpinia - Orsara
Formazione: TFR Formazione del torrente Fiumarella - Conglomerati

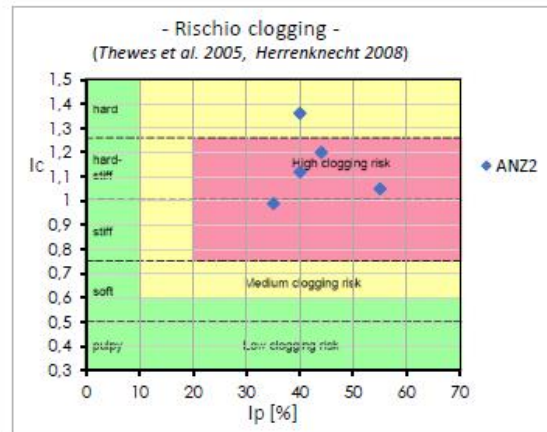
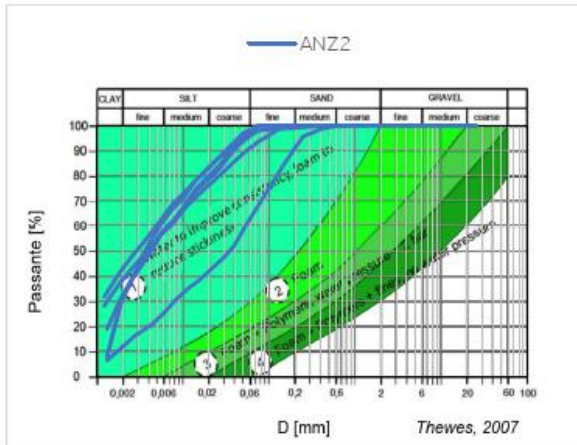


Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
2	15	44	38	

Progetto: Hirpinia - Orsara

Formazione: ANZ2 Molasse di Anzano - Argille e sabbiose limose

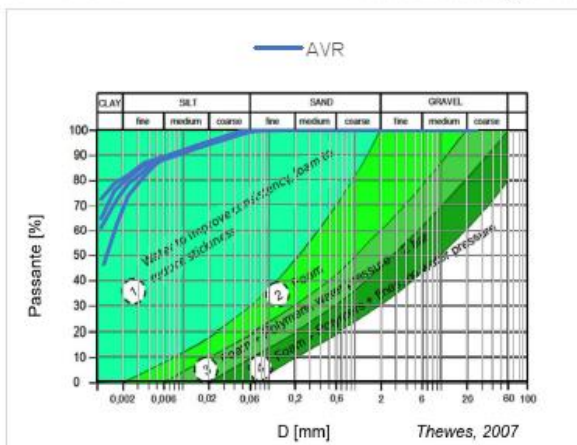


Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
0	10	59	31	

Progetto: Hirpinia - Orsara

Formazione: AVR Formazione delle argille varicolori - Argille varicolori



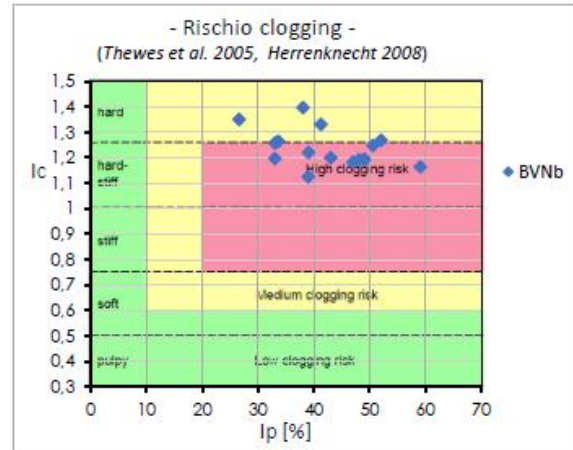
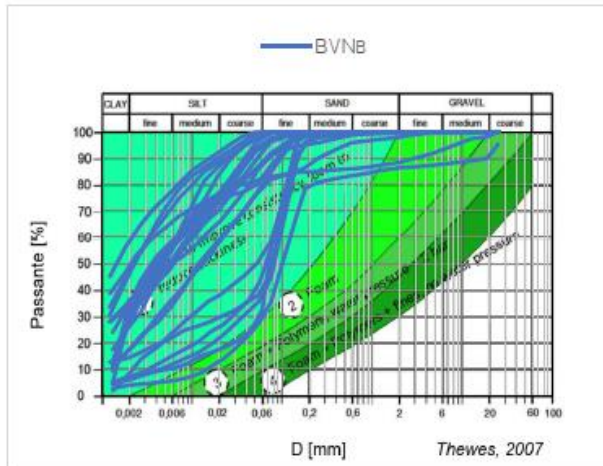
Argille molto plastiche e collose

Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
0	1	24	76	

Progetto: Orsara- Bovino

Formazione: BVNb Argille e sabbie del Vallone Mendiano - Argille, argille marnose con intercalazioni di sabbie

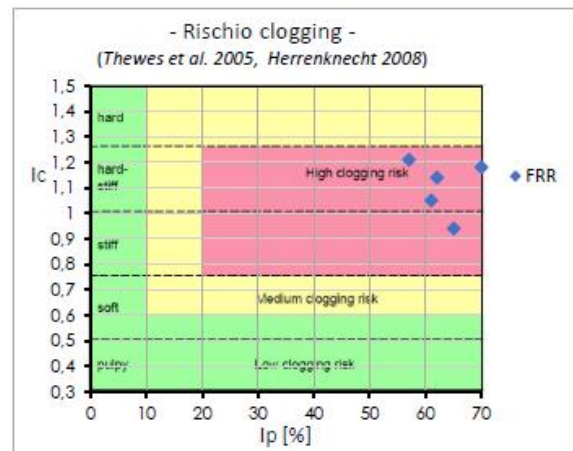
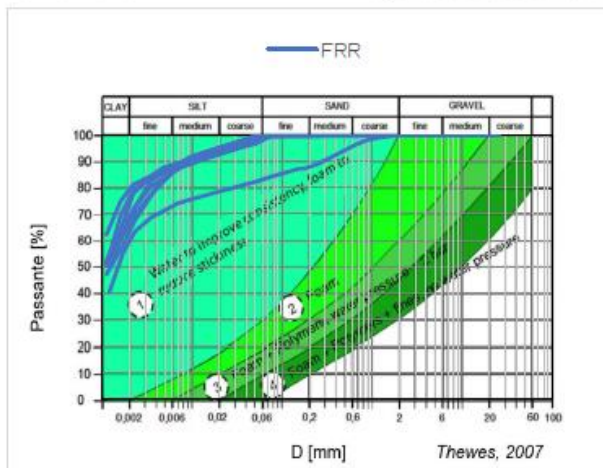


Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
2	22	50	27	

Progetto: Orsara- Bovino

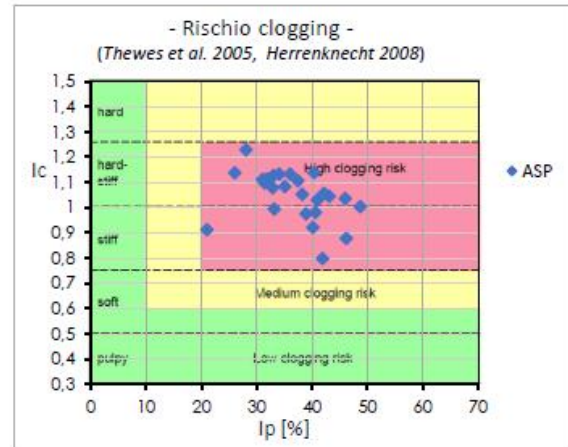
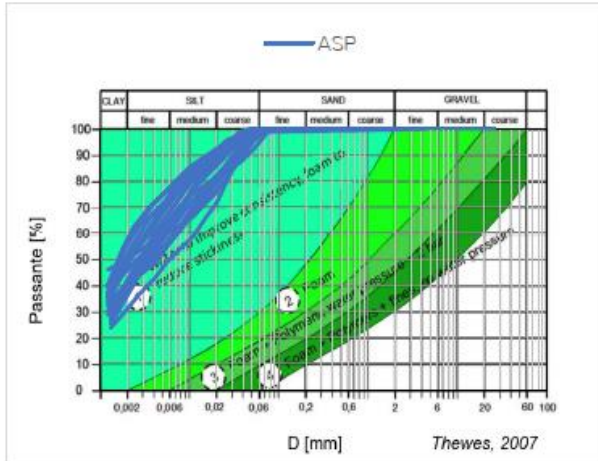
Formazione: FRR Flysch Rosso della Daunia - Argille, argille marnose, scagliose, con intercalazioni di calcari



Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
0	3	28	69	

Progetto: Orsara- Bovino
Formazione: ASP Argille subappennine

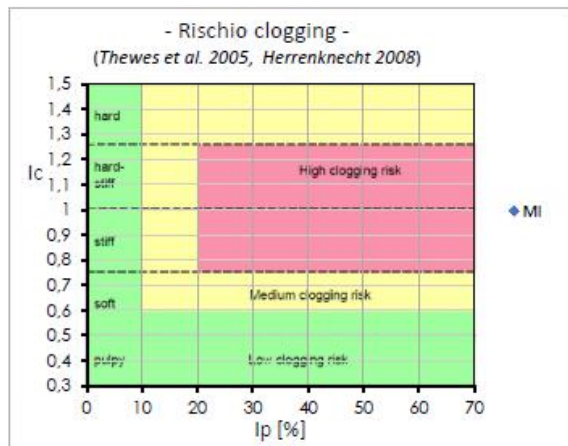
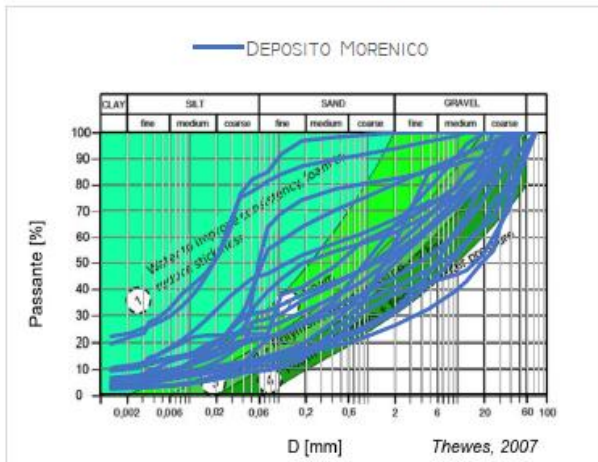


Prodotti testati di n. case produttrici: 1

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
0	2	54	44	

Progetto: Linea Torino - Lione, tratta Avigliana Orbassano

Formazione: MI Deposito Morenico



I valori ricadono al di fuori dell'area del grafico e non risultano visualizzati

Prodotti testati di n. case produttrici: 2

G (%)	S (%)	L (%)	A (%)	Esito condizionamento POLITO: per ogni ditta, individuati prodotti e dosaggi ottimali
45	25	23	7	

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>54/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						54/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					54/67								

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 complessivo, 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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>55/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						55/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					55/67								

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).

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>56/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						56/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					56/67								

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 additivate 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-

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>58/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						58/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					58/67								

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 anche al fine dell'espressione del parere di compatibilità ambientale dell'opera (procedura VIA), 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 di Fattibilità Tecnico Economica 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>												
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</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></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>59/67</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						59/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					59/67								

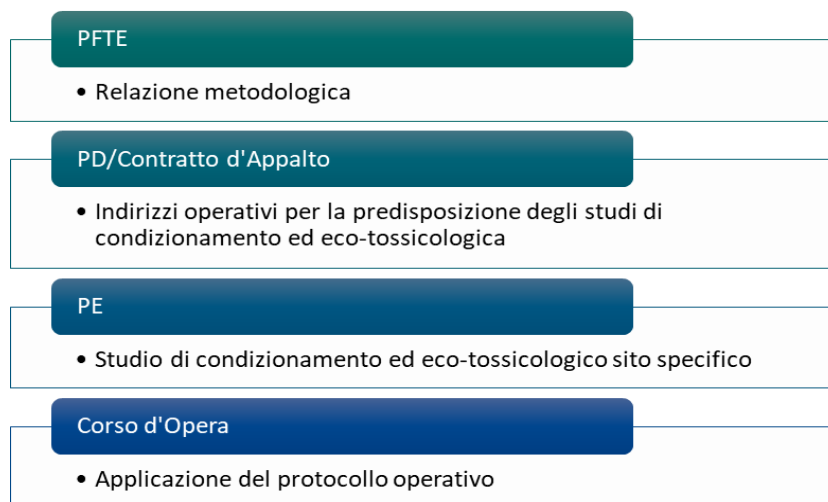


Figura 8 – Indirizzi per le successive fasi progettuale e realizzativa

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.

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

TEMATICA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT
		[1 ogni 5.000 mc]
RILEVATI E TRINCEE	196.832	39
VIADOTTI	835.709	167
NUOVA VIABILITA'	79.270	14
OPERE IDRAULICHE	39.700	8
PIAZZALI E VIABILITA' D'ACCESSO	32.895	7
PIAZZALE STAZIONE DI BUONABITACOLO	15.975	3
GALLERIE NATURALI (Scavo tradizionale)	86.211	17
GALLERIE NATURALI (Scavo meccanizzato)	2.594.142	519
GALLERIE ARTIFICIALI D'IMBOCCO	147.704	30
ALTRE OPERE (By pass, Camerone e finestre di esodo)	161.291	32
GALLERIE ARTIFICIALI	283.436	57
TOTALE	4.465.361	893

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA					
	ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.

Come previsto dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017, rispetto ai n. 893 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 = 893** 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 ~ 48** 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.

Tabella 19 - Tabella riepilogativa dei cumuli di materiali dal solo scavo meccanizzato - 1 ogni 5.000 mc – (parziale rispetto alla tabella 18)

GALLERIA	PRODUZIONE TERRE E ROCCE DA SCAVO DA GESTIRE COME SOTTOPRODOTTO		CAMPIONAMENTI	
	TIPOLOGIA DI SCAVO	MC/BANCO	VOLUME MAX CUMULO	CAMPIONAMENTI N.
GN02-A Sicignano bp (porzione) - GN02-B Sicignano bd (porzione) - GN04-A e GN04-B Auletta bp e bd e GN03 interconnessione pari (da lotto 1A) con suo imbocco GA03	Scavo meccanizzato	2.594.142	5,000	519
TOTALE		2.594.142		519

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>62/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						62/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					62/67								

Applicando la formula descritta sopra, dei **n = 519** cumuli realizzabili dai materiali additivati provenienti dallo scavo meccanizzato delle gallerie si prevede di sottoporre ad **analisi chimico fisiche m ~ 40** 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 48 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;
- 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.

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</p>
<p>ANNESSO TECNICO PER LA GESTIONE DEI MATERIALI PROVENIENTI DALLO SCAVO MECCANIZZATO CON ADDITIVI</p>	<p>COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. PAG. 63/67</p>

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.	

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 (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;
- 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 raggiuga 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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>66/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						66/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					66/67								

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 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 "sfiore" 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

	<p>LINEA SALERNO – REGGIO CALABRIA NUOVA LINEA AV SALERNO – REGGIO CALABRIA LOTTO 1 BATTIPAGLIA – PRAIA LOTTO 1B ROMAGNANO – BUONABITACOLO PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA</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>67/67</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.						67/67
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.								
					67/67								

(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.