

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



## DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO

### U.O. GEOLOGIA, GESTIONE TERRE E BONIFICHE

### PROGETTO DEFINITIVO

## RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni

Lotto 2: Taormina (i) / Letojanni – Giampilieri

## PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

### RELAZIONI GENERALE

SCALA:

-

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

RS2S 00 D 69 RG TA0000 001 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	F.Rocchi	Ottobre 2017	G. Cardinali	Ottobre 2017	P. Carlesimo	Ottobre 2017	D. Ludovici Luglio 2018
B	Consegna per CSLLPP	F.Rocchi	Gennaio 2018	S. Vitali	Gennaio 2018	P. Carlesimo	Gennaio 2018	
C	Recepimento istruttoria CSLLPP	F.Rocchi	Luglio 2018	S. Vitali	Luglio 2018	P. Carlesimo	Luglio 2018	

File: RS2S00D69RGTA0000001C

n. Elab.: **3069**

## INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI.....</b>	<b>7</b>
	2.1 DEFINIZIONE E CONDIZIONI DI APPLICABILITA' DEL D.P.R 120/17 .....	9
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DELL'AREA DI PROGETTO.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>LOTTO 1 – TRATTA FIUMEFREDDO-TAORMINA/LETOJANNI .....</b>	<b>18</b>
	<b>4.1 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO .....</b>	<b>18</b>
	4.1.1 Opere in sotterraneo.....	18
	4.1.2 Tecniche di scavo.....	19
	4.1.3 Quadro dei materiali di scavo prodotti ed oggetto del piano di utilizzo .....	21
	4.1.4 Operazioni sui materiali di scavo (normale pratica industriale) .....	23
	<b>4.2 SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>24</b>
	<b>4.3 INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI INTERVENTO E CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI IN FASE DI PROGETTAZIONE .....</b>	<b>37</b>
	4.3.1 Inquadramento geologico .....	39
	4.3.2 Inquadramento geomorfologico .....	42
	4.3.3 Inquadramento idrogeologico .....	46
	4.3.4 Caratteristiche geomeccaniche degli ammassi.....	47
	4.3.5 Sismicità dell'area .....	53
	4.3.6 Suscettività alla liquefazione.....	55
	4.3.7 Presenza di gas naturali.....	57
	4.3.8 Studio agenti fluidificanti.....	58
	4.3.9 Caratterizzazione ambientale .....	59
	<b>4.4 ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA .....</b>	<b>75</b>
	4.4.1 Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo .....	75
	4.4.2 Rispetto dei requisiti di qualità ambientale.....	78
	4.4.3 Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO).....	78
	<b>4.5 BILANCIO E GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI REALIZZAZIONE .....</b>	<b>81</b>
	4.5.1 Tabella riepilogativa bilancio materiali .....	81
	4.5.2 Riutilizzo finale interno al progetto – interventi lungo linea.....	82
	4.5.3 Riutilizzo finale interno al progetto - interventi di ripascimento del litorale di S.Alessio Siculo 85	
	4.5.4 Riutilizzo finale esterno al progetto.....	120
	<b>4.6 EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO.....</b>	<b>123</b>
<b>5</b>	<b>LOTTO 2 – TRATTA TAORMINA - GIAMPILIERI.....</b>	<b>124</b>

<b>5.1 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO .....</b>	<b>124</b>
5.1.1 <i>Opere in sotterraneo.....</i>	124
5.1.2 <i>Tecniche di scavo.....</i>	126
5.1.3 <i>Quadro dei materiali di scavo prodotti ed oggetto del piano di utilizzo .....</i>	127
5.1.4 <i>Operazioni sui materiali di scavo (normale pratica industriale) .....</i>	129
<b>5.2 SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE .....</b>	<b>130</b>
<b>5.3 INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI INTERVENTO E CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI IN FASE DI PROGETTAZIONE .....</b>	<b>149</b>
5.3.1 <i>Inquadramento geologico .....</i>	151
5.3.2 <i>Inquadramento geomorfologico .....</i>	152
5.3.3 <i>Inquadramento idrogeologico .....</i>	159
5.3.4 <i>Caratteristiche geomeccaniche degli ammassi.....</i>	160
5.3.5 <i>Sismicità dell'area .....</i>	167
5.3.6 <i>Suscettività alla liquefazione.....</i>	170
5.3.7 <i>Presenza di gas naturali .....</i>	172
5.3.8 <i>Studio agenti fluidificanti.....</i>	172
5.3.9 <i>Caratterizzazione ambientale .....</i>	173
<b>5.4 ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA .....</b>	<b>193</b>
5.4.1 <i>Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo .....</i>	193
5.4.2 <i>Rispetto dei requisiti di qualità ambientale.....</i>	196
5.4.3 <i>Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO).....</i>	196
<b>5.5 BILANCIO E GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI REALIZZAZIONE .....</b>	<b>198</b>
5.5.1 <i>Tabella riepilogativa bilancio materiali .....</i>	198
5.5.2 <i>Riutilizzo finale interno al progetto – interventi lungo linea.....</i>	199
5.5.3 <i>Riutilizzo finale esterno al progetto.....</i>	202
<b>5.6 EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO .....</b>	<b>206</b>

## ALLEGATI LOTTO 1

- Allegato 1.1:** Bilancio Lotto 1
- Allegato 2.1:** Schede cartografiche dei siti di produzione Lotto 1
- Allegato 3.1:** Schede cartografiche siti di deposito temporaneo, aree tecniche e aree di stoccaggio Lotto 1
- Allegato 4.1:** Studio agenti fluidificanti
- Allegato 5.1:** Ubicazione punti di indagine suolo e sottosuolo, top soil e acque sotterranee campagna 2015 e campagna 2017
- Allegato 6.1:** Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Terreni
- Allegato 7.1:** Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Acque sotterranee
- Allegato 8.1:** Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Top soil
- Allegato 9.1** Planimetria viabilità percorsi siti esterni Lotto 1
- Allegato 10.1** Tabelle riepilogative indagini analitiche materiali di escavo per Ripascimento
- Allegato 11.1** Tabelle riepilogative indagini analitiche litorale S.Alessio
- Allegato 12.1** Studio Meteomarinario
- Allegato 13.1** Studio Idrodinamico
- Allegato 14.1** Studio Morfologico
- Allegato 15.1** Schede Cave e rapporti di prova indagini di caratterizzazione siti di conferimento
- Allegato 16.1** Manifestazione di interesse Cave
- Allegato 17.1** Cronoprogramma
- Allegato 18.1** Nota ARPA Sicilia – Validazione fondo naturale e relativa proposta di valore CSC per il parametro Arsenico

## ALLEGATI LOTTO 2

- Allegato 1.2:** Bilancio Lotto 2
- Allegato 2.2:** Schede cartografiche dei siti di produzione Lotto 2
- Allegato 3.2:** Schede cartografiche siti di deposito temporaneo, aree tecniche e aree di stoccaggio Lotto 2
- Allegato 4.2:** Ubicazione punti di indagine suolo e sottosuolo, top soil e acque sotterranee campagna 2015 e campagna 2017
- Allegato 5.2:** Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Terreni
- Allegato 6.2:** Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Acque sotterranee
- Allegato 7.2:** Tabelle riepilogative e rapporti di prova indagini di caratterizzazione ambientale Top soil
- Allegato 8.2:** Planimetria viabilità siti esterni Lotto 2
- Allegato 9.2** Schede Cave e rapporti di prova indagini di caratterizzazione siti di conferimento
- Allegato 10.2** Manifestazione di interesse Cave
- Allegato 11.2** Cronoprogramma

## **1 INTRODUZIONE**

Il presente documento rappresenta il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo (di seguito PUT), redatto secondo le indicazioni del Decreto del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017, n. 120 *“Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”* e si prefigge lo scopo di rappresentare le modalità di gestione e di utilizzo dei materiali da scavo prodotti nell’ambito dei lavori di realizzazione del Progetto Definitivo relativo al raddoppio ferroviario della linea Messina-Catania – Tratta Giampileri-Fiumefreddo ed è articolato in due distinti Lotti funzionali:

- Lotto 1: Fiumefreddo (i) – Taormina (i) / Letojanni;
- Lotto 2: Taormina (i) / Letojanni – Giampileri.

L’opera oggetto del presente documento è inserita nel primo programma delle “infrastrutture pubbliche e private e degli insediamenti produttivi” che assumono carattere strategico e di preminente interesse nazionale per la modernizzazione e lo sviluppo del paese di cui alla Delibera CIPE n. 121/2001 (pubblicata sul Supplemento ordinario n. 51 alla G.U. del 21 marzo 2002, n. 68) approvata, ai sensi dell’art. 1, comma 1, della Legge n. 443/2001 (Legge Obiettivo).

L’opera è inoltre inclusa nel Contratto Istituzionale di Sviluppo (CIS) per la realizzazione della direttrice ferroviaria Messina-Catania-Palermo, che è stato sottoscritto il 28 febbraio 2013 dal Ministro per la Coesione territoriale, il Ministro allo Sviluppo Economico, alle Infrastrutture e Trasporti, il Governatore della Regione Siciliana, gli Amministratori delegati di Ferrovie dello Stato Italiane e di Rete Ferroviaria Italiana.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 7/206

## **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 del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017, n. 120** - “Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell’articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164”;
- **Legge del 11 novembre 2014, n. 164** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 12 settembre 2014, n. 133 (c.d. Decreto Sblocca Italia) - “Misure urgenti per l’apertura dei cantieri, la realizzazione delle opere pubbliche, la digitalizzazione del Paese, la semplificazione burocratica, l’emergenza del dissesto idrogeologico e per la ripresa delle attività produttive”;
- **Legge del 11 agosto 2014, n. 116** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l’efficientamento energetico dell’edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea”;
- **Decreto del Ministero dell’Ambiente del 3 giugno 2014, n. 120** - competenze e funzionamento dell’Albo Gestori Ambientali;
- **Decreto Legge 31 maggio 2014, n. 83 (c.d. Decreto Cultura)** - recante “Disposizioni urgenti per la tutela del patrimonio culturale, lo sviluppo della cultura e il rilancio del turismo”;
- **Decreto legge 31 agosto 2013 n. 101** - termine iniziale di operatività del SISTRI al 1° ottobre 2013;
- **Legge del 9 agosto 2013, n. 98** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69 (c.d. Del Fare), recante disposizioni urgenti per il rilancio dell’economia”;
- **Legge del 24 giugno 2013, n. 71** - “Conversione in legge, con modificazioni, del Decreto Legge 26 aprile 2013, n. 43 recante disposizioni urgenti per il rilancio dell’area industriale di Piombino, di contrasto ad emergenze ambientali, in favore delle zone terremotate del maggio 2012 e per accelerare la ricostruzione in Abruzzo e la realizzazione degli interventi per Expo 2015. Trasferimento di funzioni in materia di turismo e disposizioni sulla composizione del CIPE”;
- **Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare prot. 0000096 del 20 marzo 2013** “Definizione termini iniziali di operatività del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti (SISTRI)”;
- **Decreto 14 febbraio 2013, n. 22** “Regolamento recante disciplina della cessazione della qualifica di rifiuto di determinate tipologie di combustibili solidi secondari (CSS), ai sensi dell’articolo 184 -ter, comma 2, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e successive modificazioni”;

- **Decreto del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare 11 gennaio 2013**  
– derubricazione SIN;
- **Legge 24 marzo 2012, n. 28** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n.2, recante misure straordinarie ed urgenti in materia ambientale”;
- **Decreto Ministeriale 22 dicembre 2010** - “Modifiche ed integrazioni al decreto 17 dicembre 2009, recante l'istituzione del sistema di controllo della tracciabilità dei rifiuti”;
- **Decreto Legislativo 3 dicembre 2010, n. 205** - “Disposizioni di attuazione della direttiva 2008/98/Ce del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 novembre 2008 relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive”;
- **Decreto Ministeriale 27 settembre 2010** - “Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005”;
- **Decreto Legislativo 29 giugno 2010, n. 128** - “Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n. 69”;
- **Legge 27 febbraio 2009, n. 13** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 30 dicembre 2008, n. 208, recante misure straordinarie in materia di risorse idriche e di protezione dell'ambiente”;
- **Legge 28 gennaio 2009, n. 2** - “Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 novembre 2008, n. 185, recante misure urgenti per il sostegno a famiglie, lavoro, occupazione e impresa e per ridisegnare in funzione anti-crisi il quadro strategico nazionale”;
- **Decreto Legislativo 16 gennaio 2008, n. 4** - “Ulteriori disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 152, recante norme in materia ambientale”;
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152** - “Norme in materia Ambientale”. Il D.Lgs. recepisce in toto l'articolato del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 relativamente ai rifiuti;
- **Decreto Ministeriale 29 luglio 2004, n. 248** - “Disciplina delle attività di recupero, trattamento e smaltimento dei beni di amianto e prodotti contenenti amianto”;
- **Decreto Legislativo 13 gennaio 2003, n. 36** - “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”;
- **Legge 23 marzo 2001, n. 93** - Disposizioni in campo ambientale (collegato ambientale) pubblicata sulla Gazzetta ufficiale del 4 aprile 2001 n. 79;
- **Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998** – Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22;
- **Decreto Ministeriale 5 aprile 2006, n. 186** - Decreto di modifica del Decreto Ministeriale 5/2/98 “Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5.2.97, n. 22”;

- **Deliberazione 27 luglio 1984** - Disposizioni per la prima applicazione dell'articolo 4 del decreto del Presidente della Repubblica 10 settembre 1982, n. 915, concernente lo smaltimento dei rifiuti;
- **Legge 22 luglio 1975, n. 382** - "Norme sull'ordinamento regionale e sulla organizzazione della Pubblica Amministrazione" - legge delega al Governo;
- **Decreti del 1972 (n. 3 del 14 gennaio) e del 1977 (n. 616 del 24 luglio)**, in seguito ai quali le cave rientrano tra le materie di competenza delle regioni, che possono così emanare leggi autonome in materia, pur nel rispetto della normativa nazionale;
- **D.P.R. 24 luglio 1977, n. 616** - "Attuazione della delega di cui all'art.1 della legge 22 luglio 1975, n. 382 (art. 62)", è stato attuato il trasferimento delle competenze in materia "cave e torbiere" dallo Stato alle Regioni;
- **Regio Decreto 29 luglio 1927, n. 1443** che distingue le attività estrattive di cava e di miniera in relazione alla tipologia di materiale estratto

## 2.1 DEFINIZIONE E CONDIZIONI DI APPLICABILITA' DEL D.P.R 120/17

Il D.P.R. all'art. 31 definisce l'abrogazione del D.M. 161/12 nonché le disposizioni di cui all'art. 184-bis, comma 2bis del D.Lgs 152/06 e gli articoli 41, comma 2 e 41bis del DL n. 69/13 convertito, con modificazioni dalla legge n.98/2013.

Con particolare riferimento all'applicazione della normativa in questione all'opera ferroviaria in progetto nonché alle eventuali condizioni che potrebbero verificarsi in corso d'opera, l'art. 2 (Definizioni) comma 1 del suddetto D.P.R. 120/2017, riporta le seguenti descrizioni delle voci utilizzate all'interno del Regolamento:

- a) «*lavori*»: comprendono le attività di costruzione, scavo, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione di opere;
- b) «*suolo*»: lo strato più superficiale della crosta terrestre situato tra il substrato roccioso e la superficie. Il suolo è costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi, comprese le matrici materiali di riporto ai sensi dell'articolo 3, comma 1, del decreto-legge 25 gennaio 2012, n. 2, convertito, con modificazioni, dalla legge 24 marzo 2012, n. 28;
- c) «*terre e rocce da scavo*»: il suolo escavato derivante da attività finalizzate alla realizzazione di un'opera, tra le quali: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento; opere infrastrutturali (gallerie, strade); rimozione e livellamento di opere in terra. Le terre e rocce da scavo possono contenere anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato, purché le terre e rocce contenenti tali materiali non presentino concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti 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, per la specifica destinazione d'uso;

- d) «*autorità competente*»: l'autorità che autorizza la realizzazione dell'opera nel cui ambito sono generate le terre e rocce da scavo e, nel caso di opere soggette a procedimenti di valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale, l'autorità competente di cui all'articolo 5, comma 1, lettera o) , del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- e) *omissis*;
- f) «*Piano di Utilizzo*»: il documento nel quale il proponente attesta, ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, il rispetto delle condizioni e dei requisiti previsti dall'articolo 184 -bis del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, e dall'articolo 4 del presente regolamento, ai fini dell'utilizzo come sottoprodotti delle terre e rocce da scavo generate in cantieri di grandi dimensioni;
- g) «*dichiarazione di avvenuto utilizzo*»: la dichiarazione con la quale il proponente o l'esecutore o il produttore attesta, ai sensi dell'articolo 47 del decreto del Presidente della Repubblica 28 dicembre 2000, n. 445, l'avvenuto utilizzo delle terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotti in conformità al piano di utilizzo o alla dichiarazione di cui all'articolo 21;
- h) «*ambito territoriale con fondo naturale*»: porzione di territorio geograficamente individuabile in cui può essere dimostrato che un valore di concentrazione di una o più sostanze nel suolo, superiore alle concentrazioni soglia di contaminazione 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, sia ascrivibile a fenomeni naturali legati alla specifica pedogenesi del territorio stesso, alle sue caratteristiche litologiche e alle condizioni chimico-fisiche presenti;
- i) «*sito*»: area o porzione di territorio geograficamente definita e perimetrata, intesa nelle sue componenti ambientali (suolo e acque sotterranee);
- l) «*sito di produzione*»: il sito in cui sono generate le terre e rocce da scavo;
- m) «*sito di destinazione*»: come indicato dal piano di utilizzo ..., in cui le terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotto sono utilizzate;
- n) «*sito di deposito intermedio*»: il sito in cui le terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotto sono temporaneamente depositate in attesa del loro utilizzo finale e che soddisfa i requisiti di cui all'articolo 5;
- o) «*normale pratica industriale*»: costituiscono un trattamento di normale pratica industriale quelle operazioni, anche condotte non singolarmente, alle quali possono essere sottoposte le terre e rocce da scavo, finalizzate al miglioramento delle loro caratteristiche merceologiche per renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace. Fermo restando il rispetto dei requisiti previsti per i sottoprodotti e dei requisiti di qualità ambientale, il trattamento di normale pratica industriale garantisce l'utilizzo delle terre e rocce da scavo conformemente ai criteri tecnici stabiliti dal progetto. L'allegato 3 elenca alcune delle operazioni più comunemente effettuate, che rientrano tra le operazioni di normale pratica industriale;
- p) «*proponente*»: il soggetto che presenta il Piano di Utilizzo;

- q) «esecutore»: il soggetto che attua il Piano di Utilizzo ai sensi dell'articolo 17;
- r) «produttore»: il soggetto la cui attività materiale produce le terre e rocce da scavo e che predispose e trasmette la dichiarazione di cui all'articolo 21;
- s) omissis;
- t) omissis;
- u) «cantiere di grandi dimensioni»: cantiere in cui sono prodotte terre e rocce da scavo in quantità superiori a seimila metri cubi, calcolati dalle sezioni di progetto, nel corso di attività o di opere soggette a procedure di valutazione di impatto ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale di cui alla Parte II del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;
- v) omissis;
- z) omissis;
- aa) «opera»: il risultato di un insieme di lavori che di per sé esplichino una funzione economica o tecnica. Le opere comprendono sia quelle che sono il risultato di un insieme di lavori edilizi o di genio civile, sia quelle di difesa e di presidio ambientale e di ingegneria naturalistica

In merito a quanto sopra riportato ed in relazione all'intervento in oggetto si può asserire quanto segue, rimandando per i dettagli al corpo del documento:

- si considerano lavori, tutte le attività di costruzione, scavo, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione relativi alla realizzazione della tratta ferroviaria "Giampilieri – Fiumefreddo Lotto 1 e Lotto 2"
- si considera come opera, ai sensi dell'art. 2 del D.P.R. 120/2017, l'insieme dei lavori di costruzione della tratta ferroviaria "Giampilieri – Fiumefreddo Lotto 1 e Lotto 2";
- sono 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, sia da attività di scavo meccanizzato con l'utilizzo di additivi per il condizionamento; in particolare, il presente progetto prevede l'utilizzo di fanghi bentonitici per l'esecuzione di pali e diaframmi funzionali al sostegno e alla stabilizzazione delle opere civili, 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 dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare;

- 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 A.S. e le Aree di deposito denominate D.T.;
- 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 Ferrovie (RFI S.p.A./Italferr S.p.A.);
- l'Esecutore che attuerà il Piano di Utilizzo sarà un soggetto (o più soggetti) incaricato da RFI S.p.A./Italferr S.p.A., affidatario dei lavori in oggetto nonché Produttore delle terre e rocce da scavo, e/o un soggetto (o più soggetti) incaricato dai gestori dei siti di destinazione.

Inoltre l'art. 4 (Criteri per qualificare le terre e rocce da scavo come sottoprodotti) comma 2 del D.P.R. 120/2017 riporta che "ai sensi dell'articolo 183, comma 1, lettera qq), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, le terre e rocce da scavo per essere qualificate sottoprodotti devono soddisfare i seguenti requisiti":

- a) sono generate durante la realizzazione di un'opera, di cui costituiscono parte integrante e il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;*
- b) il loro utilizzo è conforme alle disposizioni del piano di utilizzo di cui all'articolo 9 o della dichiarazione di cui all'articolo 21, e si realizza:*
  - 1) nel corso dell'esecuzione della stessa opera nella quale è stato generato o di un'opera diversa, per la realizzazione di reinterri, riempimenti, rimodellazioni, rilevati, miglioramenti fondiari o viari, recuperi ambientali oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali;*
  - 2) in processi produttivi, in sostituzione di materiali di cava;*
- c) sono idonee ad essere utilizzate direttamente, ossia senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- d) soddisfano i requisiti di qualità ambientale espressamente previsti dal Capo II o dal Capo III o dal Capo IV del presente regolamento, per le modalità di utilizzo specifico di cui alla lettera b).*

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

Pertanto, in caso di scavo di materiale di riporto, suddetti requisiti saranno verificati rispettivamente secondo la metodica riportata in Allegato 10 del Decreto, ed effettuato il Test di Cessione secondo le metodiche di cui al decreto del Ministro dell'ambiente del 5 febbraio 1998, recante «Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero», pubblicato nel supplemento

ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 88 del 16 aprile 1998, per i parametri pertinenti, ad esclusione del parametro amianto, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione delle acque sotterranee, di cui alla Tabella 2, Allegato 5, al Titolo 5, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, o, comunque, dei valori di fondo naturale stabiliti per il sito e approvati dagli enti di controllo.

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

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

In merito a ciò si può asserire quanto segue:

- le terre e rocce da scavo saranno prodotte dai lavori di realizzazione della tratta ferroviaria “Giampilieri - Fiumefreddo”, il cui scopo primario non è la produzione di tale materiale;
- le terre e rocce da scavo prodotte saranno utilizzate secondo quanto definito nel presente Piano di Utilizzo in parte per la formazione di opere in terra e/o di opere di rinverdimento e mitigazione ambientale nell'ambito dei lavori in oggetto ed in parte per il rimodellamento dei siti di deposito definitivi individuati nel presente documento;
- le terre e rocce da scavo sono idonee ad essere utilizzate direttamente al termine del ciclo di produzione senza alcun ulteriore trattamento diverso dalle operazioni di normale pratica industriale descritte successivamente;
- come riportato di seguito nel presente documento sulla base delle indagini di caratterizzazione ambientale ad oggi eseguite, il materiale da scavo soddisfa i requisiti di qualità ambientale secondo l'Allegato 4 del suddetto Decreto, riportante le *“Procedure di caratterizzazione chimico-fisica e accertamento delle qualità ambientali”*. Tali requisiti verranno inoltre confermati attraverso le 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 dal CIABC (Centro Interdipartimentale per L'Ambiente e i Beni Culturali della Università della sapienza di Roma) in fase progettuale sulla quota parte dei materiali additivati da scavo meccanizzato.

Relativamente alle condizioni di applicabilità del D.P.R. 120/2017, si precisa che in fase di Progetto Definitivo e di redazione del presente PUT si è posta particolare attenzione nell'individuazione dei siti di deposito intermedio, dove le terre e rocce da scavo verranno temporaneamente depositate in attesa del loro trasferimento al sito di destinazione finale, aventi una capacità complessiva tale da assicurare il deposito delle stesse in qualità di sottoprodotti, anche nel caso in cui la possibilità di dare esecuzione al



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	14/206

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.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>					
	<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b> Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 15/206

### **3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E DELL'AREA DI PROGETTO**

L'opera in progetto ricade nella porzione orientale del territorio regionale della Sicilia, all'interno delle provincie di Messina e Catania e consiste nella realizzazione di una linea a doppio binario dell'estensione di 42.263 km in sostituzione dell'attuale.



Figura 1 Inquadramento territoriale con i confini provinciali e l'individuazione dell'area di intervento (fonte Google Earth)

Il progetto definitivo della nuova infrastruttura ferroviaria in oggetto costituisce una variante alla linea storica.



Figura 2 Foto da satellite (fonte Google Earth) dell'area di intervento con tracciato di progetto (in blu con gallerie evidenziate in arancione) e la linea esistente (in nero)

Sono interessati dall'attraversamento del progetto di raddoppio i seguenti comuni:

Provincia	Comune	Tipologia di opera ferroviaria
Messina	Messina	Allo scoperto e in galleria
	Scaletta Zanclea	Allo scoperto e in galleria
	Itala	Allo scoperto e in galleria
	Ali Terme	Allo scoperto e in galleria
	Nizza di Sicilia	Allo scoperto e in galleria
	Roccalumera	Galleria
	Pagliara	Galleria
	Furci Siculo	Galleria
	Santa Teresa di Riva	Galleria
	Savoca	Allo scoperto e in galleria
	Sant'Alessio Siculo	Allo scoperto e in galleria
	Forza d'Agrò	Allo scoperto e in galleria
	Letojanni	Allo scoperto e in galleria
	Taormina	Allo scoperto e in galleria
Castelmola	Galleria	
Catania	Calatabiano	Allo scoperto e in galleria
	Fiumefreddo di Sicilia	Allo scoperto e in galleria

Questo progetto, elaborato nel 2003, è stato approvato dal CIPE con delibera n. 62/2005 con la richiesta, prima dell'avvio del progetto definitivo, di istituire un tavolo tecnico di concertazione con il territorio e gli Enti locali al fine di superare alcune problematiche relative all'inserimento del progetto nel territorio e addivenire ad un tracciato condiviso.

L'intervento di raddoppio, che si sviluppa completamente in variante rispetto alla linea storica esistente, si inquadra nel potenziamento dell'itinerario Messina-Catania ed ha la finalità di completare il raddoppio della linea sul collegamento fra Messina e Catania, con conseguente aumento della capacità potenziale e della velocità della linea. Inoltre l'intervento consentirà di avere un servizio cadenzato fra Messina e Catania e di sviluppare un servizio di tipo metropolitano da Catania fino a Taormina/Letojanni.

La linea esistente è rappresentata da una infrastruttura a semplice binario caratterizzata da un itinerario in gran parte costiero e prevalentemente all'aperto, con alcune brevi gallerie. L'attuale linea si colloca in una strettissima fascia di territorio compreso tra i rilievi che si protraggono fino quasi al mare, l'autostrada A18 la viabilità statale e gli insediamenti turistici costieri. Le stazioni/fermate attuali sono in numero di 12.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	17/206

La soluzione di progetto prevede la realizzazione di una linea a doppio binario dell'estensione di 42.263 km in sostituzione dell'attuale. La nuova linea si allaccia alla linea esistente alla progressiva storica 276+819 prima dell'attuale stazione di Fiumefreddo e si ricollega alla storica immediatamente prima dell'esistente stazione di Giampilieri alla progressiva 319+680. Il percorso della nuova linea si sviluppa prevalentemente in galleria e, rispetto alla linea esistente, a maggior distanza dalla costa. Dal punto di vista funzionale la nuova linea prevede un nuovo PM a Fiumefreddo, una nuova stazione a Taormina interamente in sotterraneo, n. 5 nuove fermate all'aperto e il mantenimento dell'esistente stazione di Letojanni.

L'intervento è stato articolato in due distinti Lotti:

- Lotto 1: estensione pari a circa 13,8 km, tratta Posto di Movimento di Fiumefreddo - Taormina allaccio alla linea storica con l'interconnessione di Letojanni (L=1.248 km);
- Lotto 2: estensione pari a circa 28,4 km, Taormina - Giampilieri (ME).

## **4 LOTTO 1 – TRATTA FIUMEFREDDO-TAORMINA/LETOJANNI**

### **4.1 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO**

#### **4.1.1 Opere in sotterraneo**

Nella tabella seguente sono elencate tutte le gallerie previste e la relativa lunghezza, con riferimento alla progressivazione del binario pari.

Galleria	pk imbocco lato CT	pk imbocco lato ME	L (m)
Fiumefreddo	1+165	1+960	795
Calatabiano	3+025	6+374	3 349
Taormina	7+778	13+900	6.122

Tabella 1 Elenco gallerie e relative lunghezze (le progressive sono riferite al binario pari)

In merito alle gallerie previste nel Lotto 1 è prevista un'ulteriore galleria naturale a singolo binario lunga circa 1,1 km, per la realizzazione del ramo di interconnessione per Letojanni, che si raccorda ai binari di linea della galleria Taormina immediatamente a valle della fermata sotterranea.

Sono presenti gallerie a singola canna doppio binario, con interasse binari pari a 4 m, e gallerie a doppia canna singolo binario. In quest'ultimo caso le due gallerie sono di regola disposte ad un interasse di 35 m, con rami di collegamento trasversali (by-pass) ogni 500 m; eventuali riduzioni d'interasse sono previste in corrispondenza degli imbocchi, per raccordarsi alle opere esterne. Nelle situazioni in cui i vincoli dettati dalle opere all'aperto in prossimità degli imbocchi impediscono il distanziamento dei binari di corsa ad un interasse sufficiente per poter iniziare lo scavo in naturale con due canne separate, è prevista la realizzazione di una sezione a doppio binario ed un camerone di transizione per il passaggio alla configurazione a doppia canna. Analoga soluzione è stata adottata per la galleria Taormina, in prossimità della fermata sotterranea, dove l'interasse binari è pari a 4 m.

Per i 3,2 km della galleria Calatabiano (di cui circa 1,5 km scavata con fronte in pressione con aggiunta di additivi) e per i primi 5 km lato Catania della galleria Taormina è previsto lo scavo meccanizzato con l'impiego di TBM commutabili del tipo Mix-shield, in grado di lavorare sia a fronte aperto che chiuso, e la posa di conci prefabbricati di rivestimento definitivo che garantiscono una impermeabilizzazione full round.

Per tutte le altre tratte in galleria naturale, è previsto invece l'avanzamento in tradizionale. In funzione delle caratteristiche geotecniche dell'ammasso attraversato, lo scavo può essere condotto mediante esplosivo o martello demolitore; in ogni caso lo scavo è a piena sezione, per sfondi successivi di

lunghezza limitata, in funzione della sezione tipo applicata. In avanzamento rispetto allo scavo, si procede alla eventuale realizzazione di interventi di pre-sostegno e pre-consolidamento, mediante elementi metallici al contorno, elementi strutturali in vetroresina o jet-grouting). Completata la fase di scavo e smarino, si procede alla posa in opera dei rivestimenti di prima fase, mediante spritz-beton e centine metalliche o bulloni. Ad opportuna distanza dal fronte di scavo e previa posa dell'impermeabilizzazione e dell'eventuale armatura, si procede al getto dei rivestimenti definitivi di arco rovescio e calotta. Le acque intercettate dall'impermeabilizzazione vengono smaltite da tubazioni drenanti poste al piede del manto impermeabile, collegate alla canaletta centrale di raccolta acque.

Tabella 2 Tabella Opere in sotterraneo

GALLERIA	Opera	Tipologia	P <sub>inizio</sub>	P <sub>finale</sub>	L <sub>parziali</sub>	L <sub>TOT</sub>	Coperture
			[m]	[m]	[m]	[m]	[m]
CALATABIANO	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppio binario	3025.0	3064.9	39.9	3349.0	15 (min) 150 (max)
	GALLERIA NATURALE	meccanizzato / doppio binario	3064.9	6295.1	3230.2		
	IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppio binario	6295.1	6374.0	78.9		
TAORMINA	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppia canna	7766.2	7786.4	20.2	6133.8	15 (min) 285 (max)
	GALLERIA NATURALE	meccanizzato / doppia canna	7786.4	12764.6	4978.3		
	CAMERONE LATO CATANIA	tradizionale / doppio binario	12764.6	12946.9	182.2		
	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppio binario	12946.9	13112.0	165.1		
	CAMERONE FERMATA	tradizionale / doppio binario	13112.0	13533.5	421.5		
	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppio binario	13533.5	13747.5	214.0		
	CAMERONE INTERCONNESSIONE	tradizionale / triplo binario	13747.5	13864.9	117.4		
	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppio binario	13864.9	13900.0	35.1		

#### 4.1.2 Tecniche di scavo

Le opere che comportano attività di scavo dalle quali verranno prodotti i materiali oggetto del presente Piano di Utilizzo, sono principalmente le gallerie naturali, le gallerie artificiali di imbocco, rilevati di linea e viadotti. In misura minore, invece, comporteranno la produzione di materiali di scavo opere quali la realizzazione di fabbricati tecnologici, la realizzazione di fermate e stazioni, le viabilità, le opere idrauliche e gli interventi connessi alle tecnologie.

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

rovescio) e con l'utilizzo parziale di materiali di consolidamento quali vtr, pvc e malta in quantità minime e comprese tra 0,9÷2,4% in volume, che pertanto non comporteranno alcuna modificazione delle caratteristiche di base dei materiali scavati. Nell'ambito della metodologia tradizionale, infatti, lo scavo verrà condotto mediante demolitore meccanico. In linea di principio, in ammassi di caratteristiche geomeccaniche scadenti, si procederà alla realizzazione di consolidamenti in avanzamento, mediante elementi strutturali in vetroresina (VTR). Effettuato lo scavo e lo smarino, si procederà alla posa in opera dei rivestimenti di prima fase, mediante spritz-beton, bulloni e centine metalliche in calotta e in arco rovescio quando previsto.

Per la realizzazione di quota parte delle gallerie naturali, come anticipato sopra è inoltre previsto lo **scavo meccanizzato con l'impiego di frese scudate TBM** (Tunnel Boring Machine), con applicazione di un rivestimento in anelli di calcestruzzo armato realizzati in conci prefabbricati; le frese saranno del tipo EPB (Earth Pressure Balance), atte ad eseguire lo scavo in terreni di qualsiasi natura e consistenza, esercitando eventualmente, ove necessario, una pressione attiva del fronte di scavo al fine di garantire, nelle condizioni geologiche, idrogeologiche e geotecniche presenti il contenimento dei cedimenti in superficie.

Il sostegno del fronte potrà essere realizzato mediante uno dei sistemi attualmente più utilizzati e collaudati in numerose applicazioni: pressione di terra (EPBS). La tecnologia EPB (Earth Pressure Balance), in particolare, prevede l'immissione di speciali schiume tensioattive tra la testa e il fronte scavo al fine di provocare la disgregazione del terreno, che può rifluire all'interno di una camera di scavo, isolata dall'esterno. La pressione sul fronte può essere regolata agendo su martinetti che hanno contrasto sui conci del rivestimento già in opera, sulla velocità della testa, oppure variando la velocità della coclea che svolge la funzione di allontanare dalla camera di scavo il "cake", ovvero il composto di terreno disgregato e schiume. Gli additivi fluidificanti 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 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.

Le **opere di fondazione** comportano invece attività di perforazione eseguite anche mediante l'utilizzo di fanghi bentonitici (esecuzione pali trivellati e diaframmi) che pertanto non comporteranno comunque



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	21/206

alcuna modificazione delle caratteristiche di base dei materiali scavati. Nello specifico, la realizzazione dei diaframmi funzionali alle fondazioni delle opere d'arte mediante l'aggiunta di bentonite verrà eseguita tramite idrofresa con annesso sistema di filtropressa: il materiale scavato in uscita dal processo di produzione (idrofresa+filtropressa), pertanto, presenterà già i requisiti merceologici e prestazionali, oltreché ambientali, per poter essere gestito in qualità di sottoprodotto.

La tecnologia dell'idrofresa consente la realizzazione di pannelli di paratia rettangolari, cosiddetti diaframmi, mediante l'utilizzo di una testa di taglio, chiamata "cutter", che consiste in una struttura in acciaio avente due coppie di ruote fresanti installate nella zona inferiore, che possono ruotare attorno ad un asse orizzontale. Le ruote di taglio, espressamente progettate in funzione del materiale da scavare, vengono installate a coppie su due riduttori, con un circuito idraulico indipendente in modo da poterle comandare anche singolarmente ed a velocità e verso di rotazione differenti. Durante la loro rotazione il materiale a contatto con le ruote viene rimosso in maniera continua, mescolato con la sospensione bentonitica presente nello scavo e movimentato attraverso le aperture praticate nella scatola di aspirazione, posta sotto la pompa fanghi. Tramite apposita tubazione il materiale viene convogliato all'impianto di filtropressa dove le particelle solide provenienti dallo scavo sono separate dal fango bentonitico che viene in tal modo recuperato e può essere rimesso nuovamente in circolo nello scavo, mentre il materiale di scavo solido verrà utilizzato in qualità di sottoprodotto.

In riferimento alle opere d'arte previste in progetto, le caratterizzazioni ambientali dei terreni eseguite in fase progettuale ai sensi del D.P.R. 120/2017 sono state mirate alla qualifica dei materiali di scavo oggetto del PUT e come tali le profondità di indagine sono state spinte fino alla quota di scavo prevista nei diversi tratti del tracciato in progetto. A maggior cautela, la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo verrà eseguita anche in corso d'opera.

#### **4.1.3 Quadro dei materiali di scavo prodotti ed oggetto del piano di utilizzo**

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere relative alla tratta ferroviaria Lotto 1 Fiumefreddo – Taormina/Letojanni, 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 relativi al Lotto 1, solo una minima quota parte dei materiali di scavo prodotti dalle lavorazioni presentano caratteristiche geotecniche e chimiche non idonee per possibili utilizzi interni quali formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali, e pertanto saranno gestiti in qualità di rifiuti.

Tabella 3 Tabella riepilogativa quantitativi prodotti e loro gestione [mc in banco]

TEMATICA	PRODUZIONE [mc]	RIUTILIZZO INTERNO [mc]		UTILIZZO ESTERNO [mc]	
		STESSA WBS	ALTRA WBS	RIFIUTI [mc]	SOTTOPRODOTTI [mc]
GALLERIE	1.971.641	176.661	764.618*	855	1.029.508
RILEVATI	80.141	2.486	20.448	0	57.208
TRINCEE	390.124	178.229	19.789	0	192.106
PIAZZALI E FABBRICATI	73.379	11.282	22.443	0	39.655
STAZIONI	7.710	718	375	0	6.617
VIADOTTI	179.619	35.936	0	32.798	110.884
VIABILITA'	70.659	4.630	9.971	0	56.058
OPERE MINORI	37.253	0	0	34.554	2.700
		<b>409.942</b>	<b>837.644</b>		
		<b>1.247.585</b>		<b>68.207</b>	<b>1.494.736</b>
	<b>2.810.528</b>	<b>ai sensi del DPR 120/2017</b>		<b>non gestibile ai sensi del DPR 120/2017</b>	<b>ai sensi del DPR 120/2017</b>

\* di cui 630.000 materiale riutilizzato nell'ambito del progetto di ripascimento del litorale S. Alessio Siculo

\*\* I dati sopra riportati sono arrotondati a meno delle cifre decimali

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 23/206

Pertanto, in riferimento alla tabella sopra riportata la realizzazione dell'opera, per il Lotto 1 in oggetto porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di **2.810.528** (in banco) suddivisi nel seguente modo:

- riutilizzo interno all'opera nell'ambito del D.P.R 120/2017: **1.247.585 mc** di cui **409.942 mc** riutilizzabile all'interno della stessa WBS e **837.644 mc** utilizzabili in WBS diverse da quelle di produzione, in particolare nell'ambito del progetto di ripascimento presso il litorale di S. Alessio Siculo vengono riutilizzati **630.000 mcb**;
- utilizzo esterno per attività di rimodellamento di cave dismesse nell'ambito del D.P.R 120/2017: **1.494.736 mc**;
- materiale non gestibile nell'ambito del D.P.R. 120//2017: **68.207 mc**.

Alla luce di quanto sopra verranno pertanto gestiti come sottoprodotti e quindi sono **oggetto del presente Piano di Utilizzo** un totale complessivo di ca. **2.742.319 mc** (in banco).

**Si riporta in Allegato 1.1 la tabella riepilogativa del bilancio complessivo relativa al Lotto 1**

#### **4.1.4 Operazioni sui materiali di scavo (normale pratica industriale)**

Al fine di migliorare le caratteristiche merceologiche dei materiali di scavo e renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace, 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 saranno sottoposti ad operazioni di normale pratica industriale tutti i materiali provenienti dagli scavi che si prevede di riutilizzare nell'ambito del Lotto 1, per un totale complessivo di **1.247.585 mc**.

Nel dettaglio sono previste le 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 della Galleria Taormina 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.

## 4.2 SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

Nell'ambito del presente 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 specifiche opere d'arte. 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, o in caso di qualifica come rifiuti recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- aree di lavoro: risultano essere tutte quelle aree di lavoro lungo linea ed extra linea all'interno delle quali si svolgono le lavorazioni. All'interno delle aree di lavoro sarà in generale prevista anche la pista di cantiere per consentire la movimentazione lungo linea dei mezzi d'opera;
- cantieri armamento: tali aree sono finalizzate alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- deposito temporaneo: risultano essere quelle aree di cantiere dedicate ad essere utilizzate come aree di deposito intermedio per i materiali di scavo qualificati come sottoprodotti e destinati al riutilizzo presso siti esterni all'opera.

Tabella 4: riepilogativa aree di cantiere

Codice	Descrizione	Comune	Superficie mq
CB01.1	CANTIERE BASE	Taormina (ME)	<b>20.000</b>
CO01.1	CANTIERE OPERATIVO	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>12.000</b>
CO02.1	CANTIERE OPERATIVO	Calatabiano (CT)	<b>4.200</b>
CO03.1	CANTIERE OPERATIVO	Calatabiano (CT)	<b>17.000</b>
CO04.1	CANTIERE OPERATIVO	Taormina (ME)	<b>40.000</b>
CO05.1	CANTIERE OPERATIVO	Taormina (ME)	<b>6.300</b>

CO06.1	CANTIERE OPERATIVO	Taormina (ME)	<b>3.400</b>
CA01.1 A - B	CANTIERE ARMAMENTO	Giarre (CT)	<b>23.100</b>
CA02.1	CANTIERE ARMAMENTO	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>5.100</b>
CA03.1	CANTIERE ARMAMENTO	Giardini – Naxos (ME)	<b>8.000</b>
CA04.1	CANTIERE ARMAMENTO	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>15.000</b>
AT01.1	AREA TECNICA	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>10.800</b>
AT02.1	AREA TECNICA	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>7.700</b>
AT03.1	AREA TECNICA	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>4.600</b>
AT04.1	AREA TECNICA	Calatabiano (CT)	<b>4.900</b>
AT05.1	AREA TECNICA	Calatabiano (CT)	<b>2.500</b>
AT06.1	AREA TECNICA	Calatabiano (CT)	<b>2.050</b>
AT07.1	AREA TECNICA	Calatabiano (CT)	<b>5.500</b>
AT08.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>8.950</b>
AT09.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>12.000</b>
AT10.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>510</b>
AT11.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>550</b>
AT12.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>1.950</b>
AT13.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>1.900</b>
AT14.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>610</b>
AT15.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>1.650</b>

AT16.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>450</b>
AT17.1	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>2.100</b>
AT18.1	AREA TECNICA	Fiumefreddo (CT)	<b>8.500</b>
AS01.1	AREA STOCCAGGIO	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>7.900</b>
AS02.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>6.500</b>
AS03.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>27.300</b>
AS04.1	AREA STOCCAGGIO	Taormina (ME)	<b>57.500</b>
AS05.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>7.000</b>
AS06.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>11.500</b>
DT01.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>3.000</b>
DT02.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>3.200</b>
DT03.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>7.850</b>
DT04.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>27.400</b>
DT05.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>37.100</b>
DT06.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>13.000</b>
DT07.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>7.100</b>
DT08.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>14.100</b>

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

Nella tabella seguente sono invece riepilogate le aree di cantiere che si prevede di utilizzare come siti di deposito in attesa di utilizzo, all'interno delle quali verranno anche eseguite le operazioni di caratterizzazione ambientale in corso d'opera descritte nel seguito, 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.

Tabella 5 riepilogativa siti di deposito in attesa di utilizzo

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Comune</b>	<b>Superficie mq</b>
AS01.1	AREA STOCCAGGIO	Fiumefreddo di Sicilia (CT)	<b>7.900</b>
AS02.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>6.500</b>
AS03.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>27.300</b>
AS04.1	AREA STOCCAGGIO	Taormina (ME)	<b>57.500</b>
AS05.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>7.000</b>
AS06.1	AREA STOCCAGGIO	Calatabiano (CT)	<b>11.500</b>
DT01.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>3.000</b>
DT02.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>3.200</b>
DT03.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>7.850</b>
DT04.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Fiumefreddo (CT)	<b>27.400</b>
DT05.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>37.100</b>
DT06.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>13.000</b>
DT07.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>7.100</b>
DT08.1	DEPOSITO TEMPORANEO	Calatabiano (CT)	<b>14.100</b>

Al fine di fornire un quadro completo delle caratteristiche dei siti di deposito in attesa di utilizzo all'interno delle quali verranno allocati i materiali in attesa di caratterizzazione e di utilizzo finale, così come per i siti di produzione (**Allegato 2.1**), sono state prodotte delle schede cartografiche (**Allegato 3.1**) riportanti per ogni deposito temporaneo e area di stoccaggio le seguenti informazioni:

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 28/206

#### Inquadramento territoriale:

- denominazione dei siti, desunta dalla toponomastica del luogo;
- ubicazione dei siti (comune, via, numero civico se presente);
- estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR);
- corografia.

#### Inquadramento urbanistico:

- individuazione della destinazione d'uso urbanistica attuale.

#### Inquadramento geologico ed idrogeologico:

- descrizione del contesto geologico della zona, anche mediante l'utilizzo di informazioni derivanti da pregresse relazioni geologiche e geotecniche;
- descrizione del contesto idrogeologico della zona (presenza o meno di acquiferi e loro tipologia) anche mediante indagini pregresse;
- livelli piezometrici degli acquiferi principali, direzione di flusso, con eventuale ubicazione dei pozzi e piezometri se presenti (cartografia preferibilmente a scala 1:5.000).

#### Descrizione delle attività svolte sul sito:

- uso pregresso del sito e cronistoria delle attività antropiche svolte sul sito.

#### Piano di campionamento e analisi:

- descrizione delle indagini svolte e delle modalità di esecuzione;
- localizzazione dei punti mediante planimetrie;
- elenco delle sostanze ricercate;
- descrizione delle metodiche analitiche e dei relativi limiti di quantificazione.

Tutto ciò premesso, di seguito si riporta una breve descrizione delle aree di stoccaggio che verranno utilizzate come siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo dei materiali di scavo.

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, 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.

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.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	29/206

### Utilizzo aree di stoccaggio AS.01-A.S.02-A.S.03-A.S.04-A.S.05-A.S.06

Le aree verranno usate come depositi intermedio per i materiali di scavo da reimpiegare come sottoprodotti all'interno dell'opera in oggetto.

Nella tabella precedente sono riportate per ogni area le superfici e il comune in cui sono ubicate.

All'interno delle aree di cantiere non sono previste strutture fisse: si tratta unicamente di piazzali in cui si depositano i volumi di scavo in caso di indisponibilità dei depositi definitivi. Nelle diverse aree si installeranno comunque servizi igienici di tipo chimico. Le installazioni previste sono minime, e comprendono:

- servizi igienici di tipo chimico;
- aree stoccaggio materiali e terre;
- piazzole caratterizzazione terre da scavo;
- impianti di vagliatura e frantumazione (eventuale);
- parcheggi per mezzi di lavoro.

Tutte le aree di stoccaggio, una volta smantellate le installazioni presenti, verranno restituite alla destinazione d'uso attuale.

Di seguito gli stralci planimetrici delle viste aeree delle Aree di Stoccaggio.



Figura 3 Vista aerea del AS01



Figura 4 Vista aerea del AS02

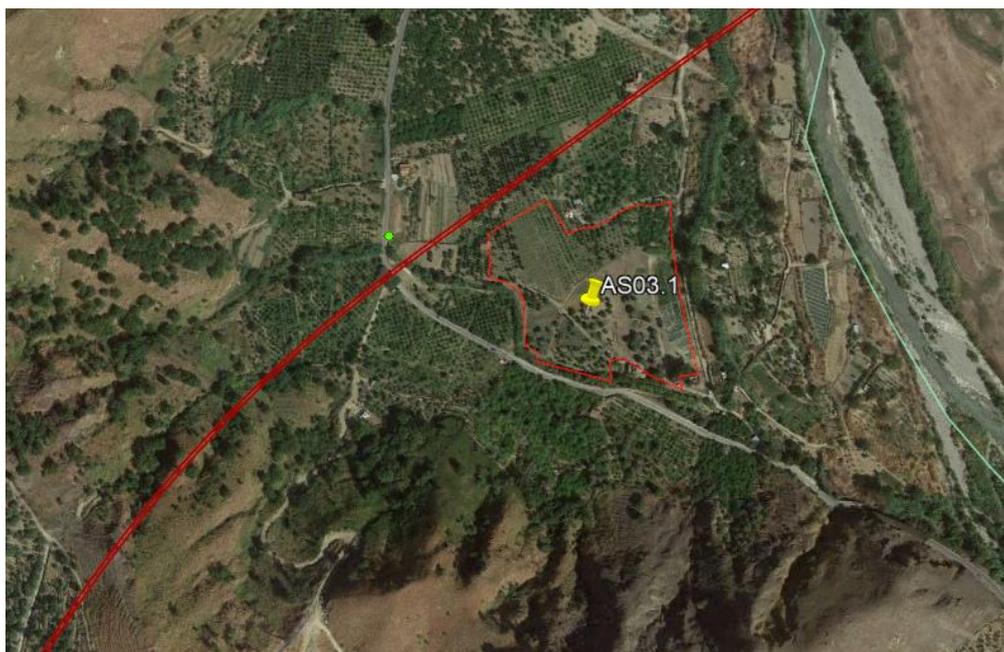


Figura 5 Vista aerea del AS03



Figura 6 Vista aerea del AS04

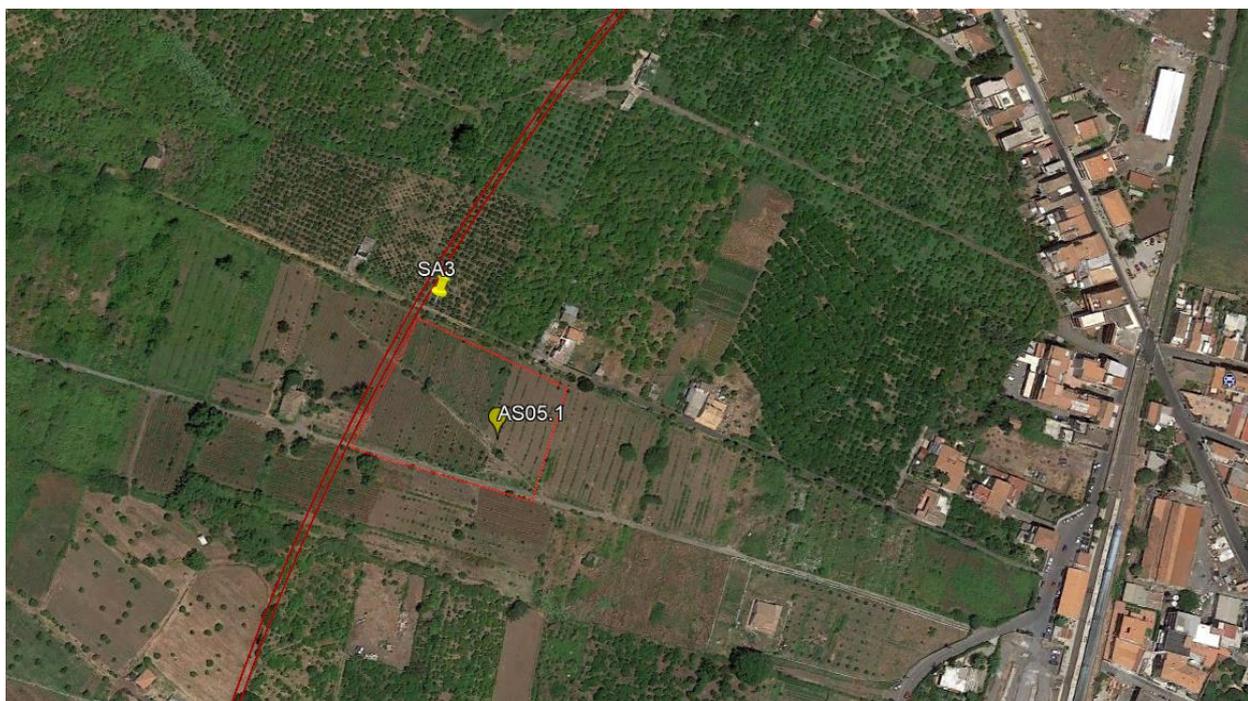


Figura 7 Vista aerea del AS05



*Figura 8 Vista aerea del AS06*

### **Utilizzo aree di deposito DT01, DT02, DT03, DT04, DT05, DT06, DT07, DT08**

Le aree di deposito temporaneo, le cui ubicazioni e estensioni sono riportate in tabella precedente, verranno impiegate per l'accumulo del materiale di scavo in caso di indisponibilità dei depositi definitivi dello smarino.

All'interno delle aree di deposito non sono previste strutture fisse: si tratta unicamente di piazzali in cui si depositano i volumi di scavo. Nelle aree si installeranno comunque servizi igienici di tipo chimico. Le installazioni previste sono minime, e comprendono:

- servizi igienici di tipo chimico;
- aree stoccaggio materiali e terre;
- piazzole caratterizzazione terre da scavo;
- parcheggi per mezzi di lavoro.

Tutte le aree di cantiere così utilizzate, una volta smantellate le installazioni presenti e rimosse tutte le terre eventualmente accumulate come deposito intermedio, verranno restituite alla destinazione d'uso attuale. Di seguito si riportano gli stralci planimetrici delle viste aeree di tutte le aree di deposito previste.



Figura 9 Vista aerea DT01 – DT02



Figura 10 Vista aerea DT 03



Figura 11 Vista aerea DT 04



Figura 12 Vista aerea DT 05



Figura 13 Vista aerea DT 06



Figura 14 Vista aerea DT 07 e DT08



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	37/206

#### **4.3 INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI INTERVENTO E CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI IN FASE DI PROGETTAZIONE**

L'area di studio si colloca a ridosso della costa nord-orientale ionica della Sicilia in corrispondenza del tracciato ferroviario della linea Messina-Catania e si sviluppa per una lunghezza di circa 42.3 km nella tratta Fiumefreddo - Giampilieri. La tratta di progetto corrispondente al Lotto 1 (fino al km 13+860) tra Fiumefreddo e Taormina / Letojanni interessa il territorio dei comuni di Castelmola e Taormina, in provincia di Messina (ME) e Calatabiano e Fiumefreddo di Sicilia, in provincia di Catania (CT).

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studi è individuabile all'interno del Foglio 262 (Monte Etna) in scala 1:100000, nelle Tavole 262-I-SO (Taormina), 262-II-NO (Fiumefreddo di Sicilia) e 262-III-NE (Piedimonte Etneo), in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia, negli elementi 613120, 613150, 613160 e 625030 in scala 1:10000.

Dal punto di vista orografico il tracciato di progetto impegna settori di territorio posti a quote comprese tra 43 m s.l.m. e 317 m s.l.m. circa in corrispondenza delle pendici nord-orientali del M. Etna e dei ripidi versanti orientali della catena peloritana che, con andamento NE-SO, degradano fino alla costa Jonica, mentre le quote progettuali variano da 17 m s.l.m. a 69 m s.l.m. circa.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio si caratterizza per la presenza, verso sud, delle pendici nord-orientali del M. Etna (3348 m) e, verso nord, dei Monti Peloritani rappresentati da rilievi dai versanti ripidi che raggiungono altitudini di poco superiori ai 1200 metri; quindi la morfologia si presenta aspra ed accidentata con i rilievi più costieri incisi profondamente dai corsi d'acqua, ad andamento all'incirca NO-SE, colmi di depositi alluvionali e con elevate pendenze fino quasi al mare. La costa è caratterizzata dalla presenza di diversi ordini di terrazzi marini pleistocenici dovuti alle interazioni tra le variazioni eustatiche e i movimenti di sollevamento tettonico quaternari e presenta insenature e baie come quella di Giardini Naxos.



Figura 15 – Corografia in scala 1:400000 dell'area di studio geologico con individuazione della tratta ferroviaria in progetto. In rosso è riportato il tracciato del Lotto 1, in nero quello del Lotto 2.

I principali corsi d'acqua sono rappresentati dal Fiume Alcantara e da altri torrenti, in quest'area chiamati fiumare, a carattere generalmente stagionale e/o torrentizio, che intersecano in diversi punti il tracciato ferroviario nel settore della tratta in studio. Da Nord a Sud, i principali elementi idrografici sono rappresentati, quindi, dal Torrente S. Antonio, Fosso Mortelletto, Torrente San Giovanni, Torrente S. Vanera, Fiume Alcantara, Torrente San Giorgio, Torrente Bluinetto, Vallone Fogliarino, Torrente Minissale, Torrente Fiumefreddo e Vallone Santa Venera-Torrente delle Forche.

Si riporta di seguito una sintesi degli elementi di potenziale criticità per l'opera in oggetto, che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che contraddistinguono l'area di studio.

#### **4.3.1 Inquadramento geologico**

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono connessi con il locale assetto stratigrafico-strutturale dell'area e con la sismicità attuale della Sicilia orientale. Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi di copertura fortemente eterogenei, sia dal punto di vista litologico che per quanto concerne le caratteristiche fisico-meccaniche. Nei settori di piana alluvionale e costiera, pertanto, sono presenti locali orizzonti di depositi marini, alluvionali e transizionali con caratteristiche geotecniche mediocri o addirittura scadenti.

In particolare, gli orizzonti argilloso-limosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane dei suddetti terreni sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile, ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica. I livelli sabbioso-limosi presenti all'interno dei depositi di copertura, invece, presentano una discreta resistenza al taglio ed una modesta compressibilità elastica.

Inoltre, è opportuno segnalare la diffusa presenza di coltri di copertura di genesi pedologica e detritico-colluviale. Tali terreni, infatti, presentano un comportamento meccanico generalmente scadente, fortemente eterogeneo e di certa inaffidabilità geotecnica, tale da consigliarne la bonifica preventiva ai fini dell'individuazione del piano di posa delle strutture fondali e dei rilevati ferroviari.

Per quanto detto, i suddetti depositi non garantiscono alcun tipo di tenuta lungo i fronti di scavo, neanche nel breve periodo e soprattutto se esposti agli agenti atmosferici. Nel caso di opere realizzate in settori di affioramento di spesse coltri di copertura detritico-colluviali, quindi, dovranno essere previste delle specifiche analisi di carattere geotecnico volte alla definizione delle effettive condizioni di stabilità di eventuali tagli o scarpate, in particolare in corrispondenza delle zone di imbocco delle opere in sotterraneo.

Un elemento di potenziale criticità geologica per le opere in progetto è rappresentato dai numerosi allineamenti strutturali e tettonici, che interessano buona parte dei termini litologici presenti lungo il tracciato ferroviario in esame. Tali elementi sono rappresentati, come detto, da *thrust* e faglie dirette o trascorrenti ad alto angolo, localmente responsabili della giustapposizione di litotipi con caratteristiche litotecniche profondamente differenti e spesso associate ad ampie fasce di deformazione tettonica o di cataclasi.

Il complesso assetto strutturale e stratigrafico del settore d'intervento si riflette negativamente anche sulle caratteristiche di resistenza locali dei terreni impegnati dalle opere. Infatti, dal punto di vista litotecnico, un particolare elemento di criticità è rappresentato dalle scadenti caratteristiche fisico-meccaniche degli ammassi rocciosi e dei terreni interessati dalla realizzazione delle Gallerie Calatabiano e Taormina Fase1. Infatti, tutti i termini litologici del substrato risultano interessati da evidenti fenomeni di alterazione chimico-fisica e fessurazione, oltre che da elementi tettonici di notevole importanza ed estensione.

Infine, sulla scorta di tutti i dati bibliografici disponibili, è stato possibile individuare nella zona più meridionale dell'area di studio una faglia attiva, nota in letteratura come Faglia di Fiumefreddo. Tale elemento, ampiamente descritto nelle pagine precedenti, è caratterizzato da numerose evidenze di

fagliazione superficiale e risulta direttamente interferente col tracciato di progetto all'altezza del km 0+978. La faglia è caratterizzata da spostamenti obliquo-destri di *creep* asismico, con deformazioni a lungo termine inferiori a 1 mm/anno, e in generale non risulta associata a nessun terremoto in quanto chiaramente non sismica. Di seguito la scheda delle caratteristiche fisiche e geologiche tratta dal DataBase ITHACA – Catalogo delle faglie capaci.

Faglia di Fiumefreddo	
<b>Geologic Setting</b>	The Provenzana-Pernicana-Fiumefreddo system, located in the north-eastern flank of Mt. Etna (the largest active strato volcano in Sicily), crosses the volcano edifice from the central crater to the sea. The Fiumefreddo fault represents the eastern sector of this system.
<b>Synopsis</b>	The Fiumefreddo fault shows recent left strike-slip kinematics (with vertical component) and high activity as revealed by geomorphological data. The fault is characterized by aseismic ruptures which damage human structures and lifelines. This structure is clear for a length of 3 km, but vanishes under the alluvial cover near the coast, although geochemical evidence and marine geology investigations would suggest its continuation as far as the Ionian Sea. This very active system plays an important role in the geodynamic and morphologic evolution of the Etna volcano and it seems to be the northern boundary of an unstable sector.
<b>Fault Name</b>	Fiumefreddo
<b>Fault Code</b>	12301
<b>Macrozone</b>	7
<b>Region Name</b>	Sicilia
<b>System Name</b>	Provenzana-Pernicana-Fiumefreddo
<b>Rank</b>	PRIMARY
<b>Average Strike</b>	95
<b>Dip</b>	90
<b>Length (Km)</b>	3.5
<b>Geometry</b>	
<b>Segmentation</b>	no
<b>Depth (Km)</b>	5
<b>Location Reliability</b>	1:12500
<b>(Mapping Scale)</b>	
<b>Last Activity</b>	Historical (<3,000)
<b>Activity Reliability</b>	High reliability
<b>Recurrence Interval (Yr)</b>	1
<b>Slip-Rate (Mm/Yr)</b>	1
<b>Max Credible Rupture Length</b>	4
<b>Max Credible Slip (M)</b>	
<b>Known Seismic Events</b>	

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	41/206

Relazione Generale

Faglia di Fiumefreddo

<b>Max Credible Magnitude (Mw)</b>	
<b>Max Credible Intensity (Inqua Scale)</b>	
<b>Study Quality</b>	HIGH

Tabella 6 - Sintesi delle caratteristiche fisiche e geologiche della faglia potenzialmente attiva o capace, intercettata all'altezza del km 0+978 circa, tratta da [http://sgi.isprambiente.it/ithaca/scheda\\_faglia.asp?tnid=12301](http://sgi.isprambiente.it/ithaca/scheda_faglia.asp?tnid=12301).

Inoltre, sulla scorta di tutti i dati bibliografici disponibili, è stata segnalata poco a Ovest dell'area di studio una faglia attiva, nota in letteratura come di Serra San Biagio. Tale elemento, non intercetta direttamente le opere in questione e non mostra evidenze di fagliazione superficiale. Per tali motivi non rappresenta un elemento di particolare criticità. Di seguito la scheda delle caratteristiche fisiche e geologiche tratta dal DataBase ITHACA – Catalogo delle faglie capaci.

Faglia di Serra San Biagio

<b>Geologic Setting</b>	The fault is located in the north-eastern flank of Mt. Etna, the largest active strato volcano in Sicily.
<b>Synopsis</b>	
<b>Fault Name</b>	Serra San Biagio_04
<b>Fault Code</b>	13204
<b>Macrozone</b>	7
<b>Region Name</b>	Sicilia
<b>System Name</b>	Serra San Biagio
<b>Rank</b>	PRIMARY
<b>Average Strike</b>	120
<b>Dip</b>	90
<b>Length (Km)</b>	2.2
<b>Geometry</b>	
<b>Segmentation</b>	no
<b>Depth (Km)</b>	
<b>Location Reliability (Mapping Scale)</b>	1:75000
<b>Last Activity</b>	
<b>Activity Reliability</b>	Low reliability
<b>Recurrence Interval (yr)</b>	
<b>Slip-Rate (mm/yr)</b>	
<b>Max Credible Rupture Length</b>	
<b>Max Credible Slip (M)</b>	
<b>Known Seismic Events</b>	

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b> Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C

Faglia di Serra San Biagio	
Max Credible Magnitude (Mw)	
Max Credible Intensity (Inqua Scale)	
Study Quality	LOW
Notes	

Tabella 7 - Sintesi delle caratteristiche fisiche e geologiche della faglia potenzialmente attiva o capace, a est del tracciato, tratta da [http://sgi.isprambiente.it/ithaca/scheda\\_faglia.asp?tnid=13204](http://sgi.isprambiente.it/ithaca/scheda_faglia.asp?tnid=13204).

#### 4.3.2 Inquadramento geomorfologico

Sotto il profilo geomorfologico, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di numerosi movimenti di versante e di estesi fenomeni di erosione superficiale, essenzialmente connessi all'assetto geologico-strutturale dell'area e all'evoluzione geomorfologica recente di questo settore di catena.

Nell'area di studio, infatti, è stata rilevata la presenza di dissesti riconducibili sia a fenomeni di deformazione viscosa delle coltri (*creep* e/o soliflusso) che a movimenti franosi s.s. (crolli, scivolamenti, colamenti e frane complesse). Si tratta, generalmente, di fenomeni poco estesi e piuttosto superficiali, che coinvolgono generalmente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico locale, mentre solo raramente si rinvenivano movimenti franosi di particolare spessore ed estensione.

Per quanto riguarda i settori in cui il progetto prevede la realizzazione di opere all'aperto e gli imbocchi delle gallerie sono stati individuati elementi morfoevolutivi di genesi ed intensità variabile di seguito sintetizzati:

- nei settori di intervento all'aperto sono presenti, infatti, solo sporadiche conoidi di origine mista, localizzate lungo i versanti a sud delle colline che bordano verso Nord la piana del Fiume Alcantara. La ridotta intensità dei fenomeni e i modesti volumi delle masse instabili non determinano livelli di criticità ostativi per le opere in progetto.
- l'imbocco Nord-orientale della Galleria Calatabiano, ricade in corrispondenza di una conoide di origine mista poco estesa che, comunque, non costituisce elemento di possibile pericolosità per gli interventi in questione.
- l'imbocco Sud-occidentale della Galleria Taormina1, ricade in corrispondenza di un solco di erosione concentrata e di una conoide di origine mista di modeste dimensioni che non rappresentano elementi di potenziale criticità per le opere in progetto.

Relativamente ai settori in cui il progetto prevede la realizzazione di opere in sotterraneo sono stati individuati, analizzati e cartografati fenomeni di dissesto generalmente poco estesi e piuttosto superficiali, che coinvolgono prevalentemente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico locale, senza alcuna interferenza diretta o indiretta con le opere in progetto.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO  
PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	43/206

Tra le km 11+500 e 12+000, immediatamente a nord-ovest del tracciato di progetto e a sud-est di Taormina, è stato rilevato e cartografato un ampio fenomeno gravitativo. Si tratta di una frana di tipo complesso, classificabile con stato inattivo e stadio esaurito, con lunghezza di circa 460 m e dislivello di circa 140 m, che si estende in direzione circa NE-SW tra Corso Umberto a monte e via del Crocefisso a valle. Il piede del corpo di frana è posto a quote di circa 45 m s.l.m. in prossimità del fondovalle posto a quote di circa 40 m s.l.m.. In questo settore il progetto prevede la realizzazione di una galleria posta a quote sempre inferiori a 20 m s.l.m.. In relazione alle caratteristiche cinematiche e morfologiche del fenomeno di frana e alla geometria della galleria in questo specifico settore, il fenomeno di frana non rappresenta una criticità diretta o indiretta.

Quanto detto trova parziale riscontro nelle cartografie tematiche del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016). In particolare, all'altezza del km 8+500 circa e lungo il tracciato dell'interconnessione, vengono riportati principalmente areali di pericolosità da frana moderata (**P1**) che intercettano in superficie il tracciato di progetto, essenzialmente connessi con fenomeni di erosione e dissesto delle coltri superficiali che bordano le fasce basse dei versanti. Si tratta di settori interessati da opere in sotterraneo, rispettivamente Galleria Taormina1 e Galleria I.C., con coperture in calotta piuttosto elevate. Tali areali sono connessi a fenomeni di erosione piuttosto superficiali, che comunque in relazione alle notevoli coperture presenti al di sopra del cavo della galleria non presentano inferenze dirette o indirette con le opere in progetto.

Mentre, all'altezza del km 9+900 circa il tracciato di progetto prevede la realizzazione della Galleria naturale Taormina1 con coperture in calotta piuttosto elevate, per questo settore le cartografie ufficiali riportano un areale classificato con pericolosità media (**P2**). Tali areali sono connessi a fenomeni di erosione piuttosto superficiali, che comunque in relazione alle notevoli coperture presenti al di sopra del cavo della galleria non presentano inferenze dirette o indirette con le opere in progetto.

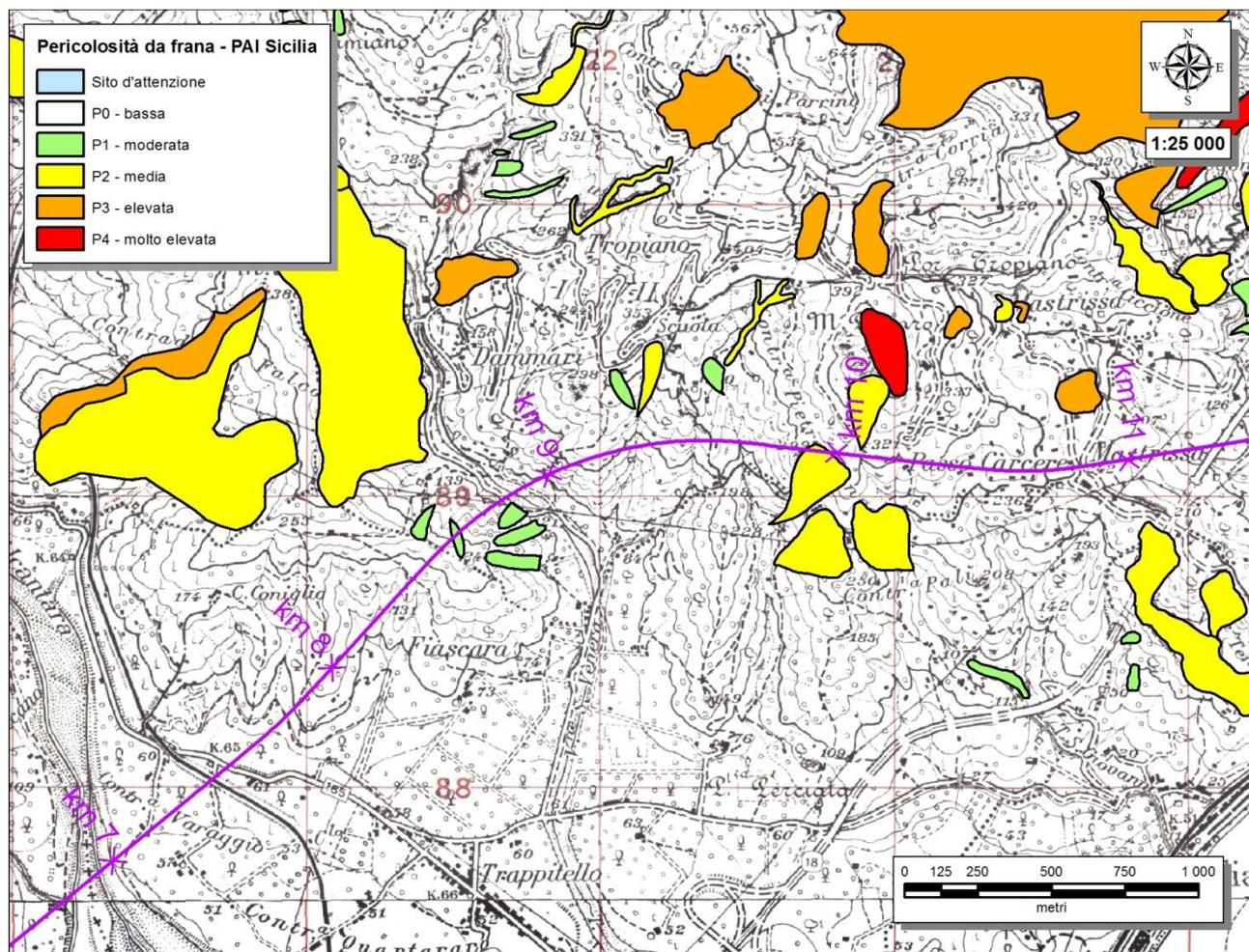


Figura 16 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 7+000 ÷ 11+000, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

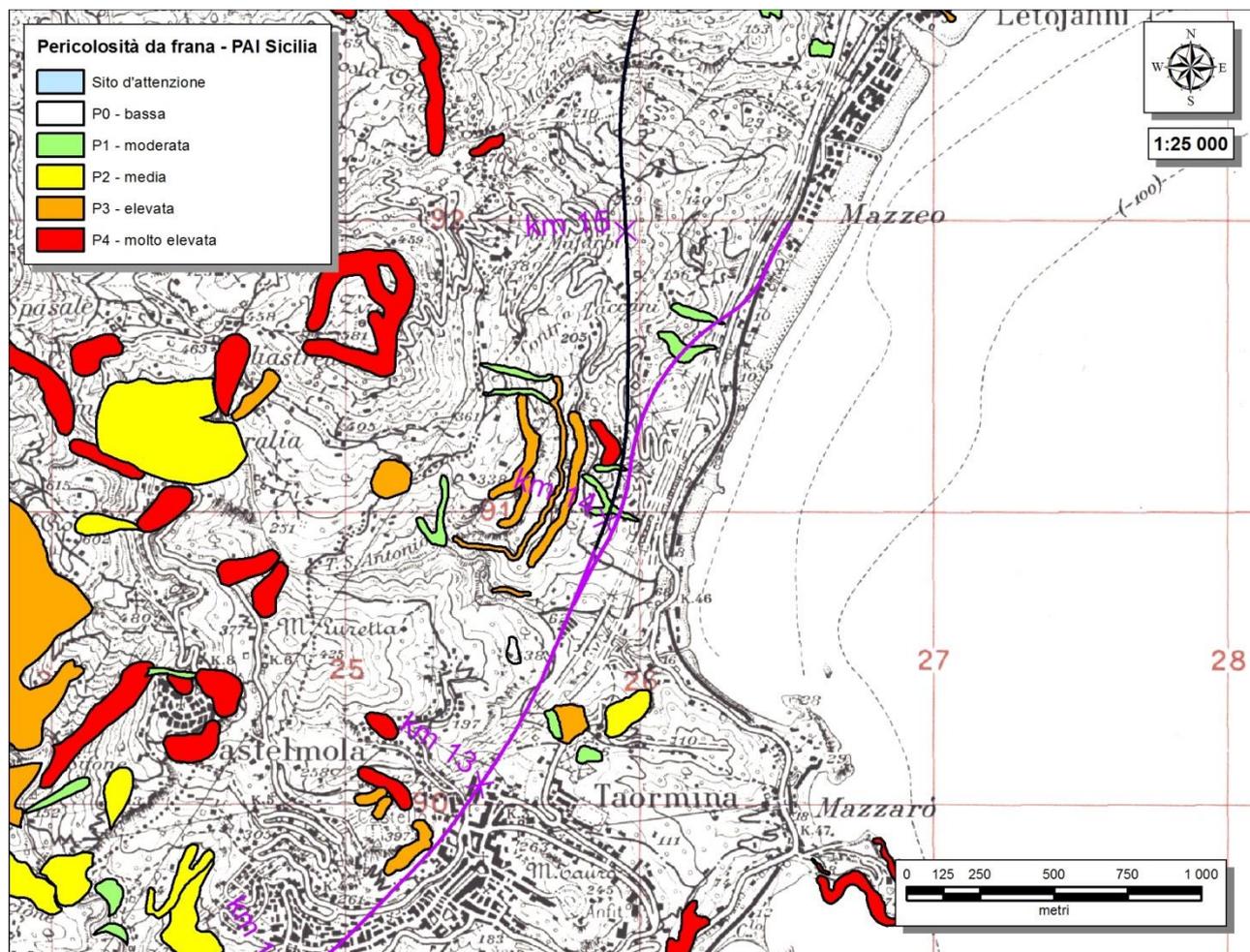


Figura 17 - Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 12+000 ÷ 13+900 e interconnessione Letojanni, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

La condizione di generale stabilità geomorfologica dell'area è confermata, inoltre, dai risultati del presente studio specialistico appositamente condotti, basati sia sul rilevamento di campo, su indagini dirette ed indirette e su analisi fotointerpretative di dettaglio.

Ad ogni modo, il livello di criticità specifica del contesto geomorfologico e morfoevolutivo è relativo all'attuale contesto antropico e morfo-climatico dell'area. Pertanto, la possibile influenza degli agenti morfoevolutivi e fenomeni di dissesto sulle opere in progetto, dove segnalato andrà puntualmente valutata ed analizzata in funzione delle specifiche scelte progettuali e delle indicazioni fornite nel presente studio specialistico.

### **4.3.3 Inquadramento idrogeologico**

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia la presenza di diverse falde idriche sotterranee all'interno di buona parte dei termini litologici interessati dalla realizzazione del tracciato ferroviario in esame. Tali falde potrebbero rappresentare dei potenziali elementi di criticità le opere in progetto, sia per le possibili venute d'acqua lungo i fronti di scavo che per la notevole influenza esercitata sul comportamento meccanico dei termini litologici attraversati.

I corpi idrogeologici individuati rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquiferi di importanza variabile, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione latero-verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici secondari che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei principali, portando alla formazione di locali emergenze sorgentizie.

Infatti, i dati piezometrici a disposizione hanno evidenziato la presenza di importanti falde freatiche all'interno dei depositi vulcanici, alluvionali e costieri che colmano i fondovalle e le principali aree depresse dei settori di studio. Tali acquiferi sono rappresentati da terreni fortemente eterogenei dal punto di vista litologico e costituiscono, pertanto, dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi. In tali settori la superficie piezometrica della falda freatica è posta a diversi metri di profondità dal p.c., anche se risulta estremamente variabile in relazione alle caratteristiche idrogeologiche e stratigrafico-strutturali dei termini litologici affioranti. Tali considerazioni valgono ovviamente in condizioni stazionarie e sono da considerarsi come rappresentative del regime idrogeologico sotterraneo durante gran parte dell'anno solare.

In caso di precipitazioni, invece, le acque meteoriche possono saturare completamente i depositi alluvionali e provocare il temporaneo innalzamento delle falde di sub-alveo in tutti i settori di fondovalle. In tali circostanze, quindi, il livello piezometrico delle falde idriche sotterranee può raggiungere il piano campagna sia in corrispondenza dell'alveo stesso che nei settori di piana alluvionale ad esso limitrofi, con un andamento morfologico dettato sia dalle caratteristiche idrogeologiche del fondovalle che dal regime stesso delle precipitazioni.

Per quanto concerne gli ammassi rocciosi e in generale i termini del substrato interessati dalla realizzazione delle opere in sottosuolo, i dati a disposizione hanno mostrato la presenza di diffusi corpi idrici sotterranei, liberi o parzialmente confinati. In generale, quasi tutte le unità geologiche presenti sono caratterizzate da falde con importanza ed estensione variabili, situate essenzialmente in corrispondenza degli orizzonti più fessurati ed alterati dell'ammasso. Questi ultimi sono generalmente localizzati in prossimità della superficie topografica o in corrispondenza dei maggiori allineamenti tettonici, sia compressivi che distensivi e trascorrenti.

Pertanto, nella progettazione di tutte le opere in sottosuolo sarà necessario considerare sia le possibili venute d'acqua lungo i fronti di scavo che l'effettiva influenza esercitata dalle pressioni neutre sul comportamento meccanico di terreni e ammassi rocciosi.

#### **4.3.4 Caratteristiche geomeccaniche degli ammassi**

Per poter definire le caratteristiche geomeccaniche e il relativo stato di fratturazione dei termini litologici presenti lungo il tracciato ferroviario in progetto, nell'ambito del presente studio sono stati analizzati i risultati di numerosi rilievi geostrutturali appositamente condotti in tutto il settore di intervento. I suddetti rilievi sono stati eseguiti secondo gli *standard* della International Society for Rock Mechanics (ISRM 1978, 1993).

Inizialmente sono stati acquisiti i dati relativi agli stop geostrutturali effettuati nelle precedenti fasi progettuali e riportati nelle cartografie geologiche in allegato (RS2S 01 D69 F5 GE0001 001-4, RS2S 01 D69 G5 GE0001 003 e RS2S 01 D69 G6 GE0001 001-6). Inoltre, durante la presente fase di approfondimento progettuale sono stati condotti n. 13 stop geostrutturali, opportunamente suddivisi tra ammassi rocciosi e ammassi eterogenei, tutti riportati sulla cartografia geologica di riferimento.

Per quanto concerne gli ammassi rocciosi, sono state determinate le principali caratteristiche dei giunti (spaziatura, apertura, persistenza, rugosità, riempimento), della roccia intatta (resistenza a compressione, grado di alterazione) e dell'ammasso (struttura, forma dei blocchi, condizioni idrauliche). Per quanto riguarda gli ammassi eterogenei, invece, sono state determinate le proprietà degli orizzonti litologici (% roccia, % pelite, spessore strati roccia, spessore strati pelite) oltre che le principali caratteristiche dei giunti (rugosità), della roccia intatta (resistenza a compressione, grado di alterazione) e dell'ammasso (struttura, forma dei blocchi, condizioni idrauliche).

I numerosi dati raccolti durante i rilievi di campo hanno quindi permesso di caratterizzare gli ammassi in oggetto e di definire, per ogni singolo punto di rilievo, il *range* di variazione del Geological Strength Index (GSI). Tali dati, unitamente a quanto desunto dalle stratigrafie di sondaggio, dalle prove in foro e dalle indagini geofisiche, hanno inoltre consentito di definire il complessivo stato di fratturazione e alterazione degli ammassi interessati dalla realizzazione delle opere in progetto.

Per quanto concerne gli stop geologici, il GSI del singolo affioramento è stato determinato sulla scorta delle carte di confronto proposte dai vari autori per gli ammassi rocciosi e gli ammassi eterogenei. In Figura 18 è riportata la carta per la determinazione del GSI per ammassi rocciosi fratturati (Marinos et al. 2005), mentre in Figura 19 è riportata la carta per la definizione del GSI per ammassi rocciosi eterogenei (Marinos 2014).

GEOLOGICAL STRENGTH INDEX FOR JOINTED ROCKS (Hoek and Marinos, 2000)		SURFACE CONDITIONS				
STRUCTURE		VERY GOOD	GOOD	FAIR	POOR	VERY POOR
		Very rough, fresh unweathered surfaces	Rough, slightly weathered, iron stained surfaces	Smooth, moderately weathered and altered surfaces	Slickensided, highly weathered surfaces with compact coatings or fillings or angular fragments	Slickensided, highly weathered surfaces with soft clay coatings or fillings
		DECREASING SURFACE QUALITY →				
	INTACT OR MASSIVE - intact rock specimens or massive in situ rock with few widely spaced discontinuities	90			N/A	N/A
	BLOCKY - well interlocked undisturbed rock mass consisting of cubical blocks formed by three intersecting discontinuity sets	80	70			
	VERY BLOCKY - interlocked, partially disturbed mass with multi-faceted angular blocks formed by 4 or more joint sets		60	50		
	BLOCKY/DISTURBED/SEAMY - folded with angular blocks formed by many intersecting discontinuity sets. Persistence of bedding planes or schistosity			40	30	
	DISINTEGRATED - poorly interlocked, heavily broken rock mass with mixture of angular and rounded rock pieces				20	
	LAMINATED/SHEARED - Lack of blockiness due to close spacing of weak schistosity or shear planes	N/A	N/A			10
		DECREASING INTERLOCKING OF ROCK PIECES ↓				

Figura 18 – Carta per la determinazione del GSI degli ammassi rocciosi fratturati sulla scorta delle osservazioni di campo (da Marinos et al. 2005).

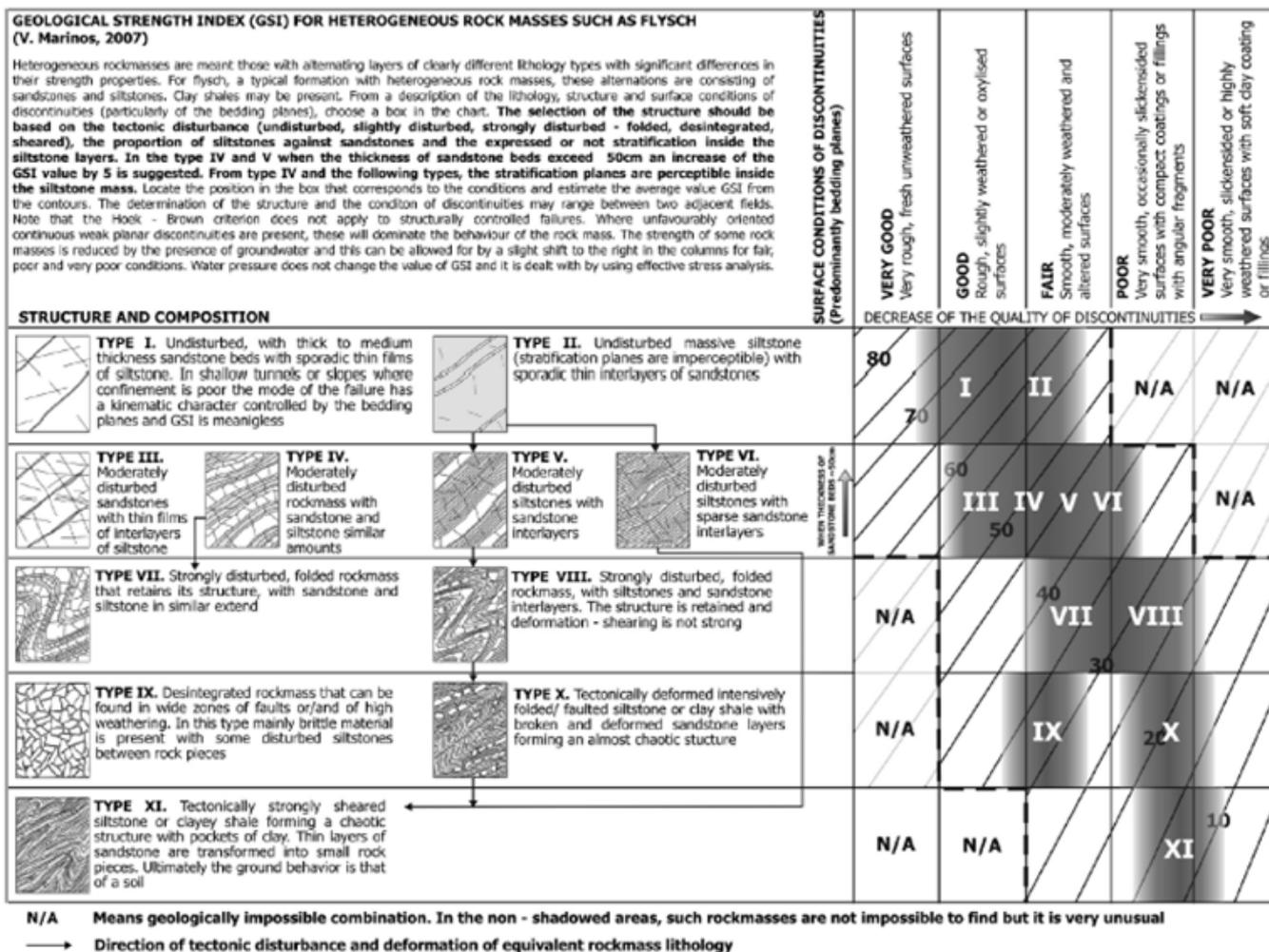


Figura 19 – Carta per la determinazione del GSI degli ammassi rocciosi eterogenei sulla scorta delle osservazioni di campo (da Marinos 2014).

Per quanto concerne i fori di sondaggio, il GSI degli ammassi rocciosi eterogenei è stato definito sempre in relazione alla carta di confronto di Figura 19, mentre il GSI degli ammassi rocciosi fratturati è stato determinato sulla scorta della carta di confronto modificata per tenere conto delle specifiche condizioni geomeccaniche dei giunti e di fratturazione dell'ammasso. In Figura 20 è riportata la carta modificata per la determinazione del GSI di ammassi rocciosi fratturati sulla scorta dei dati di sondaggio (Hoek et al. 2013), quali stato di fratturazione (RQD) e condizioni dei giunti (JCond<sub>89</sub>).

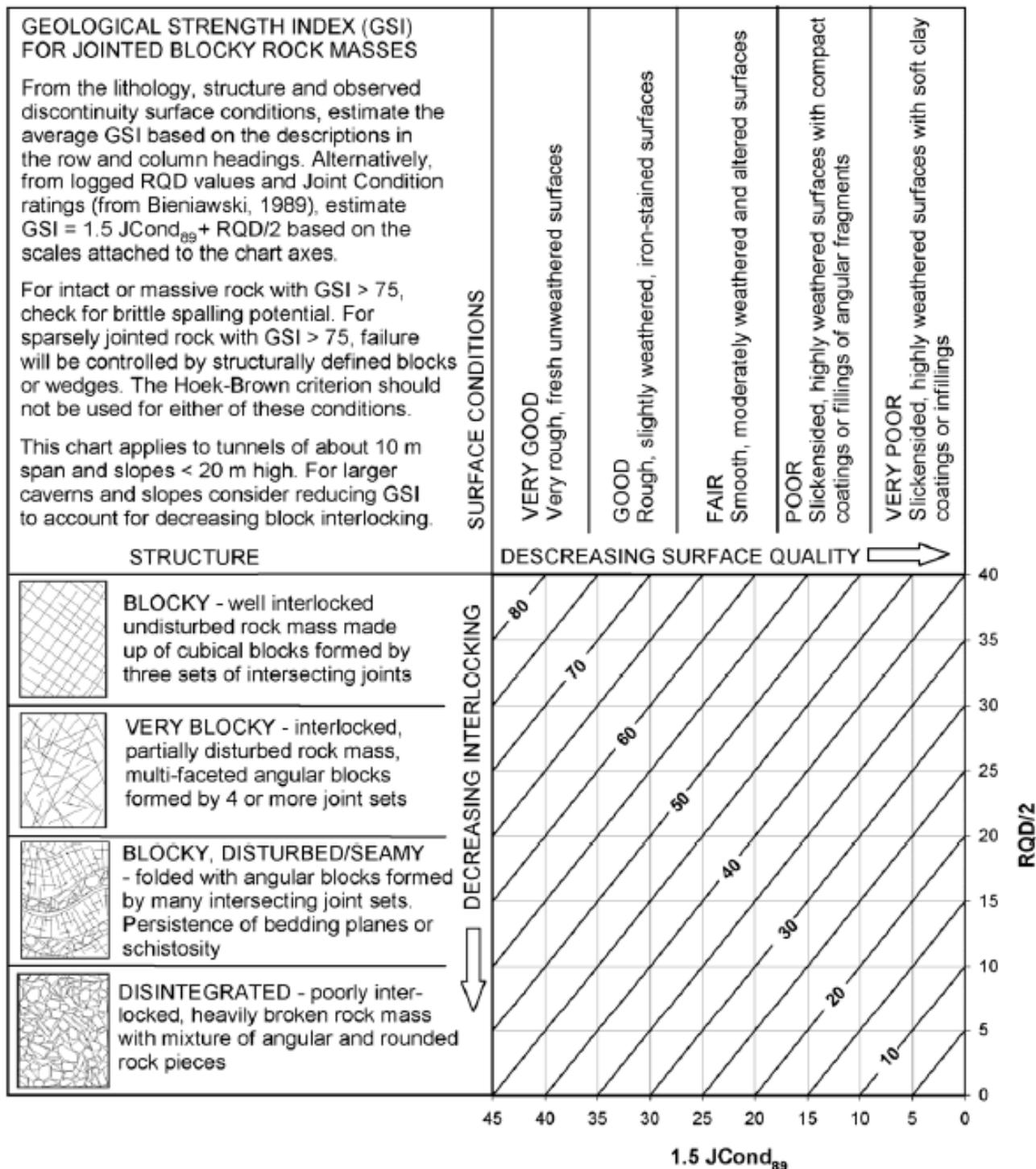


Figura 20 – Carta per la determinazione del GSI degli ammassi rocciosi fratturati sulla scorta dei dati di sondaggio, quali stato di fratturazione (RQD) e condizioni dei giunti (JCond<sub>89</sub>) (da Hoek et al. 2013).



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO  
PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	51/206

Attraverso l'integrazione di tutti i dati disponibili, è stato quindi possibile determinare il *range* di variazione del GSI per ognuno dei termini litologici attraversati dalle opere in sotterraneo. La tipologia di ammasso considerato (roccioso o eterogeneo) e i relativi valori di GSI sono riportati per ogni unità intercettata in galleria nella finca dei profili geologici in allegato alle presenti note (RS2S 01 D69 F5 GE0001 001-4, RS2S 01 D69 G5 GE0001 003 e RS2S 01 D69 G6 GE0001 001-6).

Per l'estrapolazione dei dati di GSI su tratti omogenei di ammasso, sono state seguite le indicazioni fornite dagli stessi autori (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013; Marinos 2014). Condizioni particolari e non catalogabili nei casi descritti sono state valutate singolarmente sulla scorta di tutti i dati a disposizione e dello specifico assetto stratigrafico-strutturale dell'area. Ovviamente, in prossimità di faglie e elementi tettonici di una certa importanza, è stata considerata una zona tettonizzata e fortemente fratturata nell'ordine di alcune decine di metri.

Per le zone di imbocco dove sono disponibili i dati dei rilievi geostrutturali, il GSI dell'ammasso è stato definito utilizzando direttamente i valori derivanti dalle analisi di campagna (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013). Relativamente alle zone in galleria coperte da indagini geognostiche, invece, il GSI è stato determinato attraverso la precedente carta di correlazione (Hoek et al. 2013), utilizzando il valore medio di RQD del sondaggio e le caratteristiche dei giunti derivanti dai rilievi sulle carote. Per le zone in galleria prive di indagini geognostiche, il GSI è stato definito considerando i sondaggi di zone geologicamente simili e i dati dei rilievi geostrutturali di superficie, che secondo gli autori devono essere incrementati di 10 o 15 punti per giungere al GSI dell'ammasso profondo e meno alterato (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013).

Nel caso di zone tettonizzate o in prossimità di importanti elementi strutturali, quali faglie e sovrascorrimenti, il GSI è stato determinato direttamente dai dati dei rilievi geostrutturali di superficie, mantenendo quindi gli stessi valori degli stop con ammassi visibilmente interessati da tettonica (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013). Infine per le zone completamente tettonizzate e/o cataclasate, rinvenute in sondaggio come un detrito caotico di sabbie e ghiaie, il GSI è stato considerato variabile tra 5 e 10, o talora tra 5 e 15, così come suggerito dagli stessi autori (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013; Marinos 2014).

Le elaborazioni condotte nell'ambito del presente studio hanno evidenziato la presenza di ammassi rocciosi estremamente fratturati ed alterati, generalmente ricadenti nelle classi di GSI medio-basse, scadente e molto scadente (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013; Marinos 2014). In Tabella 8 si riporta, per ognuna delle gallerie in progetto, una sintesi delle tipologie di ammasso e dei relativi valori di GSI per le differenti unità geologiche intercettate dal cavo.

Opera	Progressive		Formazione	Tipo di ammasso	GSI
	da	a			
Galleria Calatabiano	3+012	3+763	FAG	terreno coesivo	-
	3+763	4+477	ASF	terreno coesivo	-
	4+477	4+517	PDTa	ammasso eterogeneo	15/25
	4+517	4+895	PDTa	ammasso eterogeneo	30/40
	4+895	5+035	PDTa	ammasso eterogeneo	15/25
	5+035	5+941	PDTa	ammasso eterogeneo	30/40
	5+941	5+991	PDTa	ammasso eterogeneo	15/25
	5+991	6+031	PDTb	ammasso roccioso	20/35
	6+031	6+195	PDTb	ammasso roccioso	35/50
	6+195	6+348	PDTb	ammasso roccioso	20/35
Galleria Taormina Lotto 1	7+745	7+851	CODd	ammasso roccioso	30/45
	7+851	8+519	CODc	ammasso eterogeneo	35/45
	8+519	8+611	CODc	ammasso eterogeneo	25/35
	8+611	8+709	CODa	ammasso roccioso	20/35
	8+709	9+289	CODa	ammasso roccioso	45/60
	9+289	10+809	FDN	ammasso roccioso	30/45
	10+809	11+025	FDN	ammasso roccioso	10/30
	11+025	11+248	MAI	ammasso roccioso	20/35
	11+248	11+973	MED	ammasso eterogeneo	20/35
	11+973	12+088	DOA	ammasso roccioso	15/30
	12+088	12+128	TAM	ammasso roccioso	10/30
	12+128	12+497	TAM	ammasso roccioso	30/45
	12+497	12+537	TAM	ammasso roccioso	10/30
	12+537	12+587	GLD	ammasso roccioso	10/30
12+587	13+212	GLD	ammasso roccioso	30/45	
13+212	13+900	GLD	ammasso roccioso	10/30	
Galleria I.C.	0+000 i.c.	0+614 i.c.	GLD	ammasso roccioso	10/30
	0+614 i.c.	0+973 i.c.	TAM	ammasso roccioso	10/30
	0+973 i.c.	1+112 i.c.	GCM	ammasso roccioso	15/30
	1+112 i.c.	1+224 i.c.	GLD	ammasso roccioso	10/30

Tabella 8 - Sintesi delle tipologie di ammasso e dei relativi valori di GSI per le diverse unità geologiche intercettate nelle gallerie in progetto.

Le scadenti caratteristiche geomeccaniche degli ammassi sono essenzialmente connesse alla complessa evoluzione tettonica dell'area e alla presenza di numerosi elementi strutturali di una certa

rilevanza. Infatti, tutti gli ammassi rocciosi presenti lungo il tracciato sono caratterizzati da un elevato stato di fratturazione e/o fessurazione, soprattutto in corrispondenza di faglie e piani di sovrascorrimento dove spesso è stata rilevata la presenza di estese fasce cataclastiche e/o milonitiche. Le zone tettonizzate presentano una estensione di diverse decine di metri e risultano generalmente più importanti in corrispondenza dei *thrust* a carattere regionale.

In generale, gli ammassi metamorfici e calcareo-marnosi risultano essere i più tettonizzati e fratturati, in quanto posti in corrispondenza dei piani di scollamento dei maggiori fronti di sovrascorrimento. I termini flyschoidi di copertura, al contrario, risultano essere i meno tettonizzati e fessurati, in quanto interessati unicamente dalle strutture tettoniche più recenti.

Ulteriori zone con caratteristiche geomeccaniche particolarmente scadenti si rinvengono, inoltre, in prossimità degli imbocchi o in corrispondenza dei fondovalle più importanti ed estesi. In tali settori, infatti, i fenomeni di alterazione e decompressione dell'ammasso hanno prodotto un marcato ed evidente scadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei giunti, soprattutto nel caso dei termini metamorfici meno competenti che risultano localmente fortemente alterati e parzialmente argillificati.

#### **4.3.5 Sismicità dell'area**

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico.

Affinché si abbia rischio è necessario, pertanto, che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'*input* sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008).

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 475. I parametri forniti, in funzione di quanto previsto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale.



Figura 21 – Griglia di riferimento per il settore oggetto di studio, con individuazione del lotto in esame (in magenta) del tracciato di progetto del lotto 2 (in nero) e dei punti del grigliato scelti (in rosso).

ID	Longitudine	Latitudine	$a_g$	$F_0$	$T_c$
46758	15.193	37.772	0.2215	2.6	0.31
46536	15.195	37.822	0.2203	2.56	0.32
46314	15.196	37.872	0.2063	2.52	0.33
46759	15.257	37.771	0.1901	2.58	0.33
46537	15.258	37.821	0.2061	2.52	0.34
46315	15.259	37.871	0.2136	2.49	0.34
46538	15.321	37.820	0.2058	2.48	0.35
46316	15.322	37.870	0.2283	2.45	0.34

Tabella 9 - Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno  $T_r$  pari a 475 anni.

#### 4.3.6 Suscettività alla liquefazione

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace (Riga 2007). Tale fenomeno avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state condotte una serie di analisi basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello internazionale, che sulle procedure di analisi dettate dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008.

L'attuale normativa vigente in materia di costruzioni edilizie (NTC2008) prevede che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;

accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1  $g$ ;

profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;

depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della

resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

distribuzione esterna ai fusi granulometrici indicati da normativa, distinti in funzione del coefficiente di uniformità  $U_c$ .

In particolare, se le condizioni 1 e 2 non risultano soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5. Pertanto, in relazione a quanto previsto dall'NTC 2008, sono state condotte una serie di analisi puntuali volte a verificare tutte le condizioni predisponenti elencate in precedenza, al fine di determinare la possibile suscettività a liquefazione di tutti i campioni di terreno prelevati durante la campagna di indagini appositamente condotta.

Le fonti bibliografiche a disposizione e lo studio relativo alla sismicità storica e alla pericolosità sismica condotto hanno evidenziato che, nell'area di intervento, si sono verificati diversi terremoti con magnitudo  $M$  superiore a 5 e, in particolare, il massimo terremoto atteso nell'area presenta una  $M$  pari a 7.29. Anche le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, sono risultate essere generalmente superiori al limite definito da normativa, in quanto variabili tra 0.200 e 0.250 $a_g$ . In relazione a quanto detto e considerata la presenza delle condizioni predisponenti esposte nei punti 1 e 2 dell'NTC 2008, si è quindi proceduto alla verifica dei punti 3, 4 e 5 del paragrafo 7.11.3.4.2, in modo da rispondere puntualmente a tutti i quesiti posti da norma.

Per quanto concerne la falda, i dati piezometrici a disposizione hanno mostrato la presenza di un livello idrico estremamente variabile, posto a profondità comprese tra 1.5 e 55.6 m dal p.c.. La falda è generalmente più profonda nel tratto più meridionale e localmente assente nei fondovalle secondari e più alti in quota.

Relativamente alla resistenza penetrometrica dei terreni, le verifiche sono state condotte in relazione alle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio durante le fasi di perforazione. Tali prove hanno evidenziato la presenza di terreni sempre piuttosto addensati, con valori di resistenza penetrometrica normalizzata generalmente superiori al limite previsto da normativa. Fanno eccezione solo alcuni sporadici orizzonti di limitato spessore, posti al di sopra del livello di falda e caratterizzati dalla presenza di una abbondante frazione pelitica e ghiaiosa.

Dal punto di vista granulometrico e tessiturale, infine, i dati geologici a disposizione evidenziano la presenza di terreni poco o nulla suscettibili di liquefazione. Gran parte dei depositi costieri e alluvionale presenti nei settori di intervento sono infatti caratterizzati dalla presenza di una elevata frazione ghiaiosa o ciottolosa, che li pone ben al di sopra dei fusi granulometrici potenzialmente suscettibili di liquefazione secondo la normativa (NTC 2008). Allo stesso modo, anche i terreni di copertura recenti risultano essere al di fuori dei fusi granulometrici previsti dalla norma (NTC 2008), in quanto caratterizzati dalla presenza di abbondante componente pelitica e di diffusi inclusi ghiaiosi o ciottolosi.

In relazione a quanto esposto in precedenza, quindi, i terreni intercettati dalle opere in progetto risultano chiaramente non suscettibili di possibili fenomeni di liquefazione. Tale condizione è legata, in particolare, sia all'elevato grado di addensamento dei materiali che a locali fenomeni di cementazione chimica e all'abbondante frazione ghiaiosa, ciottolosa e pelitica presente all'interno di tali terreni

#### 4.3.7 Presenza di gas naturali

Nella realizzazione di opere in sotterraneo, assume particolare rilevanza la valutazione del rischio connesso con la presenza di gas naturali nel sottosuolo. Tra questi, il più comune è il metano che, se miscelato con aria e in concentrazioni comprese tra il 4.5% e il 16.0% di volume, risulta altamente esplosivo. Tale miscela aria-metano è più nota con il termine "grisou" ed è caratterizzata dall'essere completamente inodore e incolore. Pertanto, lo scavo di gallerie in terreni geologicamente favorevoli alla presenza di metano va condotto con grande cautela e applicando specifiche precauzioni.

Durante l'esecuzione del sondaggio S03D, la perforazione è stata interrotta a causa della presenza di una sacca di gas nel foro di sondaggio. Quest'ultimo è caratterizzato dalla presenza di termini pelitici interamente riferibili alla Formazione delle argille grigio-azzurre (**FAG**), in appoggio stratigrafico discordante sulla sottostante Formazione delle argille scagliose superiori (**ASF**). Il monitoraggio del gas condotto durante la perforazione ha fatto registrare valori di metano compresi tra il 57% e l'86% dell'UEG (*Lower Explosive Limit*) nei primi 4 giorni e pari allo 0% nei giorni successivi.

Proprio in virtù della presenza di gas rilevata nel sondaggio S03D, anche nel vicino S03D-bis sono state condotte una serie di misurazioni per verificare l'eventuale presenza di metano. Tale sondaggio è posto circa 280 m a NNE del precedente ed è caratterizzato dalla presenza di circa 13 m di terreni pelitici della Formazione delle argille grigio-azzurre (**FAG**) in appoggio stratigrafico discordante sulla sottostante Formazione delle argille scagliose superiori (**ASF**). In questo caso però il monitoraggio condotto in fase di perforazione non ha evidenziato la presenza di metano nel sottosuolo.

A distanza di alcuni mesi dalla fine della perforazione, è stato comunque eseguito un campionamento delle acque sotterranee all'interno del piezometro installato nel foro S03D-bis. Il campionamento è stato condotto a seguito dello spurgo del piezometro ed ha quindi riguardato unicamente le acque sotterranee provenienti dalla Formazione delle argille scagliose superiori (**ASF**), in quanto il tratto finestrato del piezometro ricade unicamente all'interno di tale successione. Il campionamento è stato condotto nei mesi di maggio e luglio 2017 e ha permesso di eseguire una serie di analisi di laboratorio per la valutazione del metano disciolto in acqua. Le analisi hanno mostrato valori compresi tra 0.798 e 1.543 mg/L, così come evidenziato nella tabella seguente.

Data	Riferimento	Metano mg/L
03/05/2017	Piezometro S3Dbis (Calatabiano (CT)) 1	0.833
	Piezometro S3Dbis (Calatabiano (CT)) 2	0.798
	Piezometro S3Dbis (Calatabiano (CT)) 3	0.802
06/07/2017	Piezometro S3Dbis (Calatabiano (CT))	1.543
	Piezometro S3Dbis (Calatabiano (CT))	0.820
	Cisterna (Calatabiano (CT))	0.132
	Cisterna (Calatabiano (CT))	0.144

Tabella 10 – Sintesi dei risultati ottenuti per la determinazione di metano in acqua, 24 mg/L (20 °C, 1 atm) solubilità del metano in acqua.

Durante la seconda campagna di monitoraggio, nel mese di luglio, sono state prelevate le acque di una cisterna ad uso agricolo posizionata a breve distanza dal piezometro, al fine di valutare eventuale contaminazione delle acque sotterranee per cause antropiche. I valori del metano disciolto in acqua per la cisterna sono altresì risultati variabili tra 0.132 e 0.144 mg/L e evidenziano la totale assenza di contaminazione delle acque sotterranee ad opera di attività antropiche e agro-alimentari.

Pertanto, in relazione a quanto esposto, le indagini condotte e i relativi monitoraggi strumentali hanno permesso di confermare la presenza di metano in alcune delle successioni stratigrafiche presenti nei settori meridionali dell'area di studio e direttamente interessate dalla realizzazione delle opere in progetto. Tali successioni sono rappresentate dalla Formazione delle argille grigio-azzurre (**FAG**) e dalla Formazione delle argille scagliose superiori (**ASF**).

#### **4.3.8 Studio agenti fluidificanti**

L'adozione della tecnologia meccanizzata per lo scavo della Galleria Taormina, comporta l'impiego agenti schiumogeni con concentrazioni dipendenti dalle caratteristiche granulometriche e di plasticità dei terreni. I materiali di risulta provenienti dal suddetto scavo, verranno gestiti come sottoprodotti presentando caratteristiche chimiche idonee al riutilizzo. La valutazione dell'impatto eco-tossicologico di tale terreno è stato condotto dal Centro Interdipartimentale per l'Ambiente e i Beni Culturali (CIABC) della Sapienza Università di Roma dove è stata studiata l'interazione tra suoli e miscele lubrificanti utilizzate per lo scavo meccanico, ivi inclusi gli eventuali impatti sulle caratteristiche meccaniche dei suoli, la biodegradabilità dei componenti delle miscele e il loro destino in varie condizioni ambientali nonché gli eventuali effetti di tipo eco-tossicologico.

In particolare la ricerca ha avuto per oggetto la valutazione e quantificazione della degradazione dei componenti primari, in differenti condizioni ambientali e di processo, nonché la valutazione di eventuali rilasci o effetti negativi di tipo eco-tossicologico al termine del periodo di biodegradazione. In maggior dettaglio la ricerca ha avuto per oggetto:

- determinazione della biodegradazione aerobica di miscele lubrificanti in soluzione, in condizioni ottimali ("biodegradabilità intrinseca"), prendendo in considerazione sia la mineralizzazione che la biodegradabilità primaria. Il test di mineralizzazione (test C4) è stato condotto sulla base di uno dei metodi indicati nel Regolamento Europeo No 440/2008 del 30 Maggio 2008 (Test di "Ready biodegradability", Metodo C.4-d). Il test di biodegradabilità primaria (test TA) è stato condotto in parallelo e in condizioni analoghe, ma con procedure lievemente modificate per consentire il prelievo nel tempo dei campioni e la conseguente analisi;
- determinazione della biodegradazione di due miscele lubrificanti (prescelte tra quelle investigate al punto precedente) in presenza del suolo, in varie condizioni ambientali. Sono state sostanzialmente utilizzate le condizioni operative per la valutazione della biodegradabilità aerobica nei suoli di cui al metodo C.23 del citato Regolamento No 440/2008 (test C.23). Poiché

il metodo citato prevede l'esecuzione del test su piccole quantità di suolo (da 50 a 200 gg), un test ulteriore è stato condotto in parallelo in condizioni leggermente modificate su campioni di suolo molto maggiori (dell'ordine di decine di chili ciascuno, test TM) in modo da poter meglio simulare le condizioni di degradazione che possono aversi in piena scala (ad es. in cumulo);

- determinazione di eventuali effetti della presenza della miscela fluidificante, ivi inclusa eventuali intermedi e prodotti secondari di degradazione, su componenti ecologiche con cui il suolo venisse a contatto (test TET di eco-tossicità);
- determinazione di eventuali effetti della miscela fluidificante, e/o dei suoli residui al procedere della biodegradazione, sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni (test geotecnici).

Lo studio completo viene riportato in **Allegato 4.1**.

#### **4.3.9 Caratterizzazione ambientale**

Nel corso delle attività di progettazione definitiva del tracciato ferroviario della linea Messina-Catania Lotto 1 Fiumefreddo – Taormina/Letojanni che si sviluppa nel territorio dei comuni di Calatabiano, Castelmola, Fiumefreddo di Sicilia, Letojanni e Taormina, nelle provincie di Catania e Messina, per una lunghezza complessiva di 13,8 km sono state eseguite delle analisi di caratterizzazione ambientale atte a definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle opere lineari all'aperto e la corretta gestione degli stessi, ai sensi del D.P.R.120/2017

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.

In ogni caso, oltre alle analisi di caratterizzazione già eseguite in fase progettuale, in corso d'opera si procederà ad eseguire ulteriori campionamenti per gli scavi in sotterraneo 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).

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.

#### Indagini ambientali sui terreni lungo linea

In corrispondenza delle aree oggetto dell'intervento, comprese tra Fiumefreddo (Catania) e Interconnessione Letojanni (Messina), 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.

Sono state eseguite due campagne di indagine di cui una nel 2015 nella prima fase di avvio delle attività propedeutiche alla progettazione definitiva e una nel 2017 ad integrazione della precedente. Tutti i materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotti saranno comunque caratterizzati in corso d'opera, come descritto di seguito.

### Campagna 2015

Le attività di campo hanno visto il prelievo dei seguenti campioni:

- n. 9 campioni di terreno su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale di cui:
  - n. 3 prelevati dai pozzetti esplorativi;
  - n. 6 prelevati dalle porzioni superficiali dei sondaggi ambientali;
- n. 1 campione di top soil su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale

Da ognuno dei sondaggi realizzati sono stati prelevati n.3 campioni di terreno rappresentativi di diverse fasce di profondità (i campioni sono sempre stati ricavati dall'omogeneizzazione di terreno corrispondente a un metro di carota di sondaggio), sui quali sono stati ricercati tutti i parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017.

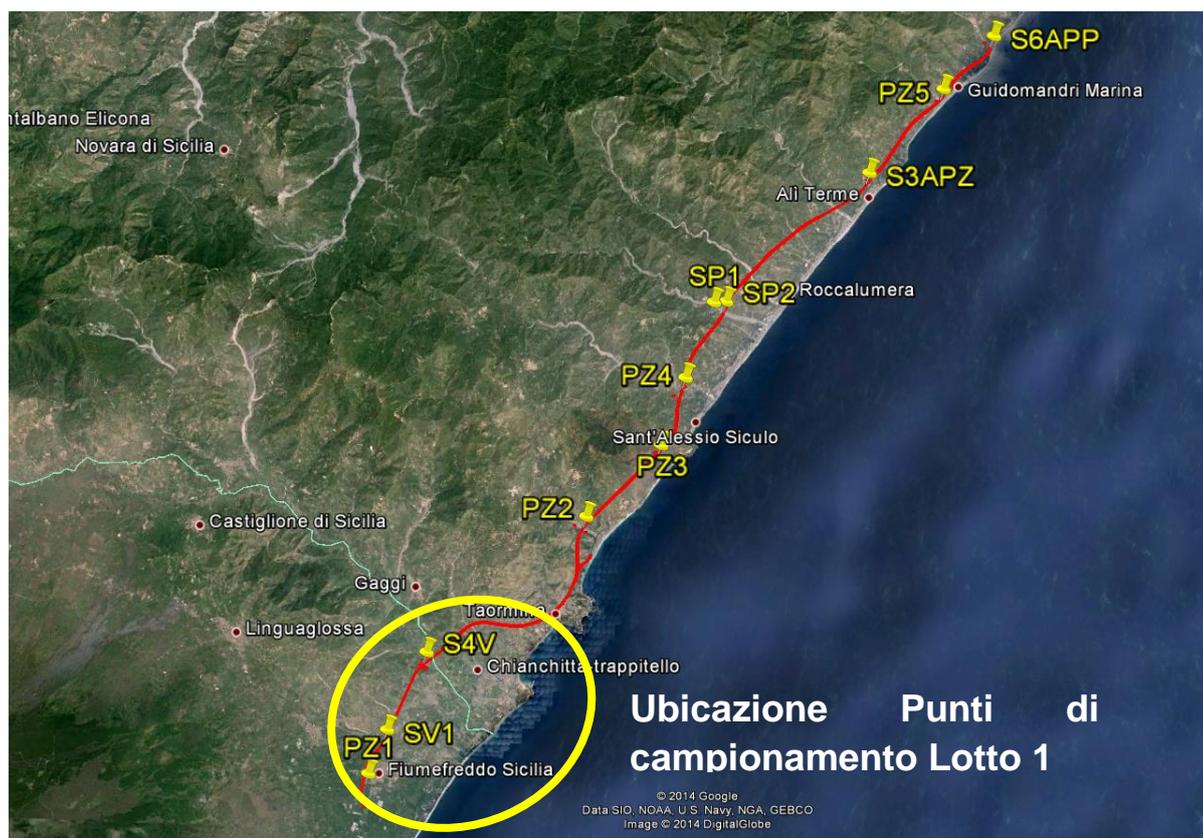


Figura 22 ubicazione punti di campionamento campagna 2015

### Campagna 2017

Le attività di campo hanno visto il prelievo dei seguenti campioni:

- n. 23 campioni di terreno su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale di cui:
  - n. 7 prelevati dai pozzetti esplorativi;
  - n. 16 prelevati dalle porzioni superficiali dei sondaggi ambientali;
- n. 5 campione di top soil su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale.

Da ognuno dei sondaggi realizzati sono stati prelevati n.3 campioni di terreno rappresentativi di diverse fasce di profondità (i campioni sono sempre stati ricavati dall'omogeneizzazione di terreno corrispondente a un metro di carota di sondaggio), sui quali sono stati ricercati tutti i parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei campioni prelevati con riferimento alla tipologia di analisi a cui sono stati sottoposti

*Tabella 11: Campioni di terreno prelevati - sondaggi campagna 2015*

Sondaggio	Denominazione campione	Tipologia analisi
<b>S1V</b>	<b>Campione di terreno S1V C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno S1V C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno S1V C3 (2,00 - 3,00)</b>	Caratterizzazione ambientale
<b>S4V</b>	<b>Campione di terreno S4V C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno S4V C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno S4V C3 (2,00 - 3,00)</b>	Caratterizzazione ambientale
<b>PZ1</b>	<b>Campione di terreno Pozzetto 1 C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 1 C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 1 C3 (2,00 - 3,00 m)</b>	Caratterizzazione ambientale

Tabella 12: Campioni di terreno prelevati – sondaggi campagna 2017

Sondaggio	Denominazione campione e quota di campionamento	Tipologia analisi
<b>S1D</b>	Campione di terreno S1Da (-7 a -8 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S1Db (-11 a -12 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S1Dc (-16 a -17 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S2D</b>	Campione di terreno S2Db (-3 a -4 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S3D</b>	Campione di terreno S3Da (-8 a -9 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S3Db (-12 a -13 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S3Dc (-17 a -18 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S5D</b>	Campione di terreno S5Da (-14 a -15 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S5Db (-18 a -19 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S5Dc (-23 a -24 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S11D</b>	Campione di terreno S11Da (-24 a -25 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S11Db (-27 a -28 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S11Dc (-34 a -35 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S16D</b>	Campione di terreno S5Da (-13 a -14 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S5Db (-17 a -18 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S5Dc (-22 a -23 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale

Tabella 13: Campioni di terreno prelevati – pozzetti campagna 2017

Sondaggio	Denominazione campione e quota di campionamento	Tipologia analisi
<b>SA1</b>	Campione di terreno SA1a (-0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>SA2</b>	Campione di terreno SA2a (-0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>SA3</b>	Campione di terreno S5Da (-0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S5Db (-1 a -2 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S5Dc (-2 a -3 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>SA4</b>	Campione di terreno SA4a (-0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>SA5</b>	Campione di terreno SA5a (-0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale

L'ubicazione delle indagini di caratterizzazione, campagna 2015 e campagna 2017 sono rappresentate in **Allegato 5.1**.

Tutte le analisi di caratterizzazione ambientale 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.

I campioni prelevati sono stati posti in contenitori di vetro a chiusura ermetica, contraddistinti da opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del sondaggio, 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).

Sui campioni prelevati sono stati ricercati i seguenti parametri:

Tabella 14 Caratterizzazione ambientali dei terreni Set Ridotto

<b>Analisi caratterizzazione terreni D.Lgs. 152/06</b>	<b>Metodo di analisi</b>	<b>Unità di</b>
Arsenico	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Cadmio	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Cobalto	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Cromo totale	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29	mg/kg
Cromo (VI)	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29	mg/kg
Mercurio	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 ----	mg/kg
Nichel	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Piombo	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29	mg/kg
Rame	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29	mg/kg
Zinco	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Benzene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Etilbenzene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Stirene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Toluene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Xilene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Benzo (a) antracene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Benzo (a) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	64/206

<u>Analisi caratterizzazione terreni D.Lgs. 152/06</u>	<u>Metodo di analisi</u>	<u>Unità di</u>
Benzo (b) fluorantene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Benzo (k) fluorantene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Benzo (g,h,i) perilene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Crisene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Indenopirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Sommatoria IPA (da 25 a 37) All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Idrocarburi C>12	EPA 3541 3620 6015	mg/kg
Amianto SEM (ricerca quantitativa)	DM 06/09/1994 All 1 Met B	mg/kg
Amianto SEM (ricerca qualitativa)	DM 06/09/1994 All 1 Met B	Pes./ass.

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.

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. ed hanno evidenziato in parte il rispetto dei limiti di cui alla Colonna A (Siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) e in parte alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), entrambi coerenti alla destinazione d'uso futura dei siti di destinazione individuati nel presente PUT.

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.

In **Allegato 6.1** si riportano le tabelle riepilogative ed i rapporti di prova relativi ai risultati analitici dei terreni.

#### Indagini ambientali sulle acque sotterranee

In corrispondenza dei punti in cui è attesa una minore profondità del livello di falda, con la possibilità che si possa eventualmente verificare una interferenza con la stessa 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 sono stati prelevati 2 campioni di acque sotterranee in corrispondenza dei sondaggi denominati S3D e S5D.

Di seguito si riportano gli analiti ricercati nei 2 campioni di acque sotterranee:

Tabella 15: Set analitico acque sotterranee

Analita	U.d.m.
Campionamento	
<b>PARAMETRI CHIMICI</b>	
Temperatura ambiente	°C
Temperatura °C	°C
Livello Piezometrico	m
pH	unità
Ossigeno disciolto	mg/l
Conducibilità	µS/cm
Potenziale Redox	mV
Azoto ammoniacale	mg/l
Azoto nitroso	mg/l
<b>METALLI</b>	
Arsenico	µg/l
Cadmio	µg/l
Cromo	µg/l
Cromo esavalente (VI)	µg/l
Mercurio	µg/l
Nichel	µg/l
Piombo	µg/l
Rame	µg/l
Zinco	µg/l
Idrocarburi totali	[n-esano] µg/l
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>	
Benzo(a)antracene	µg/l
Benzo(a)pirene	µg/l
Benzo(b)fluorantene	µg/l
Benzo(k)fluorantene	µg/l
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l
Crisene	µg/l
Dibenzo(a,e)pirene	µg/l
Dibenzo(a,l)pirene	µg/l

Analita	U.d.m.
Dibenzo(a,i)pirene	µg/l
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l
Dibenzo(a,h)pirene	µg/l
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l
Pirene	µg/l
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici	µg/l
<b>FITOFARMACI</b>	
Alaclor	µg/l
Aldrin	µg/l
Atrazina	µg/l
alfa-esacloroesano	µg/l
beta-esacloroesano	µg/l
gamma-esacloroesano	µg/l
Clordano	µg/l
DDD, DDT, DDE	µg/l
Dieldrin	µg/l
Endrin	µg/l
Eptacloro	µg/l
Eptacloro epossido	µg/l
Sommatoria fitofarmaci	µg/l
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>	
Benzene	µg/l
Etilbenzene	µg/l
Stirene	µg/l
Toluene	µg/l
Xileni	µg/l
<b>COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>	
Clorometano	µg/l
Triclorometano	µg/l
Cloruro di Vinile	µg/l
1,2-Dicloroetano	µg/l
1,1-Dicloroetilene	µg/l
Tricloroetilene	µg/l
Tetracloroetilene	µg/l
Esaclorobutadiene	µg/l
Sommatoria organoalogenati	µg/l
<b>COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>	
1,1-Dicloroetano	µg/l
1,2-Dicloroetilene	µg/l

Analita	U.d.m.
1,2-Dicloropropano	µg/l
1,1,2-Tricloroetano	µg/l
1,2,3-Tricloropropano	µg/l
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l
<b>COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>	
Tribromometano (Bromoformio)	µg/l
1,2-Dibromoetano	µg/l
Dibromoclorometano	µg/l
Bromodiclorometano	µg/l

I risultati analitici sono stati confrontati con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Tabella 2, Allegato 5 alla Parte IV, Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. e non hanno mostrato nessun superamento.

In **Allegato 7.1** si riportano le tabelle riepilogative ed i rapporti di prova relativi ai risultati analitici delle acque sotterranee.

Indagini ambientali sui Top Soil lungo linea, sulle aree di deposito temporaneo e aree di stoccaggio

In aggiunta a quanto sopra, le attività di campo hanno visto anche il prelievo di campioni di top soil rappresentativi dei primi 0-50 cm di suolo lungo il tracciato, nelle aree di deposito temporaneo e nelle aree di stoccaggio materiali.

Sui Top Soil sono stati ricercati i seguenti parametri macroindicatori delle potenziali contaminazioni presenti nello strato superficiale di terreno a seguito di attività antropica:

Tabella 16: Set analitico Top Soli campagna 2017-2018

Descrizione parametro	Unità di misura	Metodo di analisi
Alaclor	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Aldrin	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Atrazina	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Alfa Esaclorocicloesano	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Beta Esaclorocicloesano	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Gamma Esaclorocicloesano (Lindano)	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Clordano	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
DDD,DDT,DDE	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Dieldrin	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Endrin	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Policlorofenili PCB	mg/kg	EPA 3541 3630 8082
Diossine e furani	Ng/kg	EPA 3545 1613 + UNEP/POPS/COP 3/I NF/27 11/04/2007 WHO 2005TEF
Amianto SEM (ricerca quantitativa)	mg/kg	DM 06/09/1994 All 1 Met B



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	68/206

Descrizione parametro	Unità di misura	Metodo di analisi
Amianto SEM (ricerca qualitativa)	Pres/ass	DM 06/09/1994 All 1 Met B

Per la campagna 2015 i seguenti:

Tabella 17: Set analitico Top Soli campagna 2015

Parametri
Arsenico
Berillio
Cadmio
Cobalto
Cromo totale
Cromo (VI)
Mercurio
Nichel
Piombo
Rame
Selenio
Zinco
Aromatici
Benzene
Etilbenzene
Stirene
Toluene
Xilene
Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)
Aromatici policiclici
Benzo (a) antracene
Benzo (a) pirene
Benzo (b) fluorantene
Benzo (k) fluorantene
Benzo (g, h,i) perilene
Crisene
Dibenzo (a,e) pirene
Dibenzo (a,l) pirene
Dibenzo (a,i) pirene
Dibenzo (a,h) pirene

Parametri
Dibenzo (a, h) antracene
Indenopirene
Pirene
Sommatoria IPA (da 25 a 37) All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)
Diossine e Furani
Sommat. PCDD, PCDF conversione T.E.
Idrocarburi
Idrocarburi C<12
Idrocarburi C>12
Fitofarmaci
Alaclor
Aldrin
Atrazina
alfa - esacloroesano
beta - esacloroesano
Lindano
Clordano
DDD, DDT, DDE
Dieldrin
Endrin
Frazione granulometrica < 2 mm
Frazione granul. > 2 mm e < 2 cm

### Lungo linea

Le attività di campo hanno visto il prelievo di n.5 campioni di top soil rappresentativi dei primi 0-50 cm di suolo lungo il tracciato nella campagna 2017 e n.1 campione top soil nella campagna 2015.

Di seguito si riportano due tabelle riassuntive dei campioni prelevati:

Tabella 18: Elenco dei campioni di top soil prelevati lungo linea durante la campagna di indagine 2017

ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS01 – SA1-	1 (0-50 cm)
TS02 – SA2	1 (0-50 cm)
TS03 – SA3	1 (0-50 cm)

TS04 – SA4	1 (0-50 cm)
TS05 – SA5	1 (0-50 cm)

Tabella 19: Elenco dei campioni di top soil prelevati lungo linea durante la campagna di indagine 2015

ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS01 – PZ1-	1 (0-20 cm)

### Aree di deposito

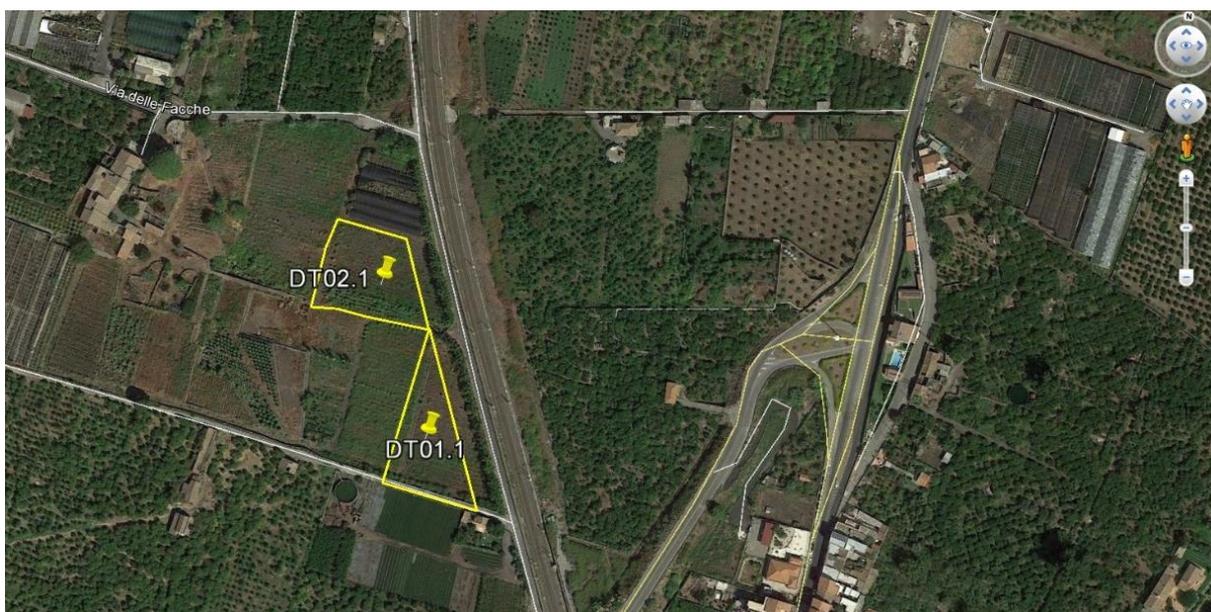
Per le aree di deposito sono stati prelevati i seguenti campioni:

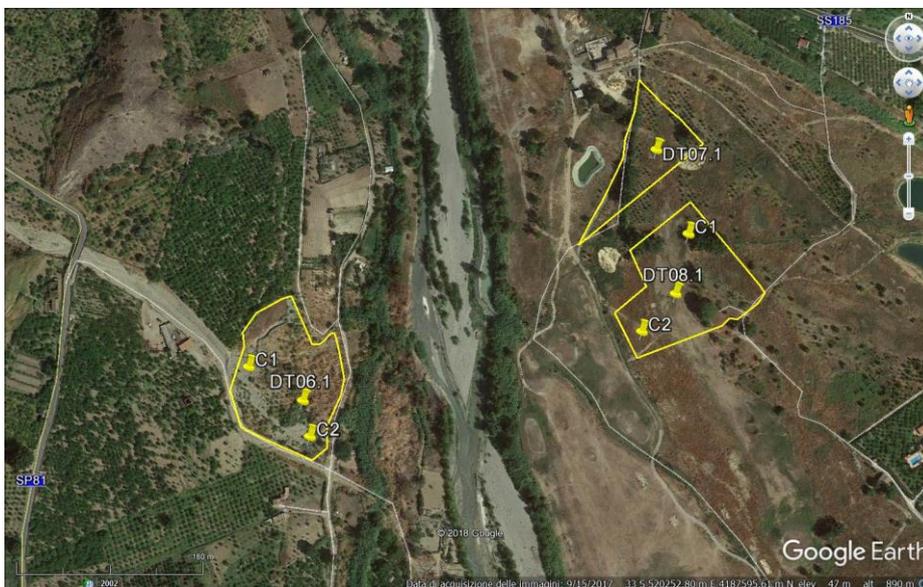
DT01.1, DT02.1, DT03.1, DT04.1(C1), DT04.1(C2), DT04.1(C3), DT05.1(C1), DT05.1(C2), DT05.1(C3), DT05.1(C4), DT06.1(C1), DT06.1(C2), DT07.1, DT08.1(C1) e DT08.1(C2).

Tabella 20: Elenco dei campioni di top soil prelevati nelle aree di deposito durante la campagna di indagine 2018

ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS01 – DT01.1	1 (0-50 cm)
TS02 – DT02.1	1 (0-50 cm)
TS03 – DT03.1	1 (0-50 cm)
TS04 – DT04.1(C1)	1 (0-50 cm)
TS05 – DT04.1(C2)	1 (0-50 cm)
TS06 – DT04.1(C3)	1 (0-50 cm)
TS07 – DT05.1(C1)	1 (0-50 cm)
TS08 – DT05.1(C2)	1 (0-50 cm)
TS09 – DT05.1(C3)	1 (0-50 cm)
TS10 – DT05.1(C4)	1 (0-50 cm)
TS11 – DT06.1(C1)	1 (0-50 cm)
TS12 – DT06.1(C2)	1 (0-50 cm)
TS13 – DT07.1	1 (0-50 cm)
TS14 – DT08.1(C1)	1 (0-50 cm)
TS15 – DT08.1(C2)	1 (0-50 cm)

Di seguito l'ubicazione dei punti di indagine sopra riportati:





### Aree di stoccaggio

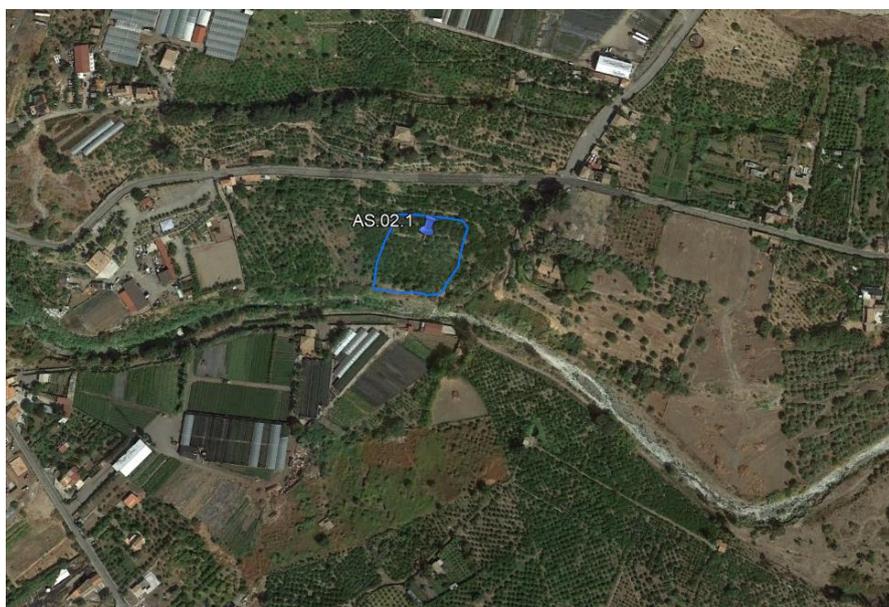
Per le aree di stoccaggio sono prelevati i seguenti campioni:

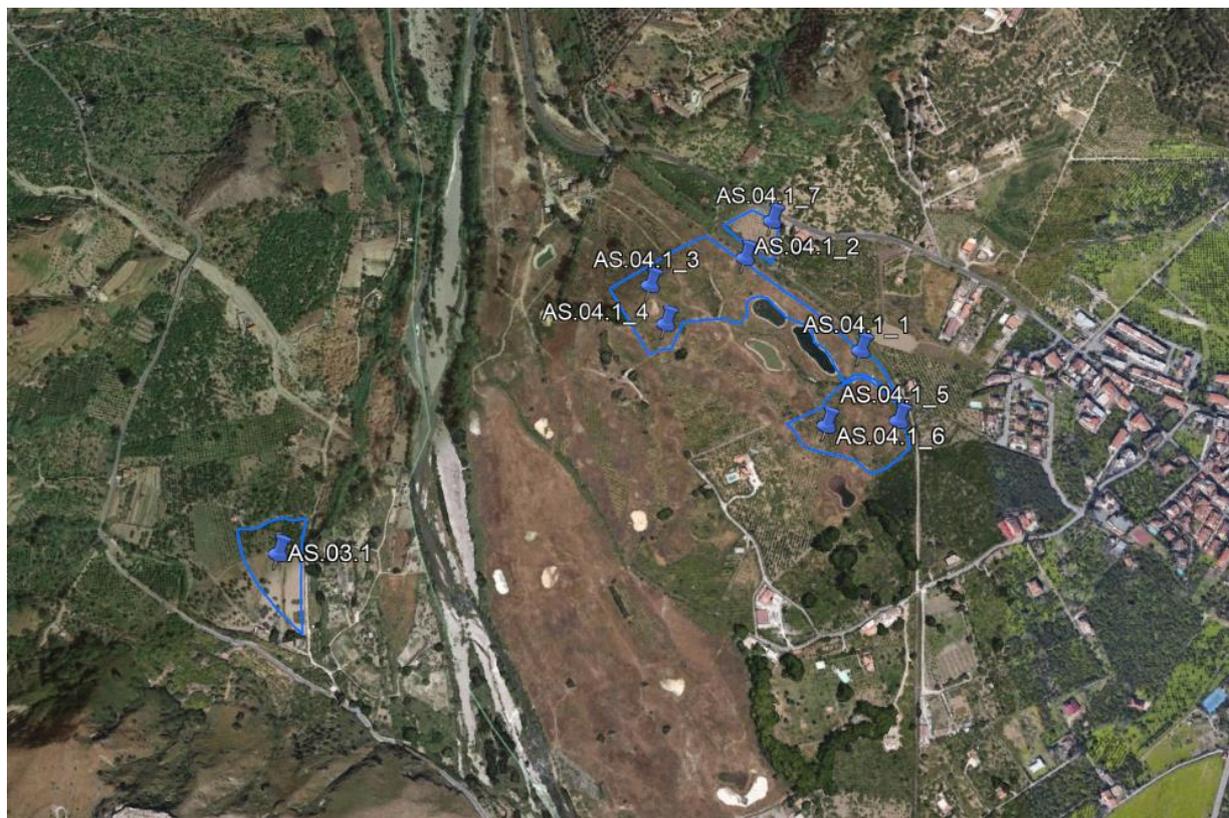
A.S.02.1, A.S.03.1, A.S.04.1\_1, A.S.04.1\_2, A.S.04.1\_3, A.S.04.1\_4, A.S.04.1\_5, A.S.04.1\_6, A.S.04.1\_7.

Tabella 21: Elenco dei campioni di top soil prelevati nelle aree di stoccaggio durante la campagna di indagine 2017

ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS01 – AS.02.1	1 (0-50 cm)
TS02 – AS.03.1	1 (0-50 cm)
TS03 – AS.04.1_1	1 (0-50 cm)
TS04 – AS.04.1_2	1 (0-50 cm)
TS05 – AS.04.1_3	1 (0-50 cm)
TS06 – AS.04.1_4	1 (0-50 cm)
TS07 – AS.04.1_5	1 (0-50 cm)
TS08 – AS.04.1_6	1 (0-50 cm)
TS09 – AS.04.1_7	1 (0-50 cm)

Di seguito l'ubicazione dei punti di indagine sopra riportati:





L'ubicazione di tutti i punti di indagine è riportata nell'**Allegato 5.1** alla presente, mentre le tabelle riepilogative ed i rapporti di prova dei risultati analitici dei top soil sono riportati nell'**Allegato 8.1**.

I risultati analitici delle indagini eseguite sono risultati conformi con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Colonna A (Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06).

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 75/206

#### 4.4 ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

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.

##### 4.4.1 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 terre e rocce da scavo in corso d'opera - verifiche da parte dell'esecutore" riporta che *le attività di campionamento durante l'esecuzione dell'opera possono essere condotte a cura dell'esecutore, in base alle specifiche esigenze operative e logistiche della cantierizzazione, in una delle seguenti modalità:*

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

*Per il trattamento dei campioni ai fini della loro caratterizzazione analitica, il set analitico, le metodologie di analisi, i limiti di riferimenti ai fini di 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 Definitivo saranno caratterizzati sia su cumuli all'interno di aree appositamente distinte e identificate con adeguata segnaletica sia sul fronte scavo in caso di scavi in sotterraneo.

I due criteri di caratterizzazione sopra esposti ed entrambi dimensionati per la totalità dei materiali di scavo oggetto del presente PU e provenienti dalle opere in sotterraneo, potranno eventualmente essere adottati in maniera integrata in relazione alle specifiche esigenze logistiche della cantierizzazione

##### Caratterizzazione su cumuli all'interno delle opportune aree di caratterizzazione

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" nel sito di produzione e non necessariamente in corrispondenza delle aree di deposito in attesa di utilizzo individuate.

Come prescritto dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017, le piazzole di caratterizzazione saranno impermeabilizzate al fine di evitare che i materiali non ancora caratterizzati 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 macro categoria di opera.

Tabella 22: Tabella riepilogativa cumuli di materiali di scavo [1 ogni 5.000 mc]

TEMATICA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT [1 ogni 5.000 mc]
<b>GALLERIE</b>	1.970.787	394
<b>RILEVATI</b>	80.142	16
<b>TRINCEE</b>	390.124	78
<b>PIAZZALI E FABBRICATI</b>	73.380	14
<b>STAZIONI</b>	7.710	2
<b>VIADOTTI</b>	146.820	29
<b>VIABILITA'</b>	70.659	14
<b>OPERE MINORI</b>	39.953	8
<b>TOTALE</b>	<b>2.648.724</b>	<b>555</b>

Rispetto ai **n. 555** 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

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 77/206

**Applicando la formula, dei n = 555 cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare per le opere all'aperto si prevede di analizzarne m ~ 40.**

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 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, 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 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.120/17.

**Caratterizzazione direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento**

La caratterizzazione sull'area di scavo o sul fronte di avanzamento sarà eseguita indicativamente ogni 500 m di avanzamento del fronte della galleria e in ogni caso in occasione dell'inizio dello scavo della galleria, ogni qual volta si verificano variazioni del processo di produzione o della litologia delle terre e rocce scavate, nonché, comunque, nei casi in cui si riscontrino evidenze di potenziale contaminazione.

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.

Ciò premesso, nella tabella seguente si riporta il numero di campioni medi (che si otterranno dal prelievo di più campioni elementari) che si prevede di analizzare per la caratterizzazione dei materiali di scavo provenienti dalle opere in sotterraneo, sulla base dei criteri sopra esposti.

Galleria	pk imbocco lato CT	pk imbocco lato ME	L (ml)	Numero Campioni medi
Calatabiano	3+025	6+374	3 349	7
Taormina	7+778	13+900	6.122	12

#### **4.4.2 Rispetto dei requisiti di qualità ambientale**

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis, comma 1, lettera d), del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti, è garantito se il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo è inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione (Colonna B) e dei siti di destinazione (Colonna B), 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, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava:*

- *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 saranno conferiti unicamente a siti a destinazione d'uso commerciale/industriale (wbs interne al progetto o siti di conferimento esterni), come meglio specificato di seguito.

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, 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.

#### **4.4.3 Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO)**

Sulla base di quanto usualmente richiesto dal MATTM 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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	79/206

interessate dall'attuazione del Piano di Utilizzo, rimandando per i dettagli al contenuto del **Progetto di Monitoraggio Ambientale (PMA)**.

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

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

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

In riferimento ai materiali di scavo che verranno stoccati nei siti di deposito in attesa di utilizzo, oltre al rispetto dei criteri di deposito definiti dal D.P.R. 120/2017 e delle modalità realizzative generali descritte nel Piano di Utilizzo, al fine di evitare eventuali fenomeni di contaminazione delle falde idriche sotterranee si prevede di eseguire il monitoraggio in Corso d'Opera (CO) delle **acque superficiali di ruscellamento e percolazione** provenienti dalle aree di stoccaggio temporaneo 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 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



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	80/206

provvederà a trasmettere i risultati validati del Monitoraggio Ambientale Ante Operam (AO) prima dell'inizio delle attività di cantiere.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b> Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C

#### 4.5 BILANCIO E GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI REALIZZAZIONE

##### 4.5.1 *Tabella riepilogativa bilancio materiali*

LOTTO 1								
Produzione complessiva [m <sup>3</sup> ]	Utilizzo in qualità di sottoprodotti [m <sup>3</sup> ]			Utilizzo esterno in qualità di rifiuti [m <sup>3</sup> ]			Fabbisogno del progetto [m <sup>3</sup> ]	Approvvigionamento esterno [m <sup>3</sup> ]
	Utilizzo interno in qualità di sottoprodotti [m <sup>3</sup> ]	Utilizzo interno in qualità di sottoprodotti - Intervento Ripascimento [m <sup>3</sup> ]	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti [m <sup>3</sup> ]	BALLAST [m <sup>3</sup> ]	SCAVO VECCHIA SEDE FERROVIARIA [m <sup>3</sup> ]	TERRE DA SCAVI [m <sup>3</sup> ]		
<b>2.810.528</b>	617.584	630.000	1.494.735	<b>17.764</b>	<b>16.790</b>	<b>33.654</b>	<b>1.986.417</b>	<b>738.833</b>
	<b>2.742.319</b>			<b>68.208</b>				



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	82/206

Con riferimento alla suddetta tabella, **ca. 2.742.319 mc** in banco di materiali provenienti dagli scavi saranno pertanto gestiti come sottoprodotti, in esclusione dal regime dei rifiuti, e conferiti ai siti di deposito in attesa di utilizzo ed ai siti di utilizzo finale ai sensi del D.P.R. 120/2017, come descritto di seguito.

Relativamente alla quota parte di materiali di scavo in esubero che verranno gestiti in qualità di rifiuti (**68.208 mc** in banco), si precisa che essi saranno essenzialmente provenienti dalla demolizione della sede ferroviaria esistente e perforazioni per pali e/o diaframmi con fanghi bentonitici.

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 1.1** si riporta il bilancio dei materiali suddiviso per ciascuna WBS di progetto.

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.

#### **4.5.2 Riutilizzo finale interno al progetto – interventi lungo linea**

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 delle lavorazioni in qualità di sottoprodotti **1.247.584 mc** (in banco) di materiali di cui:

- **617.584 mc** da riutilizzare nell'ambito della stessa WBS o in diverse WBS rispetto al sito in cui sono stati prodotti, previo eventuale deposito in sito e previo eventuale trattamento di normale pratica industriale;
- **630.000 mc** da riutilizzare nell'ambito dell'appalto per la WBS inerente il ripascimento 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.

Si ricorda che, viste le caratteristiche geologiche/geomeccaniche dei materiali scavati al fine di renderne l'utilizzo maggiormente efficace per rinterri/rilevati si procederà a sottoporre quota parte dei materiali che si prevede di riutilizzare internamente a trattamenti di normale pratica industriale (riduzione volumetrica e selezione granulometrica) con le modalità precedentemente descritte.

##### 4.5.2.1 Deposito intermedio

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. Nel caso in cui in uno stesso sito di deposito intermedio siano stoccati sia i materiali di scavo destinati ai riutilizzi interni sia i materiali di scavo destinati ad un utilizzo finale esterno (siti di conferimento esterni), si provvederà infatti ad assicurare la separazione fisica degli stessi.

I materiali saranno suddivisi per WBS e sottoposti ad indagini di caratterizzazione ambientale, così come descritte nei paragrafi precedenti, all'interno delle aree di stoccaggio o di opportune piazzole di caratterizzazione.

#### 4.5.2.2 Modalità di deposito dei materiali da scavo

Le aree di deposito e zone di movimentazione (carico/scarico) saranno allestite presso le aree di deposito di cui sopra.

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

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

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

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

- modellamento della superficie su cui sorgerà il modulo di deposito temporaneo 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.

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.

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	84/206

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 sia ad ospitare i materiali da scavo che i materiali non gestiti come sottoprodotto si sottolinea il fatto che ogni piazzola presente sarà adibita ad ospitare i materiali per singola e ben distinta tipologia: le piazzole in cui depositare i materiali terrigeni di scavo potranno ospitare solo quelli, mentre quelle adibite al deposito rifiuti (suddivisi a loro volta per tipologia merceologica) potranno ricevere solo i rifiuti.

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 saranno suddivisi in cumuli; la tracciabilità dei materiali sarà assicurata avendo cura di utilizzare sistemi identificativi di ogni cumulo (cartellonistica), al fine di poterne rintracciare la tipologia e, inoltre, il sito e la lavorazione (WBS) di provenienza.

#### 4.5.2.3 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) ed, infine, a quelli di utilizzo (WBS interne al progetto).

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.

In Allegato 9.1 si riporta una planimetria con l'indicazione dei percorsi utilizzabili per il conferimento dei materiali dal sito di produzione al sito di deposito in attesa di utilizzo e infine ai siti di utilizzo finale.

#### **4.5.3 Riutilizzo finale interno al progetto - interventi di ripascimento del litorale di S. Alessio Siculo**

Il Progetto Definitivo delle opere oggetto del presente documento costituisce l'aggiornamento all'attuale quadro normativo e l'adeguamento alle indicazioni degli enti locali del Progetto Preliminare e dello Studio di Impatto Ambientale già predisposti nel 2003 ed approvati dalla Delibera CIPE n. 62 del 27 maggio 2005.

Il CIPE ha approvato il progetto preliminare presentato nel 2003, formulando una serie di prescrizioni e raccomandazioni che, tra le altre, hanno ribadito le prescrizioni e raccomandazioni già formulate dalla Commissione VIA speciale del MATTM nel corso del 2004. Tra le prescrizioni formulate dalla Commissione VIA del MATTM e dal CIPE è inclusa la seguente:

***Verificare la possibilità di utilizzare il materiale di scavo, dopo le necessarie selezioni e verifiche, per il ripascimento dei litorali in erosione, richiedendo alla Regione Siciliana la convocazione di un Tavolo Tecnico, a cui partecipino, oltre la Regione Siciliana e RFI, le Province interessate, l'Autorità Marittima e i Comuni rivieraschi, per determinare l'esistenza della necessità di ripascimento dei litorali in erosione e la tempistica dello stesso, valutando in ogni caso le implicazioni derivanti dall'attraversamento dei centri abitati ed adottando soluzioni che riducano al minimo il transito di mezzi pesanti all'esterno dei cantieri e l'apertura di discariche: RFI si attiverà a seguito degli esiti derivanti dal Tavolo Tecnico per la messa a dimora in deposito temporaneo e per il successivo trasporto.***

Muovendo dalla prescrizione sopra riportata, il 27/11/2006 è stato convocato presso la sede della Regione Siciliana un Tavolo Tecnico dedicato alla tematica, a cui hanno partecipato la Regione Siciliana, RFI/Italferr, le Province interessate, le Autorità Marittime ed i Comuni rivieraschi. In quella occasione è stato predisposto da Italferr uno studio relativo alla distribuzione di praterie di fanerogame marine (posidonia oceanica) lungo la costa siciliana compresa tra Messina e Catania, per verificare la compatibilità degli interventi di ripascimento con la presenza di habitat naturali marini tutelati. I risultati dello studio sono riportati nel seguito.

Successivamente, il 6/3/2014 si è tenuto presso il Comune di S. Alessio Siculo un incontro pubblico tra il proponente R.F.I. s.p.a., il progettista ITAFERR s.p.a. e le amministrazioni comunali dei territori direttamente interessati dall'opera in progetto, durante il quale il progettista ha illustrato la tematica della gestione delle terre da scavo ed il proponente ha segnalato la possibilità di utilizzare le volumetrie prodotte in opere o interventi di interesse pubblico, anticipando i contenuti di una richiesta di manifestazione di interesse ad acquisire i materiali di scavo.

In riscontro a tale richiesta di manifestazione di interesse è pervenuta unicamente la nota dell'amministrazione comunale di S. Alessio Siculo che ha formulato la propria disponibilità ad utilizzare parte dei materiali prodotti nella realizzazione dell'opera in progetto "per il ripascimento dell'arenile a

salvaguardia del centro abitato”. L’amministrazione comunale ha segnalato la disponibilità ad acquisire oltre un milione di metri cubi di materiale.

Durante le interlocuzioni intercorse sul tema con l’amministrazione comunale di S.Alessio Siculo, nell’aprile 2014 è stato acquisito il progetto di ripascimento predisposto dall’amministrazione nel 2008; alcuni dei dati in esso contenuti sono stati come dati di base per alcune delle valutazioni effettuate.

Inoltre così come definito nel Piano di Assetto Idrogeologico, i centri abitati litoranei si estendono verso il mare con edifici ed infrastrutture molto vicini alla linea di costa e, pertanto, non trovando il giusto rifornimento di sedimenti dalle zone retrostanti ormai invase dall’urbanizzazione, le spiagge risultano in arretramento.

Per tali motivi, diversi tratti di litorale sono stati protetti, negli anni, con opere di difesa longitudinali e trasversali, emerse e soffolte (barriere, scogliere, pennelli), talvolta aderenti, soprattutto a protezione dei rilevati stradali e ferroviari (muri e scogliere radenti) laddove essi ricadono prospicienti la costa.

Ad oggi il litorale di Sant’Alessio siculo risulta essere in erosione così come evidenziato nella tabella sottostante estratta dal PAI.

COMUNE	(frazione)	Arretramento medio stimato tra gli anni 1985 e 1998 (Larghezza in m.)
S. TERESA RIVA	S. Teresa Riva 1	14
	S. Teresa Riva 2	14
	Fiumara d’Agrò 1	16
	Fiumara d’Agrò 2	25
S. ALESSIO SICULO	Fiumara d’Agrò 2	25
	S. Alessio sud 1	15
	S. Alessio sud 2	16
LETOJANNI	Letojanni nord 2	15
TAORMINA	Spisone 2	10
	Villagonia nord	12
	Villagonia sud	15
GIARDINI NAXOS	G. Naxos nord	10
	G. Naxos centrosud	15

Il tratto di spiaggia nel comune di Sant’Alessio Siculo come si può vedere dal grafico sottostante, rispetto agli altri comuni interessati dall’erosione costiera, risulta essere il più critico.

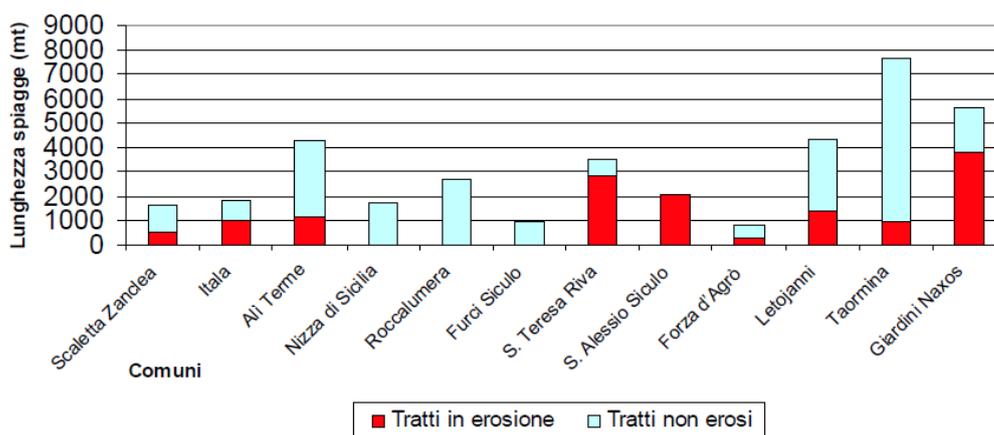


Figura 23 LUNGHEZZA DELLE SPIAGGE IN EROSIONE PER COMUNE

I numerosi interventi di regimazione effettuati negli ultimi decenni lungo le aste fluviali, il prelievo di inerti dal letto dei torrenti e opere di consolidamento di versanti hanno contribuito a ridurre il trasporto solido verso le spiagge, aumentando l'erosione e quindi gli arretramenti attualmente in atto lungo le coste.

Nella tabella seguente è evidenziato come la spiaggia di Sant'Alessio Siculo risulti in forte erosione, evidenziando, la classe di magnitudo, il livello di pericolosità, il grado di attenzione e il livello di rischio.

Comune	Lungh spiaggia	Magnitudo	Pericolosità	Elementi a rischio	Rischio
<b>SCALETTA ZANCLEA</b>					
Guidomandri	<b>522</b>	<b>M2</b>	<b>P3</b>	<b>E2</b>	<b>R3</b>
<b>ITALA</b>					
Itala marina nord	<b>275</b>	<b>M1</b>	<b>P1</b>	<b>E2</b>	<b>R1</b>
Itala marina sud	<b>250</b>	<b>M2</b>	<b>P2</b>	<b>E2</b>	<b>R2</b>
Casa Marchese	<b>520</b>	<b>M2</b>	<b>P2</b>	<b>E2</b>	<b>R2</b>
<b>ALI' TERME</b>					
Casa Marchese	<b>466</b>	<b>M2</b>	<b>P2</b>	<b>E2</b>	<b>R2</b>
Capo d'Ali sud	<b>703</b>	<b>M2</b>	<b>P2</b>	<b>E3</b>	<b>R3</b>
<b>S. TERESA DI RIVA</b>					
Furci S. (Torr. Savoca)	<b>187</b>	<b>M1</b>	<b>P1</b>	<b>E3</b>	<b>R2</b>
S. Teresa Riva 1	<b>658</b>	<b>M3</b>	<b>P2</b>	<b>E3</b>	<b>R3</b>
<b>S. Teresa Riva 2</b>	<b>715</b>	<b>M3</b>	<b>P3</b>	<b>E3</b>	<b>R4</b>
S. Alessio (F. d'Agrò 1)	<b>600</b>	<b>M2</b>	<b>P2</b>	<b>E3</b>	<b>R3</b>
<b>S. Alessio (F. d'Agrò 2)</b>	<b>851</b>	<b>M3</b>	<b>P3</b>	<b>E3</b>	<b>R4</b>
<b>S. ALESSIO SICULO</b>					
<b>S. Alessio (F. d'Agrò 2)</b>	<b>1054</b>	<b>M3</b>	<b>P3</b>	<b>E3</b>	<b>R4</b>
<b>S. Alessio sud 1</b>	<b>796</b>	<b>M2</b>	<b>P4</b>	<b>E3</b>	<b>R4</b>
<b>S. Alessio sud 2</b>	<b>182</b>	<b>M3</b>	<b>P3</b>	<b>E3</b>	<b>R4</b>
<b>FORZA D'AGRO</b>					

Tabella 23 tabella riassuntiva stato di erosione costa

Nel presente capitolo si illustra la verifica della fattibilità tecnica dell'intervento di ripascimento costiero con le terre da scavo prodotte nell'ambito dell'infrastruttura in progetto. Tale verifica è stata condotta nel presente progetto definitivo relativamente agli aspetti geolitologici, geochimici, ecotossicologici, microbiologici e di compatibilità ecologica sia sui siti di produzione dei materiali di scavo sia sui futuri siti di destinazione degli stessi. A tale scopo sono state eseguite delle attività di caratterizzazione del litorale al fine di attestare la compatibilità ambientale dei materiali di scavo con l'intervento di ripascimento previsto per l'utilizzo finale degli stessi.

#### 4.5.3.1 Caratterizzazione materiali provenienti dagli scavi di progetto

##### *4.5.3.1.1 Caratterizzazione ecotossicologica e microbiologica dei materiali di scavo*

Nel seguito si illustra l'analisi della compatibilità ecotossicologica e microbiologica dei materiali da destinare a interventi di ripascimento.

Sono stati prelevati nel complesso n. 10 campioni dall'area di escavo dei materiali lungo la tratta di realizzazione dell'opera.

Per quanto concerne l'area di escavo si è deciso di intervenire mediante l'esecuzione di pozzetti esplorativi realizzati mediante escavatore meccanico e spinti fino alla profondità di -2 m dal p.c. Dalla realizzazione di ciascun saggio sono stati prelevati 2 campioni, uno rappresentativo del primo metro di profondità e uno rappresentativo del secondo metro di profondità.

L'area interessata dai campionamenti è quella compresa tra gli abitati di Fiumefreddo (ME) e Ali (ME) alle coordinate comprese tra 517614 E 4182260 N (estremo sud) e 537165 E 4206887 N (estremo nord).

Il campionamento è stato eseguito in modo da rappresentare la matrice da cui proviene il tutto al fine di poter offrire, mediante l'analisi chimica, un quadro esaustivo dello stato qualitativo di quest'ultima.

A tal fine sono stati prelevati campioni per ogni punto ad intervalli predefiniti funzionalmente alle attività di escavo previste dal progetto e non hanno subito variazioni.

I campioni prelevati sono stati del tipo puntuale e provengono da singoli prelievi. I campioni sono stati omogeneizzati, al fine di presentare una distribuzione uniforme delle sue caratteristiche. L'omogeneizzazione si è realizzata tramite rimescolamento, avendo cura di evitare contatto con materiali contaminati. Prima delle fasi di omogeneizzazione si è proceduto ad allontanare la frazione estranea mediante cernita manuale.

L'omogeneizzazione si è resa indispensabile in quanto da un determinato quantitativo di sedimento si sono ricavati più aliquote:

- A. aliquota per il laboratorio incaricato per l'esecuzione delle analisi;
- B. aliquota per l'archivio;
- C. aliquota per le diverse attività analitiche specifiche da realizzarsi.

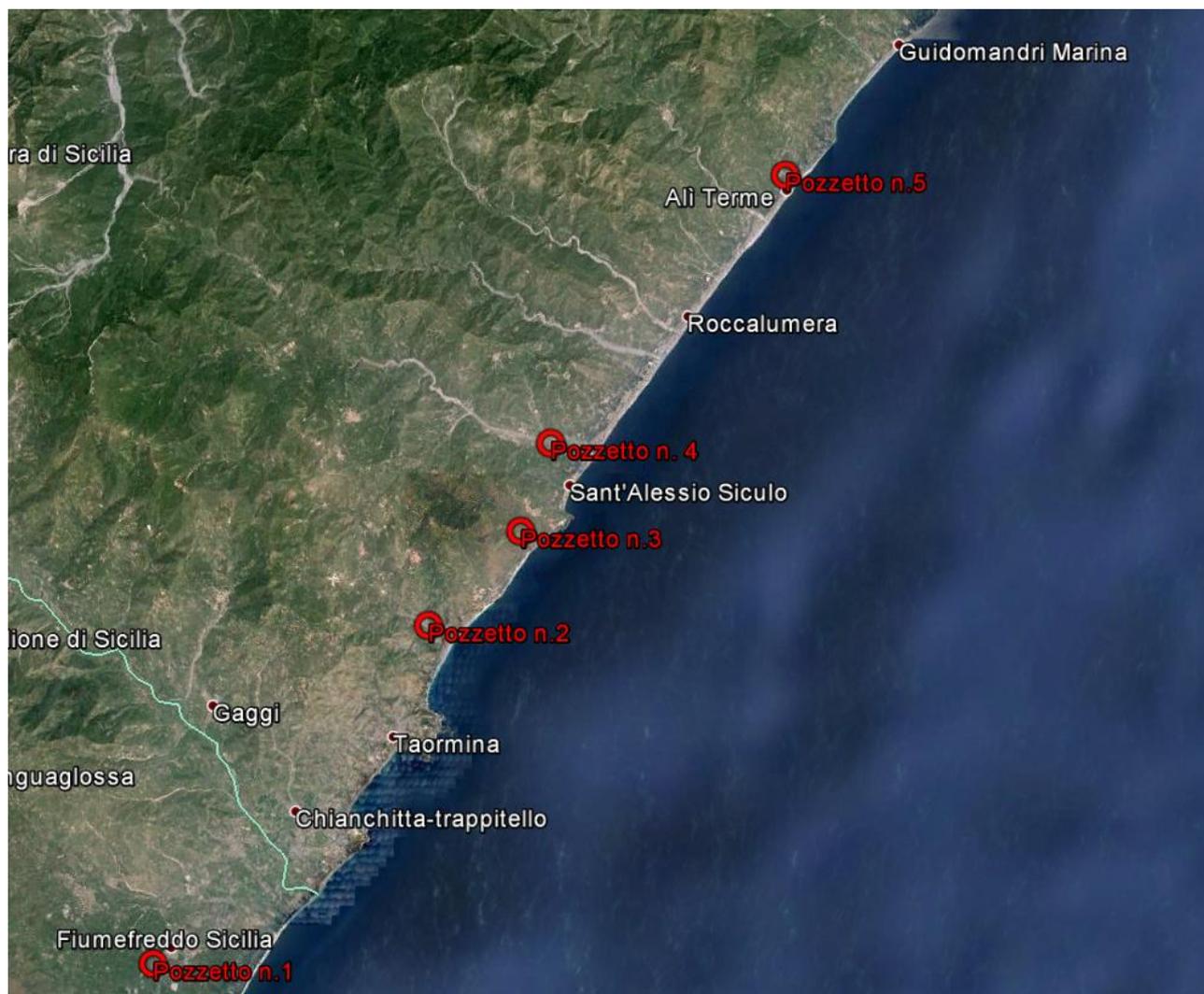


Figura 24. Inquadramento geografico dei pozzetti esplorativi

Tabella 24. Elenco campioni prelevati con riferimento all'accettazione del campione e alla quota di prelievo del campione

Accettazione	Descrizione
2112964-001	Suolo 1 Saggio 5 C1 da 0,00 a -1,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampilieri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-002	Suolo 2 Saggio 5 C2 da -1,00 a -2,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampilieri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-003	Suolo 3 Saggio 4 C1 da 0,00 a -1,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampilieri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-004	Suolo 4 Saggio 4 C2 da -1,00 a -2,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampilieri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-005	Suolo 5 Saggio 3 C1 da 0,00 a -1,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampilieri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-006	Suolo 6 Saggio 3 C2 da -1,00 a -2,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampilieri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-007	Suolo 7 Saggio 2 C1 da 0,00 a -1,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampilieri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a

2112964-008	Suolo 8 Saggio 2 C2 da -1,00 a -2,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampileri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-009	Suolo 9 Saggio 1 C1 da 0,00 a -1,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampileri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a
2112964-010	Suolo 10 Saggio 1 C2 da -1,00 a -2,00 mt prelevato presso la Tratta Fiumefreddo-Giampileri (ME) attività richiesta da ITALFERR s.p.a

Una volta in laboratorio tutti i campioni da sottoporre ad analisi sono stati sottoposti, nel più breve tempo possibile, alle analisi previste dalla specifica tecnica. Invece tutti i campioni di controllo sono stati accuratamente conservati in frigo (a temperatura compresa tra -18°C e -25°C per i terreni) e saranno successivamente smaltiti secondo la vigente normativa.

Di seguito la tabella riportante gli analiti ricercati sui materiali di scavo.

Tabella 25. Elenco degli analiti ricercati nei campioni (Profilo 1)

ANALITA RICERCATO	METODO	U.M.
PARAMETRI MICROBIOLOGICI	-	
Coliformi Fecali - Escherichia coli	CNR IRSA 3.2 Q 64 Vol 1 1983	MPN/g s.s.
Enterococchi - Fecali	CNR IRSA 3.3 Q 64 Vol 1 1983	MPN/g s.s.
Salmonella spp	CNR IRSA 3.5 Q 64 Vol 1 1983	Pres. - Ass.
Clostridi - Spore di clostridi solfito-riduttori	CNR IRSA 3.4 Q 64 Vol 1 1983	ufc/g s.s.
Stafilococchi	UNI EN ISO 6888-1:2004	ufc/g
Miceti e lieviti	CNR IRSA 5 Q 64 Vol 1 1983	MPN/g s.s.
PARAMETRI ECOTOSSICOLOGICI	-	
Valutazione della tossicità acuta con batteri bioluminescenti (Vibrio fischeri) su sedimento	ISO 21338:2010	EC50 30min %
Valutazione della tossicità acuta con batteri bioluminescenti (Vibrio fischeri) su elutriato	ISO 21338:2010	EC50 30min mg/l
Valutazione della tossicità con rotifero Brachionus Calyciflorus a 48 h	ISO 20666:2008	48h EC50 %

In **Allegato 10.1** si riporta la tabella riepilogativa delle indagini analitiche

In riferimento all'attività di caratterizzazione chimico-fisica dei materiali, **preso atto** dell'esito dei "**Rapporti di Prova**" inerenti ai soli parametri microbiologici sviluppati sui campioni prelevati nell'area di escavo e nel dettaglio le seguenti accettazioni 2112964-001, 2112964-002, 2112964-003, 2112964-004, 2112964-005, 2112964-006, 2112964-007, 2112964-008, 2112964-009, 2112964-010, **Utilizzati** i valori di Livello Chimico di Base (**LCB**) e Livello Chimico Limite (**LCL**) riportati nelle tabelle 2.3A e 2.3B del "**Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini**"-ICRAM/APAT, **individuati** i requisiti ecotossicologici dei sedimenti secondo i range di tossicità individuati nella tabella 2.4 del suddetto

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 92/206

manuale, **visti** i criteri di classificazione di detti sedimenti secondo quanto previsto dalla tabella 2.5 così come esplicitata nella figura 2.6 del già citato manuale.

Si può affermare quanto di seguito esposto:

1. L'esecuzione dei saggi eco-tossicologici ha evidenziato che tutti i campioni ricadono all'interno della colonna A tab. 2.4 "Manuale ICRAM per la movimentazione dei sedimenti marini;
2. Per quanto concerne gli aspetti granulometrici, non sono stati rilevati valori di pelite maggiori del 10%

#### 4.5.3.1.2 *Studio sperimentale del destino biologico di agenti fluidificanti in suoli risultanti da scavi meccanizzati*

L'adozione della tecnologia meccanizzata per lo scavo della galleria Taormina, comporta l'impiego agenti schiumogeni con concentrazioni dipendenti dalle caratteristiche granulometriche e di plasticità dei terreni. I materiali di risulta provenienti dal suddetto scavo, verranno gestiti come sottoprodotti ed utilizzati per il ripascimento, presentando caratteristiche chimiche idonee al riutilizzo. La valutazione dell'impatto eco-tossicologico di tale terreno è stato condotto dal Centro Interdipartimentale per l'Ambiente e i Beni Culturali (CIABC) della Sapienza Università di Roma dove è stata studiata l'interazione tra suoli e miscele lubrificanti utilizzate per lo scavo meccanico, ivi inclusi gli eventuali impatti sulle caratteristiche meccaniche dei suoli, la biodegradabilità dei componenti delle miscele e il loro destino in varie condizioni ambientali nonché gli eventuali effetti di tipo eco-tossicologico.

In particolare la ricerca ha avuto per oggetto la valutazione e quantificazione della degradazione dei componenti primari, in differenti condizioni ambientali e di processo, nonché la valutazione di eventuali rilasci o effetti negativi di tipo eco-tossicologico al termine del periodo di biodegradazione. In maggior dettaglio la ricerca ha avuto per oggetto:

- determinazione della biodegradazione aerobica di miscele lubrificanti in soluzione, in condizioni ottimali ("biodegradabilità intrinseca"), prendendo in considerazione sia la mineralizzazione che la biodegradabilità primaria. Il test di mineralizzazione (test C4) è stato condotto sulla base di uno dei metodi indicati nel Regolamento Europeo No 440/2008 del 30 Maggio 2008 (Test di "Ready biodegradability", Metodo C.4-d). Il test di biodegradabilità primaria (test TA) è stato condotto in parallelo e in condizioni analoghe, ma con procedure lievemente modificate per consentire il prelievo nel tempo dei campioni e la conseguente analisi;
- determinazione della biodegradazione di due miscele lubrificanti (prescelte tra quelle investigate al punto precedente) in presenza del suolo, in varie condizioni ambientali. Sono state sostanzialmente utilizzate le condizioni operative per la valutazione della biodegradabilità aerobica nei suoli di cui al metodo C.23 del citato Regolamento No 440/2008 (test C.23). Poiché il metodo citato prevede l'esecuzione del test su piccole quantità di suolo (da 50 a 200 gg), un test ulteriore è stato condotto in parallelo in condizioni leggermente modificate su campioni di

suolo molto maggiori (dell'ordine di decine di chili ciascuno, test TM) in modo da poter meglio simulare le condizioni di degradazione che possono aversi in piena scala (ad es. in cumulo);

- determinazione di eventuali effetti della presenza della miscela fluidificante, ivi inclusa eventuali intermedi e prodotti secondari di degradazione, su componenti ecologiche con cui il suolo venisse a contatto (test TET di eco-tossicità);
- determinazione di eventuali effetti della miscela fluidificante, e/o dei suoli residui al procedere della biodegradazione, sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni (test geotecnici).

Lo studio completo viene riportato in **Allegato 4.1**.

#### 4.5.3.2 Caratterizzazione sito di ripascimento

##### *4.5.3.2.1 Caratterizzazione ecotossicologica e microbiologica del tratto di litorale oggetto di ripascimento (S.Alessio Siculo)*

Per giungere agli obiettivi preposti sono stati prelevati nel complesso 12 campioni dall'arenile in cui si propone di riutilizzare il materiale per operazioni di manutenzione degli arenili (operazioni di ripascimento);

Il campionamento dalla spiaggia emersa è stato effettuato sulla parte superficiale dell'arenile, esteso per circa 2 km, ed ha previsto un campionamento ogni 200 m lineari. L'area interessata dai campionamenti è quella dell'arenile di Sant'Alessio Siculo alle coordinate comprese tra 530300 E 4196545 N (estremo sud) e 530480 E 4196981 N (estremo nord).

I campioni prelevati sono stati del tipo puntuale e provengono da singoli prelievi. I campioni sono stati omogeneizzati, al fine di presentare una distribuzione uniforme delle sue caratteristiche. L'omogeneizzazione si è realizzata tramite rimescolamento, avendo cura di evitare contatto con materiali contaminati. Prima delle fasi di omogeneizzazione si è proceduto ad allontanare la frazione estranea mediante cernita manuale.

L'omogeneizzazione si è resa indispensabile in quando da un determinato quantitativo di sedimento si sono ricavati più aliquote:

- aliquota per il laboratorio incaricato per l'esecuzione delle analisi;
- aliquota per l'archivio;
- aliquota per le diverse attività analitiche specifiche da realizzarsi;



Figura 25. Inquadramento geografico dei punti di campionamento dell'arenile

Tabella 26. Elenco campioni prelevati con riferimento all'accettazione del campione e alla quota di prelievo del campione

Accettazione	Descrizione
2112965-001	Spiaggia emersa SP1 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-002	Spiaggia emersa SP2 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-003	Spiaggia emersa SP3 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-004	Spiaggia emersa SP4 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-005	Spiaggia emersa SP5 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-006	Spiaggia emersa SP6 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-007	Spiaggia emersa SP7 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-008	Spiaggia emersa SP8 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-009	Spiaggia emersa SP9 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-010	Spiaggia emersa SP10 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-011	Spiaggia emersa SP11 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa
2112965-012	Spiaggia emersa SP12 prelevata presso arenile di Sant'Alessio (ME) attività richiesta da ITALFERR.Spa

Tabella 27 Elenco degli analiti ricercati nei campioni (Profilo 2)

ANALITA RICERCATO	METODO	U.M.
PARAMETRI CHIMICI	-	
Azoto	CNR IRSA 6 Q 64 Vol 3 1985	% S.S.
Fosfati	DM 13/09/1999 GU n°248 21/10/1999 Met. IV.2	mg/kg
TOC	UNI EN 13137:2002	%
GRANULOMETRIA	ASTM D422-63 (2007) + ASTM D854-10	
METALLI	-	
Alluminio	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Arsenico	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Cadmio	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Cromo	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Ferro	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Rame	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Mercurio	EPA 3051A 2007 + EPA 6010C 2007	mg/kg
Nichel	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Piombo	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	96/206

Zinco	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
Vanadio	UNI EN ISO 13657: 2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 2003	mg/kg
PCB	-	
PCB28	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB52	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB77	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB81	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB101	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB118	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB126	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB128	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB138	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB153	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB156	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB169	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB170	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
PCB180	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
Sommatoria Policlorobifenili (PCB)	EPA 3545A 2007 + EPA 1668B 2008	ng/Kg
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	-	
Benzo(a)antracene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Pirene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Crisene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Benzo(b)fluorantene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Benzo(k)fluorantene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Benzo(a)pirene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Benzo(g,h,i)perilene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Indenopirene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Dibenzo(a,e)pirene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Dibenzo(a,l)pirene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Dibenzo(a,i)pirene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Dibenzo(a,h)pirene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Dibenzo(a,h)antracene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Acenaftene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Acenaftilene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Fluorene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Fenantrene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Antracene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg

Fluorantene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Naftalene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
Sommatoria composti aromatici policiclici	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8270D 2007	mg/kg
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	-	
Benzene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006	mg/kg
Etilbenzene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006	mg/kg
Stirene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006	mg/kg
Toluene	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006	mg/kg
Xileni	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006	mg/kg
Sommatoria composti organici aromatici	EPA 5021A 2003 + EPA 8260C 2006	mg/kg
IDROCARBURI	-	
Idrocarburi leggeri C <12	EPA 5021A 2003 + EPA 8015D 2003	mg/kg
Idrocarburi pesanti C >12	EPA 3541 1994 + EPA 8015 D 2003	mg/Kg
CLOROBENZENI	-	
Esaclorobenzene	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
PESTICIDI ORGANOCOLORURATI	-	
DDD	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
DDT	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
DDE	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
Cis-clordano	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
Trans-clordano	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
Aldrin	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8081B 2007	mg/kg
Aldrin	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8081B 2007	mg/kg
Dieldrin	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8081B 2007	mg/kg
Endrin	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8081B 2007	mg/kg
alfa-esacloroetano	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8081B 2007	mg/kg
beta-esacloroetano	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8081B 2007	mg/kg
gamma-esacloroetano	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996 + EPA 8081B 2007	mg/kg
Lindano	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
Eptacloro	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
Eptacloro epossido	EPA 3541 1994 + EPA 3630C 1996+ EPA 8081B 2007	mg/kg
Composti organostannici	ICRAM App. 1 2001 - 2003	mg/Kg Sn
Amianto MOCF	DM 06/09/1994 SO n°129 CU n°220 20/09/1994 + DGR 12/02/2008 n°8/677 BURL n°73 08/04/2008 I° suppl. straordinario	Pres. - Ass.
PARAMETRI MICROBIOLOGICI	-	
Coliformi - Escherichia coli	Fecali CNR IRSA 3.2 Q 64 Vol 1 1983	MPN/g s.s.
Enterococchi - Fecali	CNR IRSA 3.3 Q 64 Vol 1 1983	MPN/g s.s.

Salmonella spp	CNR IRSA 3.5 Q 64 Vol 1 1983	Pres. - Ass.
Clostridi - Spore di clostridi solfito-riduttori	CNR IRSA 3.4 Q 64 Vol 1 1983	ufc/g s.s.
Stafilococchi	UNI EN ISO 6888-1:2004	ufc/g
Miceti e lieviti	CNR IRSA 5 Q 64 Vol 1 1983	MPN/g s.s.

In riferimento all'attività di caratterizzazione chimico-fisica dei materiali, **Preso atto** dell'esito dei "**Rapporti di Prova**" sviluppati sui campioni prelevati nell'area del litorale di S.Alessio Siculo e nel dettaglio le seguenti accettazioni 2112965-001, 2112965-002, 2112965-003, 2112965-004, 2112965-005, 2112965-006, 2112965-007, 2112965-008, 2112965-009, 2112965-010, 2112965-011, 2112965-012, si può affermare quanto di seguito esposto:

1. L'esecuzione dei saggi eco-tossicologici ha evidenziato che tutti i campioni ricadono all'interno della colonna A tab. 2.4 "Manuale ICRAM per la movimentazione dei sedimenti marini;
2. Per quanto concerne gli aspetti granulometrici, non sono stati rilevati valori di pelite maggiori del 10%

In **Allegato 11.1** si riportano le tabelle riepilogative delle indagini eseguite sul litorale di S.Alessio.

#### 4.5.3.2.2 -Analisi della vulnerabilità della costa di S.Alessio Siculo

La caratterizzazione del litorale di Sant'Alessio Siculo deriva principalmente dal progetto di ripascimento predisposto dall'amministrazione comunale nel 2008, ed acquisito dalla scrivente società nell'aprile 2014.

Il litorale è caratterizzato da due principali tratti in corrispondenza dei quali si rileva la presenza di spiaggia emersa utilizzata anche ai fini turistico-balneari, e da un lungo tratto in cui la strada litoranea, con le sue opere di contenimento e protezione, segna di fatto l'interfaccia terra-mare.

In particolare, i tratti di spiaggia emersa si collocano l'uno a ridosso del centro abitato e l'altro a ridosso del promontorio roccioso di capo Sant'Alessio.



Figura 26 La spiaggia emersa presso il centro cittadino

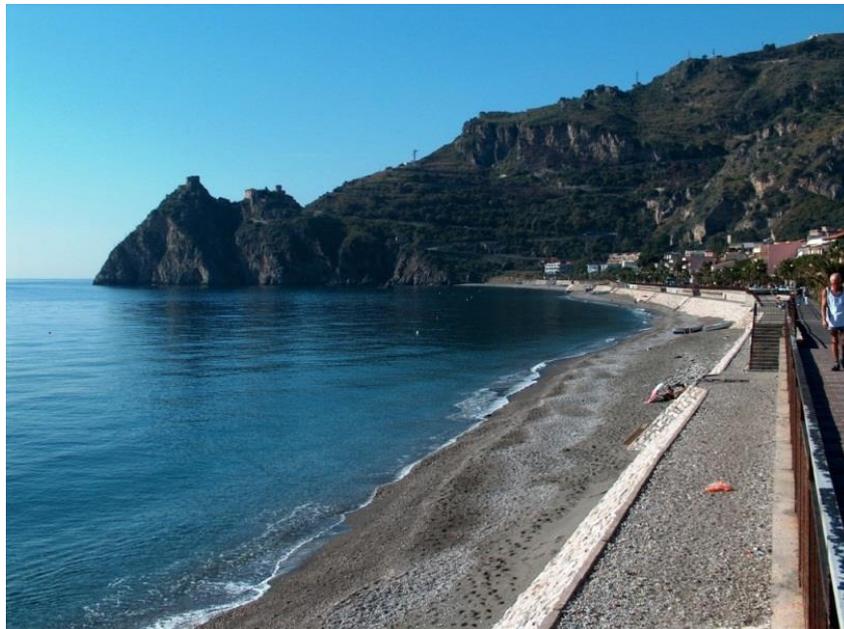


Figura 27 La spiaggia emersa presso il centro cittadino

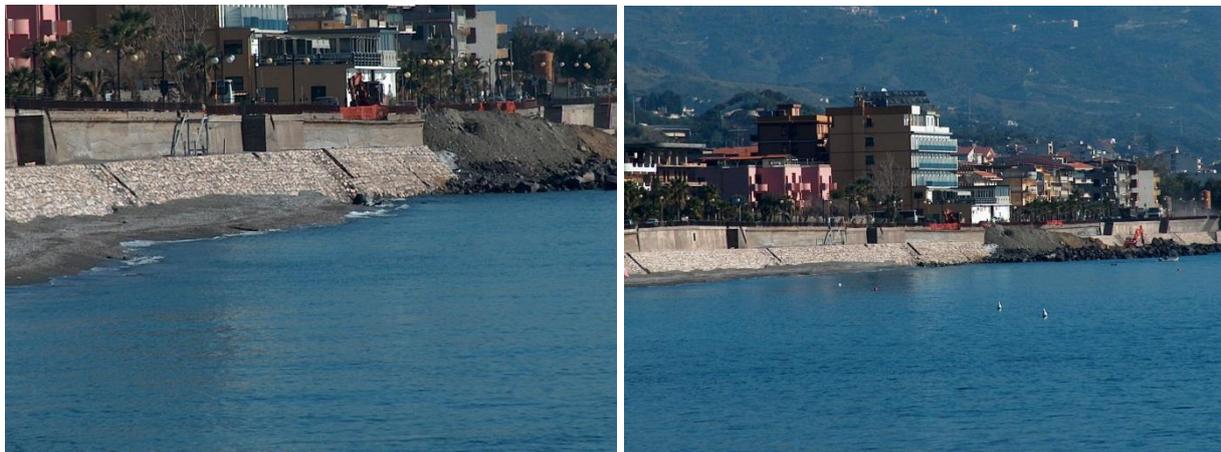
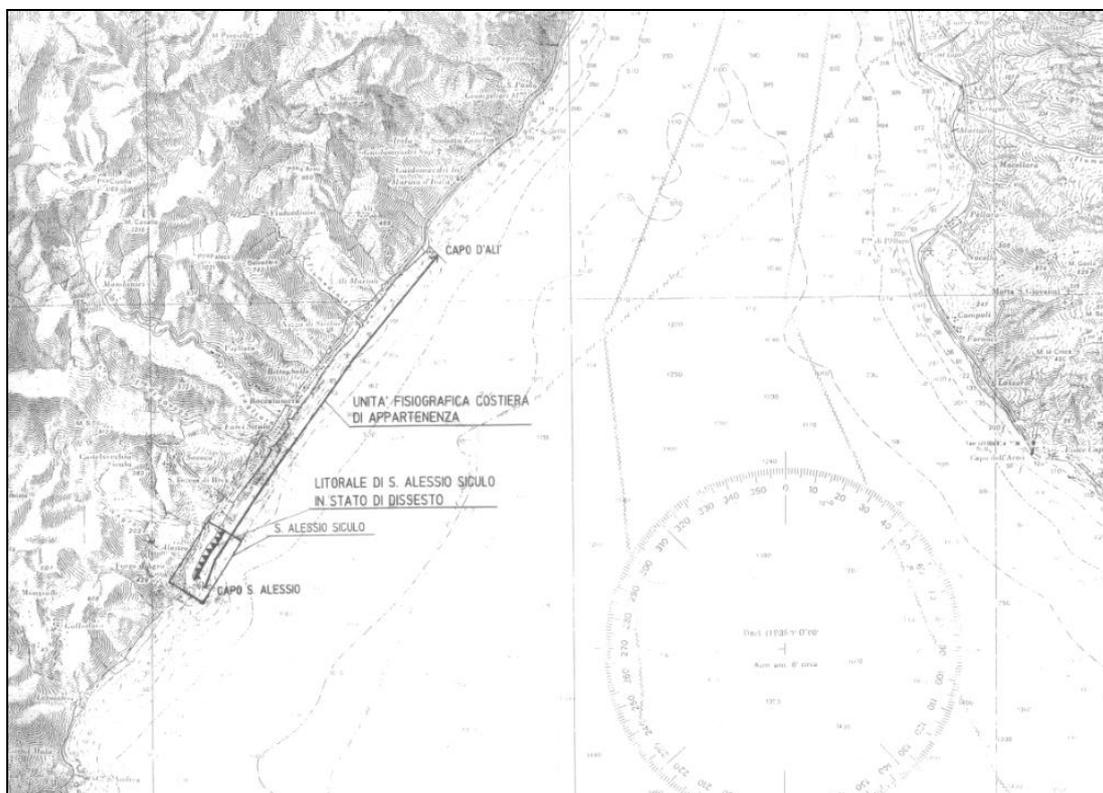


Figura 28 Tratto costiero con assenza di spiaggia emersa

L'unità fisiografica costiera di riferimento è la n.3. Unità Fisiografica Costiera di Capo Scaletta – Capo Schisò (Giardini).





DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	101/206

Questa unità costiera è caratterizzata principalmente da coste basse sabbiose e ciottolose, con spiagge lunghe e strette rifornite di sedimenti da parte dei corsi d'acqua a carattere stagionale. Dette caratteristiche macroscopiche, ovviamente da approfondire con specifiche indagini, risultano a priori idonee alla realizzazione di interventi di ripascimento.

All'interno dell'Unità Fisiografica si individuano alcune zone critiche nei comuni di Marina d'Itala, Ali Marina, S. Teresa di Riva, S. Alessio Siculo, Forza d'Agrò, Letojanni e la zona nord di Capo S. Andrea.

L'arretramento in atto in alcune spiagge di questa unità potrebbe essere causato dalla diminuzione degli apporti solidi dei torrenti per la presenza di opere di sbarramento lungo le aste. Nel caso specifico del Comune di S. Alessio Siculo si ritiene, che al di là del deficit sedimentario attribuibile alla gestione del bacino idrografico di rifornimento di sedimenti e alla progressiva diminuzione del trasporto solido del corso d'acqua, una delle principali cause dei processi erosivi in atto e del conseguente approfondimento dei fondali debba ritrovarsi nella significativa presenza di barriere aderenti altamente riflettenti che delimitano la strada litoranea.

L'onda incidente su dette strutture rigide è, infatti, certamente soggetta a fenomeni di riflessione che possono talvolta estrinsecarsi con un ampliamento dell'altezza d'onda e con un incremento locale dei fenomeni di dissipazione energetica del moto ondoso.

Restringendo l'area di indagine, possiamo dire che l'Unità Fisiografica in questione si suddivide in altre sotto-unità, di cui quella in esame comprende la spiaggia da capo Sant'Alessio a Capo d'Ali, per uno sviluppo di 12 km. In termini erosivi, le aree maggiormente colpite sono quelle in corrispondenza della foce del torrente Agrò, dove l'arretramento è stato pari a circa 95%.

#### 4.5.3.2.3 Indagine sulla distribuzione di praterie di fanerogame marine lungo la costa siciliana compresa fra Messina e Catania

Nel corso del 2006 è stata condotta una indagine relativa alla distribuzione di praterie di fanerogame marine nel tratto di costa Siciliana compreso tra Catania e Messina, al fine di verificare l'eventuale presenza di tale habitat nelle porzioni di mare potenzialmente interessate dalla realizzazione degli interventi di ripascimento.

Gli habitat costituiti dalla praterie di fanerogame marine, infatti, sono indicati dalla direttiva 92/43/CE "Habitat" come prioritari, ovvero "*tipi di habitat naturali che rischiano di scomparire (...) per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale nel territorio...*" europeo.

La *Posidonia oceanica* (L.) Delile è la fanerogama marina maggiormente diffusa nel mediterraneo, e va a formare ampie praterie che rivestono diverse ed importanti funzioni ecologiche sia marine che di difesa delle coste. La stessa specie è tutelata dalla citata direttiva Habitat, come specie prioritaria, ovvero elemento per la cui conservazione la Comunità ha una responsabilità particolare a causa dell'importanza della parte della loro area di distribuzione naturale compresa nel territorio europeo.

Poiché la specie e l'habitat che la *Posidonia oceanica* costituisce sono particolarmente esigenti sia in termini di trasparenza dell'acqua che in termini di presenza di sedimento, la loro eventuale distribuzione

lungo le coste in questione deve essere considerata quale elemento condizionante alla possibilità di effettuare ripascimenti.

La ricerca è stata condotta a livello bibliografico, avvalendosi del gentile contributo dell'Università di Roma "Tor Vergata" – dipartimento di Biologia che ha messo a disposizione i dati.

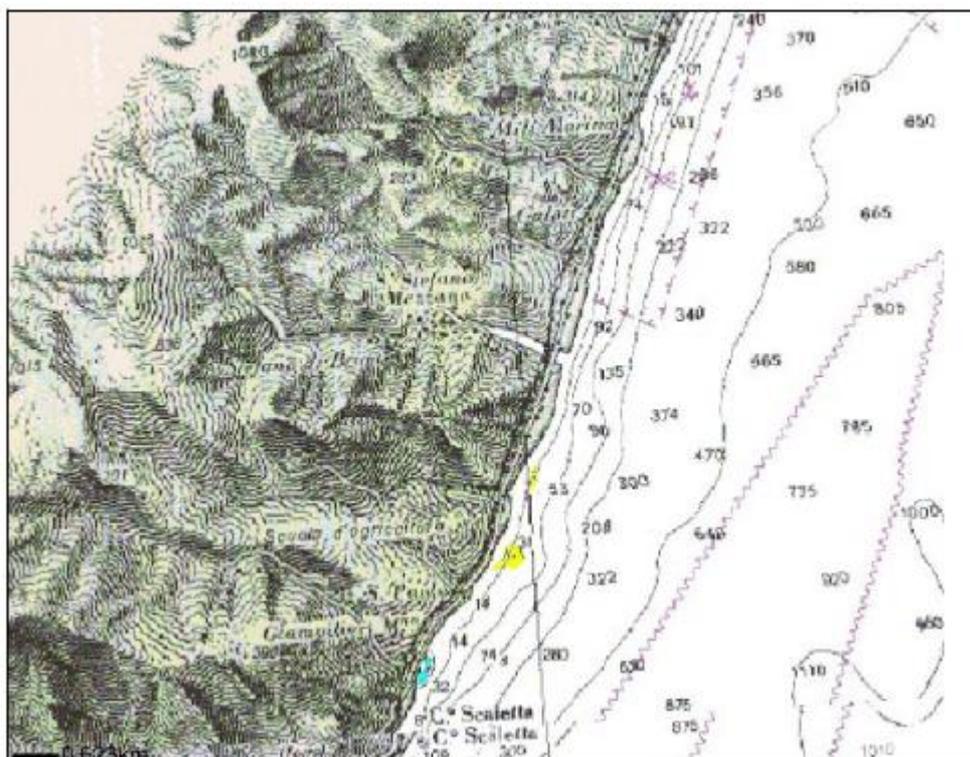
### ANALISI DEI DATI

Nell'ambito del Programma di Monitoraggio dell'Ambiente Marino costiero 2001 – 2003 del Ministero dell'Ambiente è stata condotta una mappatura, alla scala 1:25.000, relativa alla presenza e distribuzione delle praterie di fanerogame marine lungo le coste della Sicilia.

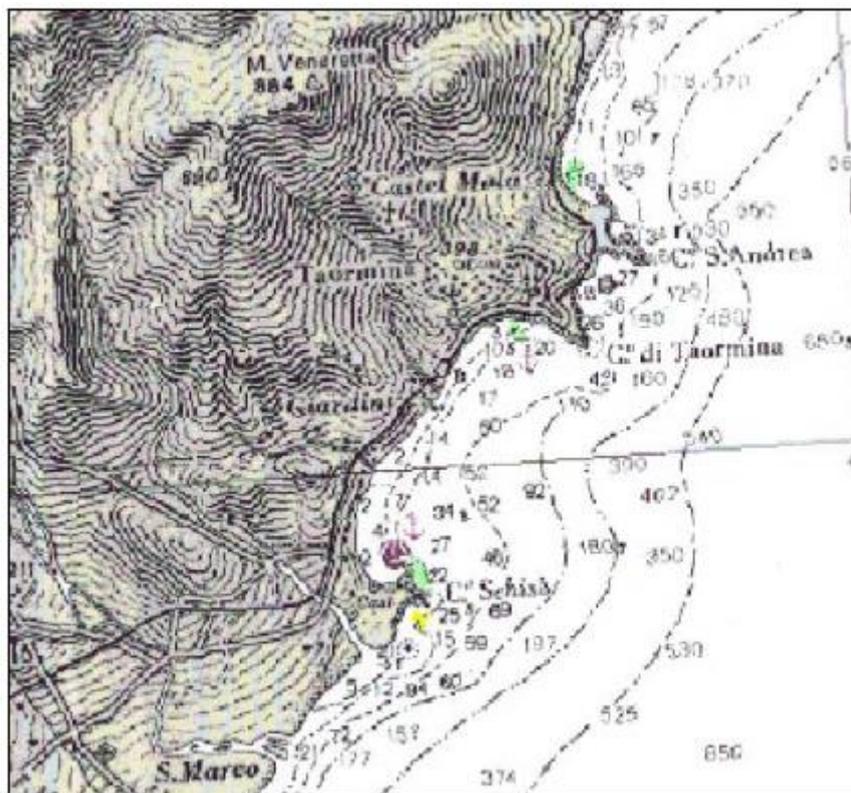
I risultati delle analisi effettuate durante il Programma di Monitoraggio sono stati integrati in un ambiente GIS, ottenendo così una cartografia tematica e tutte le informazioni relative alle aree di indagine riportate sulla carta.

Dalla analisi della cartografia disponibile, si ottengono le seguenti informazioni. Il tratto di costa compreso tra Messina e Giampilieri non presenta praterie di fanerogame marine, probabilmente anche a causa della presenza di numerose fiumare

I primi rinvenimenti si rilevano immediatamente a Nord di Scaletta Zancala, ove (vedi figura sottostante) sono presenti piccole porzioni di *Posidonia* su sabbia (in giallo) e *Cymodocea nodosa* (in azzurro)

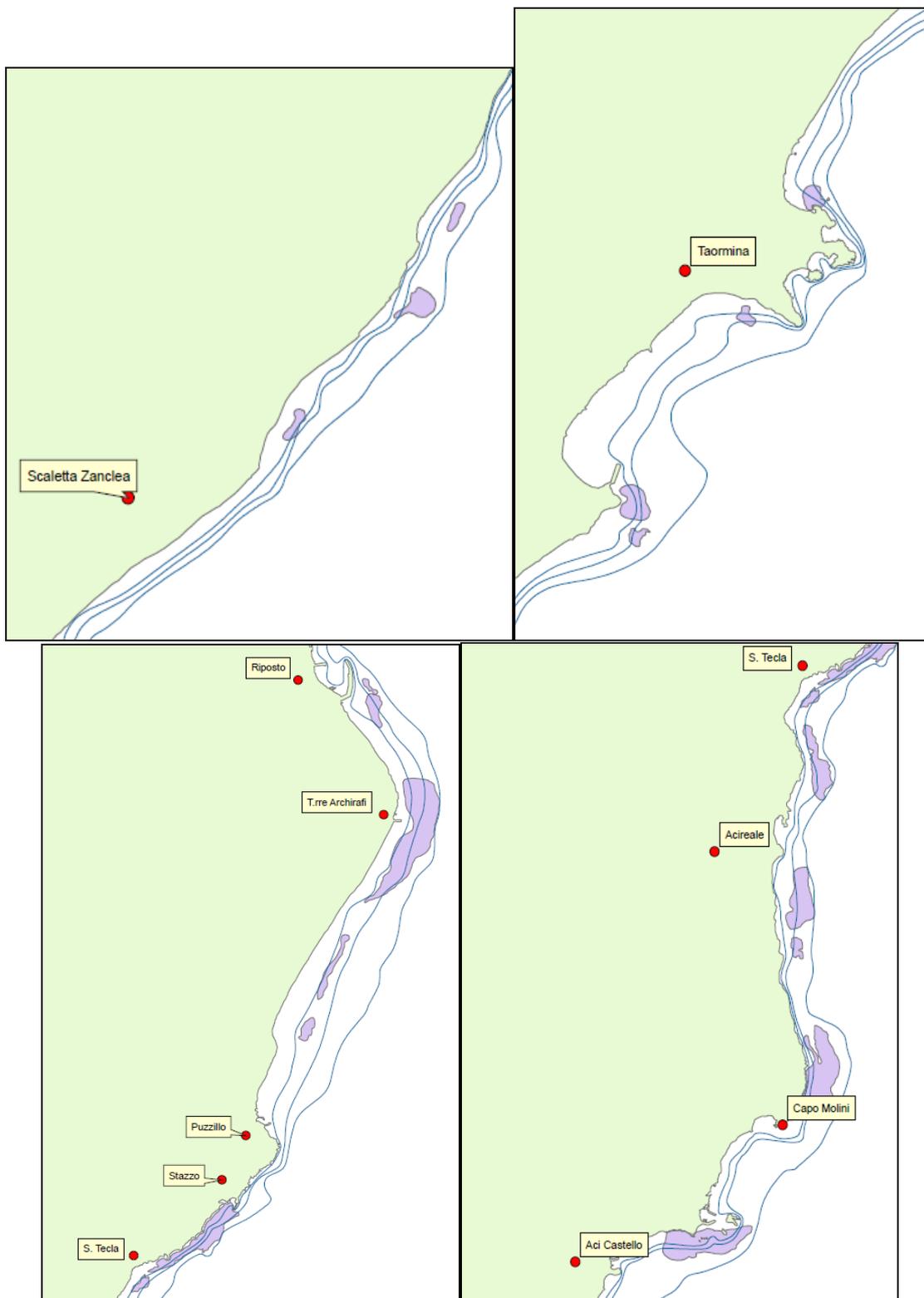


Successivamente, ulteriori localizzate porzioni di praterie di fanerogame si rinvergono all'altezza di Taormina e di Capo Schisò, come rappresentato nella figura seguente.



Da Capo Schisò, procedendo verso Sud, la costa è nuovamente priva di presenza di praterie fino a Riposto. Da qui, fino a Catania, la distribuzione di tali elementi si fa invece più continua, andando di fatto a formare un *unicum* ecologico.

Nella pagina seguente si riportano gli stralci cartografici relativi alla mappatura effettuata per conto del Ministero dell'Ambiente, dove sono indicate in viola le porzioni di praterie di fanerogame individuate.



	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 105/206

*Figura 29 stralcio cartografico mappatura praterie Posidonia*

## CONCLUSIONI

La ricerca ha evidenziato la presenza di praterie di fanerogame marine lungo il tratto di costa antistante Scaletta Zanclea e Taormina, nonché nella porzione più meridionale del territorio indagato, da Riposto a Aci-Castello. Al fine di non creare disturbi a tali habitat, si ritiene opportuno evitare di effettuare ripascimenti in corrispondenza di detti tratti costieri.

Non è emersa interferenza diretta tra la presenza di praterie di fanerogame marine e interventi di ripascimento del litorale di S. Alessio Siculo.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b> Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 106/206

#### 4.5.3.2.4 Caratterizzazione geolitologica

Le analisi per la caratterizzazione chimica, biologica e granulometrica della spiaggia di S. Alessio Siculo risalgono al 2008.

Nei sedimenti litorali si ritrovano elementi appartenenti al Complesso Calabride e di depositi sedimentari del Pleistocene.

Nel Complesso Calabride vengono distinte le seguenti unità:

- Unità di Capo Sant'Andrea, costituita da un basamento di semiscisti (Metamorfiti I) con sovrapposte le arenarie e i conglomerati continentali in facies di "Verrucano"; a queste segue la successione carbonatica presente a Capo Sant' Andrea. Su questa poggia la più interna Unità di Taormina, caratterizzata una successione carbonatica continua con alla base il "Verrucano" che poggiano su semiscisti basali (Metamorfiti II), presenti lungo la costa di Capo Messico, dato da calcari e dolomie del Giurassico Sup.
- Sul Complesso Calabride poggia il Flysch di Capo d'Orlando con termini conglomeratici ed arenacei che hanno formato le sabbie ed i ciottoli della Baia. I depositi postorogeni sono rappresentati da Conglomerati poligenici Tortoriani, da Sabbie e Ghiaie del Pleistocene, da Depositi terrazzati marini Pleistocene sup. e da Depositi alluvionali recenti.

Analizzando la situazione della baia di S. Alessio sono presenti i seguenti complessi geologici:

- Litotipi carbonatici, appartenenti all'Unità di Longi di Taormina ed in parte a quella di Capo Sant'Andrea, il settore in oggetto è caratterizzato da una forte permeabilità e fatturazione, dovuto ad uno spinto tettonismo, che comporta una forte infiltrazione delle acque superficiali.
- Ad ovest verso l'alto, sono presenti i membri arenaci e conglomeratici del Flysch di Capo d'Orlando. A nord affiorano le filladi a muscovite con bande di quarzo.
- Nella zona immediatamente a Nord di Capo S. Alessio e lungo la fascia costiera i depositi più antichi sono occultati dallo spogliamento delle conoidi di deiezione dei corsi d'acqua.

#### 4.5.3.2.5 Caratterizzazione sedimentologica

L'inquadramento sedimentologico dell'area prende avvio dal più ampio studio realizzato nel 2000 ed utilizzato per la redazione della relazione geologica (sedimentologica) allegata al Progetto Generale di Massima. Lo studio è stato poi completato da un rilievo e da una serie di indagini che hanno permesso, in sede di progettazione dell'intervento di ripascimento, di accoppiare gli aspetti morfologici con quelli sedimentologici.

La spiaggia emersa, nelle aree in cui è ancora presente, è costituita da sabbia e sabbia grossolana con ghiaia a spigoli arrotondati e appiattiti. In generale la pendenza del fondale è dolce e degrada lentamente verso il largo, infatti a circa 130 m dalla linea di costa si ha un fondale di circa -10,00 m. I depositi sommersi sono costituiti da sabbie medie e da grossa ghiaia di colore grigiastro chiaro.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	107/206

I sedimenti nell'area protetta da Capo S. Alessio, sino ad un fondale di -5 m sono prevalentemente costituiti da sabbie grossolane con D50 compreso tra 0,50 e 2,00 mm, andando verso il largo, fin oltre un fondale di - 15 m, si ha una sabbia media con D50 compreso tra 0,25 e 0,50 mm.

Nell'area oltre il T. Salice i sedimenti sono costituiti da sabbie a granulometria medio-grossolana con D50 compreso tra 2,00 e 4,00 mm sino ad un fondale di circa -6,00 m. Nell'ultimo tratto, area contraddistinta dalla presenza della Fiumara l'Agro, si osserva la presenza di una sabbia grossolana con ghiaia con D50 tra 1,00 e 2,00 mm, sino ad un fondale di - 6,00 m. Procedendo verso il largo la dimensione dei sedimenti diminuisce gradatamente e sino a - 30 m si osserva sabbia a granulometria media con D50 compreso tra 0,25 e 0,50 mm.

Le sabbie costiere risultano più sottili, mentre quelle presenti più al largo, sempre nella zona posta all'esterno delle tre barriere frangiflutti, sono presenti, al di là dell'isobata di - 8 m, ampi depositi di sabbie medie.

#### 4.5.3.2.6 *Studi specialistici propedeutici alle attività di progettazione degli interventi di ripascimento*

##### 4.5.3.2.6.1 *Studio Meteomarino*

Lo Studio Meteomarino rientra negli studi specialistici di ingegneria e geomorfologia litoranea redatti a supporto del progetto definitivo dell'intervento di ripascimento.

Il documento, riportato in Allegato 12.1 è stato redatto dalla MODIMAR Srl con l'obiettivo di definire i seguenti parametri progettuali meteomarini al largo del sito individuato per i lavori di ripascimento:

- “onde di progetto” (stati di mare associati a specifici tempi di ritorno) per il dimensionamento idraulico-strutturale dell'intervento di ripascimento e di “eventuali opere di difesa litoranea complementari” e responsabili dei fenomeni di evoluzione morfodinamica del profilo trasversale di spiaggia nel breve termine;
- “climi di moto ondoso” (differenziati in funzione dei periodi stagionali e dei parametri di altezza periodo e direzione) per la definizione delle “forzanti di moto ondoso” che regolano i fenomeni di evoluzione morfodinamica planimetrica del litorale nel medio e lungo termine;
- “variazioni del livello marino” differenziati nelle componenti astronomica, climatiche (sovralzi barici, di vento e di moto ondoso).

##### 4.5.3.2.6.2 *Studio Idrodinamico*

Lo Studio Idrodinamico rientra negli studi specialistici di ingegneria e geomorfologia litoranea redatti a supporto del progetto definitivo dell'intervento di ripascimento.

Il documento è stato redatto dalla MODIMAR Srl con l'obiettivo di definire le caratteristiche “idrodinamiche” nel breve, medio e lungo termine in funzione dei seguenti parametri idromorfologici



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	108/206

associati alle “onde di progetto” ed ai “climi di moto ondoso” in corrispondenza del sito individuato per i lavori di ripascimento:

- “correnti litoranee” lungo la fascia litoranea per uno sviluppo longitudinale che ricomprende adeguatamente il sito in esame
- “profondità di chiusura idrodinamica”
- “altezza di swash”
- “larghezza della fascia dei frangenti”
- caratteristiche delle forzanti delle correnti longitudinali e trasversali associate al moto ondoso e “potenziali” capacità di trasporto solido litoraneo

Lo studio viene riportato in **Allegato 13.1**

#### 4.5.3.2.6.3 Studio Morfologico

Lo Studio Morfologico (riportato completo in allegato 13.1) rientra tra gli studi specialistici di ingegneria e geomorfologia litoranea redatti a supporto del progetto definitivo per l'intervento di ripascimento del litorale di Sant'Alessio Siculo, da eseguirsi con i sedimenti opportunamente vagliati e selezionati e provenienti dai lavori di escavazione delle nuove gallerie ferroviarie.

Il documento è stato redatto dalla MODIMAR Srl con l'obiettivo di definire, a supporto delle attività di progettazione del suddetto intervento di ripascimento, i principali parametri “morfologici” progettuali rappresentativi degli stati evolutivi del litorale nel breve, medio e lungo termine sulla base di elementi sedimentologici e topografici-batimetrici.

Oltre ad esaminare la documentazione tecnica (reperita presso la struttura tecnica del Comune) relativa ai progetti di difesa del litorale di Sant'Alessio Siculo realizzati nell'ultimo decennio, per la redazione del presente studio morfologico, si è fatto riferimento al Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) relativamente all'Unità Fisiografica n.3 “Capo Scaletta – Capo Schiso” in cui ricade il litorale in esame. Inoltre si è potuto disporre anche dei dati afferenti alle seguenti indagini di campo condotte nell'ambito del progetto definitivo in epigrafe:

- attività di campionamento ed analisi di laboratorio dei sedimenti prelevati superficialmente (spiaggia emersa e sommersa);
- campagna di rilievo topografico e batimetrico, integrata con le aerofotografie derivate da Google Earth e digitalizzate con il software QGIS.

I dati relativi alle caratteristiche granulometriche dei sedimenti che compongono il litorale di Sant'Alessio Siculo sono stati utilizzati per definire i “fusi granulometrici” della fascia litoranea (emersa e sommersa) sulla base dei quali impostare il fuso granulometrico di progetto del materiale di ripascimento

I dati relativi alla geomorfologia della spiaggia emersa e sommersa hanno consentito la definizione dei seguenti elementi morfologici:

- materializzazione e analisi della “linea di riva” relativa all'ultimo decennio (2005-2017) per la definizione dei “ratei di erosione/avanzamento”

- materializzazione dei “profili trasversali” di spiaggia (con individuazione di eventuali barre lungo la fascia sommersa e berme di incisione lungo la spiaggia emersa) per la definizione su base morfologica della “profondità di chiusura”;
- analisi delle componenti “longitudinali” e “trasversali” del trasporto solido litoranea e relativo bilancio solido.

L'impostazione ed analisi di questi distinti elementi geomorfologici del litorale in esame è indispensabile per la definizione oggettiva, almeno in termini qualitativi, delle attuali tendenze evolutive dei fenomeni di morfodinamica cui fare riferimento nel successivo studio di morfodinamica.

In particolare l'analisi diacronica della linea di riva ed il relativo esame del bilancio del trasporto solido litoraneo, costituiscono una base di riferimento indispensabile per la definizione dei parametri di input, delle condizioni al contorno e degli elementi di riscontro, validazione e taratura, necessari per la corretta applicazione del modello numerico di spiaggia del tipo ad una linea GENESIS

#### 4.5.3.3 Analisi della compatibilità dei materiali provenienti dagli scavi con il sito di destinazione finale

##### *4.5.3.3.1 Considerazioni fondo naturale nelle formazioni interessate dal progetto*

Il presente paragrafo ha l'obiettivo di recuperare, organizzare e analizzare i dati presenti nella numerosa letteratura tecnica in merito alla presenza di metalli nelle rocce interessate dagli scavi per la tratta ferroviaria Giampileri-Fiumefreddo sulla linea Catania-Messina.

Il tracciato di progetto interessa prevalentemente la dorsale dei Monti Peloritani, che rappresentano la parte terminale dell'Arco Calabro-Peloritano, una struttura alpina di congiunzione fra l'Appennino e il Maghreb del nord.

L'Arco Calabro-Peloritano è formato dalla sovrapposizione di numerose falde tettoniche costituite da associazioni litologiche più o meno metamorfosate e tettonizzate, separate da evidenti livelli, decimetrici, di breccia tettonica, più o meno milonitizzata e alterata, testimone di estesi e prolungati scorrimenti e sovrapposizioni terminati nelle ultime fasi alpine.

L'odierno assetto strutturale non trova riscontro col grado metamorfico riscontrabile nelle singole falde e, in linea generale, le unità tettoniche più superficiali, in particolare la Falda dell'Aspromonte, presentano metamorfismo maggiore rispetto a quelle sottostanti, indice di probabili, se non sicuri, ribaltamenti e/o ripiegamenti. Le falde, e le rocce costituenti, sono inoltre interessate da faglie e fratture sub-verticali di età alpina e post-alpina, in parte ancora attive.

Differenziazioni locali, parziali lacune e riconoscimenti di nuovi complessi litologici e tettonici, all'interno delle singole falde, rendono molto difficile, e comunque non definitiva, la loro codificazione, che continua a subire modifiche a seguito di approfondimento delle osservazioni e delle conseguenti interpretazioni (APAT 2007 e 2009, ISPRA 2011).

I sondaggi effettuati ed i rilievi di campo effettuati lungo la linea ferroviaria in progetto, hanno permesso di distinguere differenti unità geologiche, relative sia a sequenze metamorfiche e sedimentarie di substrato che a successioni clastiche di copertura.

In particolare, nei settori direttamente interessati dal tracciato di progetto sono state individuate le seguenti unità geologiche:

**SCHEMA DEI RAPPORTI GEOMETRICI TRA UNITÀ KABILO-CALABRIDI, UNITÀ APPENNINICO-MAGHREBIDI E COPERTURE SINTETTONICHE**

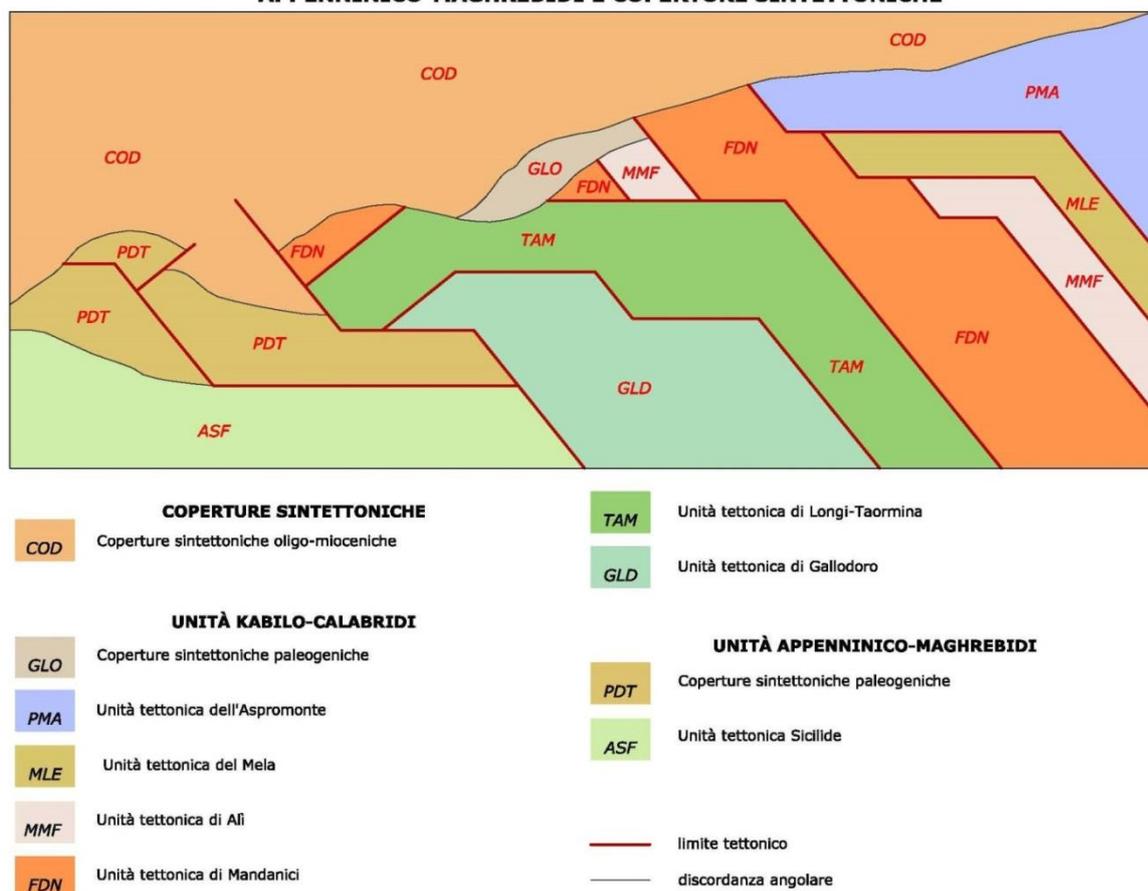


Figura 30 Schema dei rapporti geometrici tra le Unità Kabilo-Calabridi, Unità Appenninico-Maghebidi e coperture sintettoniche oligo-mioceniche; le sigle ed i colori fanno riferimento alla codifica delle unità riportate nella legenda al di sotto dello schema.

Le analisi di caratterizzazione ambientale effettuate lungo la tratta (campagne 2015 e 2017) hanno messo in luce la presenza di parametri come Arsenico (As), Cobalto (Co), Zinco (Zn) e Cadmio (Cd) coerentemente con quanto riscontrato nella numerosa letteratura tecnica di settore esaminata:

- Chemistry and mineralogy of early Mesozoic pelite layers from continental redbeds "Verrucano", Peloritani Mountains, Sicily, Italy / Paola Di Leo ... [et al.] (2000)

- Cartografia geochimica dei monti peloritani (Sicilia) / De Vivo B, Sava A., Villani V., Messina A. (1998)
- Cartografia geochimica dei monti peloritani (Sicilia) / De Vivo B. ... [et al.] (1998)
- A Fe-Mn-Zn-Pb mineralization in the marbles of the Mandanici Unit (Calabrian-Peloritan Arc) / Nota dei soci Carmelo Sacca, Domenica Sacca & Antonia Messina (1996)
- Composizioni mineralogiche e chimiche di alcune mineralizzazioni a galena e sphalerite affioranti nei territori di Ali e Fiumedinisi (Messina) / Carmelo Saccà ... [et al.] (1992)
- Contributo alla conoscenza dei depositi piroclastici affioranti tra Giarre e Nunziata sul versante orientale dell'Etna / R. Cristofolini, R. Failla, C. Ferlito & G. Frazzetta (1991)
- Evidenze di minerogenesi recenti ed attuali dei Monti Peloritani / E. Locardi & M. Triscari (1991)
- Contributo alla conoscenza dei minerali metalliferi dei monti Peloritani (Sicilia N.E. VI) La Boulangerite / Maurizio Triscari, Carmelo Sacca (1984).
- Distribuzione del piombo, dello zinco e del rame nelle alluvioni dei Monti Peloritani / Mario Dall'Aglio, Enzo Locardi (1967).

Da quanto si evince dagli studi specialistici, negli scisti filladici della Falda di Mandanici, sono numerose le mineralizzazioni metalliche costituite da solfuri, solfati, ossidi e idrossidi di metalli (Piombo, Zinco, Ferro, Arsenico, Antimonio, Rame, Tungsteno, ecc.) presenti in ammassi lenticolari, concordanti con la scistosità della roccia incassante e in filoni discordanti, tipici di frattura. La paragenesi metallica, in generale, è molto complessa e variabile.

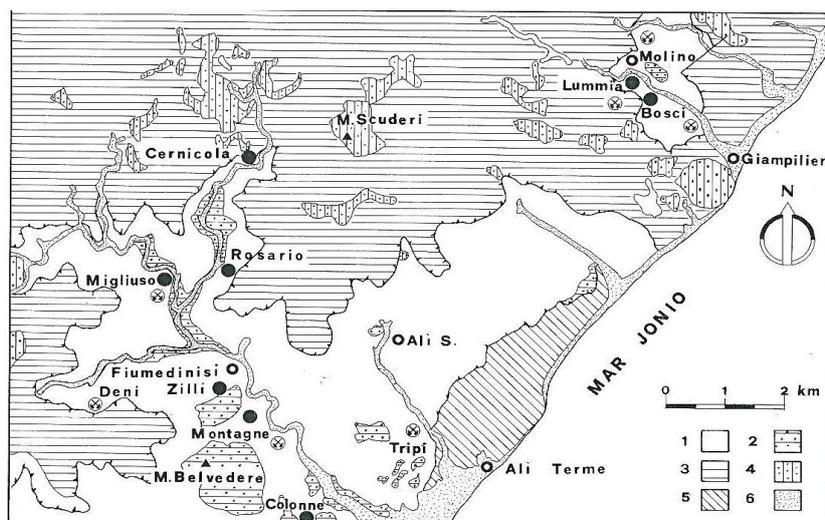


Figura 31 Schizzo geologico e ubicazione delle principali manifestazioni metallifere nella zona di Fiumedinisi, Ali, Giampilieri (da ATZORI et AL. 1974). 1: Falda di Mandanici; 2: Marmi della Falda di Mandanici; 3: Falda dell'Aspromonte; 4: Marmi della Falda dell'Aspromonte; 5: Unità Longi-Taormina; 6: Depositi quaternari

Frequenze	Specie	Formula	Frequenze	Specie	Formula		
1	Annabergite	$Ni_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	4	Bornite	$Cu_2S(Fe, Cu)S$		
	Asbolano	$(Mn, Co)O_2 \cdot nH_2O$	6	Arsenopirite	$FeAsS$		
	Cerussite	$PbCO_3$	7	{ Magnetite	$Fe_3O_4$		
	Goldfeldite <sup>o</sup>	$Cu_{12}(Sb, As, Te)_4S_{13}$			{ Stibiconite	$SbSb_2O_6OH$	
	Kutnahorite <sup>o</sup>	$CaMn(CO_3)_2$	9	{ Bournonite		$CuPbSbS_3$	
	Molibdenite	$MoS_2$			{ Idrozincite	$Zn_5[(OH)_3/CO_3]_2$	
	Neodigenite <sup>o</sup>	$Cu_9S_5$	12	Ematite		$Fe_2O_3$	
	Realgar	$AsS$	15	Azzurrite	$Cu_3[OH/CO_3]_2$		
	Smaltite (=Skutterudite)	$CoAs$	16	Fluorite	$CaF_2$		
	Tetradimite	$Bi_2Te_2S$	22	{ Pirrotina/Pentladite	$FeS$		
	Anglesite	$PbSO_4$			{ Limonite	Miscela di idrossidi di ferro	
	Bindheimite	$Pb_{1-2}Sb_{2-1}(O, OH, H_2O)_{6-7}$				25	{ Antimonite
	2	Dolomite	$CaMg(CO_3)_2$	{ Tetraedrite			
		Kermesite	$Sb_2S_2O$		36	Jamesonite	$Pb_4FeSb_6S_{14}$
3	Magnesite	$MgCO_3$	54	Malachite	$Cu_2(OH)_2CO_3$		
	Manganite	$\gamma - MnOOH$	66	Blenda/Marmatite	$\alpha - ZnS/(Zn, Fe)S$		
	Wad	$MnO_2 \cdot nH_2O$	70	Siderite/Ankerite	$FeCO_3/CaFe(CO_3)_2$		
	Baritina	$BaSO_4$	80	Pirite	$FeS_2$		
	Eritrina	$Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8H_2O$	90	{ Galena	$PbS$		
		Pirolusite			$\beta - MnO_2$	{ Calcopirite	$CuFeS_2$
		Scheelite <sup>o</sup>			$CaWO_4$		352

Figura 32 Frequenza reciproca dei singoli minerali nei corpi mineralizzati dei Peloritani (da BALDANZA 1983)

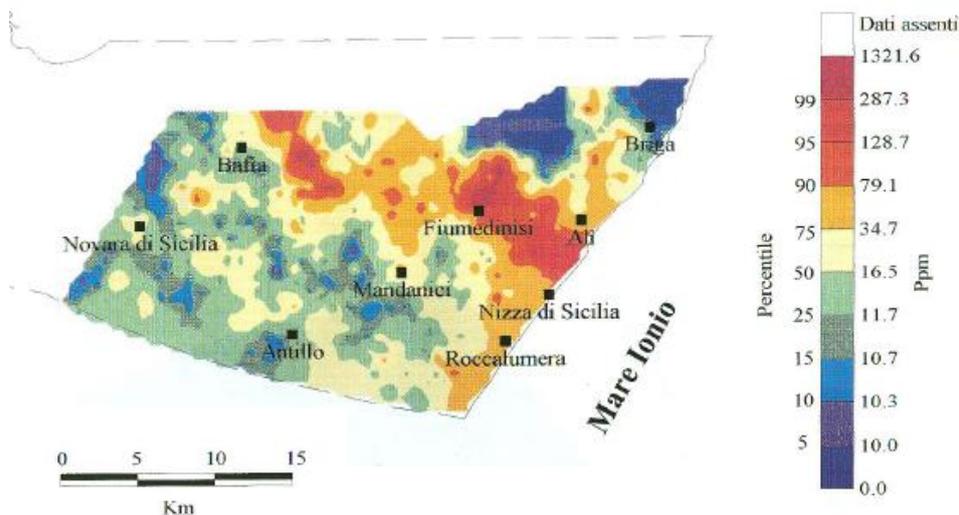
Tra il 1986-87, nell'ambito di un programma di ricerca mineraria regionale eseguito per conto del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, sono stati prelevati e analizzati 958 campioni su sedimenti fluviali, su una superficie di circa 350 km<sup>2</sup> coincidente con l'ambito di progetto in studio.

I campioni sono stati sottoposti ad analisi multi-elementare ICP-AES (spettrometria per emissione atomica del plasma accoppiato induttivamente) per la ricerca dei costituenti maggiori (Si, Al, CA, Fe, Mg, Mn, Ti, K, P) e per i seguenti elementi in traccia (Ag, As, B, Ba, Be, Bi, Cd, Ce, Co, Cr, Cu, La, Li, Mo, Nb, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, V, W, Y, Zn e Zr).

I risultati del suddetto studio, relativamente agli elementi ritrovati nelle analisi di caratterizzazione ambiente dei terreni interessati dal progetto, confermano la presenza di Arsenico (As), Cobalto (Co), Zinco (Zn) e Cadmio (Cd).

### **Arsenico (As)**

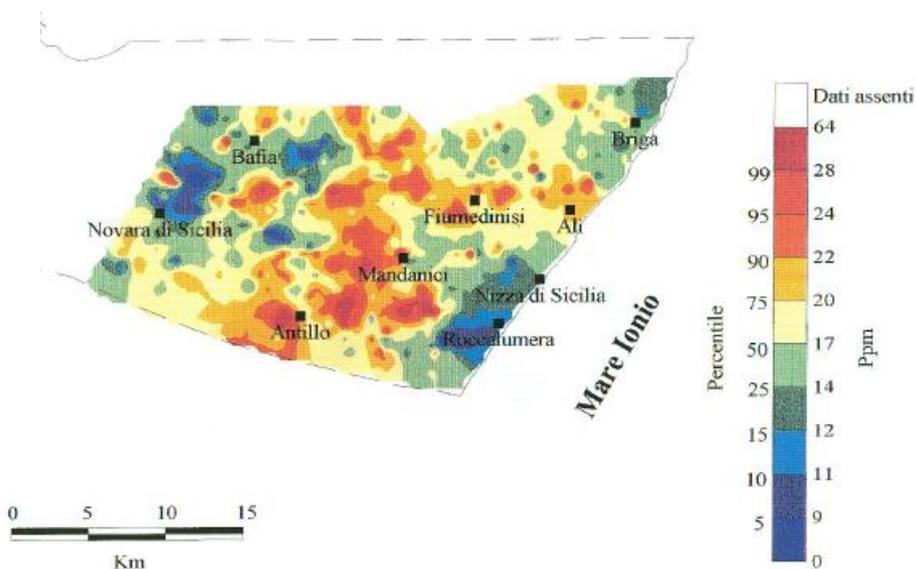
La distribuzione delle concentrazioni di arsenico nell'area indagata riflette fortemente la distribuzione delle mineralizzazioni a solfuri di metalli base presenti nei Peloritani (De Vivo et alii, 1998). Gli alti valori (> 79.1 ppm – percentile 90) sono distribuiti lungo una fascia che va da Ali Terme fino ad oltre Roccalumera.



### Cobalto (Co)

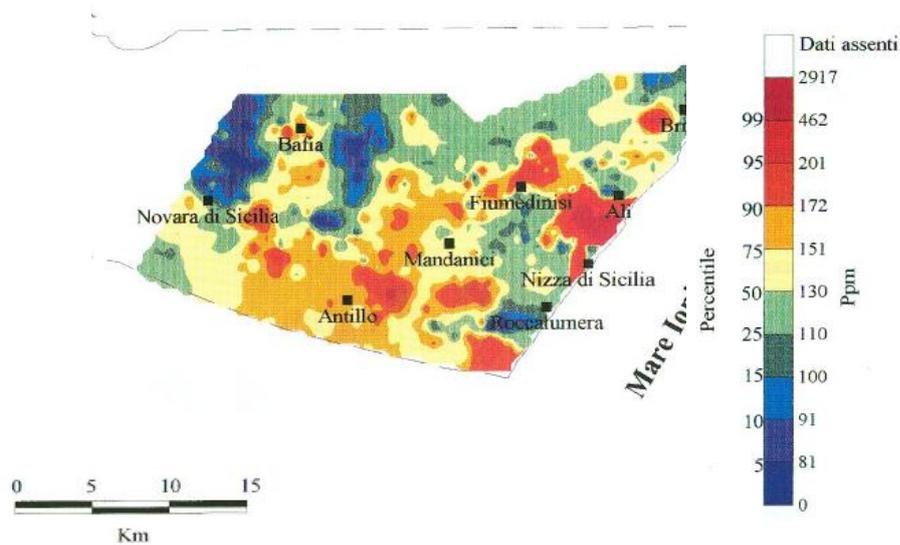
Gli alti valori delle concentrazioni del cobalto (> 20 ppm – percentile 75) risultano non essere influenzati dalla distribuzione dei tipi litologici delle varie Unità tettoniche; essi infatti interessano in modo non omogeneo tutto il territorio d'indagine.

Nel settore d'interesse sono distribuiti lungo due direttrici grosso modo ortogonali fra di loro: una che si estende, in direzione est-ovest, da Scaletta Superiore fin quasi a Novara di Sicilia; l'altra che si estende in direzione grosso modo nord-est-sud-ovest, da Antillo fino a nord di Pizzo di Sughero e che interessa metamorfiti di basso ad alto grado delle Unità di Fondachelli, di Mandanici, del Mela e dell'Aspromonte.



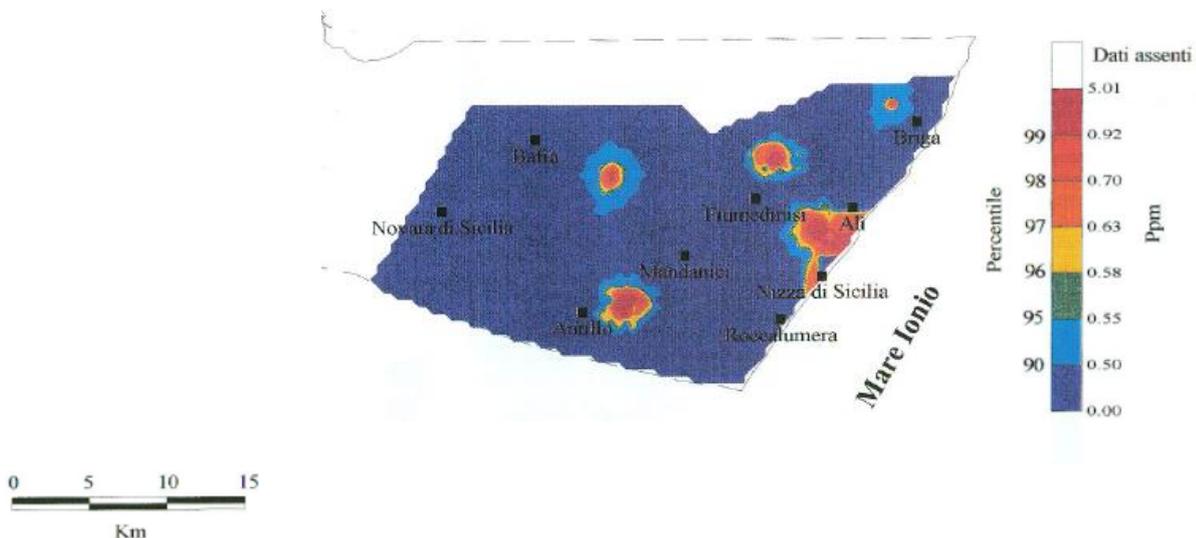
### Zinco (Zn)

La distribuzione delle concentrazioni dello zinco mostra notevoli analogie con la distribuzione del piombo. Infatti, viene individuata una grossa area di alti valori (> 172 ppm – percentile 90) a Nord di Nizza di Sicilia, dove sono note le mineralizzazioni a Pb, Zn, Cu (con associati As, Sb, Ag e Au)



### Cadmio (Cd)

Nel settore in studio sono riconoscibili alti valori circoscritti ad Est di Antillo in metamorfiti dell'Unità di Mandanici, a Pizzo di Sughero, a Ovest di M. Scuderi e a Nord di Nizza di Sicilia, in corrispondenza delle sequenze carbonatiche dell'Unità di Ali a contatto con le metamorfiti dell'Unità di Mandanici.



A conferma di quanto sopra descritto, si riportano le conclusioni della “Relazione tecnica delle indagini analitiche ai fini della verifica del parametro Arsenico, riscontrato nelle aree limitrofe al torrente Fiumedinisi - Comune di Fiumedinisi (Me)” redatta da Ambiente e Sicurezza srl e commissionata dal Comune stesso.

Il torrente Fiumedinisi è attraversato dall’opera in progetto ed ha il proprio bacino idrografico (circa 50 km<sup>2</sup>) esteso proprio sui Monti Peloritani nei comuni di Fiumedinisi ed in piccola parte di Nizza di Sicilia e Ali Terme.

Dall’esame delle risultanze delle indagini analitiche svolte nel suddetto studio, si evince come il parametro Arsenico presenti una diffusione, sia in termini di presenza che in termini di frequenza, di concentrazioni superiori alle CSC indicata in colonna A (in taluni casi anche della colonna B) della tabella 1 del D.lgs 152/06 (Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta).

L’ARPA Messina con nota del 15/12/2016 (cfr **Allegato 18.1**), a seguito della disamina della Relazione sopra citata e successivi approfondimenti, convalida l’attività di campo ed analitica svolta e approva il valore di fondo del parametro Arsenico.

Per maggiori dettagli si rimanda alla nota ARPA allegata.

A conclusione di quanto detto, si può affermare che la litologia dell’area interessata dal progetto risulta compatibile con i valori dei minerali metalliferi riscontrati in zona.

#### 4.5.3.3.2 *Analisi compatibilità chimico-fisica*

In riferimento all’attività di caratterizzazione chimico-fisica dei materiali di scavo e del sito oggetto di ripascimento:

- **Preso atto** dell’esito dei “**Rapporti di Prova**” sviluppati sui campioni prelevati nell’area del litorale di S.Alessio Siculo e nel dettaglio le seguenti accettazioni 2112965-001, 2112965-002, 2112965-003, 2112965-004, 2112965-005, 2112965-006, 2112965-007, 2112965-008, 2112965-009, 2112965-010, 2112965-011, 2112965-012,
- **Preso atto** dell’esito dei “**Rapporti di Prova**” inerenti ai soli parametri microbiologici sviluppati sui campioni prelevati nell’area di escavo e nel dettaglio le seguenti accettazioni 2112964-001, 2112964-002, 2112964-003, 2112964-004, 2112964-005, 2112964-006, 2112964-007, 2112964-008, 2112964-009, 2112964-010
- **Utilizzati** i valori di Livello Chimico di Base (**LCB**) e Livello Chimico Limite (**LCL**) riportati nelle tabelle 2.3A e 2.3B del “**Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini**”-ICRAM/APAT.
- **Individuati** i requisiti ecotossicologici dei sedimenti secondo i range di tossicità individuati nella tabella 2.4 del suddetto manuale.
- **Visti** i criteri di classificazione di detti sedimenti secondo quanto previsto dalla tabella 2.5 così come esplicitata nella figura 2.6 del già citato manuale.

Si può affermare quanto di seguito esposto:

1. L'esecuzione dei saggi eco-tossicologici ha evidenziato che tutti i campioni ricadono all'interno della colonna A tab. 2.4 "Manuale ICRAM per la movimentazione dei sedimenti marini;
2. Per quanto concerne gli aspetti granulometrici, non sono stati rilevati valori di pelite maggiori del 10%

#### 4.5.3.3.3 *Analisi della compatibilità geologica e geochimica*

In relazione alla successione riconducibile al Flysh di Capo d'Orlando, si rileva che parte dei materiali presenti sulle spiagge è costituito da materiali ad esso riconducibili, rappresentati da termini conglomeratici e arenacei. Si ritiene pertanto il materiale afferente alle formazioni *CODa*, *CODb*, *CODc* e *CODd* pienamente compatibile con la destinazione a ripascimento.

Si ritiene, invece, solo parzialmente compatibile con l'utilizzo a ripascimento il materiale riconducibile alla formazione *FDN*, ciò soprattutto per la presenza di micascisti e metabasiti; se ne assume, pertanto, un fattore di utilizzo pari a 0,35.

I calcari di cui alle formazioni *SCA1* e *MAI* si ritengono, in linea di massima, geochimicamente e geolitologicamente idonei per l'utilizzo a ripascimento, così come i depositi alluvionali di ghiaie (*bb*).

Per la formazione del Rosso ammonitico, costituita da marne argillose di colore rosso e grigio-verdastro e da marne calcaree rossastre si è ritenuto di applicare un fattore di effettivo utilizzo pari a 0,3, in modo da tenere in opportuna considerazione la potenziale scarsa compatibilità colorimetrica e, parzialmente, geochimica dei materiali.

I calcari marnosi del Medolo (*MED*) si ritengono, in linea di massima, compatibili con l'utilizzo finale, per quanto si sia ritenuta corretta l'applicazione di un fattore di utilizzo pari a 0,85 per considerare un'eventuale limitazione legata alla parziale compatibilità colorimetrica dei materiali.

I calcari *GCM* si ritengono in prima analisi compatibili, mentre si assume cautelativamente un fattore di effettivo utilizzo pari a 0,5 per le Epitamorfiti di Longi-Taormina (*TAM*), potenzialmente solo parzialmente compatibili per gli aspetti colorimetrici e geochimici.

A scopo precauzionale, si ritiene in prima analisi che, sotto il profilo geochimico e geolitologico, solo parte (30%) dei terreni afferenti alla formazione *GLD* possa ritenersi idonea per l'utilizzo a ripascimento, sia in considerazione della potenziale non compatibilità colorimetrica, sia della presenza di metavulcaniti.

#### 4.5.3.3.4 Analisi della compatibilità litologica - petrografica

Per il riutilizzo dei materiali di smarino delle gallerie in progetto è stato quindi condotto uno studio meteo-marino-idraulico sul litorale di Sant'Alessio Siculo, dove i fenomeni di erosione marina risultano particolarmente importanti ed evidenti. Nell'ambito di tale studio, sono stati quindi prelevati 30 campioni di sabbia e ghiaia dalla zona costiera di tale litorale, al fine di individuare la compatibilità litologica, sedimentologica e ambientale tra i litotipi scavati in galleria e i sedimenti marini della spiaggia. Dei suddetti campioni, 6 sono stati sottoposti ad analisi petrografiche con stima semi-quantitativa delle diverse percentuali litologiche, così come previsto dalla norma UNI EN 932-3:2004.

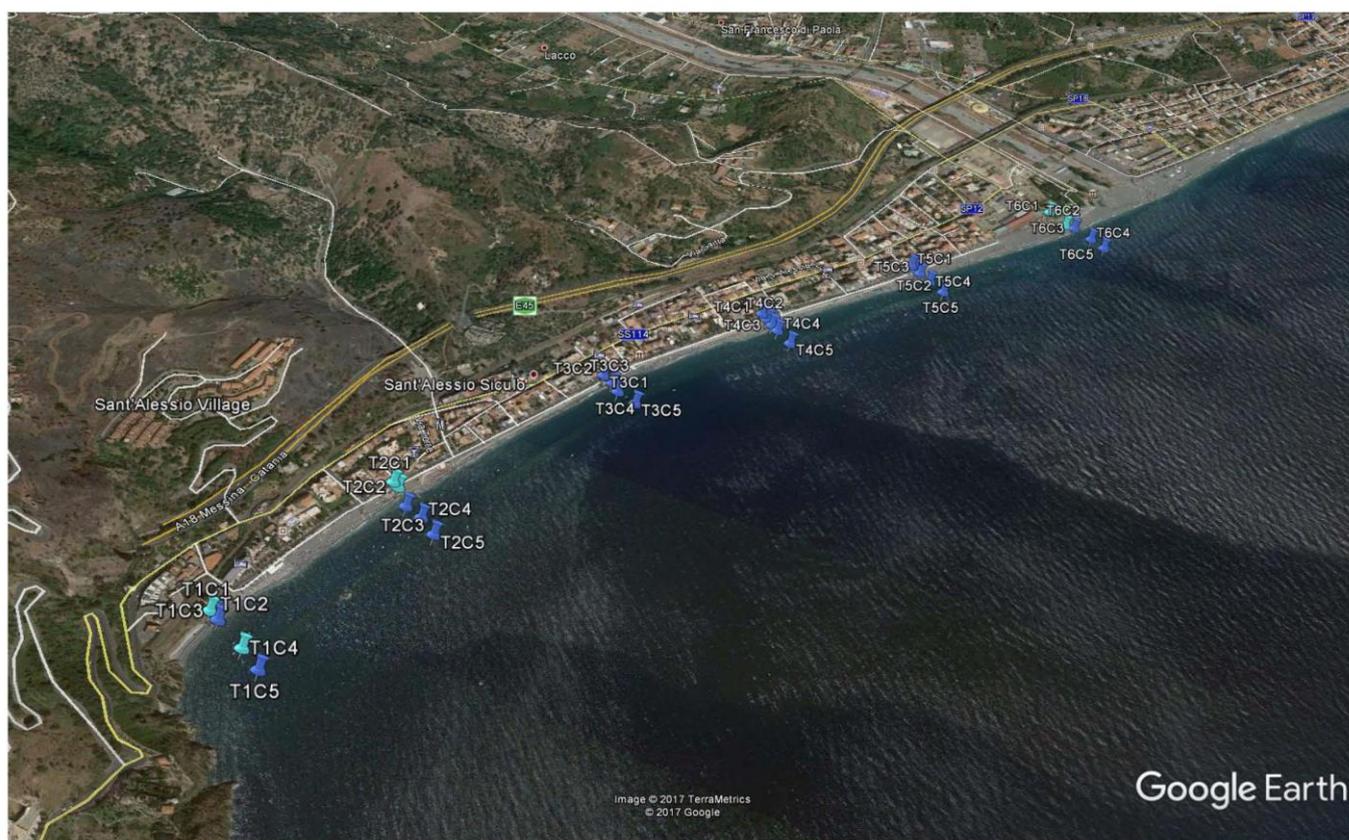


Figura 33 - Ubicazione dei 30 punti di prelievo campioni lungo il litorale di Sant'Alessio Siculo.

Relativamente all'aspetto litologico e petrografico, le 6 prove di laboratorio condotte (T1C1, T1C4, T3C1, T3C2, T6C1, T6C2) hanno evidenziato che i campioni prelevati lungo la costa di Sant'Alessio Siculo sono composti da sabbie medio-grossolane e ghiaie prevalentemente fini di colore grigio e grigio bruno. Tali aggregati sono costituiti prevalentemente da granuli di filladi (35%-78%) e quarzo (18%-50%), e solo secondariamente da quarziti (4%-16%) e metavulcaniti, gneiss, miche, ossidi metallici e selce (1%-5%).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	118/206

Fa eccezione unicamente il campione T6C1, che risulta costituito da prevalenti metavulcaniti (60%) con subordinata frazione di quarzo (20%), quarziti (8%), filladi (8%) e selce (6%).

In definitiva, relativamente ai dati litologici e petrografici disponibili, risulta che gli aggregati naturali costituenti il litorale di Sant'Alessio Siculo sono estremamente simili alle formazioni metamorfiche intercettate dalle gallerie in progetto. In particolare, i terreni prelevati sul tratto di litorale in questione presentano una composizione petrografica perfettamente compatibile con quella delle Metamorfiti di Mandanici (**FDN**), Epimetamorfiti di Longi-Taormina (**TAM**) e Epimetamorfiti del Vallone Letojanni (**GLD**). Pertanto i materiali di smarino derivanti dalla perforazione della galleria ferroviaria di Taormina all'interno delle suddette successioni possono essere utilizzati, dal punto di vista petrografico, per il ripascimento del settore litoraneo di Sant'Alessio Siculo.

#### 4.5.3.4 Stima delle volumetrie potenzialmente utilizzabili a ripascimento

In base alle considerazioni sopra riportate, si ritiene di poter assumere in circa 630.000 mc (volume espresso in banco) il quantitativo di materiale potenzialmente idoneo, sotto i soli aspetti geologico e geochimico, all'utilizzo a ripascimento.

Assumendo un fattore di rigonfiamento del terreno pari a 1.3, la volumetria da considerarsi risulta indicativamente pari a 819.000 mc.

In merito alla granulometria dei materiali (smarino), in assenza di specifiche informazioni di dettaglio che potranno essere disponibili solo nel corso delle successive fasi di approfondimento progettuale, al momento le ipotesi si basano sulla tipologia di terreno attraversato e sulle caratteristiche principali delle lavorazioni previste per la realizzazione della galleria. Ciò premesso, si assume cautelativamente che le frazioni afferenti alle classi granulometriche sabbia, ghiaia, ciottoli e blocchi possano rappresentare mediamente il 70% della volumetria del materiale e che, di conseguenza, la frazione fine afferente al limo e argilla (ovvero con diametro medio <0,6 mm), costituisca il 30% del materiale.

In considerazione del fatto che la coda fine (< 0,6 mm) del fuso granulometrico non si ritiene idonea ai fini dell'immissione in mare del materiale in percentuale superiore al 5%-8%, si ritiene potenzialmente impiegabile nell'ambito di un ripascimento protetto il 75% della volumetria del materiale considerato potenzialmente idoneo.

Ne deriva, pertanto, una idoneità di materiale corrispondente a circa 472.000 mc ovvero pari a 614.000 in cumulo (per la stima dei volumi delle frazioni granulometriche si assume convenzionalmente che le percentuali in peso corrispondano a quelle in volume).

In considerazione del fatto che l'introduzione fattori di utilizzo pari a 0,35 ovvero 0,3 quali, ad esempio, nel caso delle formazioni *FDN*, *RSA* e *GLD*, potrebbe comportare la necessità, nelle fasi operative di gestione dei materiali, di sottoporre comunque a trattamento di essiccazione, riduzione granulometrica e vagliatura l'intera volumetria di detto materiale (indicativamente pari a circa 630.000 mc in banco (corrispondenti a circa 819.000 mc in cumulo), per poi impiegarne solo una minima parte a ripascimento, corrispondente al 75% (viene esclusa la frazione fine) del 30-25% (frazione potenzialmente idonea), ovvero circa 157.000 mc ( 204.000 mc in cumulo), si ritiene utile considerare anche l'ipotesi operativa



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO**  
**RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**  
**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	119/206

attraverso la quale gli interi tratti afferenti alle formazioni *FDN*, *RSA* e *GLD* vengano esclusi dall'ambito di applicazione dell'uso a ripascimento.

In tal caso la volumetria complessiva di materiale potenzialmente idoneo risulterebbe pari a 614.000 mc (volume espresso in cumulo).

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 120/206

#### 4.5.4 Riutilizzo finale esterno al progetto

Come anticipato sopra, i materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto (1.494.736 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 temporaneo e infine ai siti di rimodellamento morfologico individuati e di seguito riportati, previa verifica del rispetto dei limiti di cui alla Tabella 1, Allegato A alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., compatibilmente con la destinazione d'uso futura degli stessi.

Le modalità di individuazione degli idonei siti di conferimento, come meglio dettagliato di seguito, sono state definite sulla base di quanto prescritto dalla normativa ambientale vigente ed in linea con le procedure societarie di riferimento, nonché di quanto adottato anche nell'ambito della predisposizione di progetti analoghi.

Ciò posto si riportano di seguito le diverse attività di individuazione dei siti di conferimento esterni eseguite da Italferr nel corso della Progettazione Definitiva degli interventi ai fini di garantire la certezza dell'utilizzo nel rispetto dei criteri definiti dal D.P.R. 120/2017 per la gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti nonché al fine di garantire il rispetto dei principi di legalità e trasparenza.

In particolare, in riferimento alle caratteristiche dei materiali di scavo accertate in fase progettuale, attraverso il diretto coinvolgimento ufficiale degli Enti/Amministrazione territorialmente competenti, sono stati individuati i potenziali siti di conferimento successivamente contattati e selezionati mediante specifica analisi multicriteria sulla base dei seguenti criteri/caratteristiche di ciascun sito:

- 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.

L'applicazione dei criteri di cui sopra ha permesso di selezionare i seguenti siti di destinazione idonei al conferimento dei materiali da scavo, ai sensi del D.P.R. 120/2017.

Nel caso specifico, l'esigenza di assicurare una capacità ricettiva in grado di garantire la certezza del sito di destinazione finale per il quantitativo di materiali di scavo stimato per ciascuna tipologia di produzione e per tutta la durata dell'appalto ha determinato l'opportunità di selezionare n. 2 siti di conferimento:

- Cava La Fauci Argilla - La Fauci Argilla Srl – sita in C.da Cianina comune di Valdina in provincia di Messina – Disponibilità ricettiva di **1.000.000 mc**
- Cava Timoniere - Currò Later prefabbricati srl sita in C.da Timoniere comune di Torregrotta in provincia di Messina – Disponibilità ricettiva **1.300.000 mc**

Per ognuno dei siti di cui sopra sono state prodotte, in linea con quanto riportato nell'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017, delle schede descrittive (**Allegato 14.1**), contenenti i temi di seguito elencati nonché gli elementi necessari all'implementazione dell'analisi multicriteria di cui sopra:

Inquadramento territoriale:

- denominazione dei siti, desunta dalla toponomastica del luogo;
- ubicazione dei siti (comune, via, numero civico se presente);
- estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR);
- corografia (scala 1:2.000).

Inquadramento urbanistico:

- individuazione della destinazione d'uso urbanistica attuale.

Inquadramento geologico ed idrogeologico:

- descrizione del contesto geologico della zona, anche mediante l'utilizzo di informazioni derivanti da pregresse relazioni geologiche e geotecniche;
- descrizione del contesto idrogeologico della zona (presenza o meno di acquiferi e loro tipologia) anche mediante indagini pregresse;
- livelli piezometrici degli acquiferi principali, direzione di flusso, con eventuale ubicazione dei pozzi e piezometri se presenti (cartografia preferibilmente a scala 1:5.000).

Descrizione delle attività svolte sul sito:

- uso pregresso del sito e cronistoria delle attività antropiche svolte sul sito
- esecuzione indagini ambientali presso i potenziali siti di conferimento

Oltre ai contenuti delle suddette schede, in **Allegato 15.1** si riporta la manifestazione di interesse a ricevere i materiali di scavo in questione da parte di ciascun sito selezionato nonché la documentazione autorizzativa inerente le attività di riqualifica dei siti di destinazione individuati.

4.5.4.1 Modalità di deposito dei materiali da scavo

I materiali di scavo destinati ad essere utilizzati nei siti di conferimento individuati saranno temporaneamente allocati presso le aree di stoccaggio interne al cantiere (siti di deposito in attesa di utilizzo), per una durata pari a quella del Piano di Utilizzo descritta di seguito.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	122/206

Il deposito del materiale escavato avverrà in conformità al Piano di Utilizzo identificando, 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.

Le aree di deposito individuate sono le medesime individuate per il deposito dei materiali da riutilizzare all'interno dell'opera stessa, per i dettagli delle quali si rimanda a quanto sopra descritto.

Per tale motivo all'interno di ogni area i materiali di scavo saranno infatti debitamente separati e segnalati tramite l'utilizzo di apposita cartellonistica.

#### 4.5.4.2 Modalità di trasporto

Per il conferimento dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti presso i siti di destinazione, previo stoccaggio nei siti di deposito in attesa di utilizzo, si prevede il trasporto su gomma con automezzi, con le modalità precedentemente descritte e secondo i percorsi individuati nell'**Allegato 16.1**.

In merito ai siti di conferimento esterni dei sottoprodotti, infatti, è stato effettuato un accurato studio delle disponibilità offerte dal territorio di interesse nonché dei potenziali impatti ambientali connessi alla movimentazione e trasporto dei materiali dal tracciato di progetto fino all'utilizzo finale.

Come si evince dai criteri descritti sopra, infatti, la selezione di ciascun sito ha tenuto conto, oltre alla rispondenza ai criteri dettati dall'Allegato 5 al D.P.R. 120/2017 (inquadramento territoriale, urbanistico, storia del sito, uso del suolo, ricognizione dei vincoli ambientali e paesaggistici presenti, caratteristiche geologiche, idrogeologiche, morfologiche, ricettori presenti, accessibilità dei siti, ecc.) delle peculiarità dei potenziali siti di destinazione tali da escludere impatti significativi sulle matrici ambientali interessate e sui potenziali ricettori interferiti.

Per maggiori dettagli si rimanda alle schede riportate in allegato.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	123/206

#### 4.6 EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO

La validità del presente piano di utilizzo è da intendersi pari alla durata dei lavori di realizzazione dell'opera in progetto, stimati complessivamente in circa 5.920 gg (16,2 anni), incluse le attività di riambientalizzazione e rimodellamento dei siti di destinazione delle terre da scavo individuati. Nel dettaglio la durata dei lavori prevista e quindi la validità del presente piano di utilizzo è pari a: 3.100 gnc (8,5 anni) per il Lotto 1.

In **allegato 18.1** il cronoprogramma dei lavori.

## **5 LOTTO 2 – TRATTA TAORMINA - GIAMPILIERI**

### **5.1 CARATTERISTICHE DEL PROGETTO**

#### **5.1.1 Opere in sotterraneo**

Tutta la tratta sarà interessata dalla realizzazione di n.10 gallerie di linea (di cui una, la galleria Fiumefreddo, in artificiale) per uno sviluppo complessivo di 35,5 km.

Nella tabella seguente sono tutte elencate le gallerie previste e la relativa lunghezza, con riferimento alla progressivazione del binario pari.

Galleria	pk imbocco lato CT	pk imbocco lato ME	L (m)
Taormina	13+900	16+009	2.109
Letojanni	16+272	20+133	3 861
Forza d'Agrò	20+272	22+732	2 460
Sciglio	23+448	32+690	9 242
Nizza	33+395	33+890	495
Alì	34+300	34+439	139
Quali	34+717	38+907	4 190
Scaletta	39+168	41+899	2 731

*Tabella 28 Elenco gallerie e relative lunghezze (le progressive sono riferite al binario pari)*

Sono presenti gallerie a singola canna doppio binario, con interasse binari pari a 4 m, e gallerie a doppia canna singolo binario. In quest'ultimo caso le due gallerie sono di regola disposte ad un interasse di 35 m, con rami di collegamento trasversali (by-pass) ogni 500 m; eventuali riduzioni d'interasse sono previste in corrispondenza degli imbocchi, per raccordarsi alle opere esterne. Nelle situazioni in cui i vincoli dettati dalle opere all'aperto in prossimità degli imbocchi impediscono il distanziamento dei binari di corsa ad un interasse sufficiente per poter iniziare lo scavo in naturale con due canne separate, è prevista la realizzazione di una sezione a doppio binario ed un camerone di transizione per il passaggio alla configurazione a doppia canna.

Per la galleria Sciglio (fatta eccezione per un breve tratto all'imbocco lato Messina) è previsto lo scavo meccanizzato con l'impiego di TBM commutabili del tipo Mix-shield, in grado di lavorare sia a fronte aperto che chiuso, e la posa di conci prefabbricati di rivestimento definitivo che garantiscono una impermeabilizzazione full round.

Per tutte le altre tratte in galleria naturale, è previsto invece l'avanzamento in tradizionale. In funzione delle caratteristiche geotecniche dell'ammasso attraversato, lo scavo può essere condotto mediante esplosivo o martello demolitore; in ogni caso lo scavo è a piena sezione, per sfondi successivi di lunghezza limitata, in funzione della sezione tipo applicata. In avanzamento rispetto allo scavo, si procede alla eventuale realizzazione di interventi di pre-sostegno e pre-consolidamento, mediante elementi metallici al contorno, elementi strutturali in vetroresina o jet-grouting). Completata la fase di scavo e smarino, si procede alla posa in opera dei rivestimenti di prima fase, mediante spritz-beton e centine metalliche o bulloni. Ad opportuna distanza dal fronte di scavo e previa posa dell'impermeabilizzazione e dell'eventuale armatura, si procede al getto dei rivestimenti definitivi di arco rovescio e calotta. Le acque intercettate dall'impermeabilizzazione vengono smaltite da tubazioni drenanti poste al piede del manto impermeabile, collegate alla canaletta centrale di raccolta acque.

Tabella 29 Tabella opere in sotterraneo

CANTIERE	TIPOLOGIA	DESCRIZIONE	COSTI (MIGLIAIA DI EURO)			COSTO UNITARIO (MIGLIAIA DI EURO)	LUNGHEZZA (M)	PROFONDITÀ (M)
			TRADIZIONALE	ARTIFICIALE	TOTALE			
LOTTO 2	TAORMINA	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppio binario	13900,0	14157,5	257,5	2134,0	20 (min) 185 (max)
		CAMERONE LATO MESSINA	tradizionale / doppio binario	14157,5	14406,5	249,1		
		GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppia canna	14406,5	16014,0	1607,5		
		IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppia canna	16014,0	16034,0	20,0		
	LETOJANNI	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppia canna	16293,8	16310,0	16,2	3866,2	50 (min) 375 (max)
		GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppia canna	16310,0	20115,8	3805,8		
		IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppia canna	20115,8	20160,0	44,2		
	FORZA D'AGRO'	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppia canna	20293,8	20306,0	12,2	2467,2	20 (min) 315 (max)
		GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppia canna	20306,0	22677,6	2371,6		
		GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppia canna / doppio binario	22677,6	22746,0	68,4		
		IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppia canna / doppio binario	22746,0	22761,0	15,0		
	SCIGLIO	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppia canna / doppio binario	23486,0	23504,0	18,0	9258,8	20 (min) 280 (max)
GALLERIA NATURALE		tradizionale / doppia canna / doppio binario	23504,0	23586,0	82,0			
GALLERIA NATURALE		meccanizzato / doppia canna	23586,0	32713,0	9127,0			
IMBOCCO LATO MESSINA		artificiale / doppia canna	32713,0	32744,8	31,8			
NIZZA	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppio binario	33435,5	33450,0	14,5	497,0	10 (min) 65 (max)	
	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppio binario	33450,0	33910,0	460,0			
	IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppio binario	33910,0	33932,5	22,5			
ALI'	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppio binario	34336,0	34392,0	56,0	144,3	15 (min) 20 (max)	
	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppio binario	34392,0	34469,5	77,5			
	IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppio binario	34469,5	34480,3	10,8			
QUALI	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppio binario	34755,0	34772,0	17,0	4187,6	30 (min) 170 (max)	
	CAMERONE LATO CATANIA	tradizionale / doppia canna	34772,0	34970,7	198,7			
	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppia canna	34970,7	38932,0	3961,3			
	IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppia canna	38932,0	38942,6	10,6			
SCALETTA	IMBOCCO LATO CATANIA	artificiale / doppia canna	39204,5	39215,0	10,5	2732,0	15 (min) 130 (max)	
	GALLERIA NATURALE	tradizionale / doppia canna	39215,0	41923,0	2708,0			
	IMBOCCO LATO MESSINA	artificiale / doppia canna	41923,0	41936,5	13,5			

### 5.1.2 *Tecniche di scavo*

Le opere che comportano attività di scavo dalle quali verranno prodotti i materiali oggetto del presente Piano di Utilizzo, sono principalmente le gallerie naturali, le gallerie artificiali di imbocco, rilevati di linea e viadotti. In misura minore, invece, comporteranno la produzione di materiali di scavo opere quali la realizzazione di fabbricati tecnologici, la realizzazione di fermate e stazioni, le viabilità, le opere idrauliche e gli interventi connessi alle tecnologie.

Per la realizzazione della maggior parte delle suddette opere in terra si prevedono **tecniche di scavo eseguite attraverso tradizionali mezzi meccanici** con benna (principalmente escavatori a braccio rovescio) e con l'utilizzo parziale di materiali di consolidamento quali vtr, pvc e malta in quantità minime e comprese tra 0,9÷2,4% in volume, che pertanto non comporteranno alcuna modificazione delle caratteristiche di base dei materiali scavati. Nell'ambito della metodologia tradizionale, infatti, lo scavo verrà condotto mediante demolitore meccanico. In linea di principio, in ammassi di caratteristiche geomeccaniche scadenti, si procederà alla realizzazione di consolidamenti in avanzamento, mediante elementi strutturali in vetroresina (VTR). Effettuato lo scavo e lo smarino, si procederà alla posa in opera dei rivestimenti di prima fase, mediante spritz-beton, bulloni e centine metalliche in calotta e in arco rovescio quando previsto.

Per la realizzazione di quota parte delle gallerie naturali, come anticipato sopra è inoltre previsto lo **scavo meccanizzato con l'impiego di frese scudate TBM** (Tunnel Boring Machine), con applicazione di un rivestimento in anelli di calcestruzzo armato realizzati in conci prefabbricati; le frese saranno del tipo EPB (Earth Pressure Balance), atte ad eseguire lo scavo in terreni di qualsiasi natura e consistenza, esercitando eventualmente, ove necessario, una pressione attiva del fronte di scavo al fine di garantire, nelle condizioni geologiche, idrogeologiche e geotecniche presenti il contenimento dei cedimenti in superficie.

Il sostegno del fronte potrà essere realizzato mediante uno dei sistemi attualmente più utilizzati e collaudati in numerose applicazioni: pressione di terra (EPBS). La tecnologia EPB (Earth Pressure Balance), in particolare, prevede l'immissione di speciali schiume tensioattive tra la testa e il fronte scavo al fine di provocare la disgregazione del terreno, che può rifluire all'interno di una camera di scavo, isolata dall'esterno. La pressione sul fronte può essere regolata agendo su martinetti che hanno contrasto sui conci del rivestimento già in opera, sulla velocità della testa, oppure variando la velocità della coclea che svolge la funzione di allontanare dalla camera di scavo il "cake", ovvero il composto di terreno disgregato e schiume. Gli additivi fluidificanti 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

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.

Le **opere di fondazione** comportano invece attività di perforazione eseguite anche mediante l'utilizzo di fanghi bentonitici (esecuzione pali trivellati e diaframmi) che pertanto non comporteranno comunque alcuna modificazione delle caratteristiche di base dei materiali scavati. Nello specifico, la realizzazione dei diaframmi funzionali alle fondazioni delle opere d'arte mediante l'aggiunta di bentonite verrà eseguita tramite idrofresa con annesso sistema di filtropressa: il materiale scavato in uscita dal processo di produzione (idrofresa+filtropressa), pertanto, presenterà già i requisiti merceologici e prestazionali, oltreché ambientali, per poter essere gestito in qualità di sottoprodotto.

La tecnologia dell'idrofresa consente la realizzazione di pannelli di paratia rettangolari, cosiddetti diaframmi, mediante l'utilizzo di una testa di taglio, chiamata "cutter", che consiste in una struttura in acciaio avente due coppie di ruote fresanti installate nella zona inferiore, che possono ruotare attorno ad un asse orizzontale. Le ruote di taglio, espressamente progettate in funzione del materiale da scavare, vengono installate a coppie su due riduttori, con un circuito idraulico indipendente in modo da poterle comandare anche singolarmente ed a velocità e verso di rotazione differenti. Durante la loro rotazione il materiale a contatto con le ruote viene rimosso in maniera continua, mescolato con la sospensione bentonitica presente nello scavo e movimentato attraverso le aperture praticate nella scatola di aspirazione, posta sotto la pompa fanghi. Tramite apposita tubazione il materiale viene convogliato all'impianto di filtropressa dove le particelle solide provenienti dallo scavo sono separate dal fango bentonitico che viene in tal modo recuperato e può essere rimesso nuovamente in circolo nello scavo, mentre il materiale di scavo solido verrà utilizzato in qualità di sottoprodotto.

In riferimento alle opere d'arte previste in progetto, le caratterizzazioni ambientali dei terreni eseguite in fase progettuale ai sensi del D.P.R. 120/2017 sono state mirate alla qualifica dei materiali di scavo oggetto del PUT e come tali le profondità di indagine sono state spinte fino alla quota di scavo prevista nei diversi tratti del tracciato in progetto. A maggior cautela, la caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo verrà eseguita anche in corso d'opera.

### **5.1.3 Quadro dei materiali di scavo prodotti ed oggetto del piano di utilizzo**

I materiali da scavo che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere relative alla tratta ferroviaria "Giampilieri - Fiumefreddo" Lotto 2, 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 relativi al Lotto 2, solo una minima quota parte dei materiali di scavo prodotti dalle lavorazioni presentano caratteristiche geotecniche e chimiche non idonee per possibili utilizzi interni quali formazione di rilevati, rinterri, riempimenti e coperture vegetali, e pertanto saranno gestiti in qualità di rifiuti.

Tabella 30: Tabella riepilogativa quantitativi prodotti e loro gestione [mc in banco]

TEMATICA	PRODUZIONE [mc]	RIUTILIZZO INTERNO [mc]		UTILIZZO ESTERNO [mc]	
		STESSA WBS	ALTRA WBS	RIFIUTI [mc]	SOTTOPRODOTTI [mc]
<b>GALLERIE</b>	3.783.245	33.560	294.375	0	3.455.308
<b>RILEVATI</b>	42.373	8.800	4.761	0	28.812
<b>TRINCEE</b>	10.346	3.955	1.228	0	5.163
<b>PIAZZALI E FABBRICATI</b>	36.761	5.699	6.591	0	24.472
<b>STAZIONI</b>	5.070	0	0	0	5.070
<b>VIADOTTI</b>	349.537	0	0	127.998	221.539
<b>VIABILITA'</b>	46.211	9.186	4.995	0	32.030
<b>OPERE MINORI</b>	190.829	0	0	188.129	2.700
		<b>61.200</b>	<b>311.950</b>		
		<b>373.150</b>		<b>316.127</b>	<b>3.775.094</b>
	<b>4.464.372</b>	<b>ai sensi del DPR 120/2017</b>		<b>non gestibile ai sensi del DPR 120/2017</b>	<b>ai sensi del DPR 120/2017</b>

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C

*\*si rimanda all'allegato 1.2 per il bilancio progressivo. I dati sopra riportati sono arrotondati a meno delle cifre decimali*

Pertanto, in riferimento alla tabella sopra riportata la realizzazione dell'opera, per il Lotto 2 in oggetto porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di **4.464.372** (in banco) suddivisi nel seguente modo:

- Riutilizzo interno all'opera nell'ambito del D.P.R 120/2017: **373.150 mc** di cui **61.200 mc** totalmente riutilizzabili all'interno della stessa WBS e **311.950 mc** riutilizzabili in altre WBS;
- Utilizzo esterno per attività di rimodellamento di cave dismesse nell'ambito del D.P.R 120/2017: **3.775.095 mc**;
- Materiale non gestibile nell'ambito del D.P.R. 120//2017: **316.127 mc**.

Alla luce di quanto sopra verranno pertanto gestiti come sottoprodotti e quindi sono **oggetto del presente Piano di Utilizzo** un totale complessivo di ca. **4.148.245 mc** (in banco).

#### **5.1.4 Operazioni sui materiali di scavo (normale pratica industriale)**

Al fine di migliorare le caratteristiche merceologiche dei materiali di scavo e renderne l'utilizzo maggiormente produttivo e tecnicamente efficace, 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 saranno sottoposti ad operazioni di normale pratica industriale tutti i materiali provenienti dagli scavi che si prevede di riutilizzare nell'ambito del Lotto 2, per un totale complessivo di **373.150 mc**.

Nel dettaglio sono previste le 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 della Galleria Sciglio 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.

## 5.2 SISTEMA DI CANTIERIZZAZIONE

Nell'ambito del presente 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 specifiche opere d'arte. 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, o in caso di qualifica come rifiuti recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- aree di lavoro: risultano essere tutte quelle aree di lavoro lungo linea ed extra linea all'interno delle quali si svolgono le lavorazioni. All'interno delle aree di lavoro sarà in generale prevista anche la pista di cantiere per consentire la movimentazione lungo linea dei mezzi d'opera;
- cantieri armamento: tali aree sono finalizzate alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- deposito temporaneo: risultano essere quelle aree di cantiere dedicate ad essere utilizzate come aree di deposito intermedio per i materiali di scavo qualificati come sottoprodotti e destinati al riutilizzo presso siti esterni all'opera.

Tabella 31: Tabella riepilogativa aree di cantiere

Codice	Descrizione	Comune	Superficie
CB01.2	CANTIERE BASE	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>16.500</b>
CB02.2	CANTIERE BASE	Nizza di Sicilia (ME)	<b>20.000</b>
CO01.2	CANTIERE OPERATIVO	Letojanni (ME)	<b>7.000</b>
CO02.2	CANTIERE OPERATIVO	Letojanni (ME)	<b>6.650</b>
CO03.2	CANTIERE OPERATIVO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>18.300</b>

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Comune</b>	<b>Superficie</b>
CO04.2	CANTIERE OPERATIVO	Nizza di Sicilia (ME)	<b>19.300</b>
CO05.2	CANTIERE OPERATIVO	Ali Terme (ME)	<b>11.700</b>
CO06.2	CANTIERE OPERATIVO	Ali Terme (ME)	<b>10.700</b>
CO07.2	CANTIERE OPERATIVO	Itala (ME)	<b>15.300</b>
CO08.2	CANTIERE OPERATIVO	Messina Fraz. Giampileri (ME)	<b>15.400</b>
CA01.2	CANTIERE ARMAMENTO	Messina Fraz. Giampileri (ME)	<b>4.000</b>
CA02.2	CANTIERE ARMAMENTO	Tremestieri (ME)	<b>10.500</b>
CA03.2	CANTIERE ARMAMENTO	Contesse (ME)	<b>85.000</b>
CA04.2	CANTIERE ARMAMENTO	Giarre (CT)	<b>23.100</b>
AT01.2	AREA TECNICA	Taormina (ME)	<b>650</b>
AT02.2	AREA TECNICA	Letojanni (ME)	<b>2200</b>
AT03.2	AREA TECNICA	Letojanni (ME)	<b>3.400</b>
AT04.2	AREA TECNICA	Forza d'Agrò (ME)	<b>2.800</b>
AT05.2	AREA TECNICA	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>6.800</b>
AT06.2	AREA TECNICA	Savoca (ME)	<b>9.900</b>
AT07.2	AREA TECNICA	Savoca (ME)	<b>3.000</b>
AT08.2	AREA TECNICA	Furci Sicula (ME)	<b>800</b>

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Comune</b>	<b>Superficie</b>
AT09.2	AREA TECNICA	Ali Terme (ME)	<b>10.400</b>
AT10.2	AREA TECNICA	Ali Terme (ME)	<b>5.400</b>
AT11.2	AREA TECNICA	Ali Terme (ME)	<b>5.000</b>
AT12.2	AREA TECNICA	Ali Terme (ME)	<b>6.600</b>
AT13.2	AREA TECNICA	Scaletta Zanclea (ME)	<b>1.500</b>
AS01.2	AREA STOCCAGGIO	Letojanni (ME)	<b>8.000</b>
AS02.2	AREA STOCCAGGIO	Letojanni (ME)	<b>3.500</b>
AS03.2	AREA STOCCAGGIO	Letojanni (ME)	<b>4.200</b>
AS04.2	AREA STOCCAGGIO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>22.000</b>
AS05.2	AREA STOCCAGGIO	Nizza di Sicilia (ME)	<b>35.700</b>
AS06.2	AREA STOCCAGGIO	Nizza di Sicilia (ME)	<b>12.000</b>
AS07.2	AREA STOCCAGGIO	Ali Terme (ME)	<b>9.000</b>
AS08.2	AREA STOCCAGGIO	Ali Terme (ME)	<b>9.000</b>
AS09.2	AREA STOCCAGGIO	Itala (ME)	<b>4.000</b>
AS09.2A	AREA STOCCAGGIO	Itala (ME)	<b>5.000</b>
AS10.2	AREA STOCCAGGIO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>8.900</b>
AS11.2	AREA STOCCAGGIO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>7.800</b>
DT01.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>7.400</b>
DT02.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>13.000</b>

<b>Codice</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Comune</b>	<b>Superficie</b>
DT03.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>5.000</b>
DT021.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>6.500</b>
DT04.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>12.600</b>
DT05.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>17.000</b>
DT06.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>5.000</b>
DT07.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>21.000</b>
DT08.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>9.000</b>
DT09.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Savoca (ME)	<b>14.300</b>
DT10.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Savoca (ME)	<b>3.700</b>
DT11.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Savoca (ME)	<b>6.300</b>
DT12.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Furci Siculo (ME)	<b>9.800</b>
DT13.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Furci Siculo (ME)	<b>9.300</b>
DT14.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Roccalumera (ME)	<b>42.000</b>
DT15.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>7.600</b>
DT16.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>4.100</b>
DT17.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>6.800</b>
DT18.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>6.100</b>
DT19.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>6.200</b>
DT20.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>12.250</b>

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

Nella tabella seguente sono invece riepilogate le aree di cantiere che si prevede di utilizzare come siti di deposito in attesa di utilizzo, all'interno delle quali verranno anche eseguite le operazioni di caratterizzazione ambientale in corso d'opera descritte nel seguito, 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.

Tabella 32 Tabella riepilogativa siti di deposito in attesa di utilizzo

Codice	Descrizione	Comune	Superficie
AS01.2	AREA STOCCAGGIO	Letojanni (ME)	<b>8.000</b>
AS02.2	AREA STOCCAGGIO	Letojanni (ME)	<b>3.500</b>
AS03.2	AREA STOCCAGGIO	Letojanni (ME)	<b>4.200</b>
AS04.2	AREA STOCCAGGIO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>22.000</b>
AS05.2	AREA STOCCAGGIO	Nizza di Sicilia (ME)	<b>35.700</b>
AS06.2	AREA STOCCAGGIO	Nizza di Sicilia (ME)	<b>12.000</b>
AS07.2	AREA STOCCAGGIO	Ali Terme (ME)	<b>9.000</b>
AS08.2	AREA STOCCAGGIO	Ali Terme (ME)	<b>9.000</b>
AS09.2	AREA STOCCAGGIO	Itala (ME)	<b>4.000</b>
AS09.2A	AREA STOCCAGGIO	Itala (ME)	<b>5.000</b>
AS10.2	AREA STOCCAGGIO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>8.900</b>
AS11.2	AREA STOCCAGGIO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>7.800</b>
DT01.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>7.400</b>

DT02.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>13.000</b>
DT03.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>5.000</b>
DT021.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>6.500</b>
DT04.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>12.600</b>
DT05.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>17.000</b>
DT06.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>5.000</b>
DT07.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>21.000</b>
DT08.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Sant'Alessio Siculo (ME)	<b>9.000</b>
DT09.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Savoca (ME)	<b>14.300</b>
DT10.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Savoca (ME)	<b>3.700</b>
DT11.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Savoca (ME)	<b>6.300</b>
DT12.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Furci Siculo (ME)	<b>9.800</b>
DT13.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Furci Siculo (ME)	<b>9.300</b>
DT14.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Roccalumera (ME)	<b>42.000</b>
DT15.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>7.600</b>
DT16.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>4.100</b>
DT17.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>6.800</b>
DT18.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>6.100</b>
DT19.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>6.200</b>
DT20.2	DEPOSITO TEMPORANEO	Ali Terme (ME)	<b>12.250</b>

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 136/206

Al fine di fornire un quadro completo delle caratteristiche dei siti di deposito in attesa di utilizzo all'interno delle quali verranno allocati i materiali in attesa di caratterizzazione e di utilizzo finale, così come per i siti di produzione (**Allegato 2.2**), sono state prodotte delle schede cartografiche (**Allegato 3.2**) riportanti per ogni deposito temporaneo e area di stoccaggio le seguenti informazioni:

Inquadramento territoriale:

- denominazione dei siti, desunta dalla toponomastica del luogo;
- ubicazione dei siti (comune, via, numero civico se presente);
- estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR);
- corografia.

Inquadramento urbanistico:

- individuazione della destinazione d'uso urbanistica attuale.

Inquadramento geologico ed idrogeologico:

- descrizione del contesto geologico della zona, anche mediante l'utilizzo di informazioni derivanti da pregresse relazioni geologiche e geotecniche;
- descrizione del contesto idrogeologico della zona (presenza o meno di acquiferi e loro tipologia) anche mediante indagini pregresse;
- livelli piezometrici degli acquiferi principali, direzione di flusso, con eventuale ubicazione dei pozzi e piezometri se presenti (cartografia preferibilmente a scala 1: 5.000).

Descrizione delle attività svolte sul sito:

- uso pregresso del sito e cronistoria delle attività antropiche svolte sul sito.

Piano di campionamento e analisi:

- descrizione delle indagini svolte e delle modalità di esecuzione;
- localizzazione dei punti mediante planimetrie;
- elenco delle sostanze ricercate;
- descrizione delle metodiche analitiche e dei relativi limiti di quantificazione.

Tutto ciò premesso, di seguito si riporta una breve descrizione delle aree di stoccaggio che verranno utilizzate come siti di deposito intermedio in attesa di utilizzo dei materiali di scavo.

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, 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.

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.

### Utilizzo aree di stoccaggio AS.01-A.S.02-A.S.03-A.S.04-A.S.05-A.S.06-A.S.07-A.S.08-A.S.09-A.S.10-A.S.11

Le aree verranno usate come depositi intermedio per i materiali di scavo da reimpiegare come sottoprodotti all'interno dell'opera in oggetto.

Nella tabella precedente sono riportate per ogni area le superfici e il comune in cui sono ubicate.

All'interno delle aree di cantiere non sono previste strutture fisse: si tratta unicamente di piazzali in cui si depositano i volumi di scavo in caso di indisponibilità dei depositi definitivi. Nelle diverse aree si installeranno comunque servizi igienici di tipo chimico. Le installazioni previste sono minime, e comprendono:

- servizi igienici di tipo chimico;
- aree stoccaggio materiali e terre;
- piazzole caratterizzazione terre da scavo;
- impianti di vagliatura e frantumazione (eventuale);
- parcheggi per mezzi di lavoro.

Tutte le aree di stoccaggio, una volta smantellate le installazioni presenti, verranno restituite alla destinazione d'uso attuale.

Di seguito gli stralci planimetrici delle viste aeree delle Aree di Stoccaggio.

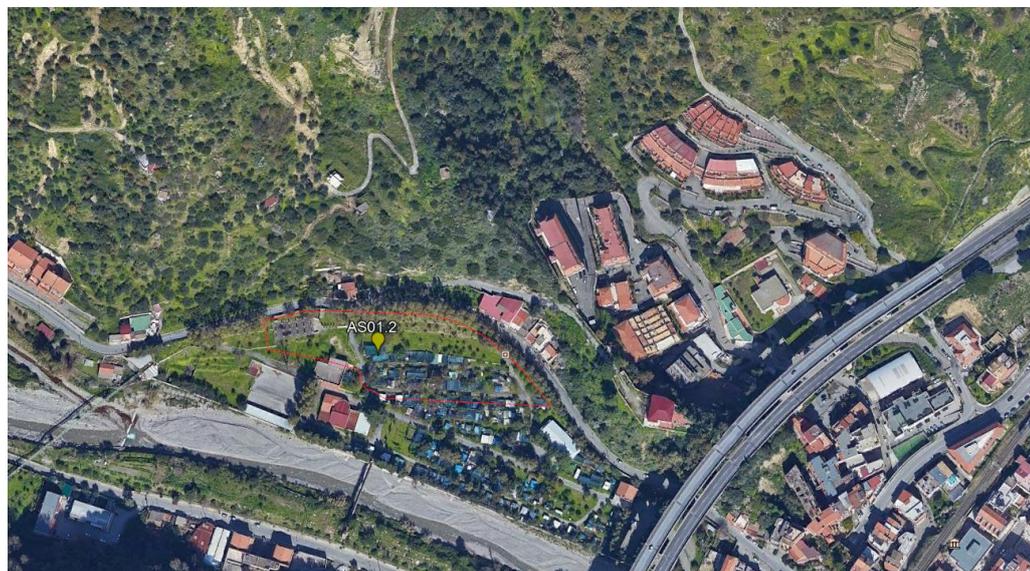


Figura 34AS01



Figura 35AS02

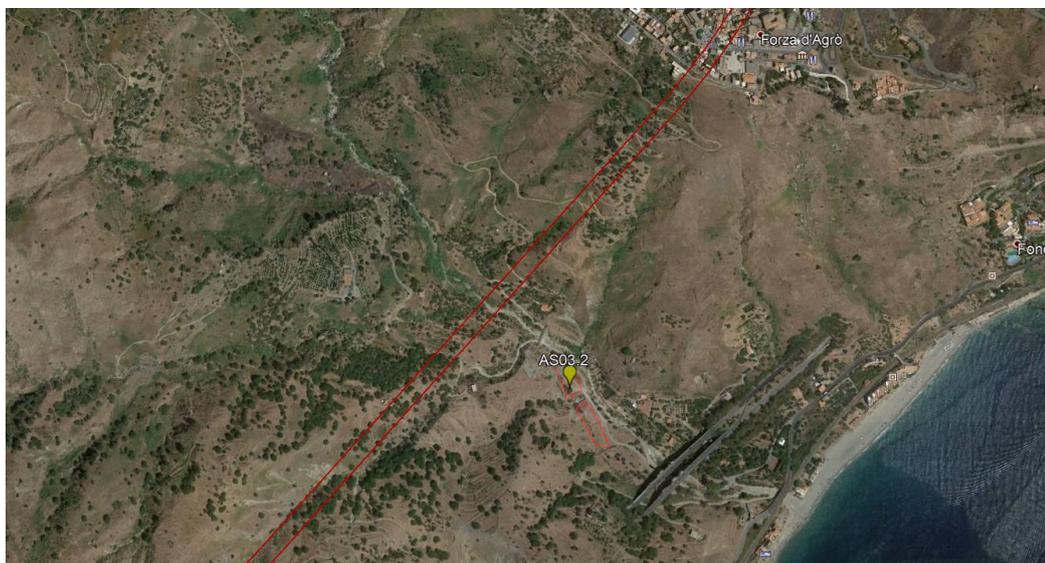


Figura 36AS03

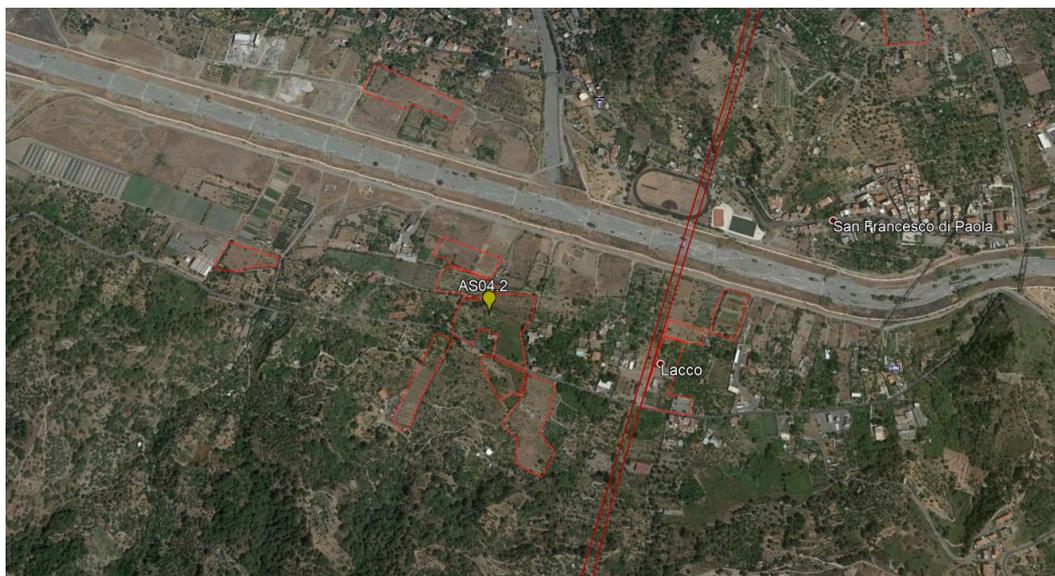


Figura 37AS04



Figura 38AS05



Figura 39AS06

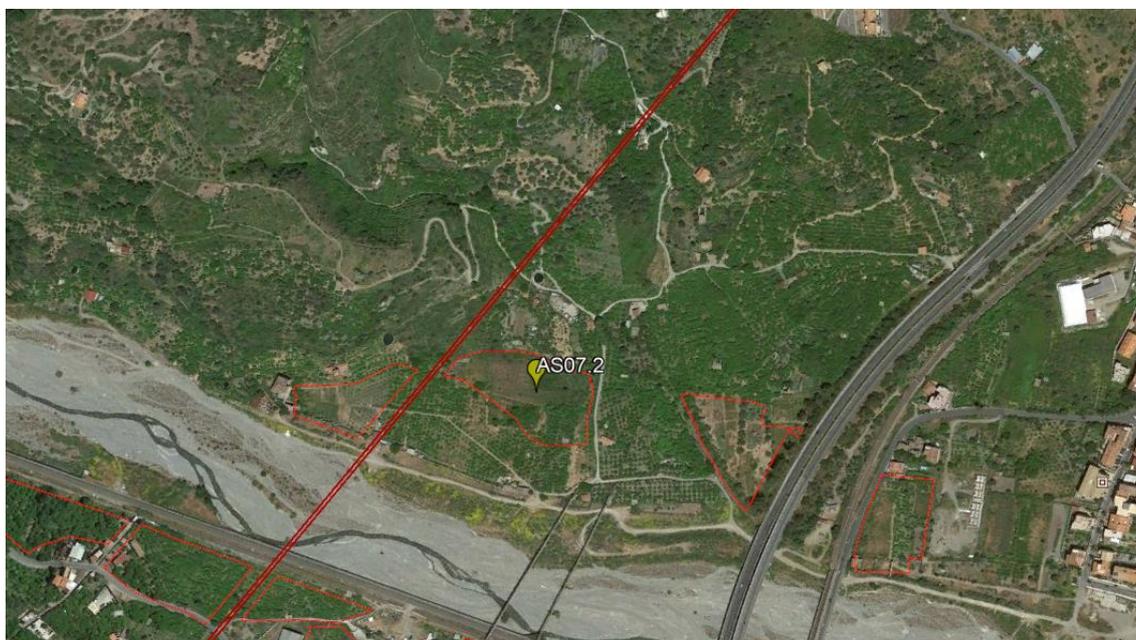


Figura 40AS07

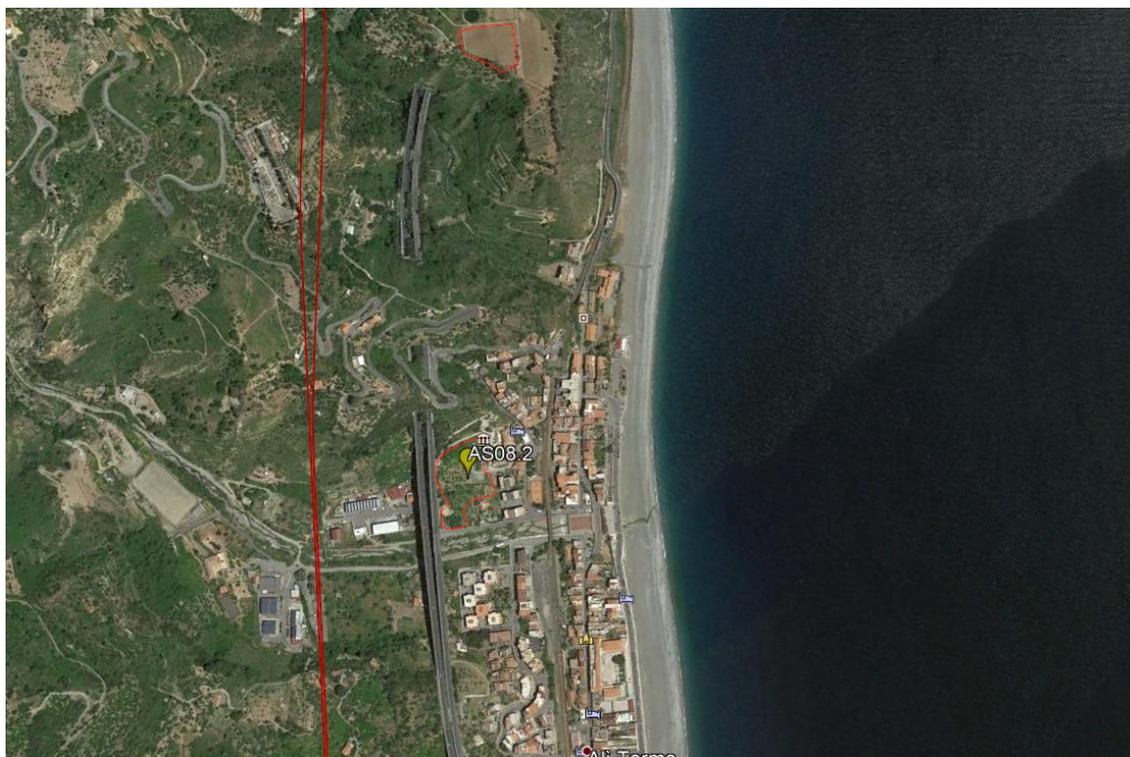


Figura 41AS08



Figura 42AS09- AS09a



Figura 43AS10-AS11



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO  
PROGETTO DEFINITIVO

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	143/206

**Utilizzo aree di deposito DT01, DT02, DT03, DT04, DT05, DT06, DT07, DT08, DT09, DT10, DT11, DT12, DT13, DT14, DT15, DT16, DT17, DT18, DT19, DT20**

Le aree di deposito temporaneo, le cui ubicazioni e estensioni sono riportate in tabella precedente, verranno impiegate per l'accumulo del materiale di scavo in caso di indisponibilità dei depositi definitivi dello smarino.

All'interno delle aree di deposito non sono previste strutture fisse: si tratta unicamente di piazzali in cui si depositano i volumi di scavo. Nelle aree si installeranno comunque servizi igienici di tipo chimico. Le installazioni previste sono minime, e comprendono:

- servizi igienici di tipo chimico;
- aree stoccaggio materiali e terre;
- piazzole caratterizzazione terre da scavo;
- parcheggi per mezzi di lavoro.

Tutte le aree di cantiere così utilizzate, una volta smantellate le installazioni presenti e rimosse tutte le terre eventualmente accumulate come deposito intermedio, verranno restituite alla destinazione d'uso attuale. Di seguito si riportano gli stralci planimetrici delle viste aeree di tutte le aree di deposito previste.



Figura 44DT001-DT02-DT03-DT04

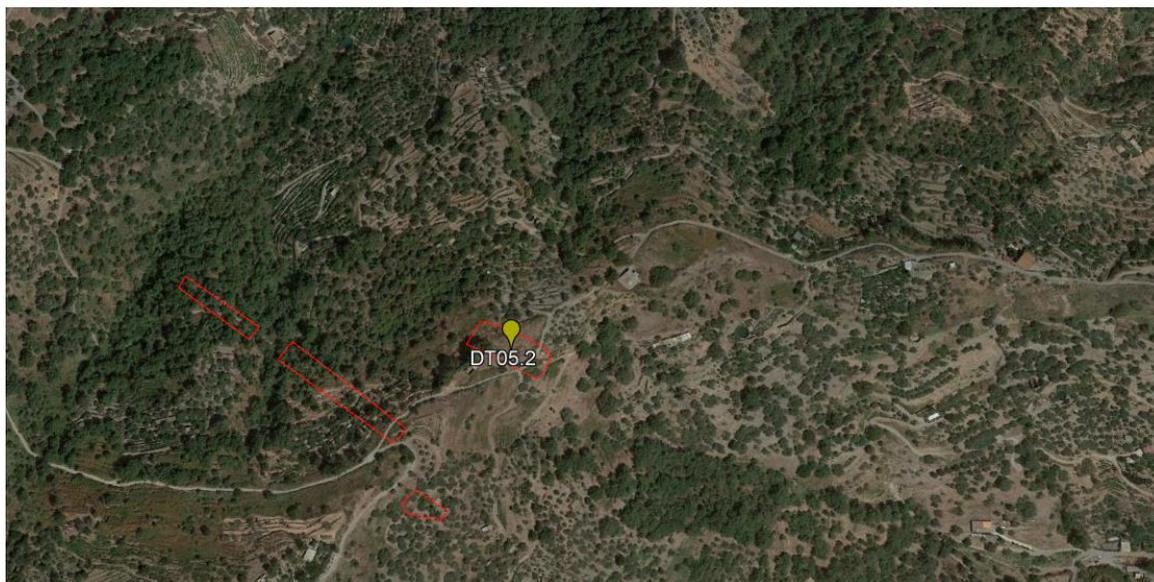


Figura 45DT05



Figura 46DT06

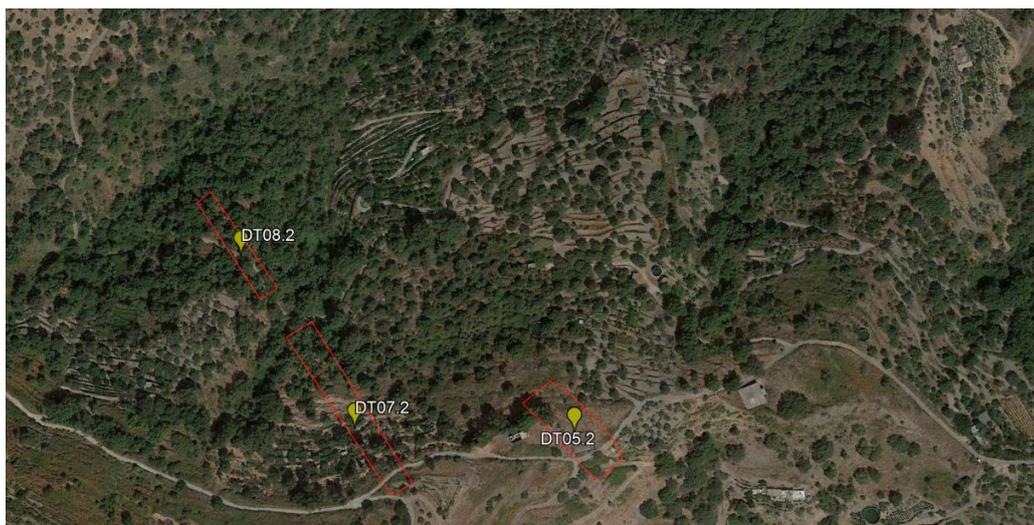


Figura 47DT07-DT08

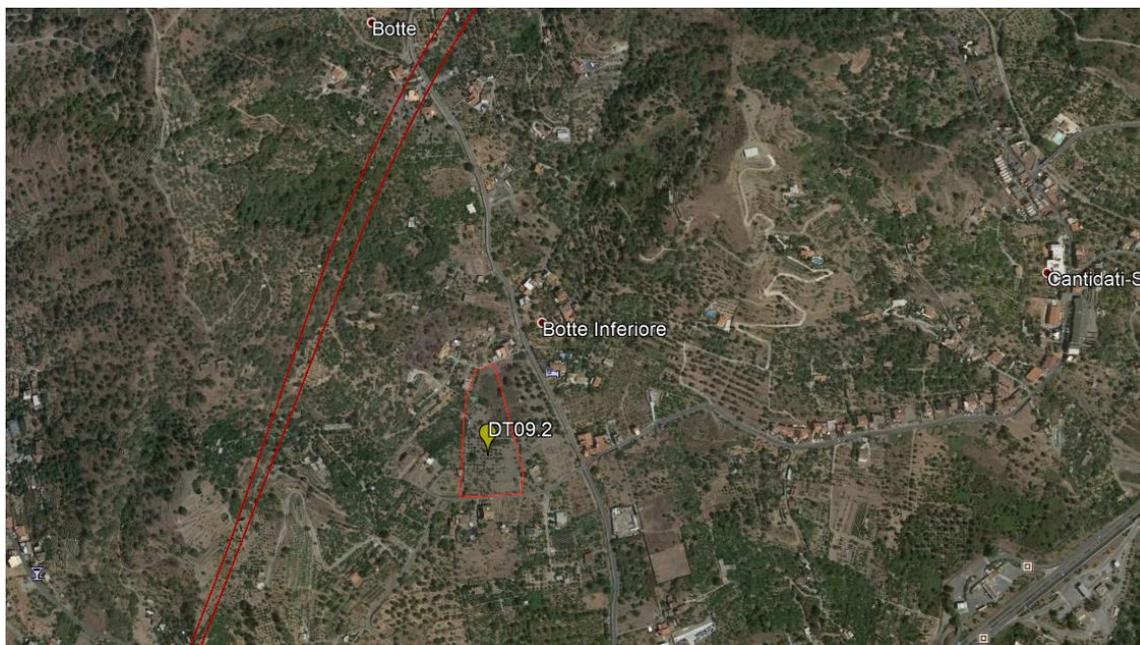


Figura 48DT09



Figura 49DT10-DT11



Figura 50DT12-DT13

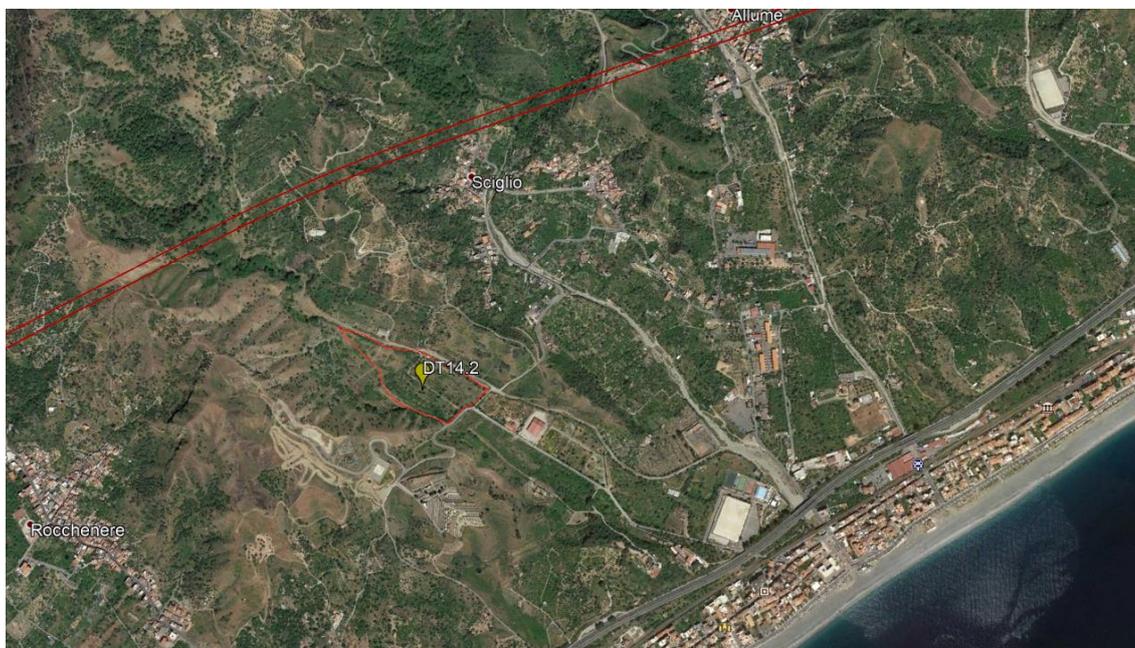


Figura 51DT14



Figura 52DT15-DT16-DT17-DT18

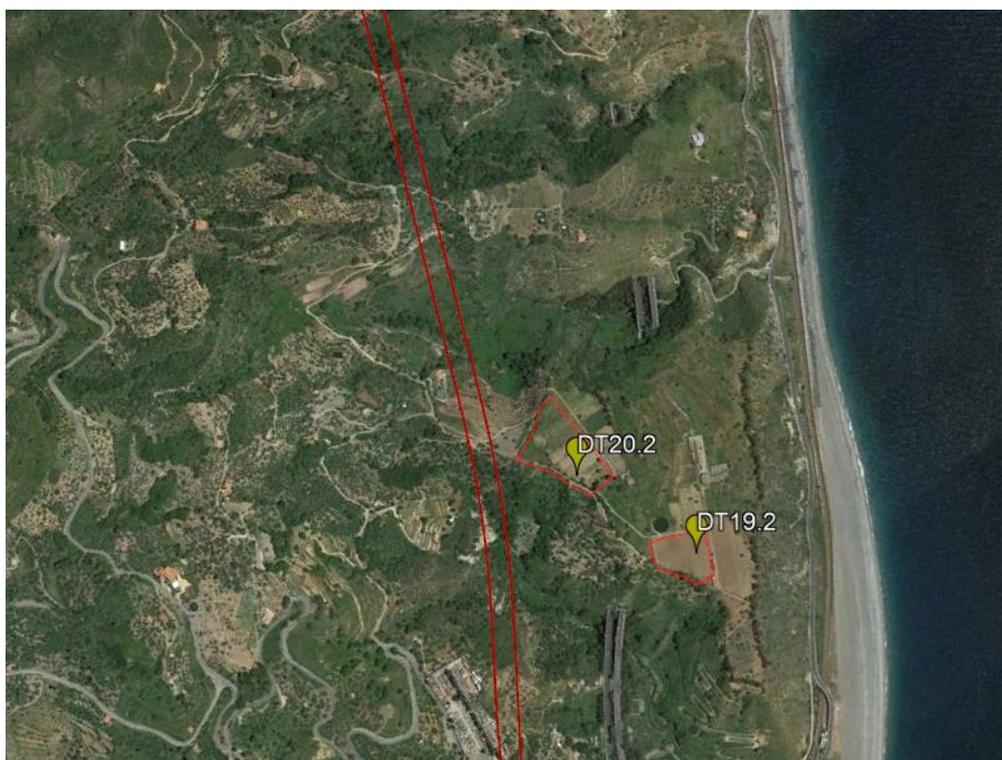


Figura 53DT19-DT20



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	149/206

### 5.3 INDAGINI CONOSCITIVE DELLE AREE DI INTERVENTO E CARATTERIZZAZIONE DEI MATERIALI IN FASE DI PROGETTAZIONE

L'area di studio si colloca a ridosso della costa nord-orientale ionica della Sicilia in corrispondenza del tracciato ferroviario della linea Messina-Catania e si sviluppa per una lunghezza di circa 42.3 km nella tratta Fiumefreddo - Giampileri. La tratta di progetto corrispondente al Lotto 2 (dal km 13+860 al km 42+393) tra Taormina e Giampileri interessa il territorio dei comuni di Alì terme, Forza d'Agrò, Furci Siculo, Gallodoro, Itala, Letojanni, Messina, Nizza di Sicilia, Pagliara, Roccalumera, Sant'Alessio Siculo, Santa Teresa di Riva, Savoca, Scaletta Zanclea e Taormina, in provincia di Messina (ME).

Con riferimento alla Carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.), l'area oggetto di studi è individuabile all'interno del Foglio 253 (Castroreale), del Foglio 254 (Messina-Reggio di Calabria) e del Foglio 262 (Monte Etna) in scala 1:100000, nelle Tavole 262-I-NE (S. Teresa di Riva), 262-I-SE (Forza d'Agrò), 262-I-SO (Taormina), 262-III-NE (Piedimonte Etneo), 254-III-SO (Scaletta Zanclea) e 253-II-SE (Alì Terme), in scala 1:25000 e, con riferimento alla Carta Tecnica Regionale della Regione Sicilia, negli elementi 601100, 601140, 601130, 614010, 614050, 613080 e 613120, in scala 1:10000.

Dal punto di vista orografico il tracciato di progetto impegna settori di territorio con variazioni altimetriche comprese tra 13 m s.l.m. e 415 m s.l.m. circa in corrispondenza dei ripidi versanti orientali della catena peloritana che, con andamento NE-SO, degradano fino alla costa Jonica mentre le quote progettuali variano da 16 m s.l.m. a 50 m s.l.m. circa.

Dal punto di vista morfologico l'area di studio si caratterizza per la presenza dei Monti Peloritani rappresentati da rilievi dai versanti ripidi che raggiungono altitudini di poco superiori ai 1200 metri; quindi la morfologia si presenta aspra ed accidentata con i rilievi più costieri incisi profondamente dai corsi d'acqua, ad andamento all'incirca NO-SE, colmi di depositi alluvionali e con elevate pendenze fino quasi al mare. La costa, nel tratto più a nord, si presenta generalmente con strette e dritte spiagge che tendono ad allargarsi procedendo verso sud a partire dalla foce del Fiume Alcantara; inoltre, a partire da Taormina, è caratterizzata dalla presenza di diversi ordini di terrazzi marini pleistocenici dovuti alle interazioni tra le variazioni eustatiche e i movimenti di sollevamento tettonico quaternari e presenta caratteristiche insenature e baie.



Figura 54 – Corografia in scala 1:400000 dell'area di studio geologico con individuazione della tratta ferroviaria in progetto. In rosso è riportato il tracciato del Lotto 2, in nero quello del Lotto 1.

I principali corsi d'acqua sono rappresentati da torrenti, in quest'area chiamati fiumare, a carattere generalmente stagionale e/o torrentizio, che intersecano in diversi punti il tracciato ferroviario nel settore della tratta in studio. Da Nord a Sud, i principali elementi idrografici sono rappresentati, quindi, dal Torrente Giampilieri, Vallone Motte, Torrente Divieto, Torrente Racinazzo, Torrente Itala, Vallone Calamacì, Rio Schiavo, Rio Impisi, Torrente ai Bagni, Torrente Alì, Torrente Fiumedinisi, Torrente Landro, Torrente Allume, Torrente Sciglio, Torrente San Nicola, Torrente Salici, Torrente Pagliara, Torrente Misserio, Torrente Porto Salvo, Fiumara d'Agrò, Torrente Salice, Torrente Fondaco Parrino, Torrente Pietrabianca, Torrente Granita, Torrente Salemi, Torrente Gallabrò, Torrente Letojanni e Torrente Mazzeo.

Si riporta di seguito una sintesi degli elementi di potenziale criticità per l'opera in oggetto, che risultano direttamente connessi con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche che contraddistinguono l'area di studio

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 151/206

### 5.3.1 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico, i principali elementi di criticità per le opere in progetto sono connessi con il locale assetto stratigrafico-strutturale dell'area e con la sismicità attuale della Sicilia orientale.

Per quanto concerne l'assetto litostratigrafico locale, i principali elementi di criticità geologica sono connessi con la presenza di depositi di copertura fortemente eterogenei, sia dal punto di vista litologico che per quanto concerne le caratteristiche fisico-meccaniche. Nei settori di piana alluvionale e costiera, pertanto, sono presenti locali orizzonti di depositi marini, alluvionali e transizionali con caratteristiche geotecniche mediocri o addirittura scadenti.

In particolare, gli orizzonti argilloso-limosi intercalati alle porzioni granulometriche più grossolane dei suddetti terreni sono caratterizzati da una resistenza al taglio variabile, ma generalmente modesta, e da una elevata compressibilità, sia elastica che edometrica. I livelli sabbioso-limosi presenti all'interno dei depositi di copertura, invece, presentano una discreta resistenza al taglio ed una modesta compressibilità elastica.

Inoltre, è opportuno segnalare la diffusa presenza di coltri di copertura di genesi pedologica e detritico-colluviale. Tali terreni, infatti, presentano un comportamento meccanico generalmente scadente, fortemente eterogeneo e di certa inaffidabilità geotecnica, tale da consigliarne la bonifica preventiva ai fini dell'individuazione del piano di posa delle strutture fondali e dei rilevati ferroviari.

Per quanto detto, i suddetti depositi non garantiscono alcun tipo di tenuta lungo i fronti di scavo, neanche nel breve periodo e soprattutto se esposti agli agenti atmosferici. Nel caso di opere realizzate in settori di affioramento di spesse coltri di copertura detritico-colluviali, quindi, dovranno essere previste delle specifiche analisi di carattere geotecnico volte alla definizione delle effettive condizioni di stabilità di eventuali tagli o scarpate, in particolare in corrispondenza delle zone di imbocco delle opere in sotterraneo.

Un elemento di potenziale criticità geologica per le opere in progetto è rappresentato dai numerosi allineamenti strutturali e tettonici, che interessano buona parte dei termini litologici presenti lungo il tracciato ferroviario in esame. Tali elementi sono rappresentati, come detto, da *thrust* e faglie dirette o trascorrenti ad alto angolo, localmente responsabili della giustapposizione di litotipi con caratteristiche litotecniche profondamente differenti e spesso associate ad ampie fasce di deformazione tettonica o di cataclasi.

Il complesso assetto strutturale e stratigrafico del settore d'intervento si riflette negativamente anche sulle caratteristiche di resistenza locali dei terreni impegnati dalle opere. Infatti, dal punto di vista litotecnico, un particolare elemento di criticità è rappresentato dalle scadenti caratteristiche fisico-meccaniche degli ammassi rocciosi e dei terreni interessati dalla realizzazione delle gallerie. Infatti, tutti i termini litologici del substrato risultano interessati da evidenti fenomeni di alterazione chimico-fisica e fessurazione, oltre che da elementi tettonici di notevole importanza ed estensione.

Infine, sulla scorta di tutti i dati bibliografici disponibili, non sono state individuate faglie attive.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	152/206

Tale settore è caratterizzato dalla presenza di cavità all'interno dei paragneiss del Complesso metamorfico varisco (**PMAa**), con uno spessore di circa 3 m come evidenziato all'interno del sondaggio S36D, e all'interno delle lave della Formazione Torre del Filosofo (**UTFa**), con uno spessore di circa 3.8 m come evidenziato all'interno del sondaggio AL02.

### 5.3.2 Inquadramento geomorfologico

Sotto il profilo geomorfologico, l'area di studio è caratterizzata dalla presenza di numerosi movimenti di versante e di estesi fenomeni di erosione superficiale, essenzialmente connessi all'assetto geologico-strutturale dell'area e all'evoluzione geomorfologica recente di questo settore di catena.

Nelle aree di studio sono presenti, infatti, dissesti riconducibili sia a fenomeni di deformazione viscosa delle coltri (*creep* e/o soliflusso) che a movimenti franosi s.s.(crolli, scivolamenti, colamenti e frane complesse). Si tratta, generalmente, di fenomeni poco estesi e piuttosto superficiali, che coinvolgono generalmente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico locale, mentre solo raramente si rinvenivano movimenti franosi di particolare spessore ed estensione.

Per quanto riguarda i settori in cui il progetto prevede la realizzazione di opere all'aperto e gli imbocchi delle gallerie sono stati individuati elementi morfoevolutivi di genesi ed intensità variabile di seguito sintetizzati.

In particolare, l'imbocco nord-orientale della Galleria Letojanni, lato Messina, è caratterizzato dalla presenza di una conoide alluvionale, con stato quiescente. Dato lo stato di quiescenza tale elemento non rappresenta un elemento di particolare criticità per le opere in progetto.

Mentre, l'imbocco nord-orientale della Galleria Forza d'Agrò, lato Messina, è interessato dalla presenza di una conoide di origine mista, con stato attivo. Tale elemento coinvolgendo solo lo strato più superficiale non rappresenta un elemento di particolare criticità.

Inoltre, l'imbocco nord-orientale della Galleria Sciglio, lato Messina, ricade in corrispondenza di un solco di erosione concentrata che non rappresenta un elemento di potenziale criticità per le opere in progetto.

Infine, l'unico settore in cui si registra un'interferenza diretta tra le opere in progetto e i fenomeni di dissesto è rappresentato dall'imbocco Nord-orientale della Galleria Capo Scaletta, a Sud di Giampilieri marina. In questo settore, infatti, le opere in esame attraversano la porzione a valle di un'area a franosità diffusa con stato attivo, che interessa buona parte della parete rocciosa in cui si colloca l'imbocco delle opere in sotterraneo. La ridotta intensità dei fenomeni e i modesti volumi delle masse instabili non determinano livelli di criticità ostativi per le opere in progetto, anche se andranno attentamente tenuti in considerazione durante la progettazione degli interventi.

Ad essi si aggiungono dissesti riconducibili sia a fenomeni di deformazione viscosa delle coltri (*creep* e/o soliflusso) che a movimenti franosi s.s. (crolli, scivolamenti, colamenti e frane complesse).

Localmente nei settori in cui il progetto prevede la realizzazione di opere in sotterraneo sono stati individuati, analizzati e cartografati fenomeni di dissesto generalmente poco estesi e piuttosto superficiali, che coinvolgono prevalentemente le coltri di copertura eluvio-colluviali o le porzioni più

superficiali ed alterate del substrato geologico locale, senza alcuna interferenza diretta o indiretta con le opere in progetto.

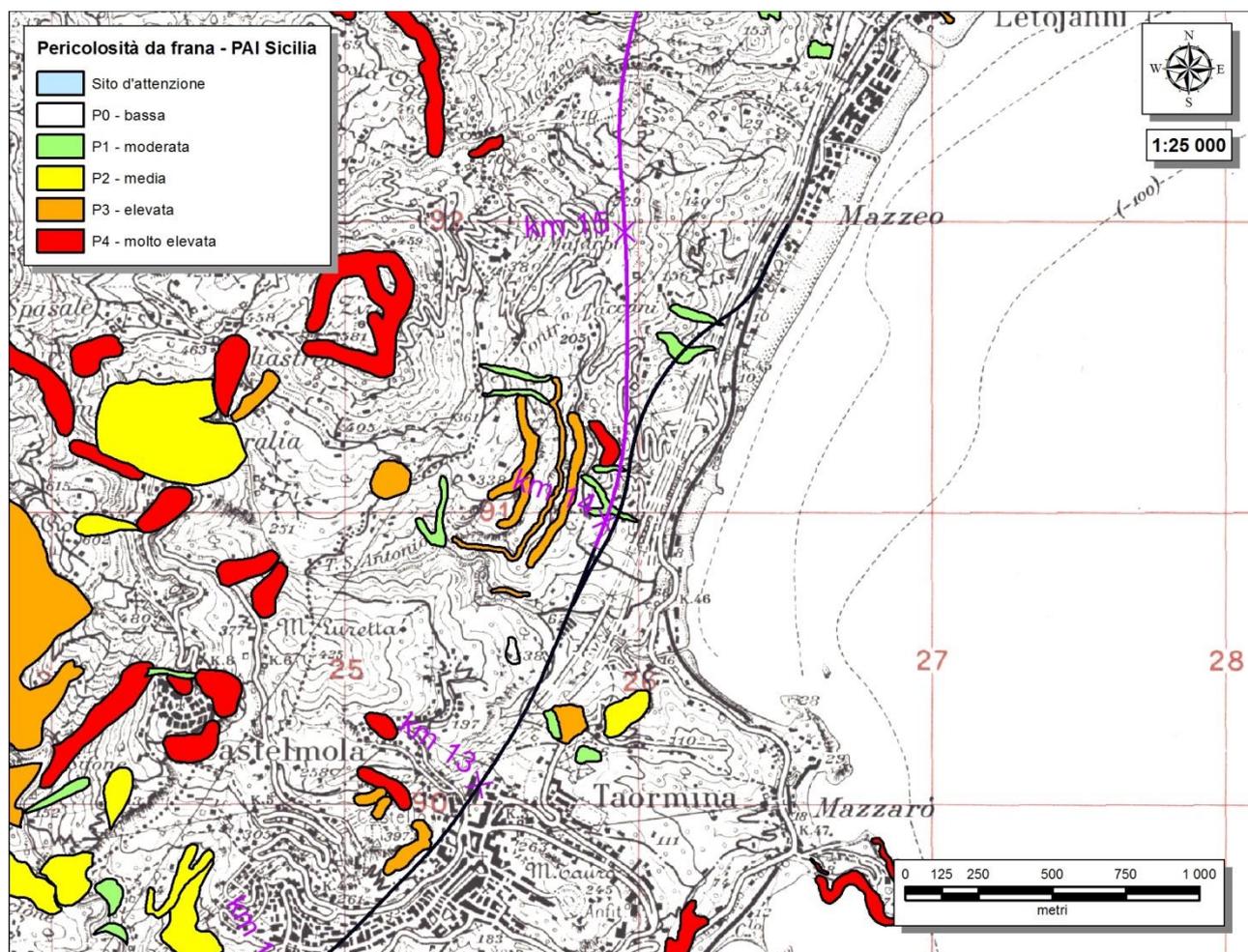


Figura 55 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 13+900 ÷ 15+500, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

Quanto detto trova parziale riscontro nelle cartografie tematiche del Piano stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016). In particolare, gli imbocchi delle gallerie e i tratti all'aperto risultano privi areali di pericolosità, ad eccezione dell'imbocco NE della Galleria Capo Scaletta dove è riportata la presenza di un'area di pericolosità geomorfologica elevata (**P3**), senz'altro da mettere in relazione con i dissesti superficiali evidenziati e cartografati nel presente studio, classificati come franosità diffusa con stato attivo.

Mentre, in corrispondenza dei tratti in galleria, si registra la presenza di numerosi areali di pericolosità geomorfologica variabile da moderata a molto elevata (**P1-P4**). Tali areali sono connessi a fenomeni di

erosione e dissesto piuttosto superficiali, che comunque in relazione alle notevoli coperture presenti al di sopra del cavo delle gallerie non presentano inferenze dirette o indirette con le opere in progetto.

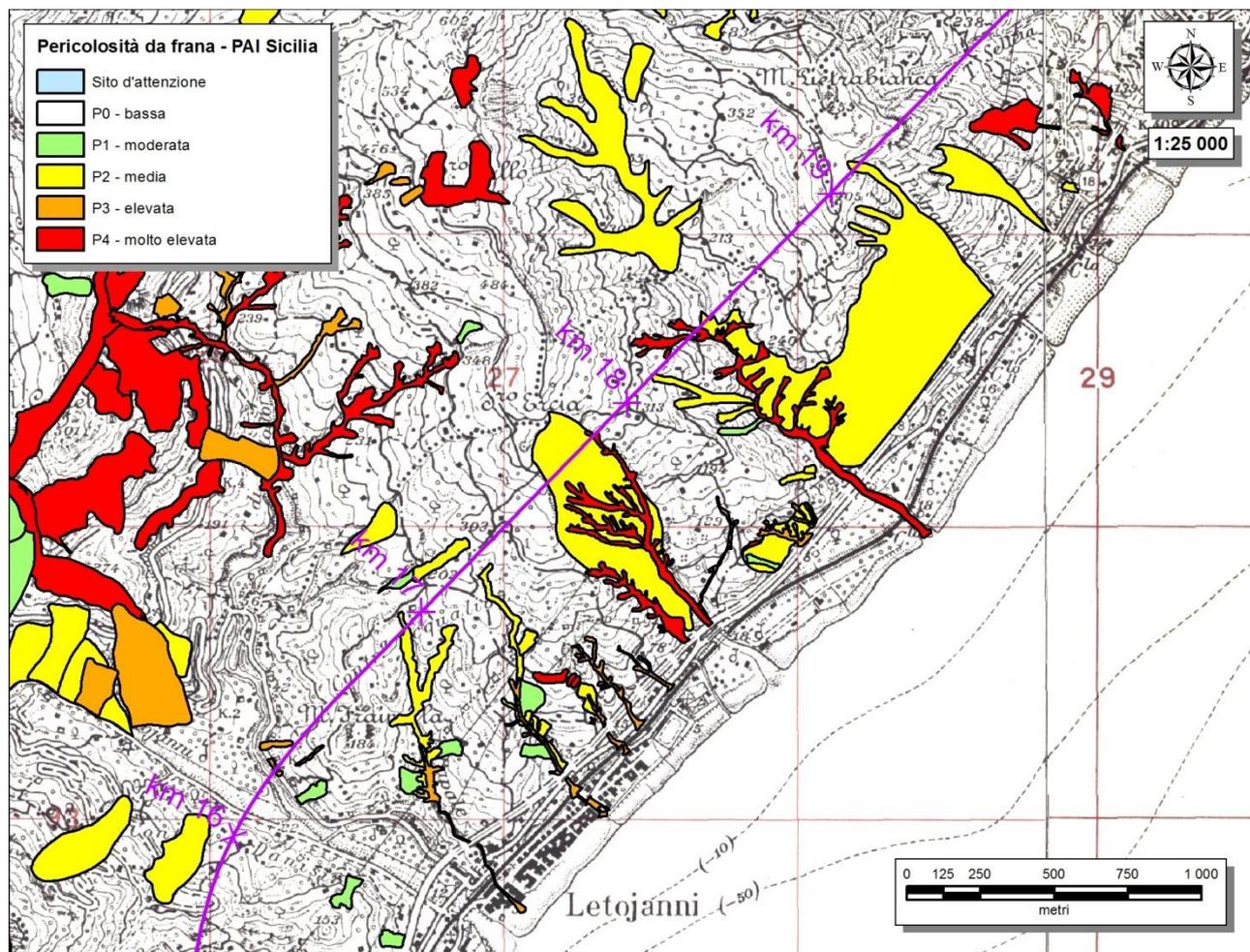


Figura 56 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 15+000 ÷ 19+500, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

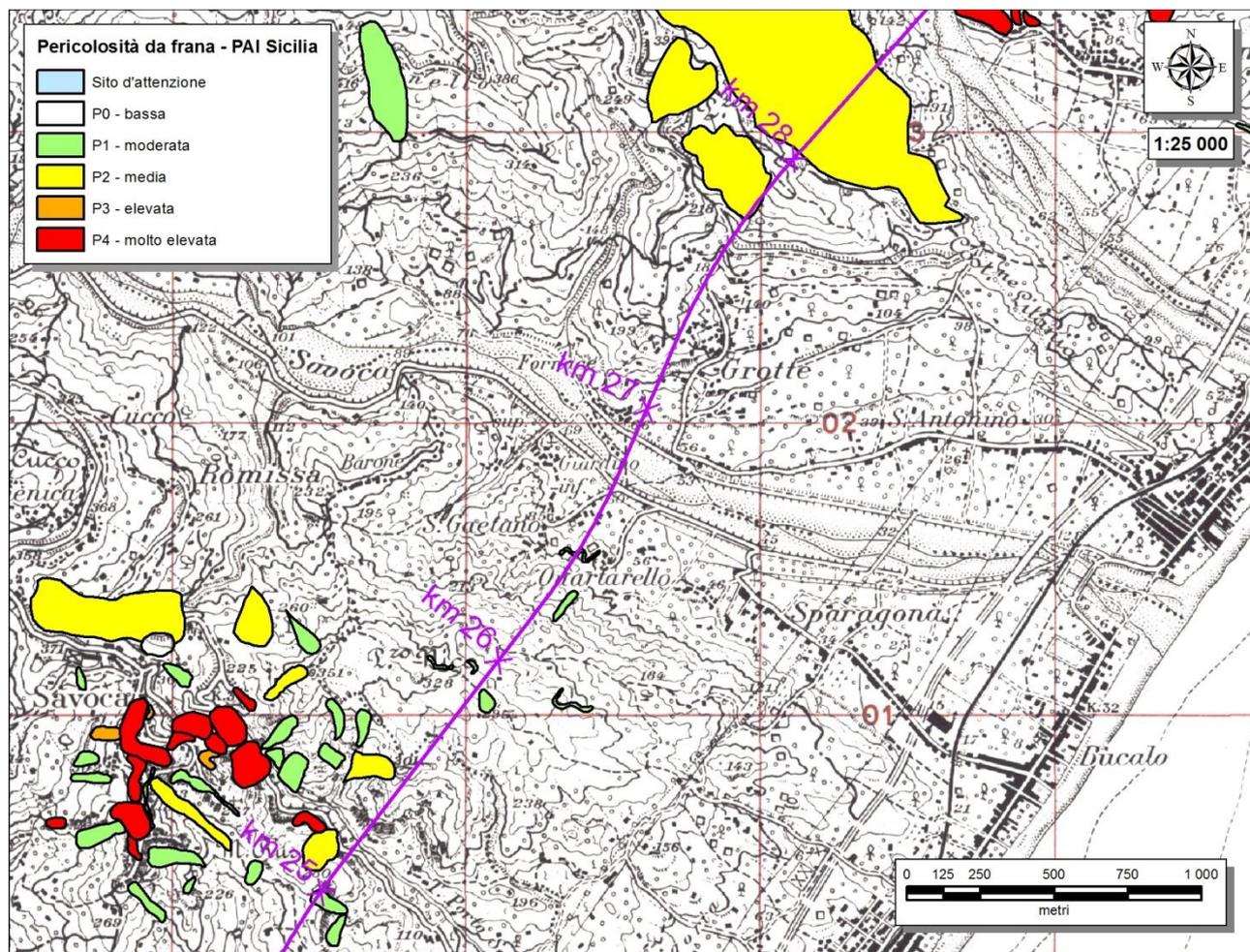


Figura 57 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 25+000 ÷ 28+000, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

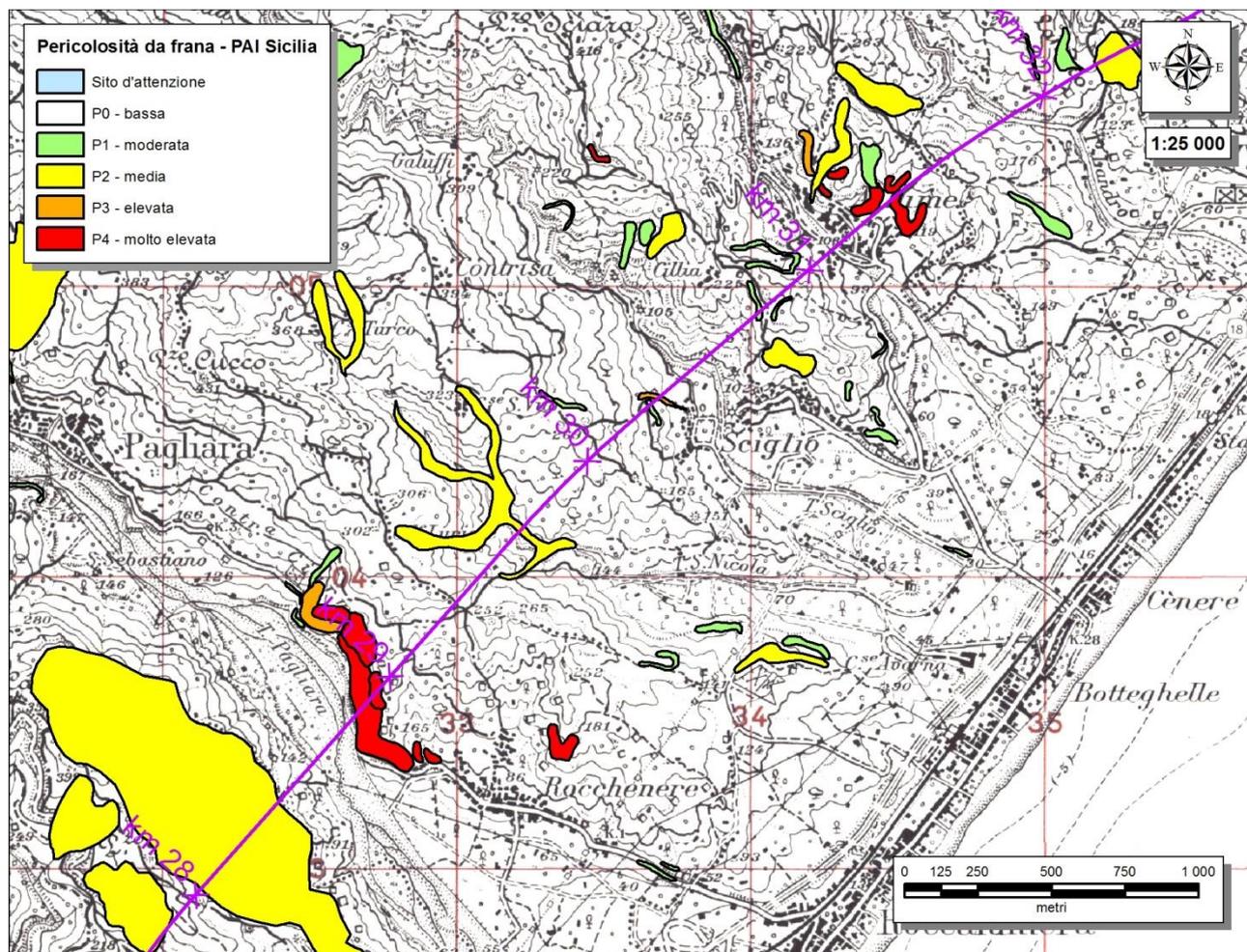


Figura 58 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 28+000 ÷ 32+000, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

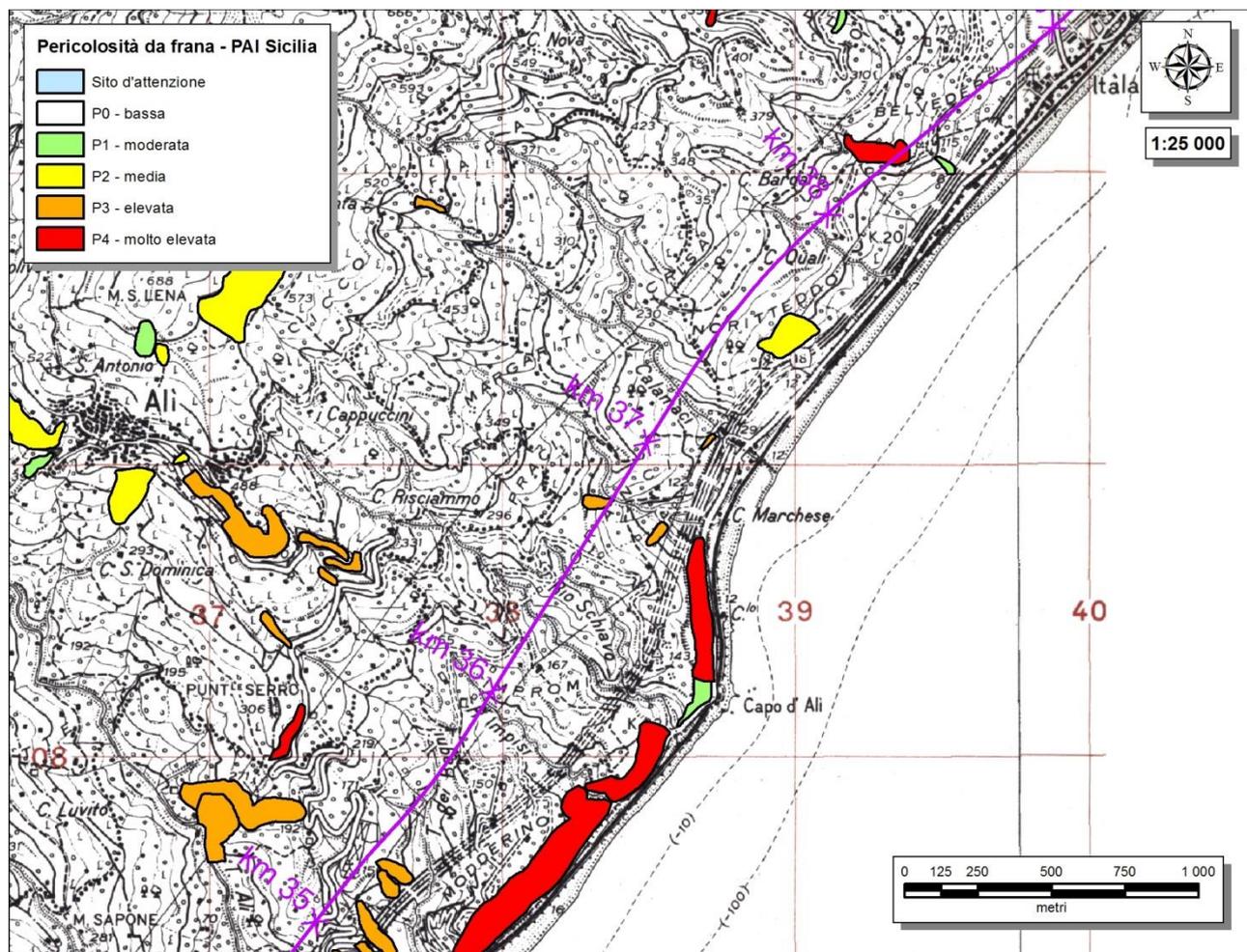


Figura 59 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 35+000 ÷ 38+500, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

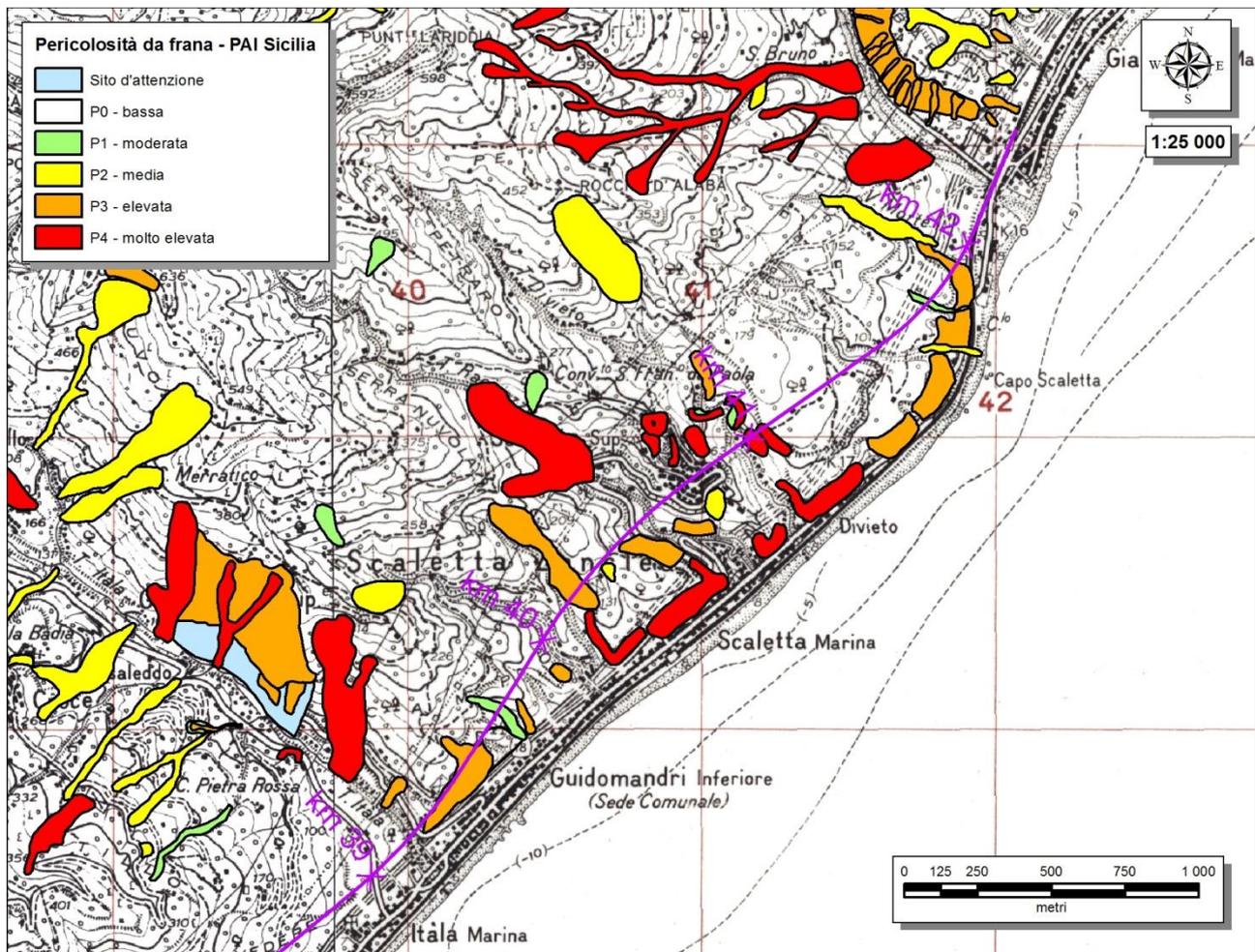


Figura 60 – Stralcio della carta della Pericolosità di Versante del Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico della Regione Sicilia (2005 con aggiornamento 2016) tratto km 39+000 ÷ 42+150, con individuazione del tracciato ferroviario in progetto (linea viola).

La condizione di generale stabilità geomorfologica dell'area è confermata, inoltre, dagli studi geomorfologici appositamente condotti per il presente studio, basati sia sul rilevamento di campo che su analisi fotointerpretative di dettaglio.

Ad ogni modo, il livello di criticità specifica dei fenomeni di dissesto è relativo all'attuale contesto antropico e morfo-climatico dell'area. Pertanto, la possibile influenza dei fenomeni di dissesto sulle opere in progetto, dove segnalato, andrà puntualmente valutata ed analizzata in funzione delle specifiche scelte progettuali e delle indicazioni fornite nel presente studio specialistico.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	159/206

### 5.3.3 Inquadramento idrogeologico

Per quanto concerne gli aspetti connessi con la circolazione delle acque nel sottosuolo, si evidenzia la presenza di differenti falde idriche sotterranee all'interno di buona parte dei termini litologici interessati dalla realizzazione del tracciato ferroviario in esame. Tali falde potrebbero rappresentare dei potenziali elementi di criticità le opere in progetto, sia per le possibili venute d'acqua lungo i fronti di scavo che per la notevole influenza esercitata sul comportamento meccanico dei termini litologici attraversati.

Generalmente i corpi idrogeologici individuati rappresentano, nello schema di circolazione idrica dell'area, degli acquiferi di importanza più o meno significativa, a seconda delle locali caratteristiche di permeabilità dei litotipi e della estensione latero-verticale dei depositi. Ad essi si aggiungono, inoltre, alcuni corpi idrogeologici secondari che, nello specifico contesto di riferimento, possono essere considerati come degli *acquiclude*, in quanto tamponano lateralmente e verticalmente gli acquiferi sotterranei principali, portando alla formazione di locali emergenze sorgentizie.

Infatti, i dati piezometrici a disposizione hanno evidenziato la presenza di importanti falde freatiche all'interno dei depositi alluvionali e costieri che colmano i fondovalle e le principali aree depresse dei settori di studio. Tali acquiferi sono rappresentati da terreni fortemente eterogenei dal punto di vista litologico e costituiscono, pertanto, dei sistemi idrogeologici particolarmente articolati e complessi. In tali settori la superficie piezometrica della falda freatica è posta a diversi metri di profondità dal p.c., anche se risulta estremamente variabile in relazione alle caratteristiche idrogeologiche e stratigrafico-strutturali dei termini litologici affioranti. Tali considerazioni valgono ovviamente in condizioni stazionarie e sono da considerarsi come rappresentative del regime idrogeologico sotterraneo durante gran parte dell'anno solare.

In caso di precipitazioni, invece, le acque meteoriche possono saturare completamente i depositi alluvionali e provocare il temporaneo innalzamento delle falde di sub-alveo in tutti i settori di fondovalle. In tali circostanze, quindi, il livello piezometrico delle falde idriche sotterranee può raggiungere il piano campagna sia in corrispondenza dell'alveo stesso che nei settori di piana alluvionale ad esso limitrofi, con un andamento morfologico dettato sia dalle caratteristiche idrogeologiche del fondovalle che dal regime stesso delle precipitazioni.

Per quanto concerne gli ammassi rocciosi e in generale i termini rappresentativi del substrato, interessati dalla realizzazione delle opere in sottosuolo, i dati a disposizione hanno mostrato la presenza di numerosi corpi idrici sotterranei, liberi o parzialmente confinati. In generale, quasi tutte le unità geologiche presenti sono caratterizzate da falde con importanza ed estensione variabili, situate essenzialmente in corrispondenza degli orizzonti più fessurati ed alterati dell'ammasso. Questi ultimi sono generalmente localizzati in prossimità della superficie topografica o in corrispondenza dei maggiori allineamenti tettonici, sia compressivi che distensivi e trascorrenti.

Pertanto, nella progettazione di tutte le opere in sottosuolo sarà necessario considerare sia le possibili venute d'acqua lungo i fronti di scavo che l'effettiva influenza esercitata dalle pressioni neutre sul comportamento meccanico di terreni e ammassi rocciosi.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	160/206

### 5.3.4 Caratteristiche geomeccaniche degli ammassi

Per poter definire le caratteristiche geomeccaniche e il relativo stato di fratturazione dei termini litologici presenti lungo il tracciato ferroviario in progetto, nell'ambito del presente studio sono stati analizzati i risultati di numerosi rilievi geostrutturali appositamente condotti in tutto il settore di intervento. I suddetti rilievi sono stati eseguiti secondo gli *standard* della International Society for Rock Mechanics (ISRM 1978, 1993).

Inizialmente sono stati acquisiti i dati relativi agli stop geostrutturali effettuati nelle precedenti fasi progettuali e riportati nelle cartografie geologiche in allegato (RS0B 01 R69 G4 GE0001 001-2 e RS0B 02 R69 G4 GE0001 001-4). Inoltre, durante la presente fase di approfondimento progettuale sono stati condotti n. 13 stop geostrutturali, opportunamente suddivisi tra ammassi rocciosi e ammassi eterogenei, tutti riportati sulla cartografia geologica di riferimento.

Per quanto concerne gli ammassi rocciosi, sono state determinate le principali caratteristiche dei giunti (spaziatura, apertura, persistenza, rugosità, riempimento), della roccia intatta (resistenza a compressione, grado di alterazione) e dell'ammasso (struttura, forma dei blocchi, condizioni idrauliche). Per quanto riguarda gli ammassi eterogenei, invece, sono state determinate le proprietà degli orizzonti litologici (% roccia, % pelite, spessore strati roccia, spessore strati pelite) oltre che le principali caratteristiche dei giunti (rugosità), della roccia intatta (resistenza a compressione, grado di alterazione) e dell'ammasso (struttura, forma dei blocchi, condizioni idrauliche).

I numerosi dati raccolti durante i rilievi di campo hanno quindi permesso di caratterizzare gli ammassi in oggetto e di definire, per ogni singolo punto di rilievo, il *range* di variazione del Geological Strength Index (GSI). Tali dati, unitamente a quanto desunto dalle stratigrafie di sondaggio, dalle prove in foro e dalle indagini geofisiche, hanno inoltre consentito di definire il complessivo stato di fratturazione e alterazione degli ammassi interessati dalla realizzazione delle opere in progetto.

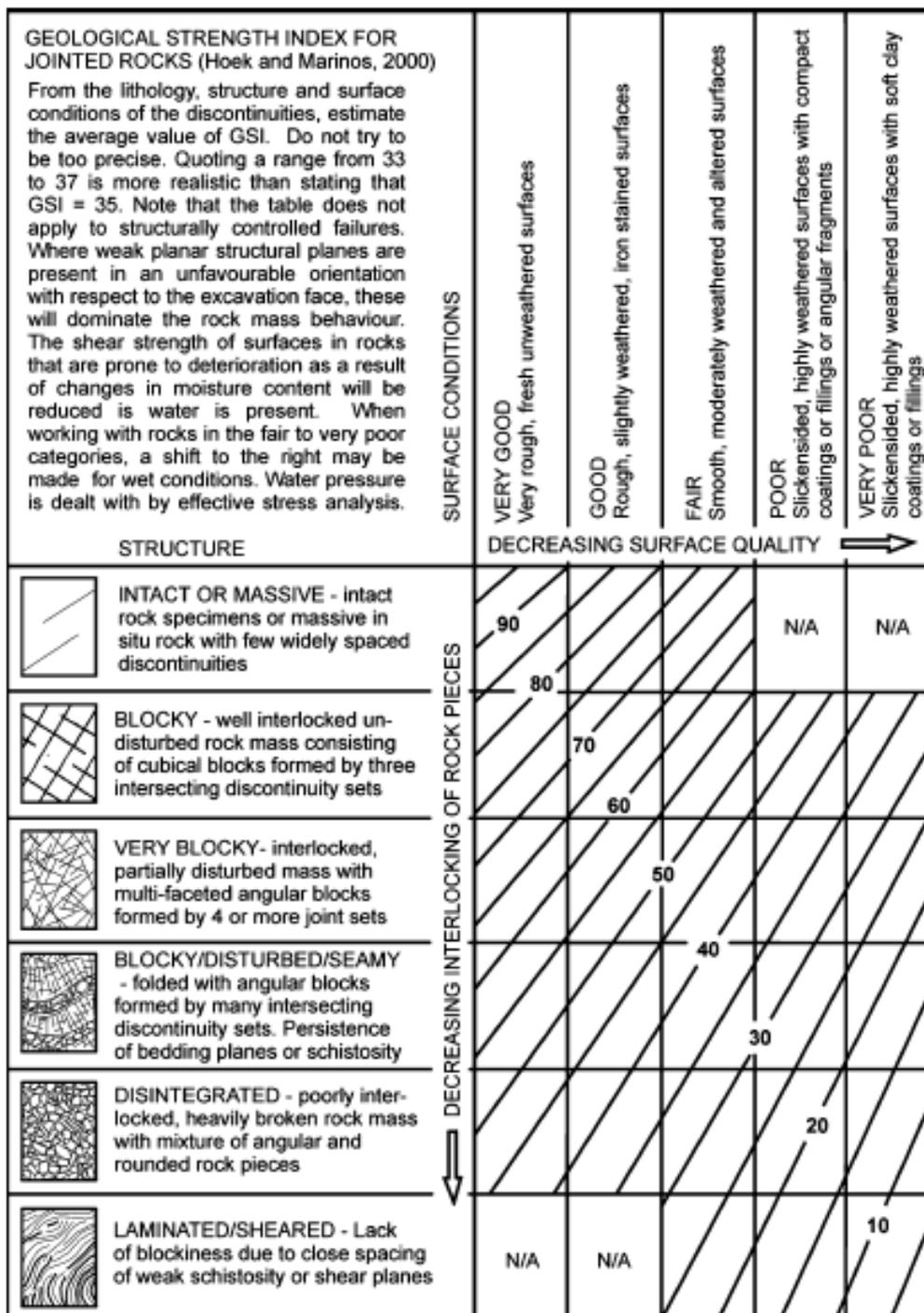


Figura 61 – Carta per la determinazione del GSI degli ammassi rocciosi fratturati sulla scorta delle osservazioni di campo (da Marinos et al. 2005).

Per quanto concerne gli stop geologici, il GSI del singolo affioramento è stato determinato sulla scorta delle carte di confronto proposte dai vari autori per gli ammassi rocciosi e gli ammassi eterogenei.

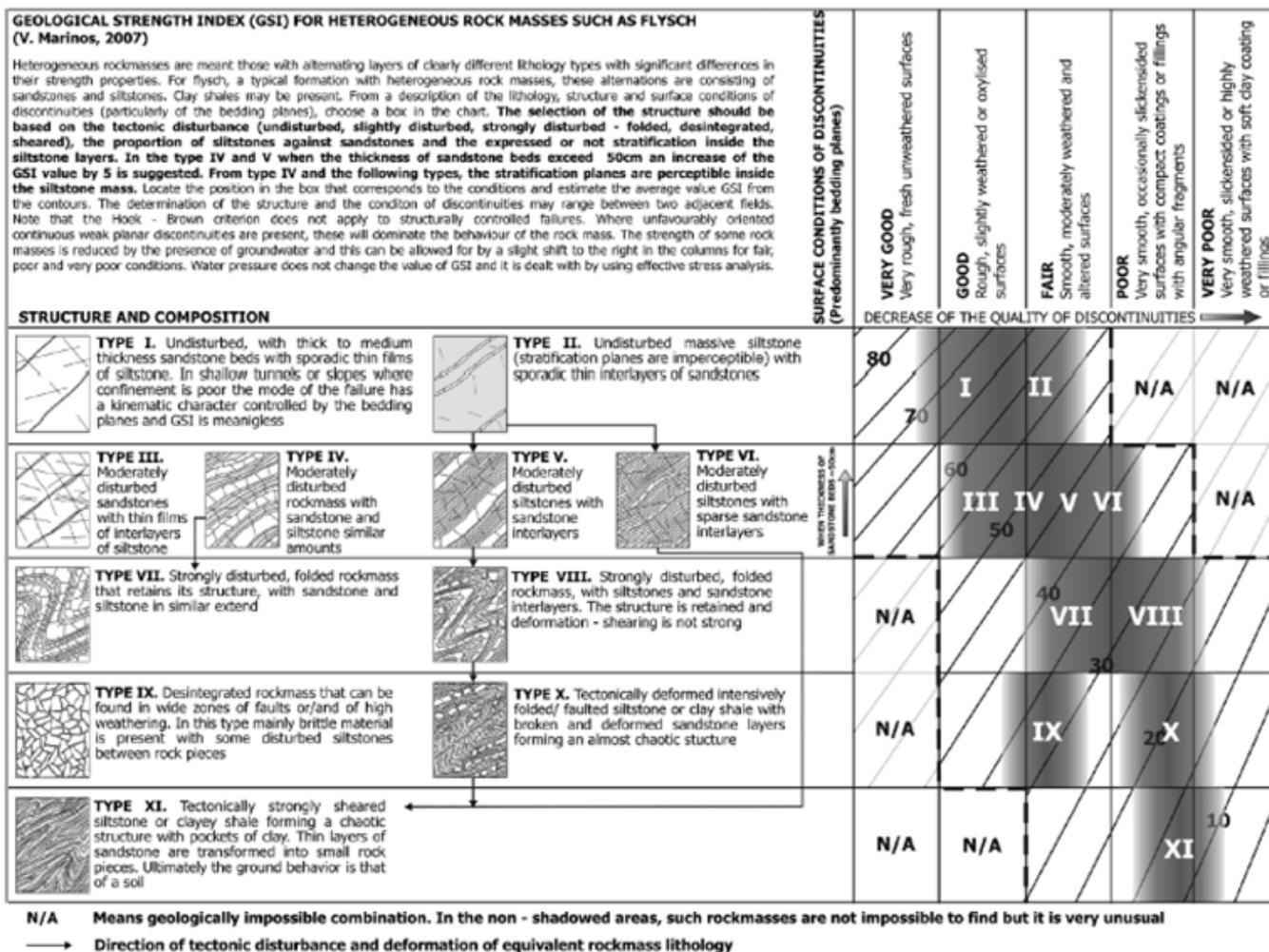


Figura 62 – Carta per la determinazione del GSI degli ammassi rocciosi eterogenei sulla scorta delle osservazioni di campo (da Marinos 2014).

Per quanto concerne i fori di sondaggio, il GSI degli ammassi rocciosi eterogenei è stato definito sempre in relazione alla carta di confronto, mentre il GSI degli ammassi rocciosi fratturati è stato determinato sulla scorta della carta di confronto modificata per tenere conto delle specifiche condizioni geomeccaniche dei giunti e di fratturazione dell'ammasso.

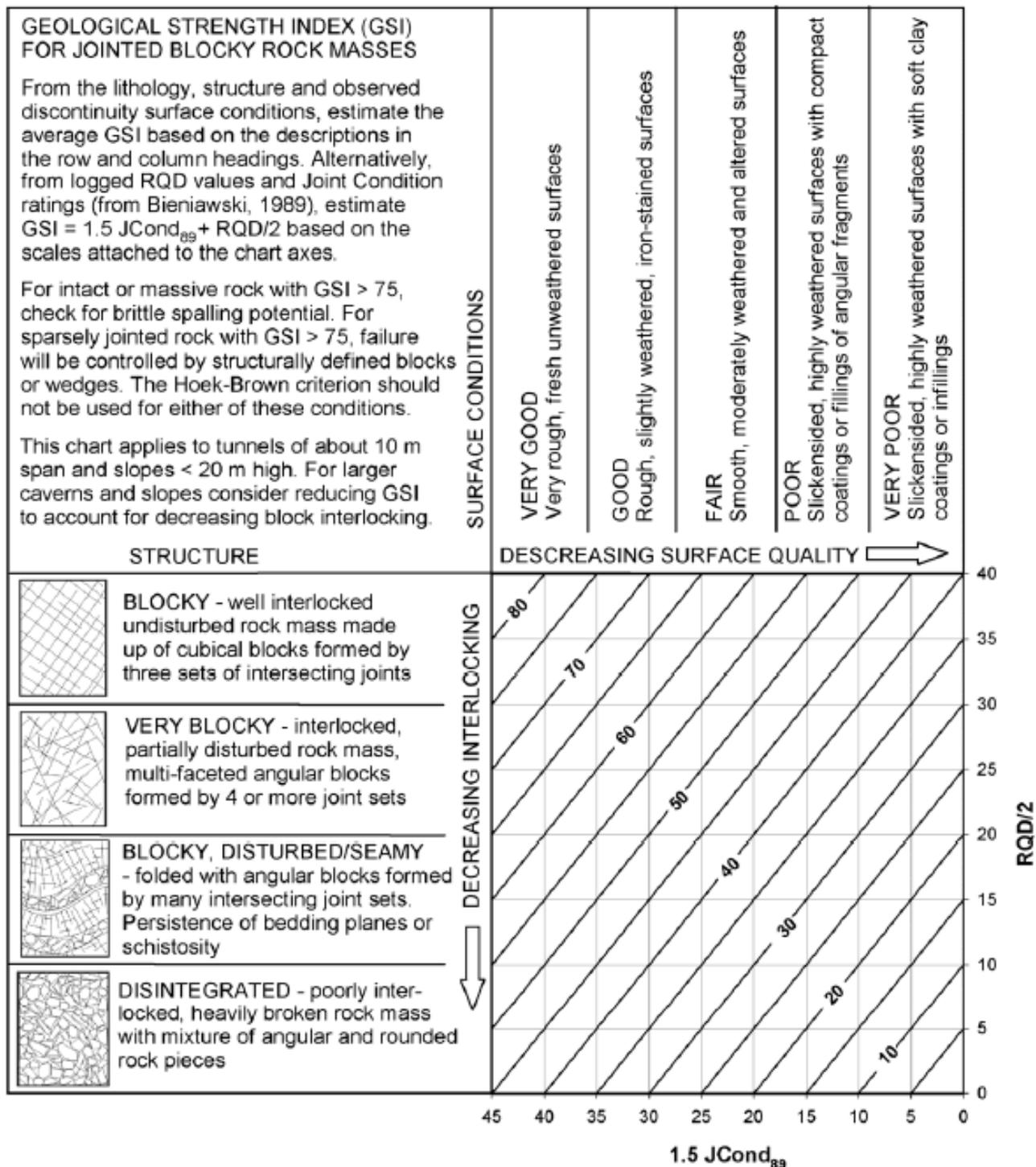


Figura 63 – Carta per la determinazione del GSI degli ammassi rocciosi fratturati sulla scorta dei dati di sondaggio, quali stato di fratturazione (RQD) e condizioni dei giunti (JCond<sub>89</sub>) (da Hoek et al. 2013).

Attraverso l'integrazione di tutti i dati disponibili, è stato quindi possibile determinare il *range* di variazione del GSI per ognuno dei termini litologici attraversati dalle opere in sotterraneo. La tipologia di ammasso considerato (roccioso o eterogeneo) e i relativi valori di GSI sono riportati per ogni unità intercettata in galleria nella finca dei profili geologici in allegato alle presenti note (RS2S 02 D69 F5 GE0001 001-8, RS2S 02 D69 G6 GE0001 001-14).

Per l'estrapolazione dei dati di GSI su tratti omogenei di ammasso, sono state seguite le indicazioni fornite dagli stessi autori (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013; Marinos 2014). Condizioni particolari e non catalogabili nei casi descritti sono state valutate singolarmente sulla scorta di tutti i dati a disposizione e dello specifico assetto stratigrafico-strutturale dell'area. Ovviamente, in prossimità di faglie e elementi tettonici di una certa importanza, è stata considerata una zona tettonizzata e fortemente fratturata nell'ordine di alcune decine di metri.

Per le zone di imbocco dove sono disponibili i dati dei rilievi geostrutturali, il GSI dell'ammasso è stato definito utilizzando direttamente i valori derivanti dalle analisi di campagna (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013). Relativamente alle zone in galleria coperte da indagini geognostiche, invece, il GSI è stato determinato attraverso la precedente carta di correlazione (Hoek et al. 2013), utilizzando il valore medio di RQD del sondaggio e le caratteristiche dei giunti derivanti dai rilievi sulle carote. Per le zone in galleria prive di indagini geognostiche, il GSI è stato definito considerando i sondaggi di zone geologicamente simili e i dati dei rilievi geostrutturali di superficie, che secondo gli autori devono essere incrementati di 10 o 15 punti per giungere al GSI dell'ammasso profondo e meno alterato (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013).

Nel caso di zone tettonizzate o in prossimità di importanti elementi strutturali, quali faglie e sovrascorrimenti, il GSI è stato determinato direttamente dai dati dei rilievi geostrutturali di superficie, mantenendo quindi gli stessi valori degli stop con ammassi visibilmente interessati da tettonica (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013). Infine per le zone completamente tettonizzate e/o cataclasate, rinvenute in sondaggio come un detrito caotico di sabbie e ghiaie, il GSI è stato considerato variabile tra 5 e 10, o talora tra 5 e 15, così come suggerito dagli stessi autori (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013; Marinos 2014).

Le elaborazioni condotte nell'ambito del presente studio hanno evidenziato la presenza di ammassi rocciosi estremamente fratturati ed alterati, generalmente ricadenti nelle classi di GSI medio-basse, scadente e molto scadente (Marinos et al. 2005; Hoek et al. 2013; Marinos 2014). In Tabella 8 si riporta, per ognuna delle gallerie in progetto, una sintesi delle tipologie di ammasso e dei relativi valori di GSI per le differenti unità geologiche intercettate dal cavo.

Opera	Progressive		Formazione	Tipo di ammasso	GSI
	da	a			
Galleria Taormina Fase2	13+900	14+329	GLD	ammasso roccioso	10/30
	14+329	14+429	TAM	ammasso roccioso	10/30
	14+429	15+369	TAM	ammasso roccioso	30/45

Opera	Progressive		Formazione	Tipo di ammasso	GSI
	da	a			
	15+369	15+449	TAM	ammasso roccioso	10/30
	15+449	15+586	GCM	ammasso roccioso	15/30
	15+586	15+626	CODc	ammasso eterogeneo	25/35
	15+626	15+946	CODC	ammasso eterogeneo	35/45
	15+946	16+033	CODb	ammasso roccioso	30/45
Galleria Letojanni	16+281	16+431	CODb	ammasso roccioso	30/45
	16+431	18+249	CODb	ammasso roccioso	45/55
	18+249	18+506	CODa	ammasso roccioso	30/45
	18+506	18+566	TAM	ammasso roccioso	10/25
	18+566	19+511	TAM	ammasso roccioso	25/40
	19+511	19+631	TAM	ammasso roccioso	10/25
	19+631	20+015	TAM	ammasso roccioso	25/40
20+015	20+165	TAM	ammasso roccioso	10/25	
Galleria Forza d'Agrò	20+281	20+472	TAM	ammasso roccioso	10/20
	20+472	21+334	GLO	ammasso eterogeneo	10/30
	21+334	21+498	GLOa	ammasso roccioso	25/35
	21+498	21+708	GLO	ammasso eterogeneo	10/30
	21+708	21+768	FDN	ammasso roccioso	10/20
	21+768	22+038	FDN	ammasso roccioso	20/35
	22+038	22+288	FDN	ammasso roccioso	10/20
	22+288	22+663	FDN	ammasso roccioso	20/35
	22+663	22+783	FDN	ammasso roccioso	10/20
Galleria Sciglio	23+481	23+510	MSS	terreno granulare	-
	23+510	23+690	FDN	ammasso roccioso	10/20
	23+690	24+388	FDN	ammasso roccioso	20/35
	24+388	24+469	FDN	ammasso roccioso	10/20
	24+469	25+107	FDN	ammasso roccioso	20/35
	25+107	25+287	FDN	ammasso roccioso	10/20
	25+287	26+587	FDN	ammasso roccioso	20/35
	26+587	26+949	bb	terreno granulare	-
	26+949	27+012	VEP2	ammasso roccioso	35/50
	27+012	27+083	DOA	ammasso roccioso	25/40
	27+083	27+432	VEP2	ammasso roccioso	35/50

Opera	Progressive		Formazione	Tipo di ammasso	GSI
	da	a			
	27+432	27+484	DOA	ammasso roccioso	25/40
	27+484	27+684	FDN	ammasso roccioso	10/20
	27+684	28+668	FDN	ammasso roccioso	20/35
	28+668	28+728	FDN	ammasso roccioso	10/20
	28+728	28+788	TAM	ammasso roccioso	10/20
	28+788	29+194	TAM	ammasso roccioso	20/35
	29+194	29+344	TAM	ammasso roccioso	10/20
	29+344	29+544	FDN	ammasso roccioso	10/20
	29+544	30+429	FDN	ammasso roccioso	20/35
	30+429	30+765	FDN	ammasso roccioso	10/20
	30+765	31+787	FDN	ammasso roccioso	20/35
	31+787	31+907	FDN	ammasso roccioso	10/20
	31+907	32+032	CFL	ammasso roccioso	30/40
	32+032	32+092	FDN	ammasso roccioso	10/20
	32+092	32+630	FDN	ammasso roccioso	20/35
	32+630	32+740	FDN	ammasso roccioso	10/20
Galleria Nizza	33+420	33+597	FDN	ammasso roccioso	5/15
	33+597	33+843	VEP1	ammasso roccioso	20/35
	33+843	33+940	LLM	terreno granulare	-
Galleria Ali	34+325	34+489	VEP1	ammasso roccioso	20/35
Galleria Quali	34+742	34+842	VEP1	ammasso roccioso	20/35
	34+842	35+072	VEP1	ammasso roccioso	35/50
	35+072	35+132	VEP1	ammasso roccioso	20/35
	35+132	35+437	ACS	ammasso eterogeneo	20/35
	35+437	35+651	VEP1	ammasso roccioso	20/35
	35+651	35+928	ALD	ammasso roccioso	10/25
	35+928	35+988	MMF	ammasso roccioso	10/20
	35+988	36+991	MMF	ammasso roccioso	30/45
	36+991	37+111	MMF	ammasso roccioso	10/20
	37+111	37+546	MMF	ammasso roccioso	30/45
	37+546	37+636	MMF	ammasso roccioso	10/20
	37+636	38+333	VEP1	ammasso roccioso	20/35

Opera	Progressive		Formazione	Tipo di ammasso	GSI
	da	a			
	38+333	38+796	VEP1	ammasso roccioso	35/50
	38+796	38+956	VEP1	ammasso roccioso	20/35
Galleria Scaletta	39+206	39+286	FDN	ammasso roccioso	10/20
	39+286	39+823	FDN	ammasso roccioso	20/35
	39+823	40+564	FDN	ammasso roccioso	5/10
	40+564	40+936	PMAa	ammasso roccioso	5/10
	40+936	41+038	FDN	ammasso roccioso	5/10
	41+038	41+863	PMAa	ammasso roccioso	5/10
	41+863	41+943	PMAa	ammasso roccioso	15/25

Tabella 33 - Sintesi delle tipologie di ammasso e dei relativi valori di GSI per le diverse unità geologiche intercettate nelle gallerie in progetto.

Le scadenti caratteristiche geomeccaniche degli ammassi sono essenzialmente connesse alla complessa evoluzione tettonica dell'area e alla presenza di numerosi elementi strutturali di una certa rilevanza. Infatti, tutti gli ammassi rocciosi presenti lungo il tracciato sono caratterizzati da un elevato stato di fratturazione e/o fessurazione, soprattutto in corrispondenza di faglie e piani di sovrascorrimento dove spesso è stata rilevata la presenza di estese fasce cataclastiche e/o milonitiche. Le zone tettonizzate presentano una estensione di diverse decine di metri e risultano generalmente più importanti in corrispondenza dei *thrust* a carattere regionale.

In generale, gli ammassi metamorfici e calcareo-marnosi risultano essere i più tettonizzati e fratturati, in quanto posti in corrispondenza dei piani di scollamento dei maggiori fronti di sovrascorrimento. I termini flyschoidi di copertura, al contrario, risultano essere i meno tettonizzati e fessurati, in quanto interessati unicamente dalle strutture tettoniche più recenti.

Ulteriori zone con caratteristiche geomeccaniche particolarmente scadenti si rinvengono, inoltre, in prossimità degli imbocchi o in corrispondenza dei fondovalle più importanti ed estesi. In tali settori, infatti, i fenomeni di alterazione e decompressione dell'ammasso hanno prodotto un marcato ed evidente scadimento delle caratteristiche geomeccaniche dei giunti, soprattutto nel caso dei termini metamorfici meno competenti che risultano localmente fortemente alterati e parzialmente argillificati.

### 5.3.5 Sismicità dell'area

La pericolosità sismica di un territorio è funzione di un complesso insieme di parametri naturali e rappresenta la probabilità che un evento sismico di data intensità si manifesti in una certa area in un determinato intervallo di tempo. Diverso è, invece, il concetto di rischio sismico che è il risultato catastrofico dell'evento naturale sul sistema antropico.



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	168/206

Affinché si abbia rischio è necessario, pertanto, che uno o più degli elementi antropici esposti (vite umane, attività, beni) possieda un carattere di vulnerabilità tale da determinarne la perdita parziale o totale. La vulnerabilità, in tale accezione, è l'entità della perdita attesa derivante dal manifestarsi di un evento di data intensità nell'area in esame. Non potendo intervenire sulla pericolosità, che dipende esclusivamente da dinamiche naturali, si può intervenire sulla vulnerabilità degli elementi esposti al rischio e, quindi, sul rischio totale.

Oltre alla conoscenza della probabilità di accadimento di un evento sismico, delle caratteristiche della sorgente sismogenetica e delle modalità di propagazione della perturbazione, è necessario analizzare le caratteristiche locali del sito di studio. Queste, infatti, condizionano la reazione del terreno all'*input* sismico in termini di variazione del contenuto in frequenza del segnale, amplificazione/smorzamento dell'onda e perdita o modificazione delle sue caratteristiche di resistenza e deformabilità.

All'indomani della riclassificazione sismica del territorio nazionale scaturita dal progetto S1 dell'INGV-DPC, si dispone di parametri sismici di riferimento aggiornati e di maggior dettaglio rispetto alla classificazione macrosismica nazionale cui faceva riferimento il D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 (Norme Tecniche per le Costruzioni in zone sismiche). La rappresentazione di sintesi delle caratteristiche sismologiche e sismogenetiche del territorio è contenuta nella "Mappa di Pericolosità Sismica" dell'Italia, che costituisce oggi la base di riferimento per la valutazione delle azioni sismiche di progetto sul sito in esame secondo le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008).

Con riferimento al D.M. Infrastrutture 14 gennaio 2008, sono stati determinati i parametri sismici di progetto per la realizzazione delle opere previste. In particolare, sulla base delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 e dei dati relativi al progetto S1 dell'INGV-DPC, sono stati determinati i valori reticolari dei parametri di riferimento relativamente ad un suolo rigido, per un tempo di ritorno  $T_r$  pari a 475. I parametri forniti, in funzione di quanto previsto delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, possono essere direttamente utilizzati per la ricostruzione degli spettri di risposta del sito e, quindi, per la progettazione di tutte le opere previste in conformità con le vigenti normative a livello nazionale.

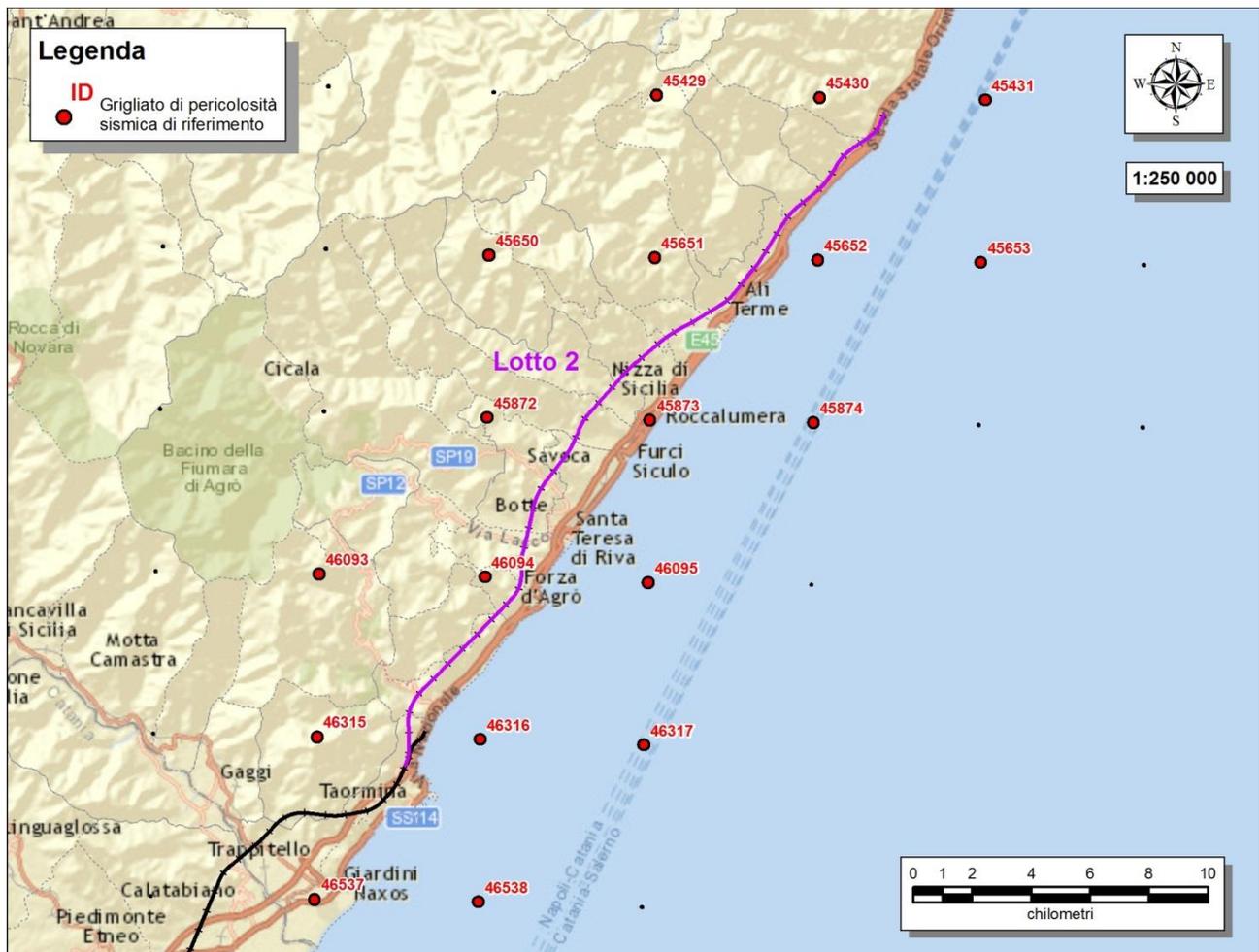


Figura 64 – Griglia di riferimento per il settore oggetto di studio, con individuazione del lotto in esame (in magenta) del tracciato di progetto del lotto 1 (in nero) e dei punti del grigliato scelti (in rosso).

ID	Longitudine	Latitudine	$a_g$	$F_0$	$T_c$
46537	15.258	37.821	0.2061	2.52	0.34
46315	15.259	37.871	0.2136	2.49	0.34
46093	15.26	37.921	0.2150	2.48	0.34
46538	15.321	37.820	0.2058	2.48	0.35
46316	15.322	37.870	0.2283	2.45	0.34
46094	15.324	37.920	0.2343	2.44	0.34
45872	15.325	37.969	0.2276	2.45	0.35
45650	15.326	38.019	0.2134	2.47	0.35
46317	15.385	37.868	0.2341	2.42	0.34
46095	15.387	37.918	0.2455	2.43	0.35

ID	Longitudine	Latitudine	$a_g$	$F_0$	$T_c$
45873	15.388	37.968	0.2456	2.43	0.35
45651	15.390	38.018	0.2375	2.44	0.35
45429	15.391	38.068	0.2231	2.45	0.36
45874	15.451	37.967	0.2558	2.42	0.35
45652	15.453	38.017	0.2546	2.42	0.35
45430	15.454	38.067	0.2486	2.42	0.35
45653	15.516	38.016	0.2632	2.41	0.35
45431	15.518	38.066	0.2622	2.41	0.36

Tabella 34 - Parametri di riferimento del moto sismico su suolo rigido per un periodo di ritorno  $T_r$  pari a 475 anni.

### 5.3.6 Suscettività alla liquefazione

La liquefazione è un particolare processo che causa la temporanea perdita di resistenza di un sedimento che si trova al di sotto del livello di falda, portandolo a comportarsi come un fluido viscoso a causa di un aumento della pressione neutra e di una riduzione della pressione efficace (Riga 2007). Tale fenomeno avviene, cioè, quando la pressione dei pori aumenta fino ad eguagliare la pressione inter-granulare.

L'incremento di pressione neutra è causato, principalmente, dalla progressiva diminuzione di volume che si registra in un materiale granulare poco addensato soggetto alle azioni cicliche di un sisma. Ovviamente, per quanto detto in precedenza, sono suscettibili di liquefazione terreni granulari, da poco a mediamente addensati, aventi granulometria compresa tra le sabbie ed i limi, con contenuto in fine piuttosto basso. Tali terreni devono essere altresì posti al di sotto del livello di falda e a profondità relativamente basse, generalmente inferiori ai 15 m dal p.c..

Al fine di verificare la possibile suscettività a liquefazione dei terreni interessati dalle opere in progetto sono state condotte una serie di analisi basate sia sugli studi bibliografici di maggior rilievo a livello internazionale, che sulle procedure di analisi dettate dalle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008.

L'attuale normativa vigente in materia di costruzioni edilizie (NTC2008) prevede che la verifica alla liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti condizioni:

- eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
- accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0.1  $g$ ;
- profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal p.c., per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N_1)_{60} > 30$  oppure  $q_{c1N} > 180$ , dove  $(N_1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100

kPa e  $q_{c1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;

- distribuzione esterna ai fusi granulometrici indicati da normativa, distinti in funzione del coefficiente di uniformità  $U_c$ .

In particolare, se le condizioni 1 e 2 non risultano soddisfatte, le indagini geotecniche devono essere finalizzate almeno alla determinazione dei parametri necessari per la verifica delle condizioni 3, 4 e 5. Pertanto, in relazione a quanto previsto dall'NTC 2008, sono state condotte una serie di analisi puntuali volte a verificare tutte le condizioni predisponenti elencate in precedenza, al fine di determinare la possibile suscettività a liquefazione di tutti i campioni di terreno prelevati durante la campagna di indagini appositamente condotta.

Le fonti bibliografiche a disposizione e lo studio relativo alla sismicità storica e alla pericolosità sismica condotto hanno evidenziato che, nell'area di intervento, si sono verificati diversi terremoti con magnitudo  $M$  superiore a 5 e, in particolare, il massimo terremoto atteso nell'area presenta una  $M$  pari a 7.29. Anche le accelerazioni massime attese al piano campagna, in condizioni di campo libero, sono risultate essere generalmente superiori al limite definito da normativa, in quanto variabili tra 0.200 e 0.275 $a_g$ . In relazione a quanto detto e considerata la presenza delle condizioni predisponenti esposte nei punti 1 e 2 dell'NTC 2008, si è quindi proceduto alla verifica dei punti 3, 4 e 5 del paragrafo 7.11.3.4.2, in modo da rispondere puntualmente a tutti i quesiti posti da norma.

Per quanto concerne la falda, i dati piezometrici a disposizione hanno mostrato la presenza di un livello idrico estremamente variabile, posto a profondità comprese tra 1.5 e 26.5 m dal p.c.. La falda è generalmente più profonda nel tratto più settentrionale e localmente assente nei fondovalle secondari e più alti in quota.

Relativamente alla resistenza penetrometrica dei terreni, le verifiche sono state condotte in relazione alle prove SPT realizzate nei fori di sondaggio durante le fasi di perforazione. Tali prove hanno evidenziato la presenza di terreni sempre piuttosto addensati, con valori di resistenza penetrometrica normalizzata generalmente superiori al limite previsto da normativa. Fanno eccezione solo alcuni sporadici orizzonti di limitato spessore, posti al di sopra del livello di falda e caratterizzati dalla presenza di una abbondante frazione pelitica e ghiaiosa.

Dal punto di vista granulometrico e tessiturale, infine, i dati geologici a disposizione evidenziano la presenza di terreni poco o nulla suscettibili di liquefazione. Gran parte dei depositi costieri e alluvionale presenti nei settori di intervento sono infatti caratterizzati dalla presenza di una elevata frazione ghiaiosa o ciottolosa, che li pone ben al di sopra dei fusi granulometrici potenzialmente suscettibili di liquefazione secondo la normativa (NTC 2008). Allo stesso modo, anche i terreni di copertura recenti risultano essere al di fuori dei fusi granulometrici previsti dalla norma (NTC 2008), in quanto caratterizzati dalla presenza di abbondante componente pelitica e di diffusi inclusi ghiaiosi o ciottolosi.

In relazione a quanto esposto in precedenza, quindi, i terreni intercettati dalle opere in progetto risultano chiaramente non suscettibili di possibili fenomeni di liquefazione. Tale condizione è legata, in particolare, sia all'elevato grado di addensamento dei materiali che a locali fenomeni di cementazione chimica e all'abbondante frazione ghiaiosa, ciottolosa e pelitica presente all'interno di tali terreni.

### **5.3.7 Presenza di gas naturali**

Nella realizzazione di opere in sotterraneo, assume particolare rilevanza la valutazione del rischio connesso con la presenza di gas naturali nel sottosuolo. Tra questi, il più comune è il metano che, se miscelato con aria e in concentrazioni comprese tra il 4.5% e il 16.0% di volume, risulta altamente esplosivo. Tale miscela aria-metano è più nota con il termine "*grisou*" ed è caratterizzata dall'essere completamente inodore e incolore. Pertanto, lo scavo di gallerie in terreni geologicamente favorevoli alla presenza di metano va condotto con grande cautela e applicando specifiche precauzioni.

Tra quelle note in letteratura (Holton 1999; Granath & Casero 2004), nessuna formazione potenzialmente favorevole alla presenza di gas nel sottosuolo risulta presente nei settori di intervento e, per tali motivi, non si sono rese necessarie specifiche indagini di approfondimento. Le successioni geologiche interessate dalla realizzazione di opere in sotterraneo possono quindi essere considerate prive di gas naturali e non a rischio di fenomeni connessi con la presenza di metano.

A conferma di quanto espresso, si sottolinea che nel corso della complessa campagna di indagini dirette eseguita non sono stati rilevati o riscontrati indizi macroscopici che potessero lasciare ipotizzare la presenza di gas nelle unità attraversate ed investigate. Ad ogni modo i successivi approfondimenti progettuali e le indagini ad essi propedeutiche dovranno consentire di confermare tale condizione.

### **5.3.8 Studio agenti fluidificanti**

L'adozione della tecnologia meccanizzata per lo scavo della Galleria Sciglio, comporta l'impiego agenti schiumogeni con concentrazioni dipendenti dalle caratteristiche granulometriche e di plasticità dei terreni. I materiali di risulta provenienti dal suddetto scavo, verranno gestiti come sottoprodotti presentando caratteristiche chimiche idonee al riutilizzo. La valutazione dell'impatto eco-tossicologico di tale terreno è stato condotto dal Centro Interdipartimentale per l'Ambiente e i Beni Culturali (CIABC) della Sapienza Università di Roma dove è stata studiata l'interazione tra suoli e miscele lubrificanti utilizzate per lo scavo meccanico, ivi inclusi gli eventuali impatti sulle caratteristiche meccaniche dei suoli, la biodegradabilità dei componenti delle miscele e il loro destino in varie condizioni ambientali nonché gli eventuali effetti di tipo eco-tossicologico.

In particolare la ricerca ha avuto per oggetto la valutazione e quantificazione della degradazione dei componenti primari, in differenti condizioni ambientali e di processo, nonché la valutazione di eventuali rilasci o effetti negativi di tipo eco-tossicologico al termine del periodo di biodegradazione. In maggior dettaglio la ricerca ha avuto per oggetto:

- determinazione della biodegradazione aerobica di miscele lubrificanti in soluzione, in condizioni ottimali ("biodegradabilità intrinseca"), prendendo in considerazione sia la mineralizzazione che la biodegradabilità primaria. Il test di mineralizzazione (test C4) è stato condotto sulla base di uno dei metodi indicati nel Regolamento Europeo No 440/2008 del 30 Maggio 2008 (Test di "Ready

biodegradability”, Metodo C.4-d). Il test di biodegradabilità primaria (test TA) è stato condotto in parallelo e in condizioni analoghe, ma con procedure lievemente modificate per consentire il prelievo nel tempo dei campioni e la conseguente analisi;

- determinazione della biodegradazione di due miscele lubrificanti (prescelte tra quelle investigate al punto precedente) in presenza del suolo, in varie condizioni ambientali. Sono state sostanzialmente utilizzate le condizioni operative per la valutazione della biodegradabilità aerobica nei suoli di cui al metodo C.23 del citato Regolamento No 440/2008 (test C.23). Poiché il metodo citato prevede l'esecuzione del test su piccole quantità di suolo (da 50 a 200 gg), un test ulteriore è stato condotto in parallelo in condizioni leggermente modificate su campioni di suolo molto maggiori (dell'ordine di decine di chili ciascuno, test TM) in modo da poter meglio simulare le condizioni di degradazione che possono aversi in piena scala (ad es. in cumulo);
- determinazione di eventuali effetti della presenza della miscela fluidificante, ivi inclusa eventuali intermedi e prodotti secondari di degradazione, su componenti ecologiche con cui il suolo venisse a contatto (test TET di eco-tossicità);
- determinazione di eventuali effetti della miscela fluidificante, e/o dei suoli residui al procedere della biodegradazione, sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni (test geotecnici).

Lo studio completo viene riportato in **Allegato 4.1**.

### **5.3.9 Caratterizzazione ambientale**

Nel corso delle attività di progettazione definitiva del tracciato ferroviario della linea Messina-Catania Lotto 2 Interconnessione Letojanni - Giampilieri che si sviluppa nel territorio dei comuni di Alì Terme, Forza d'Agrò, Furci Siculo, Gallodoro, Itala, Messina, Nizza di Sicilia, Pagliara, Roccalumera, Santa Teresa di Riva, Sant' Alessio Siculo, Savoca e Scaletta Zanclea per una lunghezza complessiva di 28,4 km sono state eseguite delle analisi di caratterizzazione ambientale atte a definire lo stato qualitativo dei materiali da scavo provenienti dalla realizzazione delle opere lineari all'aperto e la corretta gestione degli stessi, ai sensi del D.P.R.120/2017

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.

In ogni caso, oltre alle analisi di caratterizzazione già eseguite in fase progettuale, in corso d'opera si procederà ad eseguire ulteriori campionamenti per gli scavi in sotterraneo 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).

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.

### Indagini ambientali sui terreni lungo linea

In corrispondenza delle aree oggetto dell'intervento, comprese tra Giampilieri (Messina) e Interconnessione Letojanni, 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.

Sono state eseguite due campagne di indagine di cui una nel 2015 nella prima fase di avvio delle attività propedeutiche alla progettazione definitiva e una nel 2017 ad integrazione della precedente. Tutti i materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotti saranno comunque caratterizzati in corso d'opera, come descritto di seguito.

### Campagna 2015

Le attività di campo hanno visto il prelievo dei seguenti campioni:

- n. 20 campioni di terreno su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale di cui:
  - n. 12 prelevati dai pozzetti esplorativi;
  - n. 6 prelevati dalle porzioni superficiali dei sondaggi ambientali;
  - n. 2 prelevati dai sondaggi geotecnici profondi realizzati per il prelievo di campioni rappresentativi dello scavo delle gallerie naturali in progetto.
- n. 4 campioni di top soil su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale.

Da ognuno dei sondaggi realizzati sono stati prelevati n.3 campioni di terreno rappresentativi di diverse fasce di profondità (i campioni sono sempre stati ricavati dall'omogeneizzazione di terreno corrispondente a un metro di carota di sondaggio), sui quali sono stati ricercati tutti i parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017.

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei campioni prelevati con riferimento alla tipologia di analisi a cui sono stati sottoposti

*Tabella 35: Campioni di terreno prelevati campagna 2015*

Sondaggio	Denominazione campione	Quota di campionamento	Tipologia analisi
<b>S3 APZ</b>	<b>Campione di terreno S3 APZ C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	0.0 ÷ 1.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno S3 APZ C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	1.0 ÷ 2.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno S3 APZ C3 (2,00 - 3,00 m)</b>	2.0 ÷ 3.0 m	Caratterizzazione ambientale
<b>S6 APP</b>	<b>Campione di terreno S6 APP C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	0.0 ÷ 1.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno S6 APP C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	1.0 ÷ 2.0 m	Caratterizzazione ambientale

	<b>Campione di terreno S6 APP C3 (2,00 - 3,00 m)</b>	2.0 ÷ 3.0 m	Caratterizzazione ambientale
<b>PZ2</b>	<b>Campione di terreno Pozzetto 2 C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	0.0 ÷ 1.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 2 C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	1.0 ÷ 2.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 2 C3 (2,00 - 3,00 m)</b>	2.0 ÷ 3.0 m	Caratterizzazione ambientale
<b>PZ3</b>	<b>Campione di terreno Pozzetto 3 C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	0.0 ÷ 1.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 3 C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	1.0 ÷ 2.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 3 C3 (2,00 - 3,00 m)</b>	2.0 ÷ 3.0 m	Caratterizzazione ambientale
<b>PZ4</b>	<b>Campione di terreno Pozzetto 4 C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	0.0 ÷ 1.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 4 C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	1.0 ÷ 2.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 4 C3 (2,00 - 3,00 m)</b>	2.0 ÷ 3.0 m	Caratterizzazione ambientale
<b>PZ5</b>	<b>Campione di terreno Pozzetto 5 C1 (0,00 - 1,00 m)</b>	0.0 ÷ 1.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 5 C2 (1,00 - 2,00 m)</b>	1.0 ÷ 2.0 m	Caratterizzazione ambientale
	<b>Campione di terreno Pozzetto 5 C3 (2,00 - 3,00 m)</b>	2.0 ÷ 3.0 m	Caratterizzazione ambientale
<b>SP1</b>	<b>Campione di terreno Filladi</b>	6.0 ÷ 16.0 m	Caratterizzazione ambientale
<b>SP2</b>	<b>Campione di terreno Alluvioni</b>	20.0 ÷ 20.0 m	Caratterizzazione ambientale



### Campagna 2017

Le attività di campo hanno visto il prelievo dei seguenti campioni:

- n. 18 campioni di terreno su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale di cui:
  - n. 6 prelevati dai pozzetti esplorativi;
  - n. 12 prelevati dalle porzioni superficiali dei sondaggi ambientali;
- n. 3 campione di top soil su cui eseguire le analisi di caratterizzazione ambientale

Da ognuno dei sondaggi realizzati sono stati prelevati n.3 campioni di terreno rappresentativi di diverse fasce di profondità (i campioni sono sempre stati ricavati dall'omogeneizzazione di terreno corrispondente a un metro di carota di sondaggio), sui quali sono stati ricercati tutti i parametri previsti dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa dei campioni prelevati con riferimento alla tipologia di analisi a cui sono stati sottoposti

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b> <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b> Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C

Tabella 36: Campioni di terreno prelevati - sondaggi campagna 2017

Sondaggio	Denominazione campione e quota di campionamento	Tipologia analisi
<b>S21D</b>	Campione di terreno S21Da (-14 a -15 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S21Db (-18 a -19 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S21Dc (-23 a -24 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S22D</b>	Campione di terreno S22Da (-0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S22Db (-5 a -6 da da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S22Dc (-9 a -10 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S24D</b>	Campione di terreno S24Da (-1 a -2 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S24Db (-2 a -3 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S24Dc (-4 a -5 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>S33D</b>	Campione di terreno S33Da (-15 a -16 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S33Db (-20 a -21 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno S33Dc (-24 a -25 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale

Tabella 37: Campioni di terreno prelevati - pozzetti campagna 2017

Sondaggio	Denominazione campione e quota di campionamento	Tipologia analisi
<b>SA6</b>	Campione di terreno SA6b (-1 a -2 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno SA6c (-2 a -3 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>SA7</b>	Campione di terreno SA7a (-0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno SA7b (-1 a -2 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
	Campione di terreno SA7c (-2 a -3 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale
<b>SA8</b>	Campione di terreno SA8a (0 a -1 da p.c.)	Caratterizzazione ambientale

L'ubicazione delle indagini di caratterizzazione, campagna 2015 e campagna 2017 è rappresentata in Allegato 4.2.

Tutte le analisi di caratterizzazione ambientale 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 prima dal D. Lgs. 152/06.

I campioni prelevati sono stati posti in contenitori di vetro a chiusura ermetica, contraddistinti da opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del sondaggio, 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).

Sui campioni prelevati sono stati ricercati i seguenti parametri:

Tabella 38: Caratterizzazione ambientali dei terreni Set Ridotto

<u>Analisi caratterizzazione terreni D.Lgs. 152/06</u>	<u>Metodo di analisi</u>	<u>Unità di</u>
Arsenico	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Cadmio	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Cobalto	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Cromo totale	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Cromo (VI)	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Mercurio	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Nichel	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Piombo	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Rame	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Zinco	UNI EN ISO 13657:2004 + APAT CNR IRSA 3020 Man 29 -----	mg/kg
Benzene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Etilbenzene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Stirene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Toluene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Xilene	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	EPA5021A 2014 + EPA 8260C 2008	mg/kg
Benzo (a) antracene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Benzo (a) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Benzo (b) fluorantene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Benzo (k) fluorantene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Benzo (g,h,i) perilene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Crisene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	179/206

<u>Analisi caratterizzazione terreni D.Lgs. 152/06</u>	<u>Metodo di analisi</u>	<u>Unità di</u>
Dibenzo (a,i) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Indenopirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Pirene	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Sommatoria IPA (da 25 a 37) All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	EPA3541 3630 8270	mg/kg
Idrocarburi C>12	EPA 3541 3620 6015	mg/kg
Amianto SEM (ricerca quantitativa)	DM 06/09/1994 All 1 Met B	mg/kg
Amianto SEM (ricerca qualitativa)	DM 06/09/1994 All 1 Met B	Pes./ass.

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.

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. ed hanno evidenziato in parte il rispetto dei limiti di cui alla Colonna A (Siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale) e in parte il rispetto dei limiti di cui alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), entrambi coerenti alla destinazione d'uso futura dei siti di destinazione individuati nel presente PUT.

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.

In **Allegato 5.2** si riportano le tabelle riepilogative ed i rapporti di prova relativi ai risultati analitici dei terreni.

#### Indagini ambientali sulle acque sotterranee

In corrispondenza dei punti in cui è attesa una minore profondità del livello di falda, con la possibilità che si possa eventualmente verificare una interferenza con la stessa 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 prelevato n.1 campione di acque sotterranee in corrispondenza del sondaggio denominato S21D.

Di seguito si riportano gli analiti ricercati nel campione di acque sotterranee:

Tabella 39: Set analitico acque sotterranee

Analita	U.d.m.
Campionamento	
<b>PARAMETRI CHIMICI</b>	
Temperatura ambiente	°C
Temperatura °C	°C
Livello Piezometrico	m
pH	unità
Ossigeno disciolto	mg/l
Conducibilità	µS/cm
Potenziale Redox	mV
Azoto ammoniacale	mg/l
Azoto nitroso	mg/l
<b>METALLI</b>	
Arsenico	µg/l
Cadmio	µg/l
Cromo	µg/l
Cromo esavalente (VI)	µg/l
Mercurio	µg/l
Nichel	µg/l
Piombo	µg/l
Rame	µg/l
Zinco	µg/l
Idrocarburi totali	[n-esano] µg/l
<b>IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI</b>	
Benzo(a)antracene	µg/l
Benzo(a)pirene	µg/l
Benzo(b)fluorantene	µg/l
Benzo(k)fluorantene	µg/l
Benzo(g,h,i)perilene	µg/l
Crisene	µg/l
Dibenzo(a,e)pirene	µg/l
Dibenzo(a,l)pirene	µg/l
Dibenzo(a,i)pirene	µg/l
Dibenzo(a,h)antracene	µg/l
Dibenzo(a,h)pirene	µg/l
Indeno(1,2,3-c,d)pirene	µg/l

Analita	U.d.m.
Pirene	µg/l
Sommatoria idrocarburi policiclici aromatici	µg/l
<b>FITOFARMACI</b>	
Alaclor	µg/l
Aldrin	µg/l
Atrazina	µg/l
alfa-esacloroetano	µg/l
beta-esacloroetano	µg/l
gamma-esacloroetano	µg/l
Clordano	µg/l
DDD, DDT, DDE	µg/l
Dieldrin	µg/l
Endrin	µg/l
Eptacoloro	µg/l
Eptacoloro epossido	µg/l
Sommatoria fitofarmaci	µg/l
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>	
Benzene	µg/l
Etilbenzene	µg/l
Stirene	µg/l
Toluene	µg/l
Xileni	µg/l
<b>COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>	
Clorometano	µg/l
Triclorometano	µg/l
Cloruro di Vinile	µg/l
1,2-Dicloroetano	µg/l
1,1-Dicloroetilene	µg/l
Tricloroetilene	µg/l
Tetracloroetilene	µg/l
Esaclorobutadiene	µg/l
Sommatoria organoalogenati	µg/l
<b>COMPOSTI ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>	
1,1-Dicloroetano	µg/l
1,2-Dicloroetilene	µg/l
1,2-Dicloropropano	µg/l
1,1,2-Tricloroetano	µg/l
1,2,3-Tricloropropano	µg/l
1,1,2,2-Tetracloroetano	µg/l

Analita	U.d.m.
<b>COMPOSTI ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>	
Tribromometano (Bromoformio)	µg/l
1,2-Dibromoetano	µg/l
Dibromoclorometano	µg/l
Bromodichlorometano	µg/l

In **Allegato 6.2** si riportano le tabelle riepilogative ed i rapporti di prova relativi ai risultati analitici delle acque sotterranee.

Indagini ambientali sui Top Soil lungo linea, sulle aree di deposito temporaneo e sulle aree di stoccaggio

In aggiunta a quanto sopra, le attività di campo hanno visto anche il prelievo campioni di top soil rappresentativi dei primi 0-50 cm di suolo lungo il tracciato e nelle aree di deposito e stoccaggio.

Sui Top Soil sono stati ricercati i seguenti parametri macroindicatori delle potenziali contaminazioni presenti nello strato superficiale di terreno a seguito di attività antropica:

Tabella 40: Set analitico Top Soli campagna 2017

Descrizione parametro	Unità di misura	Metodo di analisi
Alaclor	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Aldrin	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Atrazina	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Alfa Esaclorocicloesano	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Beta Esaclorocicloesano	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Gamma Esaclorocicloesano (Lindano)	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Clordano	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
DDD,DDT,DDE	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Dieldrin	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Endrin	mg/kg	EPA 3541 3630 8081
Policlorofenili PCB	mg/kg	EPA 3541 3630 8082
Diossine e furani	Ng/kg	EPA 3545 1613 + UNEP/POPS/COP 3/I NF/27 11/04/2007 WHO 2005TEF
Amianto SEM (ricerca quantitativa)	mg/kg	DM 06/09/1994 All 1 Met B
Amianto SEM (ricerca qualitativa)	Pres/ass	DM 06/09/1994 All 1 Met B

Tabella 41: Set analitico Top Soli campagna 2015

Parametri
Arsenico
Berillio



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	183/206

### Parametri

Cadmio

Cobalto

Cromo totale

Cromo (VI)

Mercurio

Nichel

Piombo

Rame

Selenio

Zinco

Aromatici

Benzene

Etilbenzene

Stirene

Toluene

Xilene

Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)

Aromatici policiclici

Benzo (a) antracene

Benzo (a) pirene

Benzo (b) fluorantene

Benzo (k) fluorantene

Benzo (g, h,i) perilene

Crisene

Dibenzo (a,e) pirene

Dibenzo (a,l) pirene

Dibenzo (a,i) pirene

Dibenzo (a,h) pirene

Dibenzo (a, h) antracene

Indenopirene

Pirene

Sommatoria IPA (da 25 a 37) All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)

Diossine e Furani

Sommat. PCDD, PCDF conversione T.E.

Idrocarburi

Idrocarburi C<12

Idrocarburi C>12

Fitofarmaci

Parametri
Alaclor
Aldrin
Atrazina
alfa - esacloroesano
beta - esacloroesano
Lindano
Clordano
DDD, DDT, DDE
Dieldrin
Endrin
Frazione granulometrica < 2 mm
Frazione granul. > 2 mm e < 2 cm

### Lungo linea

Le attività di campo hanno visto il prelievo di n.3 campioni di top soil rappresentativi dei primi 0-50 cm di suolo lungo il tracciato nella campagna 2017 e n.4 campione top soil nella campagna 2015.

Di seguito si riportano due tabelle riassuntive dei campioni prelevati:

Tabella 42: Elenco dei campioni di top soil prelevati lungo linea durante la campagna di indagine 2015

ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS -PZ2	1 (0-20 cm)
TS -PZ3	1 (0-20 cm)
TS -PZ4	1 (0-20 cm)
TS-PZ5	1 (0-20 cm)

Tabella 43: Elenco dei campioni di top soil prelevati lungo linea durante la campagna di indagine 2017

ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS06 – SA6-	1 (0-50 cm)
TS07 – SA7	1 (0-50 cm)
TS08 – SA8	1 (0-50 cm)

### Aree di deposito

Per le aree di deposito sono stati prelevati i seguenti campioni:

DT01.2, DT02.2(C1), DT02.2(C2), DT03.2, DT21.2, DT04.2(C1), DT04.2(C2), DT05.2(C1), DT05.2(C2), DT06.2, DT07.2(C1), DT07.2(C2), DT08.2, DT09.2(C1), DT09.2(C2), DT10.2, DT11.2, DT12.2, DT13.2, DT14.2(C1), DT14.2(C2), DT14.2(C3), DT14.2(C4), DT15.2, DT16.2, DT17.2, DT18.2, DT19.2, DT20.2(C1) e DT20.2 (C2).

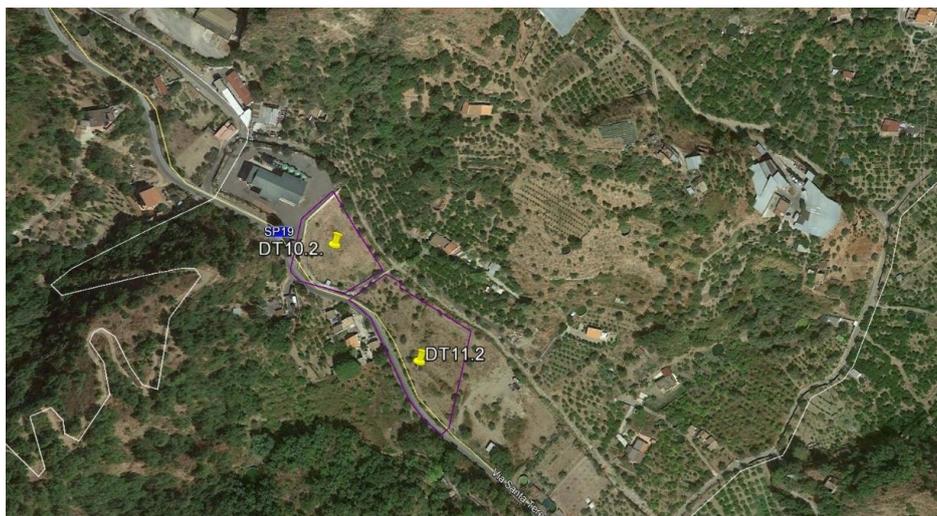
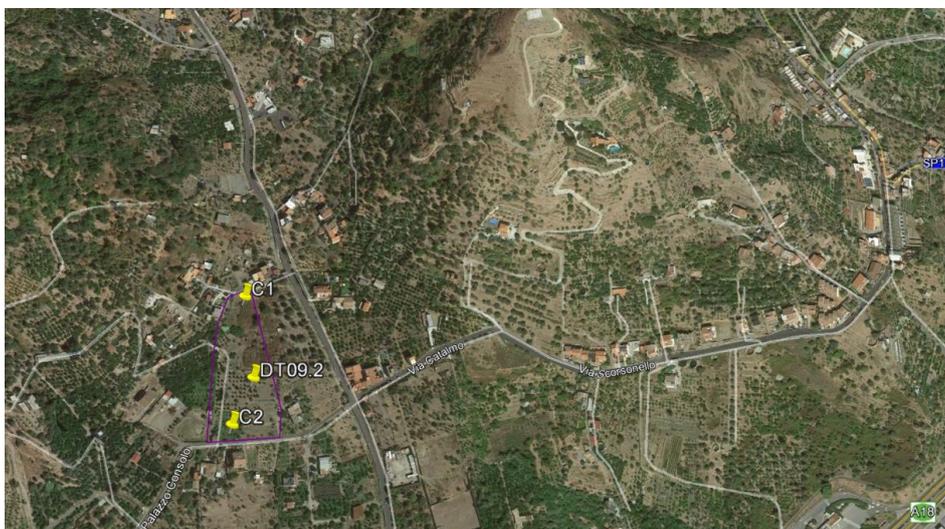
Tabella 44: Elenco dei campioni di top soil prelevati nelle aree di deposito durante la campagna di indagine 2018

ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS01 – DT01.2	1 (0-50 cm)
TS02 – DT02.2(C1)	1 (0-50 cm)
TS03 – DT02.2(C2)	1 (0-50 cm)
TS04 – DT03.2	1 (0-50 cm)
TS05 – DT21.2	1 (0-50 cm)
TS06 – DT04.2(C1)	1 (0-50 cm)
TS07 – DT04.2(C2)	1 (0-50 cm)
TS08 – DT05.2(C1)	1 (0-50 cm)
TS09 – DT05.2(C2)	1 (0-50 cm)
TS10 – DT06.2	1 (0-50 cm)
TS11 – DT07.2(C1)	1 (0-50 cm)
TS12 – DT07.2(C2)	1 (0-50 cm)
TS13 – DT08.2	1 (0-50 cm)
TS14 – DT09.2(C1)	1 (0-50 cm)
TS15 – DT09.2(C2)	1 (0-50 cm)
TS16 – DT10.2	1 (0-50 cm)
TS17 – DT11.2	1 (0-50 cm)
TS18 – DT12.2	1 (0-50 cm)
TS19 – DT13.2	1 (0-50 cm)
TS20 - DT14.2(C1)	1 (0-50 cm)
TS21 - DT14.2(C2)	1 (0-50 cm)
TS22 - DT14.2(C3)	1 (0-50 cm)
TS23 - DT14.2(C4)	1 (0-50 cm)

TS24 - DT15.2	1 (0-50 cm)
TS25 - DT16.2	1 (0-50 cm)
TS26 - DT17.2	1 (0-50 cm)
TS27 - DT18.2	1 (0-50 cm)
TS28 - DT19.2	1 (0-50 cm)
TS29 - DT20.2(C1)	1 (0-50 cm)
TS30 - DT20.2(C2)	1 (0-50 cm)

Di seguito l'ubicazione dei punti di indagine sopra riportati:







### Aree di stoccaggio

Per le aree di stoccaggio sono prelevati i seguenti campioni:

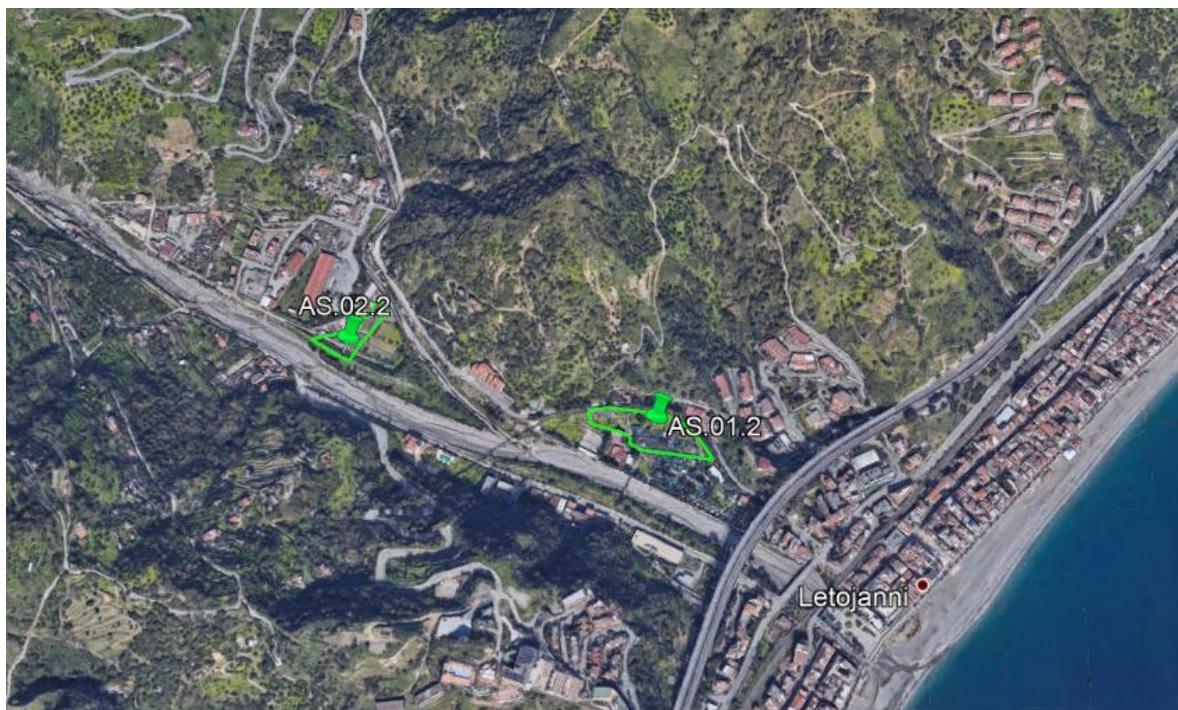
AS.01.2, AS.02.2, AS.03.2\_1, AS.03.2\_2, AS.04.2\_1, AS.04.2\_2, AS.04.2\_3, AS.05.2\_1, AS.05.2\_2, AS.05.2\_3, AS.05.2\_4, AS.05.2\_5, AS.06.2\_1, AS.06.2\_2, AS.07.2, AS.08.2, AS.09.2, AS.09.2a, AS.10.2, AS.11.2\_1, AS.11.2\_2.

Tabella 45: Elenco dei campioni di top soil prelevati nelle aree di stoccaggio durante la campagna di indagine 2017

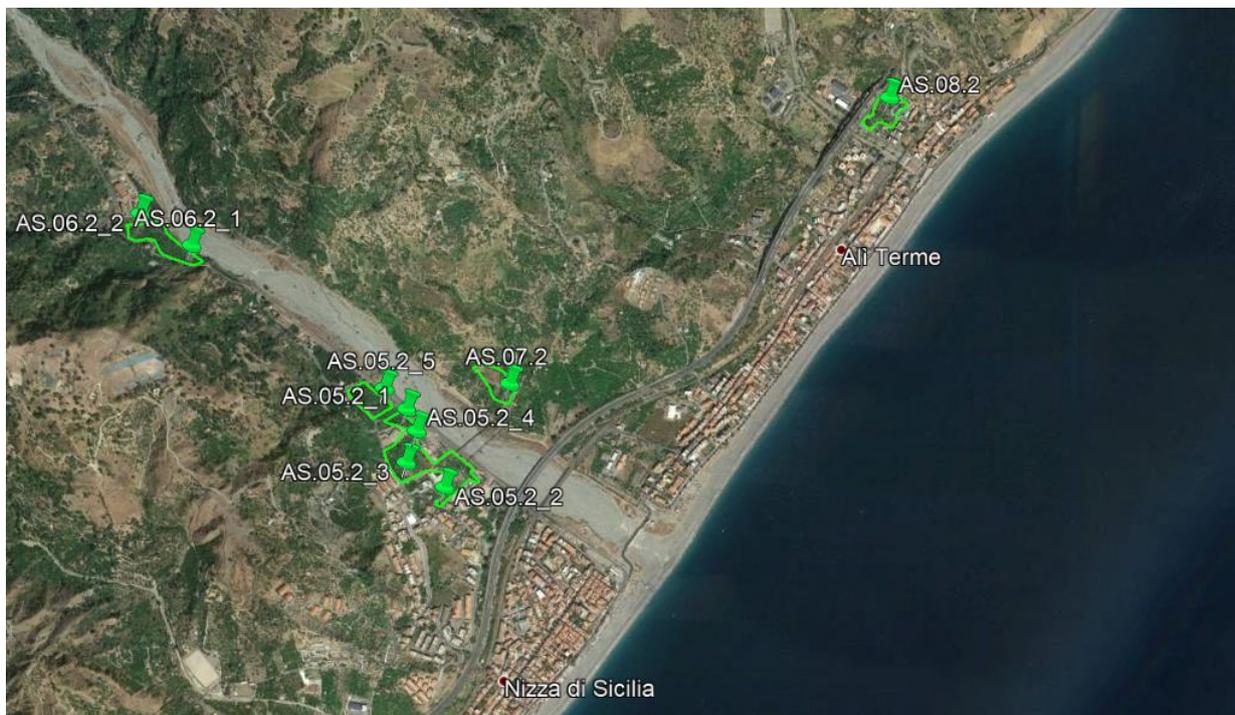
ID indagine	Prelievo campioni
	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS01 – AS.01.2	1 (0-50 cm)
TS02 – AS.02.2	1 (0-50 cm)
TS03 – AS.03.2_1	1 (0-50 cm)
TS04 – AS.03.2_2	1 (0-50 cm)
TS05 – AS.04.2_1	1 (0-50 cm)
TS06 – AS.04.2_2	1 (0-50 cm)
TS07 – AS.04.2_3	1 (0-50 cm)
TS08 – AS.05.2_1	1 (0-50 cm)
TS09 – AS.05.2_2	1 (0-50 cm)
TS10 – AS.05.2_3	1 (0-50 cm)

TS11 – AS.05.2_4	1 (0-50 cm)
TS12 – AS.06.2_1	1 (0-50 cm)
TS13 – AS.06.2_2	1 (0-50 cm)
TS14 – AS.07.2	1 (0-50 cm)
TS15 – AS.08.2	1 (0-50 cm)
TS16 – AS.09.2	1 (0-50 cm)
TS17 - AS.09.2a	1 (0-50 cm)
TS18 - AS.10.2	1 (0-50 cm)
TS19 - AS.11.2_1	1 (0-50 cm)
TS20 - AS.11.2_2	1 (0-50 cm)

Di seguito l'ubicazione dei punti di indagine sopra riportati:









**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO  
PROGETTO DEFINITIVO**

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	192/206

L'ubicazione di tutti i punti di indagine è riportata nell'**Allegato 4.2** alla presente, mentre le tabelle riepilogative ed i rapporti di prova dei risultati analitici dei top soil sono riportati nell'**Allegato 7.2**.

I risultati analitici delle indagini eseguite nella campagna 2017 sono risultati conformi con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Colonna A (Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06).

I risultati analitici delle indagini eseguite nella campagna 2015 sono risultati conformi con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06).

I risultati analitici delle indagini eseguite nelle campagne 2017 e 2018 per le aree di stoccaggio e deposito sono risultati conformi con le Concentrazioni Soglia di Contaminazione di cui alla Colonna A (Siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale) e Colonna B (Siti a destinazione d'uso commerciale e industriale), Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06).

## 5.4 ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

### 5.4.1 Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo

#### Caratterizzazione su cumuli all'interno delle opportune aree di caratterizzazione

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" nel sito di produzione e non necessariamente in corrispondenza delle aree di deposito in attesa di utilizzo individuate.

Come prescritto dall'Allegato 9 del D.P.R. 120/2017, le piazzole di caratterizzazione saranno impermeabilizzate al fine di evitare che i materiali non ancora caratterizzati 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 macro categoria di opera.

Tabella 46: Tabella riepilogativa cumuli di materiali di scavo [1 ogni 5.000 mc]

TEMATICA	TOTALE SOTTOPRODOTTI [mc]	NUMERO ANALISI PUT [1 ogni 5.000 mc]
GALLERIE	3.783.243	757
RILEVATI	42.373	9
TRINCEE	10.346	2
PIAZZALI E FABBRICATI	36.762	8
STAZIONI	5.070	1
VIADOTTI	221.539	45



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	194/206

<b>VIABILITA'</b>	46.211	10
<b>OPERE MINORI</b>	2.700	1
<b>TOTALE</b>	<b>4.148.245</b>	<b>833</b>

Rispetto ai n. 836 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 = 833 cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare per le opere all'aperto si prevede di analizzarne m ~ 46.

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 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, 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 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.120/17.

#### Caratterizzazione direttamente sull'area di scavo e/o sul fronte di avanzamento

La caratterizzazione sull'area di scavo o sul fronte di avanzamento sarà eseguita indicativamente ogni 500 m di avanzamento del fronte della galleria e in ogni caso in occasione dell'inizio dello scavo della galleria, ogni qual volta si verifichino variazioni del processo di produzione o della litologia delle terre e rocce scavate, nonché, comunque, nei casi in cui si riscontrino evidenze di potenziale contaminazione. 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.

Ciò premesso, nella tabella seguente si riporta il numero di campioni medi (che si otterranno dal prelievo di più campioni elementari) che si prevede di analizzare per la caratterizzazione dei materiali di scavo provenienti dalle opere in sotterraneo, sulla base dei criteri sopra esposti.

Galleria	pk imbocco lato CT	pk imbocco lato ME	L (m)	Numero campionamenti
Taormina	13+900	16+009	2.109	4
Letojanni	16+272	20+133	3 861	8
Forza d'Agrò	20+272	22+732	2 460	5
Sciglio	23+448	32+690	9 242	18
Nizza	33+395	33+890	495	1
Alì	34+300	34+439	139	1
Quali	34+717	38+907	4 190	8
Scaletta	39+168	41+899	2 731	5

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 196/206

#### 5.4.2 *Rispetto dei requisiti di qualità ambientale*

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'art. 184 bis, comma 1, lettera d), del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti, è garantito se il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo è inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione (Colonna B) e dei siti di destinazione (Colonna B), 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, ripascimenti, interventi in mare, miglioramenti fondiari o viari oppure altre forme di ripristini e miglioramenti ambientali, per rilevati, per sottofondi e nel corso di processi di produzione industriale in sostituzione dei materiali di cava:*

- *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 saranno conferiti unicamente a siti a destinazione d'uso commerciale/industriale (wbs interne al progetto o siti di conferimento esterni), come meglio specificato di seguito.

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, si provvederà a gestire il materiale in questione in ambito normativo di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

#### 5.4.3 *Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO)*

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

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

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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	197/206

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 temporaneo 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 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.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
	<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b> Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C

## 5.5 BILANCIO E GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA IN FASE DI REALIZZAZIONE

### 5.5.1 Tabella riepilogativa bilancio materiali

LOTTO 2							
Produzione complessiva [m <sup>3</sup> ]	Utilizzo in qualità di sottoprodotti [m <sup>3</sup> ]		Utilizzo esterno in qualità di rifiuti [m <sup>3</sup> ]			Fabbisogno del progetto [m <sup>3</sup> ]	Approvvigionamento esterno [m <sup>3</sup> ]
	Utilizzo interno in qualità di sottoprodotti [m <sup>3</sup> ]	Utilizzo esterno in qualità di sottoprodotti [m <sup>3</sup> ]	BALLAST [m <sup>3</sup> ]	SCAVO VECCHIA SEDE FERROVIARIA [m <sup>3</sup> ]	TERRE DA SCAVI [m <sup>3</sup> ]		
<b>4.464.372</b>	373.150	3.775.095	<b>60.789</b>	<b>127.340</b>	<b>127.998</b>	1.514.532	1.141.382
	<b>4.148.245</b>		<b>316.127</b>				



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	199/206

Con riferimento alla suddetta tabella, **ca. 4.148.245 mc** in banco di materiali provenienti dagli scavi saranno pertanto gestiti come sottoprodotti, in esclusione dal regime dei rifiuti, e conferiti ai siti di deposito in attesa di utilizzo ed ai siti di utilizzo finale ai sensi del D.P.R. 120/2017, come descritto di seguito.

Relativamente alla quota parte di materiali di scavo in esubero che verranno gestiti in qualità di rifiuti (**316.127 mc** in banco), si precisa che essi saranno provenienti dalla demolizione della sede ferroviaria esistente e da scavi di pali e diaframmi.

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 1.2** si riporta il bilancio dei materiali suddiviso per ciascuna WBS di progetto.

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.

### **5.5.2 Riutilizzo finale interno al progetto – interventi lungo linea**

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 delle lavorazioni in qualità di sottoprodotti **373.150 mc** (in banco) di materiali da riutilizzare nell'ambito della stessa WBS nello stesso sito in cui sono stati prodotti, o in diverse WBS previo eventuale deposito in sito e previo eventuale trattamento di normale pratica industriale.

Si ricorda che, viste le caratteristiche geologiche/geomeccaniche dei materiali scavati al fine di renderne l'utilizzo maggiormente efficace per rinterri/rilevati si procederà a sottoporre quota parte dei materiali che si prevede di riutilizzare internamente a trattamenti di normale pratica industriale (riduzione volumetrica e selezione granulometrica) con le modalità precedentemente descritte.

#### **5.5.2.1 Deposito intermedio**

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. Nel caso in cui in uno stesso sito di deposito intermedio siano stoccati sia i materiali di scavo destinati ai riutilizzi interni sia i materiali di scavo destinati ad un utilizzo finale esterno (siti di conferimento esterni), si provvederà infatti ad assicurare la separazione fisica degli stessi.

I materiali saranno suddivisi per WBS e sottoposti ad indagini di caratterizzazione ambientale, così come descritte nei paragrafi precedenti, all'interno delle aree di stoccaggio o di opportune piazzole di caratterizzazione.

#### *5.5.2.1.1 Modalità di deposito dei materiali da scavo*

Le aree di deposito e zone di movimentazione (carico/scarico) saranno allestite presso le aree di deposito di cui sopra.

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

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

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

Da un punto di vista costruttivo si procederà quindi 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 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.

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.

Seguirà poi l'impermeabilizzazione della superficie e degli argini in terra con telo di materiale polimerico (HDPE) previa stesura di tessuto non tessuto a protezione del telo stesso. Al di sopra della geomembrana impermeabilizzante sarà, quindi, posato uno strato di terreno compattato dello spessore di 10 – 15 cm per evitare danneggiamenti della struttura impermeabile realizzata dovuti al transito dei mezzi d'opera.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	201/206

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 che i materiali non gestiti come sottoprodotto si sottolinea il fatto che ogni piazzola presente sarà adibita ad ospitare i materiali per singola e ben distinta tipologia: le piazzole in cui depositare i materiali terrigeni di scavo potranno ospitare solo quelli, mentre quelle adibite al deposito rifiuti (suddivisi a loro volta per tipologia merceologica) potranno ricevere solo i rifiuti.

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 saranno suddivisi in cumuli; la tracciabilità dei materiali sarà assicurata avendo cura di utilizzare sistemi identificativi di ogni cumulo (cartellonistica), al fine di poterne rintracciare la tipologia e, inoltre, il sito e la lavorazione (WBS) di provenienza.

#### 5.5.2.2 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) ed, infine, a quelli di utilizzo (WBS interne al progetto).

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.

In **Allegato 8.2** si riporta una planimetria con l'indicazione dei percorsi utilizzabili per il conferimento dei materiali dal sito di produzione al sito di deposito in attesa di utilizzo e infine ai siti di utilizzo finale.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 202/206

### 5.5.3 Riutilizzo finale esterno al progetto

Come anticipato sopra, i materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto (**3.775.095 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 temporaneo e infine ai siti di rimodellamento morfologico individuati e di seguito riportati, previa verifica del rispetto dei limiti di cui alla Tabella 1, Allegato A alla Parte IV Titolo V del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., compatibilmente con la destinazione d'uso futura degli stessi.

Le modalità di individuazione degli idonei siti di conferimento, come meglio dettagliato di seguito, sono state definite sulla base di quanto prescritto dalla normativa ambientale vigente ed in linea con le procedure societarie di riferimento, nonché di quanto adottato anche nell'ambito della predisposizione di progetti analoghi.

Ciò posto si riportano di seguito le diverse attività di individuazione dei siti di conferimento esterni eseguite da Italferr nel corso della Progettazione Definitiva degli interventi ai fini di garantire la certezza dell'utilizzo nel rispetto dei criteri definiti dal D.P.R. 120/2017 per la gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti nonché al fine di garantire il rispetto dei principi di legalità e trasparenza.

In particolare, in riferimento alle caratteristiche dei materiali di scavo accertate in fase progettuale, attraverso il diretto coinvolgimento ufficiale degli Enti/Amministrazioni territorialmente competenti, sono stati individuati i potenziali siti di conferimento successivamente contattati e selezionati mediante specifica analisi multicriteria sulla base dei seguenti criteri/caratteristiche di ciascun sito:

- 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.

L'applicazione dei criteri di cui sopra ha permesso di selezionare i seguenti siti di destinazione idonei al conferimento dei materiali da scavo, ai sensi del D.P.R. 120/2017:

- Cava Timoniere - Currò Later prefabbricati srl sita in C.da Timoniere comune di Torregrotta in provincia di Messina – Disponibilità ricettiva **1.300.000 mc** (di cui 500.000 mc utilizzati per il Lotto 1)
- EtnaCave – sita in Loc. C.da Costa San Vito comune di Belpasso in provincia di Catania – Disponibilità ricettiva di **2.000.000 mc**.

- Cava Spezzagallo – BNG Immobiliare srl – sita in C.da Spezzagallo comune di Cerami provincia di Enna - Disponibilità ricettiva **400.000 mc.**

Poiché la disponibilità manifestata non assicura una capacità ricettiva in grado di garantire la certezza del sito di destinazione finale per il quantitativo di materiali di scavo stimato per ciascuna tipologia di produzione e per tutta la durata dell'appalto, è stata reiterata un'ulteriore indagine sul territorio che ha determinato l'individuazione di ulteriori n.8 potenziali siti, di seguito elencati:

- Cava S.Anna-Ansema – Ditta Ansema srl – sita in C.da S. Anna comune di Barcellona P.G. provincia di Messina - Disponibilità ricettiva **100.000 mc.**
- Comune di Villafranca – litorale del Comune di Villafranca in provincia di Messina – Disponibilità ricettiva di **100.000 mc.**
- Comune di Messina – Villaggi S. Margherita-Galati Marina nel Comune di Messina – Disponibilità ricettiva di **500.000 mc.**
- Comune di Messina – Villaggi Casabianca-Mezzana Mulinello-Rodia nel Comune di Messina – Disponibilità ricettiva di **155.000 mc.**
- Soc. Semplice Luppinaro – sita nel Comune di Lentini in provincia di Siracusa - Disponibilità ricettiva di **220.000 mc.**
- Ditta Fiumara- Lo Castro – sita nel Comune di Lentini in provincia di Siracusa - Disponibilità ricettiva di **220.000 mc.**
- Ditta Granulati Basaltici – sita nel Comune di Lentini in provincia di Siracusa - Disponibilità ricettiva di **220.000 mc.**
- Ditta REM srl – sita nel Comune di Lentini in provincia di Siracusa - Disponibilità ricettiva di **1.000.000 mc.**

Per i suddetti siti sono attualmente in corso le seguenti ulteriori verifiche/attività di indagine:

- Esecuzione di sopralluoghi, ricerche bibliografiche di settore ed acquisizione documentazione inerente la tipologia del sito (cava dismessa, cava abbandonata, ecc.), le caratteristiche geologiche/idrogeologiche del sito, le caratteristiche del progetto di riqualifica, la sussistenza di eventuali vincoli e le autorizzazioni in essere e/o da acquisire;
- Esecuzione di campagne di indagine volte ad accertare la compatibilità ambientale dei siti attraverso indagini superficiali sulla matrice terreni, verificare lo stato qualitativo delle pareti e del fondo scavo ed escludere la presenza di eventuali criticità ambientali;
- Stima dell'onere di conferimento sulla base di apposite richieste di offerta inviate ai Proprietari/Gestori dei suddetti siti di destinazione.

	<b>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO</b> <b>RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO</b>  <b>PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO</b>  Relazione Generale	COMMESSA RS2S	LOTTO 00	CODIFICA D 69	DOCUMENTO RG TA 00 00 001	REV. C	PAG. 204/206

Al termine delle attività di cui sopra, la scrivente procederà ad eseguire una comparazione multicriteria sulla base delle valutazioni di compatibilità tecnica ed ambientale eseguite nel corso dello sviluppo del Progetto Definitivo.

Per i n.3 siti già individuati sono state prodotte, in linea con quanto riportato nell'Allegato 5 del D.P.R. 120/2017, delle schede descrittive (**Allegato 9.2**), contenenti i temi di seguito elencati nonché gli elementi necessari all'implementazione dell'analisi multicriteria di cui sopra:

Inquadramento territoriale:

- denominazione dei siti, desunta dalla toponomastica del luogo;
- ubicazione dei siti (comune, via, numero civico se presente);
- estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR);
- corografia (scala 1:2.000).

Inquadramento urbanistico:

- individuazione della destinazione d'uso urbanistica attuale.

Inquadramento geologico ed idrogeologico:

- descrizione del contesto geologico della zona, anche mediante l'utilizzo di informazioni derivanti da pregresse relazioni geologiche e geotecniche;
- descrizione del contesto idrogeologico della zona (presenza o meno di acquiferi e loro tipologia) anche mediante indagini pregresse;
- livelli piezometrici degli acquiferi principali, direzione di flusso, con eventuale ubicazione dei pozzi e piezometri se presenti (cartografia preferibilmente a scala 1:5.000).

Descrizione delle attività svolte sul sito:

- uso pregresso del sito e cronistoria delle attività antropiche svolte sul sito
- esecuzione indagini ambientali presso i potenziali siti di conferimento

Oltre ai contenuti delle suddette schede, in **Allegato 10.2** verranno riportate le manifestazioni di interesse a ricevere i materiali di scavo in questione da parte di ciascun sito selezionato nonché la documentazione autorizzativa inerente le attività di riqualifica dei siti di destinazione individuati.

Si precisa che i suddetti Allegati verranno integrati a seguito degli approfondimenti tecnici di cui sopra eseguiti sui n.8 potenziali siti individuati.

5.5.3.1 Modalità di deposito dei materiali da scavo



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO

PROGETTO DEFINITIVO

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO

Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	205/206

I materiali di scavo destinati ad essere utilizzati nei siti di conferimento individuati saranno temporaneamente allocati presso le aree di stoccaggio interne al cantiere (siti di deposito in attesa di utilizzo), 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 identificando, 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.

Le aree di deposito individuate sono le medesime individuate per il deposito dei materiali da riutilizzare all'interno dell'opera stessa, per i dettagli delle quali si rimanda a quanto sopra descritto.

Per tale motivo all'interno di ogni area i materiali di scavo saranno infatti debitamente separati e segnalati tramite l'utilizzo di apposita cartellonistica.

#### 5.5.3.2 Modalità di trasporto

Per il conferimento dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti presso i siti di destinazione, previo stoccaggio nei siti di deposito in attesa di utilizzo, si prevede il trasporto su gomma con automezzi, con le modalità precedentemente descritte e secondo i percorsi individuati nell'**Allegato 11.2**.

In merito ai siti di conferimento esterni dei sottoprodotti, infatti, è stato effettuato un accurato studio delle disponibilità offerte dal territorio di interesse nonché dei potenziali impatti ambientali connessi alla movimentazione e trasporto dei materiali dal tracciato di progetto fino all'utilizzo finale.

Come si evince dai criteri descritti sopra, infatti, la selezione di ciascun sito ha tenuto conto, oltre alla rispondenza ai criteri dettati dall'Allegato 5 al D.P.R. 120/2017 (inquadramento territoriale, urbanistico, storia del sito, uso del suolo, ricognizione dei vincoli ambientali e paesaggistici presenti, caratteristiche geologiche, idrogeologiche, morfologiche, ricettori presenti, accessibilità dei siti, ecc.) delle peculiarità dei potenziali siti di destinazione tali da escludere impatti significativi sulle matrici ambientali interessate e sui potenziali ricettori interferiti.

Per maggiori dettagli si rimanda alle schede riportate in allegato.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA - PALERMO  
RADDOPPIO DELLA TRATTA GIAMPILIERI – FIUMEFREDDO  
PROGETTO DEFINITIVO

**PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DI SCAVO**  
Relazione Generale

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
RS2S	00	D 69	RG TA 00 00 001	C	206/206

## 5.6 EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO

La validità del presente piano di utilizzo è da intendersi pari alla durata dei lavori di realizzazione dell'opera in progetto, stimati complessivamente in circa 5.920 gg (16,2 anni), incluse le attività di riambientalizzazione e rimodellamento dei siti di destinazione delle terre da scavo individuati. Nel dettaglio la durata dei lavori prevista e quindi la validità del presente piano di utilizzo è pari a: 3.500 gnc (9,5 anni) per il Lotto 2.

In **allegato 12.2** il cronoprogramma dei lavori.