

S.S. 16 "ADRIATICA"
TRONCO BARI - MOLA

Lavori di realizzazione di una variante alla S.S.16 "Adriatica" nel tratto compreso tra Bari e Mola con adozione della sezione stradale B del D.M. 05/11/2001.

PROGETTO DEFINITIVO

COD. BA26

R.T.I. di PROGETTAZIONE:



I PROGETTISTI:

Ing. Marco Bonfanti
Ordine degli Ingegneri Milano N°A23384

INTEGRATORE DEI SERVIZI:

Ing. Andrea Polli
Ordine degli Ingegneri Roma N°A19540

IL RESPONSABILE DEL S.I.A.:

Dott. Andrea Pilli
Ordine degli Architetti PPC della provincia di Venezia N°3854

IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Lorenzo Verzani
Ordine dei Geologi della Lombardia N°1234

IL COORDINATORE DELLA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Ing. Marco Meneguzzer
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Trento N°1483

ARCHEOLOGIA:

Dott.ssa Frida Occeili
Archeologa 1° fascia con abilitazione archeologia preventiva, elenco MIC n. 1.277

VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO :

Ing. Maria Francesca Marranchelli



INTERVENTI DI INSERIMENTO PAESAGGISTICO E AMBIENTALE

PIANO DI UTILIZZO DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

CODICE PROGETTO			NOME FILE		REVISIONE	SCALA:
PROGETTO	LIV. PROG.	ANNO	P00IA20AMBRE02C			
STBA0026	D	21	CODICE ELAB.	TOOPSOOSICRE01	C	-
C	EMISSIONE PD		Luglio 2021	Geom. P. Santelia	Ing. M. Molteni	Ing. M. Bonfanti
B						
A	EMISSIONE PFTE PER CSLLPP		Luglio 2021	Ing. V. Vitucci	Arch. R. Sanseverino	Ing. A. Sanchirico
REV.	DESCRIZIONE		DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	RIFERIMENTI E DEFINIZIONI	4
2.1	RIFERIMENTI NORMATIVI	4
2.2	DEFINIZIONI.....	6
2.3	AMBITO E OBIETTIVI DEL PIANO DI UTILIZZO	9
3	DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA IN PROGETTO	10
3.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI PROGETTO.....	10
3.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
3.3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	11
3.4	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	13
3.5	CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	14
3.6	TECNICHE DI SCAVO.....	16
3.6.1	SCAVI A CIELO APERTO.....	16
3.6.2	PALI TRIVELLATI.....	16
3.7	DEPOSITI INTERMEDI.....	17
4	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO....	19
4.1	CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI MATERIALI DI SCAVO	19
4.1.1	ATTIVITÀ IN SITU.....	19
4.1.2	CAMPAGNA INDAGINE DIRETTA.....	20
4.1.1	CAMPAGNA INDAGINE INDIRETTA.....	21
4.2	CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO.....	22
4.2.1	CAMPIONAMENTO TERRE DA POZZETTO AMBIENTALE	22
4.2.2	CAMPIONAMENTO ACQUE DA PIEZOMETRO.....	26
4.2.3	RILIEVO GAS	27
4.3	INDAGINI AMBIENTALI IN CORSO D'OPERA.....	28
4.3.1	MODALITÀ DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE	28
4.3.2	MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEI CAMPIONI PER ANALISI CHIMICHE	29
4.3.3	ANALISI CHIMICO-FISICHE DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO DA GESTIRE IN QUALITÀ DI SOTTOPRODOTTO	29

4.3.4	MATRICI MATERIALI DI RIPORTO.....	30
5	BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO	32
5.1	TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DEI FLUSSI DEI MATERIALI DI SCAVO	32
5.2	RIUTILIZZO FINALE INTERNO ALL'OPERA	33
5.2.1	TIPOLOGIA E QUANTITATIVI DI MATERIALE RIUTILIZZABILE ALL'INTERNO DELL'OPERA	33
5.2.2	DEPOSITO INTERNI IN ATTESA DI RIUTILIZZO	33
5.2.3	MODALITÀ DI DEPOSITO DEI MATERIALI DA SCAVO	34
5.2.1	MODALITÀ DI TRASPORTO	35
5.3	UTILIZZO FINALE ESTERNO ALL'OPERA.....	36
5.3.1	MODALITÀ DI DEPOSITO DEI MATERIALI DI SCAVO	36
5.3.1	MODALITÀ DI TRASPORTO	37
6	VALIDITÀ DEL PIANO DI UTILIZZO.....	38
7	ALLEGATI	39

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 alla realizzazione della S.S. 16 “Adriatica”: Tronco Bari – Mola di Bari (Variante del tratto compreso tra Bari e Mola con adozione della sezione stradale B del DM 5/11/2001).

Ai fini di inquadrare l’opera di che trattasi, nel presente documento, viene riportata una sintesi della descrizione dell’opera e del contesto territoriale in cui si colloca.

Inoltre, vengono sintetizzate le indagini geotecniche e ambientali eseguite in ante opera dall’istituto di Ricerca e Sperimentazione Sidercem srl, su incarico di ANAS Spa lungo il tracciato di progetto.

Nell’ambito della progettazione si sono tenuti fermi alcuni punti fondamentali da rispettare al fine di ottimizzare l’uso delle “risorse naturali”, prevedendo un’analisi complessiva delle terre e rocce da scavo, attraverso la produzione e gestione dei sottoprodotti, in particolare provvedendo alla definizione delle tipologie e della quantità, alla caratterizzazione degli stessi, all’indicazione delle relative destinazioni e alla precisazione delle procedure previste sulla base del quadro normativo di riferimento.

Con una corretta gestione delle terre verrà garantita, nel rispetto della normativa in materia, la minimizzazione della produzione di rifiuti e l’ottimizzazione del loro recupero.

2 RIFERIMENTI E DEFINIZIONI

2.1 Riferimenti normativi

La normativa vigente in materia di Terre e Rocce da Scavo fa prevalentemente capo al D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i. (art. 183, Definizioni, 184bis, 185) e al Decreto n. 120/2017 che, in linea generale, detta la disciplina normativa per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo a partire da un elemento di fondo: la definizione dei materiali di scavo come "sottoprodotti" ed i criteri qualitativi cui gli stessi devono sottostare per essere così classificati.

Di seguito si riportano gli elementi più significativi, desunti dal succitato Decreto, cui l'appaltatore si atterrà nell'ambito dello sviluppo realizzativo dell'Opera in progetto.

Alla luce dei riferimenti normativi citati, l'impiego di terre e rocce da scavo come sottoprodotti è quindi consentito nel rispetto delle condizioni fissate nel D.Lgs. 152/2006 all'articolo 183, comma 1 lettera qq):

"... sottoprodotto: qualsiasi sostanza od oggetto che soddisfa le condizioni di cui all'articolo 184-bis, comma 1, o che rispetta i criteri stabiliti in base all'articolo 184-bis, comma 2".

Le condizioni fissate dall' all'articolo 184-bis, comma 1, per il sottoprodotto sono:

- a) la sostanza o l'oggetto è originato da un processo di produzione, di cui costituisce parte integrante, e il cui scopo primario non è la produzione di tale sostanza od oggetto;*
- b) è certo che la sostanza o l'oggetto sarà utilizzato, nel corso dello stesso o di un successivo processo di produzione o di utilizzazione, da parte del produttore o di terzi;*
- c) la sostanza o l'oggetto può essere utilizzato direttamente senza alcun ulteriore trattamento diverso dalla normale pratica industriale;*
- d) l'ulteriore utilizzo è legale, ossia la sostanza o l'oggetto soddisfa, per l'utilizzo specifico, tutti i requisiti pertinenti riguardanti i prodotti e la protezione della salute e dell'ambiente e non porterà a impatti complessivi negativi sull'ambiente o la salute umana.*

Detto testo è ora integrato dall'articolo 4 del DPR 120/2017, che definisce i requisiti che deve possedere il materiale di scavo per essere classificato quale "sottoprodotto" (in applicazione dell'art. 184bis, comma 1 del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.).

Il Decreto 13 giugno 2017, n. 120, "Regolamento recante la Disciplina semplificata dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo" disciplina l'utilizzazione delle terre e rocce da scavo e definisce, sulla base delle condizioni previste al comma 1 dell'art. 184 bis del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m., i criteri qualitativi da soddisfare affinché i materiali di scavo siano considerati sottoprodotti e non rifiuti, ai sensi dell'art. 183, comma 1, lett. qq) del citato D.Lgs n. 152/2006 e s.m.i

Sono definite quali terre e rocce da scavo (art. 2, lettera c):

"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, purchè 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".

Il medesimo articolo del Regolamento definisce e distingue, in merito alle terre e rocce da scavo, il sito di produzione ("uno o più siti in cui è generate le terre e rocce da scavo"); il sito di destinazione ("il sito, come indicato dal piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21, in cui le terre e rocce da scavo qualificate sottoprodotto sono utilizzate"); il 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").

L'art. 4, comma 2, stabilisce i requisiti cui devono rispondere le terre e rocce da scavo da scavo per essere considerato un sottoprodotto:

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).

La sussistenza delle condizioni sopra riportate è comprovata tramite il Piano di Utilizzo, di cui all'art 9 del DPR 120/2017, da presentarsi all'autorità competente - da parte del proponente l'opera - almeno 90 giorni prima dell'inizio dei lavori.

Il Piano è redatto in conformità all'Allegato 5 del DPR predetto (Piano di Utilizzo). Il Piano attesta la sussistenza dei requisiti di cui all'art. 4. Nel caso in cui per il materiale da scavo il Piano di Utilizzo dimostri che le concentrazioni di elementi e composti di cui alla Tabella 4.1. dell'Allegato 4 del Regolamento non superino le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'Allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di produzione e del sito di destinazione secondo il

medesimo Piano di Utilizzo, l'Autorità competente approva il Piano entro 90 giorni dalla sua presentazione e/o delle sue eventuali integrazioni. Decorso il termine di 90 giorni dalla presentazione del Piano di Utilizzo o delle sue eventuali integrazioni, il proponente gestisce il materiale di scavo nel rispetto del Piano di Utilizzo, fermi restando gli obblighi previsti dalla normativa vigente per la realizzazione dell'opera (cosiddetto silenzio assenso).

Il Piano di Utilizzo definisce la durata del Piano stesso. Decorso tale termine temporale, il Piano di Utilizzo cessa di produrre effetti. Salvo deroghe espressamente motivate, l'inizio dei lavori deve avvenire entro due anni dalla presentazione del Piano. Allo scadere dei termini di validità del Piano, viene meno la qualifica di sottoprodotto del materiale da scavo, con conseguente obbligo di gestire il predetto materiale come rifiuto, ai sensi e per gli effetti dell'art. 183, co. 1, lett a) del D.Lgs. n. 152/2006. Il proponente ha facoltà di presentare, prima della scadenza del Piano, un nuovo Piano di Utilizzo, con durata massima di due anni. In caso di violazione degli obblighi assunti nel Piano o del venire meno di una delle condizioni, viene anche meno la qualifica di sottoprodotto del materiale di scavo, con conseguente obbligo di gestione del materiale come rifiuto.

In caso di modifica sostanziale dei requisiti di cui all'art. 15, co. 2, indicati nel Piano di Utilizzo, il proponente o l'esecutore aggiornano il Piano secondo la procedura prevista dal medesimo articolo al comma 1.

L'avvenuto utilizzo del materiale escavato in conformità al Piano di Utilizzo è attestato dall'esecutore all'autorità competente, in conformità all'Allegato 8 (Dichiarazione di avvenuto utilizzo D.A.U.) e corredata dalla documentazione completa ivi richiamata.

In tutte le fasi successive all'uscita del materiale dal sito di produzione, il trasporto del materiale escavato è accompagnato dalla documentazione indicata all'Allegato 7 (Documento di trasporto) del DPR succitato.

2.2 Definizioni

Nel presente PUT si definiscono le seguenti tipologie di cantieri:

- **cantieri 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 lavorazione:** sono le aree in corrispondenza del tracciato da realizzare (rilevati e tratti in trincea, rotatorie ecc); sono sostanzialmente aree di lavoro mobili che avanzano in base allo sviluppo dell'attività lavorativa.;
- **deposito intermedio:** 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 in cantiere o presso siti esterni all'opera.

Alle precedenti definizioni si aggiungono le seguenti:

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 (nel caso specifico l'Autorità competente è rappresentata dal Ministero dell'Ambiente);

e) «caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo»: attività svolta per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale delle terre e rocce da scavo in conformità a quanto stabilito dal presente regolamento;

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 matrici 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»: il sito, come indicato dal piano di utilizzo o nella dichiarazione di cui all'articolo 21, 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 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 (ad ogni buon conto si reputa necessario fare riferimento anche a quanto contenuto nelle "Linea guida sull'applicazione della disciplina per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo" approvate con Delibera n 54/2019 del SNPA, ndr);

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) «ciclo produttivo di destinazione»: il processo produttivo nel quale le terre e rocce da scavo sono utilizzate come sottoprodotti in sostituzione del materiale di cava;

t) «sito oggetto di bonifica»: sito nel quale sono state attivate le procedure di cui al Titolo V, della Parte IV, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152;

u) «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 considera come opera, ai sensi dell'art. 2 del D.P.R. 120/2017, l'insieme dei lavori di realizzazione di una variante alla S.S. 16 del tratto compreso tra Bari e Mola, con adozione della sezione stradale B2 del D.M. 5.11.2001;
- le terre e rocce da scavo sono costituite da suolo derivante da attività di scavo attraverso tradizionali mezzi meccanici;
- l'Autorità Competente di cui all'art. 5, comma 1, lettera o) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. è identificata nel Ministero della Transizione Ecologica (MiTE);
- i siti di produzione da cui è generato il materiale da scavo sono le wbs/parti d'opera in cui è stata suddivisa l'opera;
- i siti di deposito intermedio previsti sono le due aree situate rispettivamente all'inizio del tracciato (denominata AS02) e in prossimità dello svincolo di Triggiano (denominata AS01);

2.3 Ambito e obiettivi del piano di utilizzo

Di seguito si riporta uno schema esemplificativo dell'ambito di riferimento del Piano di Utilizzo dei materiali da scavo attuato nel cantiere in oggetto.

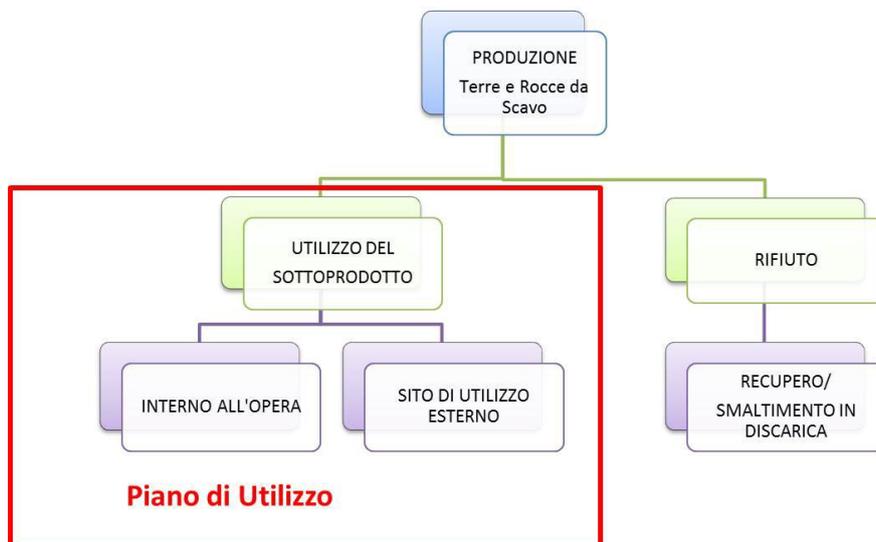


Figura 1: Ambito di validità del PUT

Nel rispetto dei principi generali della normativa in materia ambientale, l'obiettivo perseguito in sede di sviluppo del PD è il **massimo riutilizzo dei materiali da scavo**.

3 DESCRIZIONE SINTETICA DELL'OPERA IN PROGETTO

3.1 Inquadramento territoriale dell'area di progetto

L'area di studio si colloca nella porzione centrale della Regione Puglia, a sud della città di Bari, ovvero ai margini settentrionali della "subregione" pugliese-lucana nominata "le Murge"; corrispondente a un altopiano carsico di forma quadrangolare situato tra la Puglia centrale e la Basilicata nord-orientale.

Il territorio dell'altopiano fa parte prevalentemente della città metropolitana di Bari e della provincia di Barletta-Andria-Trani e si estende a occidente fin nella provincia di Matera, in Basilicata; inoltre, si prolunga verso sud nelle province di Taranto (Murge tarantine) e marginalmente Brindisi.

Il tracciato di progetto riguarda, in particolare, il territorio dei comuni di Bari, Triggiano, Noicattaro, Rutigliano, San Maderno e Mola di Bari.

L'intervento riguarda il tratto della SS 16 che va dalla progressiva Km 805 circa, nei pressi dello svincolo attuale con la SS100, alla progressiva Km 822, nei pressi dello svincolo attuale con la provinciale Mola – Rutigliano, sulla variante di Mola.

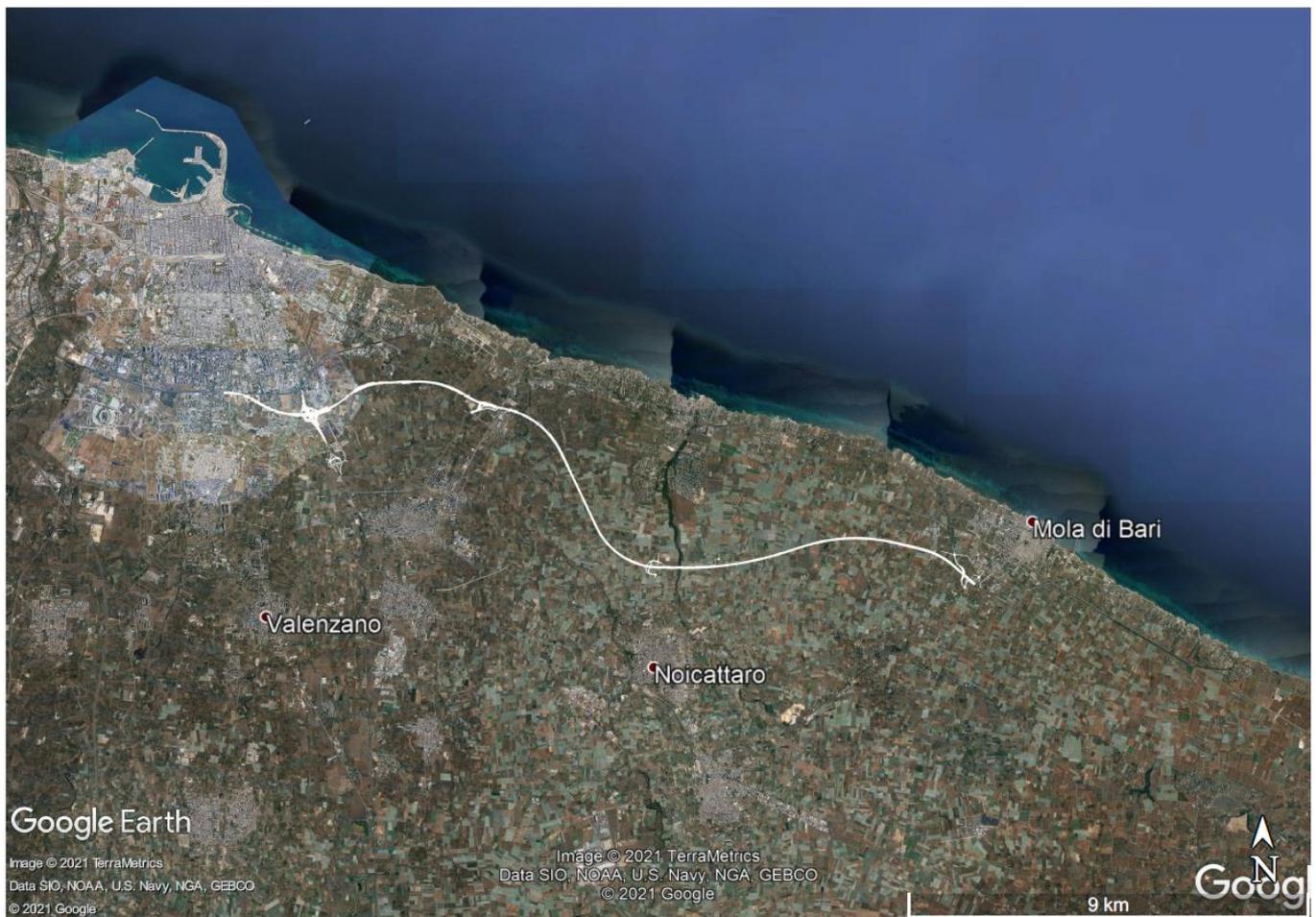


Figura 2: Tracciato su ortofoto da Google Earth

Il tracciato progettuale interessa porzioni di territorio posti a quote comprese tra 22 m s.l.m. e 74 m s.l.m.

circa.

I principali elementi idrografici dell'area sono rappresentati da alcuni corsi d'acqua a carattere effimero o stagionale, come Torrente Velenzano e il Torrente Lama. Tali elementi incidono il substrato carbonatico di cui è costituito l'altopiano e in particolare, interessano il tracciato stradale in diversi punti.

3.2 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico il territorio pugliese, estrema propaggine sud-orientale della penisola italiana, oltre ad essere la regione più lunga (circa 348 km), possiede anche il maggior sviluppo costiero (785 km circa) tra le regioni peninsulari, presenta una marcata variabilità nei caratteri geologici, morfostrutturali ed ambientali, che determinano altrettante differenti condizioni idrogeologiche.

Il territorio oggetto di intervento si colloca in corrispondenza dei settori più esterni dell'altopiano murgiano (area fisiografica delle Murge), uno dei più estesi blocchi emersi della Piattaforma carbonatica Apula. Si tratta di un importante settore dell'avampaese Appenninico-Dinarico caratterizzato da una spessa crosta continentale con importanti coperture sedimentarie paleozoiche e mesozoiche, a loro volta ricoperte da depositi cenozoici di limitato spessore.

La porzione del territorio pugliese oggetto di studio presenta un assetto geologico-stratigrafico derivante dall'evoluzione geodinamica del settore meridionale del bacino adriatico.

Recenti studi (P. Pieri et alii, 2011), condotti nell'area di interesse, hanno permesso di delineare un quadro stratigrafico dettagliato delle successioni affioranti. Le unità stratigrafiche riconosciute nell'area di studio sono, dalla più antica alla più recente, le seguenti:

- Unità della Piattaforma carbonatica apula:
Calcare di Bari [Cretaceo medio – sup. (Albiano sup.-Cenomaniano inf.)]
- Unità della Fossa Bradanica:
Calcareni di Gravina [Pleistocene Inferiore (Gelasiano? – Calabriano)].
- supersintema delle Murge:
sintema di Carbonara [Pleistocene medio-sup.]
- upersintema delle lame delle Murge:
depositi alluvionali recente ed attuali [Pleistocene superiore-Olocene]

Per le descrizioni delle unità litostratigrafiche sopra elencate, si rimanda alla Relazione Generale Tecnica Illustrativa.

3.3 Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico, l'area murgiana forma un esteso altopiano, poco elevato (450-700 m s.l.m.), allungato in senso NO-SE, delimitato da una netta ed ininterrotta scarpata dalle confinanti pianure: Tavoliere delle Puglie a nord-Ovest, Fossa Premurgiana a Sud-Ovest, e Depressione tarantino-brindisina a Sud-Est.

Il versante nord-orientale digrada verso il mare Adriatico con una marcata conformazione a gradinata. Le Murge sono delimitate a SO, lato bradanico, a NO, lato ofantino e a NE, lato adriatico, da alte scarpate e

ripiani poco estesi.

Al contrario, lungo il versante adriatico da Barletta a mola di Bari e quello di raccordo con il Salento, le Murge sono caratterizzate da una serie di vasti ripiani che digradano verso le quote più basse a mezzo di scarpate, con rigetto più modesto (poche decine di metri).

Il tracciato in progetto, si sviluppa quindi su un territorio pressoché piatto, al più, in alcuni settori, digradante verso il Mare Adriatico. In particolare, interessa l'area sub-urbana di Bari posta tra lo stesso capoluogo ed il territorio del comune di Triggiano, attraversando il territorio comunale di Noicattaro per raggiungere Mola di Bari.

L'area di studio si colloca quindi tra la fascia costiera, il primo ed il secondo gradino costituenti l'altopiano delle Murge, che si presenta come una vasta gradinata tettonica costituita da una serie di ripiani poste a quote via via decrescenti verso il mare. Si tratta di terrazzi marini, allungati parallelamente alla costa in direzione NO-SE e leggermente degradanti verso NE, che si raccordano tramite scarpate nette e ben riconoscibili.

L'area murgiana è priva di un reticolo idrografico propriamente detto. I numerosi solchi erosivi presenti intercettano trasversalmente i diversi ripiani e gradini del territorio murgiano, in genere asciutti, ad andamento cataclinale e presentano deflussi opposti, a SO e a NE. I solchi con deflusso verso SO, quindi verso l'entroterra, hanno la forma di forre con pareti ravvicinate, con fondo a "v" scavato in roccia e profilo irregolare in forte pendenza, e sono denominati gravine. I solchi con deflusso a NE, quindi con lo sbocco nel mare Adriatico, presentano fianchi ripidi progressivamente più distanziati nei tratti intermedi e inferiori e fondo piatto coperto da depositi alluvio-colluviali, e sono denominati lame.

Trattasi di forme fluviali ereditate, incise in epoche di maggiore piovosità. Queste lame hanno la forma e il regime idraulico tipico dei corsi d'acqua delle regioni desertiche, quindi generalmente asciutti con rapidi deflussi anche cospicui, temporanei ed effimeri, in occasione di abbondanti rovesci o di piogge persistenti, capaci di convogliare ingenti quantitativi d'acqua. Presentano dei reticoli parzialmente gerarchizzati, i cui segmenti hanno origine in corrispondenza delle varie scarpate, a partire da quella più elevata, e confluiscono negli alvei principali, in relazione anche alle locali incidenze morfologiche o tettoniche. I reticoli più estesi e gerarchizzati sono localizzati nel settore nord-occidentale dell'altopiano murgiano (Murge Baresi).

Questi principali elementi idrografici, che caratterizzano l'area di progetto, come il Torrente Lama Velenzano, il Torrente Lama San Giorgio, e il torrente Lama Giotta incidono il substrato carbonatico di cui è costituito l'altopiano e in particolare, interessano il tracciato stradale in diversi punti.

Alla base delle scarpate sono presenti alcuni impluvi, orientati in direzione parallela all'allungamento dell'altopiano murgiano. Essi costituiscono bacini allungati di tipo endoreico variamente estesi e poco incisi, con fondo coperto da depositi colluviali, sede di stagni e laghetti temporanei in occasione di piogge abbondanti, raramente collegati con i reticoli cataclinali descritti in precedenza.

Infine, la linea di costa murgiana ha un andamento pressoché rettilineo, orientato all'incirca parallelamente alla prevalente direzione morfostrutturale dell'altopiano.

3.4 Inquadramento idrogeologico

L'area murgiana, in cui è collocato il progetto in studio, dal punto di vista idrogeologico è caratterizzata da una circolazione idrica sotterranea distinta in due sistemi differenti, la cui interazione tende a variare da luogo a luogo.

Il primo, più profondo, è rappresentato dalla falda carsica circolante nel basamento carbonatico mesozoico, fratturato e carsificato; il secondo, è costituito da una serie di falde superficiali che si rinvergono a profondità ridotte dal piano campagna, ovunque la presenza di livelli impermeabili vada a costituire uno sbarramento a letto (Cotecchia V., 1977).

La falda profonda rappresenta tuttavia il fenomeno idrologico più importante della zona. Inoltre, è l'unico sistema di circolazione individuato nel sottosuolo dell'area di progetto.

La falda carsica tende a posizionarsi sulle acque più dense d'intrusione marina, assumendo una tipica forma a lente biconvessa.

La superficie di separazione tra acque dolci ed acque salate, a differente densità, è data da una fascia di transizione il cui spessore, anch'esso variabile, cresce all'aumentare della distanza dalla costa ed è, inoltre, funzione dello spessore dell'acquifero di acque dolci (Cotecchia, 1963; Barlow P.M., 2002;).

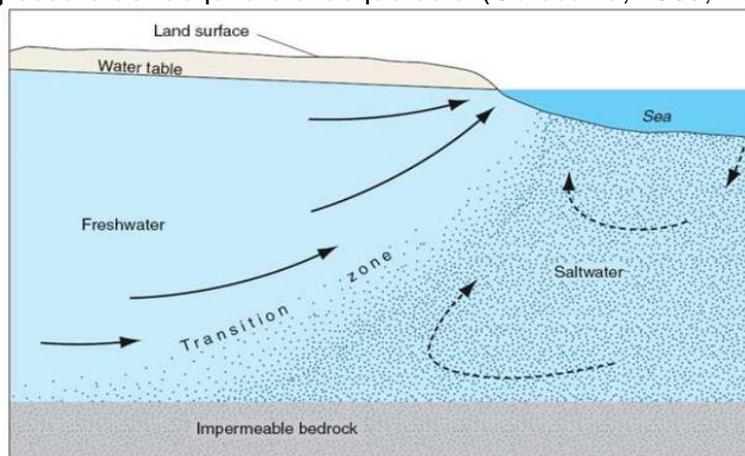


Figura 3 Zona di mescolamento dell'intrusione salina in un acquifero semiconfinato (Barlow, 2002)

La falda profonda trova direttamente recapito nel Mar Adriatico, verso cui defluisce con pendenze piezometriche piuttosto modeste.

La circolazione idrica all'interno dei terreni che costituiscono il substrato dell'area presa in esame, è condizionata e determinata dalla litologia degli stessi.

Nella zona, la mancanza di sorgenti e di corsi d'acqua a carattere perenne è evidentemente dovuta, oltre che a fattori climatici, ai caratteri geologici regionali.

L'acquifero trae alimentazione dalle precipitazioni meteoriche, in prevalenza nei mesi autunno-invernali. L'assorbimento, in funzione della permeabilità delle rocce calcaree presenti, è maggiore nei punti interessati da un carsismo più accentuato e talvolta reso evidente dalla presenza di piccole doline, inghiottitoi, grotte e caverne e lame.

La falda, a luoghi, si muove sotto un carico piezometrico elevato e tende a dirigersi verso mare in

maniera diffusa attraverso la rete più o meno continua di fessurazione delle formazioni calcaree. Anche le lame, che assolvono il compito di smaltimento di intensi rovesci di acque meteoriche, per la loro conformazione a fondo piatto, talvolta esteso e coperto da lembi alluvionali, contribuiscono all'alimentazione della falda idrica disperdendo nel sottosuolo gran parte dell'acqua.

3.5 Caratteristiche del progetto

Il tracciato, di lunghezza complessiva pari a 19.600 m, è realizzato completamente in variante all'asse esistente.

Le caratteristiche peculiari dell'intervento in esame sono le seguenti:

- realizzazione tracciato a 3 corsie per senso di marcia fra lo svincolo per Mungivacca SS100 e lo svincolo per la provinciale Rutigliano-Mola per uno sviluppo complessivo di 19.678 m;
- adozione della sezione stradale B del DM 5/11/2001;

Lungo la variante sono previsti n. 7 svincoli ed in particolare:

1. svincolo in corrispondenza delle vie Lagravinese e Vassallo;
2. interconnessione con SS100 zona "Mungivacca";
3. svincolo di raccordo fra il tracciato in progetto la via Caldarola;
4. svincolo di raccordo in corrispondenza della provinciale SP60 Triggiano-Torre a Mare (San Giorgio);
5. svincolo di raccordo fra il tracciato a farsi e la provinciale SP57 Noicattaro-Torre a Mare;
6. sistemazione nodo in corrispondenza innesto asse di progetto nella variante di Mola di Bari con la contestuale realizzazione della connessione con l'attuale SS16;
7. nuova rampa di ingresso in corrispondenza dell'attuale connessione tra la SS16 e la litoranea in località Mola di Bari est;

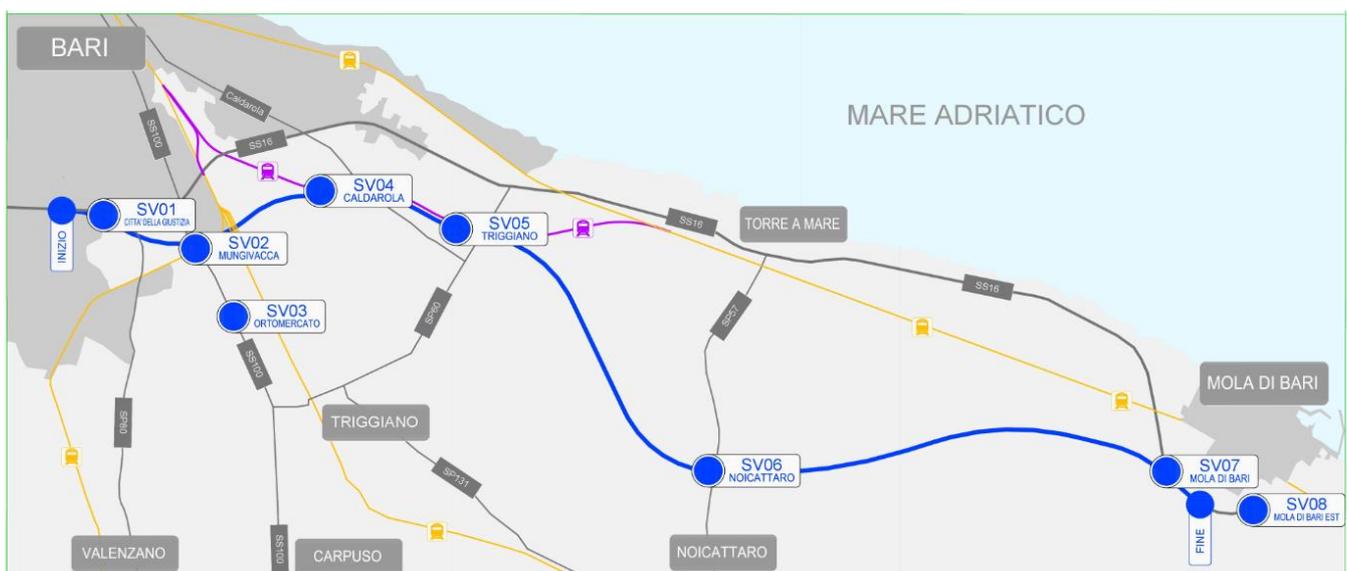


Figura 4: Schematizzazione del tracciato

Oltre ai sopracitati sono previsti altri interventi di nuova realizzazione o di riqualifica di tratti esistenti volti alla razionalizzazione delle viabilità locali limitrofe all'intervento in progetto al fine di rendere questo maggiormente fruibile. Questi sono:

- Rifacimento svincolo Ortomercato;
- Riqualificazione SS16 esistente nel tratto compreso tra le vie Lagravinese (a servizio della futura cittadella della giustizia) e la via Giovanni Amendola (prosecuzione della SS100 in penetrazione verso il centro di Bari);
- Riqualificazione tratto sud della strada del Crocefisso e della viabilità locale connessa in corrispondenza dell'area a sud-ovest dell'IKEA;
- Adeguamento viabilità di PRG in corrispondenza della circonvallazione nord dell'abitato di Triggiano;
- Nuova complanare di collegamento tra la strada comunale Masserola e la Sp57 con connessione in corrispondenza del nuovo svincolo di Noicattaro;
- Adeguamento in sede della viabilità locale con giacitura nord-sud in comune di Mola di Bari fino alla SP117 per un'estensione complessiva di 3 km;

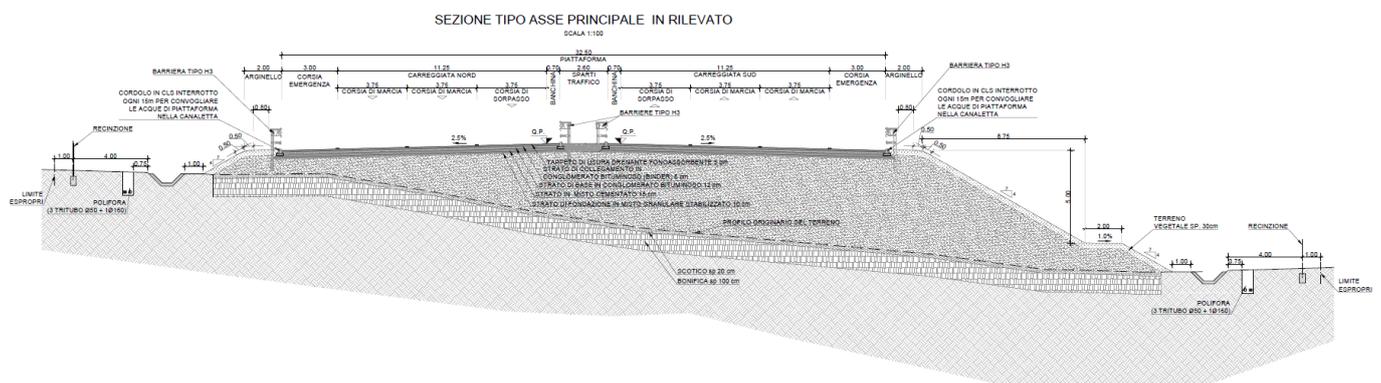
Completano l'intervento dal punto di vista viabilistico il ripristino della continuità di tutte le viabilità locali interessate dagli interventi sopraesposti.

Tali ripristini possono essere così riassunti:

- Viabilità di sovrappasso della viabilità in progetto;
- Viabilità di sottopasso della viabilità in progetto;
- Viabilità a raso ai margini dell'asse principale con la funzione di riammagliamento delle viabilità di cui ai punti precedenti.

Il principio cui si è fatto riferimento nella definizione del nuovo assetto della viabilità minore interferita è quello di garantire un punto di attraversamento ogni 500m garantendo, all'interno della moltitudine di viabilità individuate, la continuità di quelle di maggior rilevanza e quindi in linea di principio di tutte quelle viabilità attualmente pavimentate. Per queste viabilità si è prevista l'adozione di strade di tipo C1, C2 e F1.

Di seguito, per maggior chiarezza, si riportano le sezioni tipo che verranno adottate rispettivamente in rilevato e in trincea.



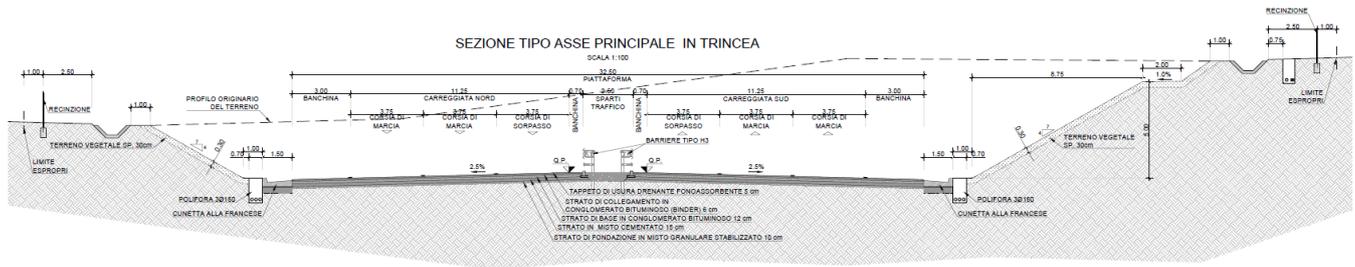


Figura 5: Sezioni tipo in rilevato e trincea

3.6 Tecniche di scavo

3.6.1 Scavi a cielo aperto

Gli scavi per la realizzazione dell'infrastruttura in progetto verranno eseguiti con escavatori cingolati, in grado di movimentare grossi volumi di materiali di scavo. Il materiale di scavo verrà quindi caricato sia su autocarri, in grado di portare direttamente a destinazione il materiale di scavo, sia su appositi mezzi di cantiere (autocarri, autoarticolati, ecc.), in grado di spostare il materiale verso le aree di deposito interne al cantiere.

Le tipologie di scavo, che verranno eseguiti a cielo aperto, corrispondono ai seguenti casi:

- scavi di sbancamento delle gallerie artificiali fino al raggiungimento della quota necessaria per consentire il varo delle travi di copertura delle stesse;
- scavi di sbancamento delle sezioni stradali in trincea;
- scavi di scotico e preparazione dei terreni di sottofondo dei rilevati;
- scavi di sbancamento o a sezione obbligata per la realizzazione delle fondazioni dei muri;
- scavi di sbancamento o a sezione obbligata per lo spostamento o la posa dei sottoservizi.

3.6.2 Pali trivellati

Nel caso della realizzazione della galleria artificiale denominata GA02 verranno eseguiti pali trivellati di grande diametro mediante perforazione a percussione o rotopercussione.

La tecnologia di scavo prevede:

- la rimozione del terreno mediante utensili di scavo adatti alla natura del terreno stesso;
- la "rigenerazione" dal fango di perforazione tramite asportazione della frazione più grossolane di terreno in esso contenuta (operazione denominata "dissabbiamento");
- l'inserimento all'interno del foro della gabbia di armatura;
- il riempimento del foro con calcestruzzo.

Al fine di stabilizzare le pareti del foro verranno utilizzati specifici fanghi di perforazione a base di bentonite.

Tale metodologia di scavo, comunque, non comporterà alcuna modificazione delle caratteristiche di base dei materiali scavati.

3.7 Depositi intermedi

Il materiale da utilizzare nell'ambito del cantiere, al fine di minimizzare le movimentazioni di mezzi, verrà depositato temporaneamente lungo l'asse della costruenda viabilità, in modo da essere pronto al reimpiego in opera.

Per il materiale in esubero che si prevede di conferire presso siti esterni al cantiere, il trasporto a destino avverrà in via preferenziale contestualmente allo scavo.

Solo in via residuale, il materiale verrà depositato in aree adibite a deposito intermedio, localizzate rispettivamente:

- Ad inizio tratta presso lo svincolo Città di Giustizia in corrispondenza dell'area denominata AS02, con superficie di 4.500 mq;
- Presso lo svincolo di Triggiano in corrispondenza dell'area denominata AS01, con superficie di 22.300 mq.

Si riportano nelle figure seguenti le ubicazioni delle aree di deposito (in verde) rispetto al tracciato (in bianco).



Figura 6: Ubicazione area di deposito intermedio AS02 (in verde)



Figura 7: Ubicazione area di deposito intermedio AS01 (in verde)

4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E AMBIENTALE DEI MATERIALI DI SCAVO

In sede di progettazione preliminare ANAS Spa ha svolto una approfondita campagna di indagini per determinare la natura e le caratteristiche dei materiali di scavo, sia dal punto di vista geotecnico, sia dal punto di vista ambientale.

Di seguito sono riassunte le principali conclusioni, di interesse per la redazione del presente piano di utilizzo; per i dettagli dei risultati si rimanda agli elaborati specifici di progetto in allegato.

4.1 Caratterizzazione geotecnica dei materiali di scavo

La campagna di indagini del sottosuolo propedeutica alla progettazione è stata eseguita dall'istituto di Ricerca e Sperimentazione Sidercem srl, su incarico di ANAS Spa, mediante l'esecuzione di:

- Attività in sito, consistite in indagini dirette con sondaggi a carotaggio continuo verticali, prove SPT, prelievo di spezzoni di roccia, prelievo di campioni indisturbati, prelievo di campioni rimaneggiati, installazione di strumentazioni in foro, prove pressiometriche, prove di permeabilità, rilievo di falda; pozzetti esplorativi, prove di carico su piastra; indagini indirette con prospezioni geofisiche di tipo MASW e DOWNHOLE.
- Attività in Laboratorio, consistite in prove geotecniche sui campioni prelevati in situ nel corso dei sondaggi.

Per le perforazioni di sondaggio, i campionamenti e le prove eseguite in situ, si è fatto riferimento alle *Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geognostiche (Associazione Geotecnica Italiana, 1977) e delle indagini geotecniche.*

La campagna di indagini geognostiche svolta mediante l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo verticali con profondità variabile tra 20,00 e 40,00 m, prove SPT, prove di permeabilità, prove pressiometriche, prelievo di campioni, pozzetti esplorativi con prove di carico su piastra, indagini indirette del tipo MASW e Downhole, prove di-laboratorio geotecnico sui campioni prelevati, ha consentito di definire la stratigrafia del sito esaminare e di indagare le caratteristiche dei terreni attraversati.

Di seguito si descrivono le tipologie di prove effettuate. Per i dettagli e i risultati delle prove si rimanda al report completo delle indagini geognostiche redatto dall'istituto di Ricerca e Sperimentazione Sidercem srl, che si riporta in all'Allegato 1.

4.1.1 Attività in situ

Le indagini su suolo e sottosuolo mirano a definire spazialmente la stratigrafia del sito di indagine e le caratteristiche dei litotipi presenti, mediante sondaggi a carotaggio continuo, prove in situ, indagini geofisiche e prelievo di campioni di terreno e roccia. Il prelievo dei campioni può riguardare tanto il suolo quanto il sottosuolo e richiede pertanto metodi di campionamento che si adattino alle diverse esigenze

dell'indagine.

Nel caso specifico, al fine di definire la stratigrafia dei siti di indagine e prelevare campioni in profondità, si è ricorso alla perforazione a carotaggio continuo del terreno mediante sistema a rotazione con batteria di aste e carotiere, che è stata eseguita, ove possibile, a secco, cioè senza l'uso di fluidi di circolazione. Sono stati eseguiti n. 45 sondaggi a carotaggio continuo verticali di profondità variabile da 20,00 a 40,00 m, di cui alcuni strumentati con piezometri a tubo aperto del diametro di 3", piezometro elettrico a corda vibrante, tubazione in PVC per indagini geofisiche in foro. Inoltre, sono state eseguite n. 33 indagini MASW, n. 11 indagini Down-hole, n. 22 pozzetti esplorativi per prove di carico su piastra.

4.1.2 Campagna indagine diretta

4.1.2.1 Sondaggi geognostici

Per l'esecuzione dei sondaggi a carotaggio continuo si è fatto uso di impianti di perforazione adeguati alle caratteristiche litologiche e alle ubicazioni dei siti di indagine.

L'ubicazione e la profondità raggiunta da ciascun sondaggio sono state indicate in funzione delle litologie incontrate in corso di perforazione e delle caratteristiche strutturali delle opere da progettare.

I sondaggi a carotaggio continuo sono stati effettuati, conformemente alla natura delle litologie attraversate, utilizzando un sistema di perforazione tradizionale costituito da batteria di aste e carotiere.

Il metodo di perforazione a carotaggio continuo prevede l'uso di una batteria di aste cave collegate tra loro e all'utensile tramite filettature troncoconiche.

La natura delle litologie incontrate nel corso della perforazione può non assicurare l'auto-sostentamento delle pareti del foro, in tal caso è stato utilizzato un rivestimento metallico provvisorio del diametro di 127 mm.

I terreni carotati sono stati attentamente esaminati dal geologo presente in cantiere che ha provveduto a redigere le colonne stratigrafiche di dettaglio. Le informazioni sulla natura de. terreni investigati, sono sintetizzate in Allegato 1.

4.1.2.2 Prova SPT

Lungo le verticali di indagine di alcuni sondaggi a carotaggio continuo sono state eseguite prove Standard Penetrata Test "SPT" a punta aperta, a profondità funzione delle disposizioni tecniche della Committenza.

La prova SPT è stata realizzata con campionatore di tipo Raymond, di dimensioni standard, collegato alla superficie mediante batteria di aste, in testa alla quale agisce un maglio del peso di 63,5 kg che cade liberamente da un'altezza di 0,76 m.

La prova consiste nella misura del numero di colpi necessari all'infissione del campionatore per tre tratti successivi di prova, ciascuno di 15 cm (N1 N2,N3), alla profondità stabilita, durante l'avanzamento della perforazione. Il primo tratto comprende l'eventuale penetrazione iniziale per peso proprio; se N1 > 50 colpi la prova si considera conclusa. Si analizza la resistenza all'avanzamento nel terreno, tramite il

parametro N_{spt} dato dalla somma del numero di colpi necessari all'avanzamento dei tratti N2 ed N3. Se uno dei due risulta superiore a 50 colpi si considera andato "a rifiuto", l'infissione viene sospesa, annotando la relativa penetrazione, e la prova viene considerata conclusa, per i risultati si veda il report in Allegato 1.

4.1.2.3 Prove di permeabilità

Sono state eseguite prove di permeabilità di tipo Lefranc. in misura di una per ciascuna delle verticali di indagine a carotaggio continuo ove richiesta, a profondità variabile in funzione delle disposizioni della Committenza.

Le prove, in funzione delle caratteristiche litologiche incontrate nel corso della perforazione a carotaggio continuo, sono state eseguite a carico variabile in avanzamento. Tali prove consentono di determinare la permeabilità (k) media del terreno nel tratto investigato per i risultati si veda il report in Allegato 1.

4.1.2.4 Prove pressiometriche

Sono state eseguite prove pressiometriche in misura di una per ciascuna delle verticali di indagine a carotaggio continuo a profondità variabile in funzione delle disposizioni della Committenza.

Per la corretta riuscita della prova è stata posta particolare cura alla preparazione del preforo per la posa in opera della strumentazione, eseguito a rotazione con carotiere semplice (60-66 mm).

La strumentazione è costituita da una centralina di misura, dotata di manometri di precisione e di un volumometro a tubo graduato dotato di sistema di misura ad altissima precisione, e una sonda cilindrica ad espansione controllata.

La prova consiste nell'inserire la sonda cilindrica nel preforo, alla profondità stabilita, e nel sottoporre la stessa ad una serie di incrementi di pressione, che ne provocano l'espandersi nel terreno; il volumometro, collegato alla cella centrale di misura fornisce direttamente le variazioni di volume, che vengono registrate.

Viene eseguita per gradini di pressione crescente, controllati mediante gli appositi manometri di comando. L'entità della deformazione del terreno viene misurata in superficie attraverso la variazione del livello della colonna d'acqua presente all'interno del circuito di misura della cella centrale della sonda cilindrica e visibile nel cilindro graduato posto nell'unità di comando.

La prova consente di stimare la resistenza alla deformazione orizzontale delle pareti del foro e quindi del terreno nel tratto investigato; per i risultati si veda il report in Allegato 1.

4.1.1 Campagna indagine indiretta

L'utilizzo di metodi geofisici permette di esplorare il sottosuolo con notevole precisione, fornendo indicazioni di elevato dettaglio, al fine di approfondire le conoscenze e costruire un modello realistico del sottosuolo indagato. Le prospezioni geofisiche sono condizionate da fattori non prevedibili in sede di progetto (campi elettrici e/o magnetici stazionari o temporanei, risposta locale, ecc). L'interpretazione di

dette prove è quell'insieme di operazioni analitiche che consentono di ricavare, dai dati di partenza rilevati sul terreno, una successione verticale, monodimensionale o bidimensionale in funzione del tipo di indagine eseguita, di orizzonti distinti per valori (di resistività, di velocità delle onde sismiche, di frequenza, di impulsi elettromagnetici, ecc) opportunamente classificati e rappresentati.

4.1.1.1 Indagine MASW

La campagna di indagini ha previsto l'esecuzione di n. 33 prospezioni geofisiche sismiche di tipo MULTICHANNEL ANALYSIS OF SURFACE WAVE (MASW). Il fine dell'indagine è quello di determinare un modello fisico matematico unidimensionale in grado di descrivere la variazione della velocità di propagazione delle onde di taglio (l/s) in funzione della profondità, ai sensi della normativa sismica di cui al D.M. 17/01/2018. L'esecuzione della prova, utile all'acquisizione dei sismogrammi, ha previsto l'utilizzo di array di tipo lineare con shot e geofoni disposti lungo il medesimo asse, ad offset ed interesse.

Si rimanda, per il dettaglio dei dati riscontrati, all'Allegato 1.

4.1.1.2 Prospezione sismica Down-Hole

La campagna di indagini ha previsto l'esecuzione di n. 11 indagini sismiche in foro di tipo Down-Hole, da realizzare in corrispondenza dei sondaggi a carotaggio continuo strumentati con tubazione in PVC per indagini geofisiche in foro. La prova consente di calcolare il parametro $V_{s,eq}$ e definire la categoria sismica del sottosuolo indagato. La prova viene realizzata in fori di sondaggio opportunamente predisposti, con l'uso di un sensore 3D da pozzo ed una traversa per la generazione di onde P ed S.

In particolare, si prevede la sistemazione della sorgente energetica in superficie e del sensore, assemblato per essere calato e fissato a profondità definite contro la parete, all'interno del foro. Al momento dell'energizzazione in superficie vengono registrati i tempi di arrivo del primo impulso al sensore in modo da determinare, durante la successiva fase di elaborazione, la velocità delle onde P ed S ed una stima dei moduli elastici. Si rimanda, per il dettaglio dei dati riscontrati, all'Allegato 1.

4.2 Caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo

La campagna di indagini del sottosuolo finalizzate alla determinazione dello stato di qualità dei terreni e delle acque, è stata eseguita tra febbraio e aprile 2021 dall'Istituto di Ricerca e Sperimentazione Sidercem srl, su incarico di ANAS Spa, mediante l'esecuzione di:

- Attività in sito, consistite nel prelievo di campioni di terre da pozzetto ambientale e acque sotterranee da piezometro e misure di gas in pozzetto ambientale;
- Attività in laboratorio, consistite in analisi chimiche sui campioni di terre e acque prelevate in situ.

4.2.1 Campionamento terre da pozzetto ambientale

Durante la realizzazione del pozzetto, giunti alla profondità prestabilita, il materiale è stato prelevato

dallo stesso e sottoposto ad una fase di vagliatura con vaglio in acciaio inox con maglia quadrata di lato 2 cm idonea ad eliminare i ciottoli, privilegiando i materiali a granulometria fine (sabbia, limi e argille). Durante la fase di prelievo del campione è stata posta la massima cura nell'estrarre solamente la porzione centrale non a contatto con elementi esterni; successivamente, a seguito della fase di omogeneizzazione del campione su telo impermeabile e monouso, lo stesso è stato confezionato nel più breve tempo possibile in 2 aliquote in contenitori in vetro di conservazione muniti di tappo ermetico. Sul contenitore è stata apposta un'etichetta riportante i dati del committente e del lavoro, il codice identificativo del campione e del sondaggio, la profondità e la data di prelievo, il personale presente al momento del campionamento; gli stessi dati sono stati inseriti all'interno del verbale di campionamento corrispondente al campione.

Nella tabella seguente si sintetizza il numero di campioni eseguiti sulle terre.

Tabella 1: Punti di prelievo terre

ID punto di prelievo	Terre
	n° campioni
Pz-02	2
Pz-Sv-02	2
Pz-OA-01	1
Pz-OA-02	3
Pz-OA-03	3
Pz-OA-04	3
Pz-03	2
Pz-04	1
Pz-05	2
Pz-06	1
Pz-07	2
Pz-08	1
Pz-Sv-03	2
Pz-09	2
Pz-OA-05	3
Pz-OA-06	3
Pz-10	2
Pz-11	1
Pz-12	2
Pz-13	2

ID punto di prelievo	Terre
	n° campioni
Pz-14	1
Pz-15	2
Pz-16	2
Pz-17	2
Pz-Sv-04	2
Pz-Sv-05	2
Pz-OA-07	1
Pz-OA-08	3
Pz-19	2
Pz-20	2
Pz-21	2
Pz-22	2
Pz-23	2
Pz-24	2
Pz-25	2
Pz-27	1
Pz-28	2
Pz-Sv-06	2
Pz-31	1

Su ogni campione prelevato, sono state effettuate le analisi su suolo/terreno DPR 120 del 13/06//2017, confrontate con i limiti di cui al D.lgs 152/06, parte IV, Titolo V, Allegato 5, tabella 1.

4.2.1.1 Esiti analisi sulle terre

Gli esiti analitici sono riportati nel report redatto dall'istituto di Ricerca e Sperimentazione Sidercem srl, che si riporta in Allegato 2.

Nella tabella seguente si riportano gli esiti delle analisi effettuate sulle terre, riportando per ogni

campione, il risultato dell'analisi (conforme a Colonna A, compreso tra Colonna A e Colonna B, oltre i limiti di Colonna B).

I parametri che hanno evidenziato superamenti sono specificati nell'ultima colonna, con la relativa concentrazione rilevata fra parentesi. In particolare, sono riportati in rosso i punti in cui si è riscontrato il superamento dei limiti di Colonna B, e in azzurro i punti in cui si sono evidenziati per alcuni parametri valori compresi tra Colonna A e Colonna B.

Tabella 2: Esito dei campionamenti sui terreni

Punto	pk	Profondità	Esito	Valore>Col A
PZ_02	km 1+250	0,0-0,2 m	Col A	
		0,2-0,6 m	Col A	
PZ_SV_02	Km 1+700	0,2-0,4 m	Col A	
		0,8-1,0 m	Col A	
PZ_OA_01	Km 1+800	0,1-0,3 m	Col A - Col B	arsenico (31) cromo tot (799)
PZ_OA_02	Km 1+925	0,2-0,4 m	>Col B	arsenico (21) cromo tot (868)
		0,6-0,8 m	Col B	arsenico (34) cromo tot (854)
		1,0-1,2 m	Col B	arsenico (34) cromo tot (848)
PZ_OA_03	Km 2+475	0,2-0,8 m	Col A	
		0,8-1,4 m	Col A - Col B	zinco (196)
		1,4-2,0 m	Col A	
PZ_OA_04	Km 2+675	0,2-0,4 m	Col A	
		0,8-1,4 m	Col A	
		1,2-1,6 m	Col A	
PZ_03	Km 3+175	0,3-0,5 m	Col A	
		0,8-1,0 m	Col A	
PZ_04	Km 3+700	0,1-0,4 m	Col A	
PZ_05	Km 4+200	0,2-0,6 m	Col A	
		0,6-1,0 m	Col A - Col B	mercurio (1,4)
PZ_06	Km 4+700	0,2-0,5 m	Col A	
PZ_07	Km 5+200	0,2-0,4 m	Col A	
		0,8-1,0 m	Col A	
PZ_08	Km 5+700	0,2-0,5 m	Col A - Col B	arsenico (43) cromo tot (796) zinco (173)
PZ_SV_03	Km 6+200	0,2-0,6 m	Col A	
		0,6-1,0 m	Col A	
PZ_09	Km 6+700	0,2-0,4 m	Col A	
		0,8-1,0 m	Col A	
PZ_OA_05	Km 6+915	0,2-0,8 m	Col A	
		0,8-1,4 m	Col A	
		1,4-2,0 m	Col A	
PZ_OA_06	Km 7+225	0,2-0,8 m	Col A	
		0,8-1,4 m	Col A	
		1,4-2,0 m	Col A	
PZ_10	Km 7+700	0,2-0,5 m	Col A	
		0,5-1,0 m	Col A	
PZ_11	Km 8+200	0,1-0,3 m	Col A	

Punto	pk	Profondità	Esito	Valore>Col A
PZ_12	Km 8+700	0,2-0,6 m	Col A	
		0,6-1,0 m	Col A	
PZ_13	Km 9+200	0,3-0,5 m	Col A - Col B	arsenico (20=lim)
		0,8-1,0 m	Col A - Col B	arsenico (20=lim)
PZ_14	Km 9+700	0,3-0,5 m	Col A	
		0,6-1,0 m	Col A - Col B	zinco (1053)
PZ_15	Km 10+200	0,2-0,4 m	Col A	
		0,6-0,8 m	Col A	
PZ_16	Km 10+700	0,2-0,4 m	Col A	
		0,4-0,6 m	Col A	
PZ_17	Km 11+200	0,3-0,5 m	Col A - Col B	zinco (1135)
		0,7-1,0 m	Col A - Col B	zinco (205)
PZ_SV_04	Km 11+750	0,3-0,5 m	Col A - Col B	arsenico (40) cromo tot (777)
		0,8-1,0 m	Col B	arsenico (40) cromo tot (846) zinco (178)
PZ_SV_05	Km 12+250	0,3-0,5 m	Col B	arsenico (43) cromo tot (834) zinco (210)
		0,8-1,0 m	Col B	arsenico (49) cromo tot (828)
PZ_OA_07	Km 12+525	0,0-0,1 m	Col A - Col B	mercurio (2,7)
PZ_OA_08	Km 12+570	0,2-0,8 m	Col A	
		0,8-1,4 m	Col A	
		1,4-2,0 m	Col A - Col B	mercurio (1,9)
PZ_19	Km 13+600	0,3-0,5 m	Col B	arsenico (51) cromo tot (813)
		0,8-1,0 m	Col B	arsenico (65) cromo tot (843)
PZ_20	Km 14+100	0,3-0,5 m	Col B	arsenico (34) cromo tot (1019) zinco (186)
		0,8-1,0 m	Col A - Col B	arsenico (24)
PZ_21	Km 14+600	0,3-0,5 m	Col B	arsenico (73) cromo tot (807)
		0,8-1,0 m	Col B	arsenico (172) cromo tot (897) zinco (150=limA)
PZ_22	Km 15+100	0,3-0,5 m	Col A - Col B	arsenico (31)
		0,8-1,0 m	Col A - Col B	arsenico (34) zinco (195)
PZ_23	Km 15+600	0,2-0,5 m	Col A	
		0,8-1,0 m	Col A	
PZ_24	Km 16+100	0,1-0,3 m	Col A	
		0,3-0,5 m	Col A	
PZ_25	Km 16+600	0,3-0,5 m	Col A - Col B	arsenico (23)
		0,8-1,0 m	Col A - Col B	arsenico (23)
PZ_27	Km 17+600	0,1-0,4 m	Col A	
PZ_28	Km 18+100	0,3-0,5 m	Col A - Col B	arsenico (20=lim)
		0,7-0,9 m	Col A - Col B	arsenico (20=lim)
PZ_SV_06	Km 19+450	0,3-0,5 m	Col B	arsenico (44) cromo tot (975)

Punto	pk	Profondità	Esito	Valore>Col A
		0,8-1,0 m	<u>Col B</u>	<u>arsenico (66)</u> <u>cromo tot (888)</u>
PZ_31	Km 19+450	0,2-0,5 m	Col A	

Nei punti evidenziati in rosso nella tabella, le analisi hanno evidenziato superamenti dei limiti della colonna B (punti PZ_OA_02, PZ_SV_04, PZ_SV_05, PZ_19, PZ_20, PZ_21, PZ_SV_06) per i parametri specificati, e pertanto i materiali di scavo provenienti dall'intorno di questi punti saranno gestiti come rifiuti.

Gli esiti analitici per ciascun punto di campionamento sono riportati graficamente nelle tavole denominate "Indagini ambientali di ante operam" (tav.1,2,3).

Il materiale che invece ha presentato valori compresi tra i limiti di colonna A e colonna B, riportati in blu nella tabella, potranno essere reimpiegati all'interno del cantiere o in aree con destinazione urbanistica commerciale/industriale.

In particolare, sulla base dell'area sottesa ai punti campionati e delle profondità rappresentative di ciascun campione, sono state stimate:

- la percentuale di volume di materiale con Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) inferiori ai limiti di cui alla colonna A, pari a **circa il 55%** del volume indagato;
- la percentuale di volume di materiale con Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) inferiori ai limiti di cui alla colonna B, pari a **circa il 27%** del volume indagato;
- la percentuale di volume di materiale con Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) superiore ai limiti di cui alla colonna B pari a **circa il 18%** del volume indagato.

Sulla base dei volumi totali di scavo previsti dal progetto, la ripartizione delle tipologie di materiali in base agli esiti analitici di ante operam si può considerare la seguente:

Tabella 3: Volumi di materiale suddivisi in base alla concentrazione delle CSC

		55%	27%	18%
	VOLUMI DI SCAVO	ESUBERO SOTTOPRODOTTO < COL A	ESUBERO SOTTOPRODOTTO < COL B	ESUBERO RIFIUTO >COL B
Provenienza materiale	mc	mc	mc	mc
STERRI	2.114.323	1.162.878	570.867	380.578
BONIFICA 1 RILEVATO	596.043	327.823	160.931	107.288
PALI TRIVELLATI	1.616			1.616
TOTALE	2.711.982	1.490.701	731.799	489.482

4.2.2 Campionamento acque da piezometro

L'installazione dei piezometri a tubo aperto del diametro di 3" ed il successivo loro spurgo ha permesso di prelevare un campione di acque sotterranee da sottoporre ad analisi chimiche.

I campioni sono stati prelevati a basso flusso per evitare la circolazione delle particelle fini, avendo cura di evitare la contaminazione tra un campionamento ed il successivo e seguendo le disposizioni normative.

Da ogni piezometro sono state prelevate n° 2 aliquote di acqua sotterranea, suddivise in due bottiglie in polietilene da 1 litro ciascuno munite di tappo ermetico e sottotappo.

Sui contenitori è stata apposta un'etichetta riportante i dati del committente e del lavoro, il codice identificativo del campione e del piezometro, la profondità e la data di prelievo, il personale presente al momento del campionamento; gli stessi dati sono stati inseriti all'interno del verbale di campionamento corrispondente al campione.

Nella tabella seguente si sintetizza il numero di campioni eseguiti sulle acque sotterranee.

Tabella 4: Punti di prelievo acque sotterranee

ID punto di prelievo	Acque
	n° campioni
Sn_PZ_TA_18	1
Sn_PZ_TA_24	1
Sn_PZ_TA_26	1

I tre punti sono ubicati nelle vicinanze del campo base e del centro operativo 01, nei pressi dello svincolo di Triggiano.

Sui tre campioni è stata eseguita l'analisi chimica per la verifica dell'aggressività dell'acqua sul calcestruzzo [UNI 11104:2016-UNI EN 206:2016]. Al fine di classificare il grado di aggressione, la norma UNI 11104 rimanda al "Prospetto 2 della UNI-EN 206-1", dove sono elencate le più diffuse tipologie di agenti chimici e la loro concentrazione. Si riportano nella tabella seguente i risultati ottenuti.

Tabella 5: Risultati verifica aggressività dell'acqua sul cls

Sigla	ph	Solfati SO4	Azoto ammoniacale	Magnesio	CO2 aggressiva
SN_PZ_TA_26	7,2	287	<0,1	169	55
SN_PZ_TA_24	7,2	365	<0,1	123	99
SN_PZ_TA_18	7,3	378	<0,1	195	48

4.2.3 Rilievo gas

In ciascun punto di campionamento, dai pozzetti esplorativi sono state effettuate misure quantitative atte a verificare l'eventuale presenza di composti organici volatili (VOC). Le misurazioni sono state effettuate mediante un rilevatore portatile PID (Photo-Ionization Detector) di gas VOC della Tiger ION Science.

I campioni su cui è stato eseguito il rilievo di gas sono quelli riportati in Tabella 1. In tutti i punti, la

concentrazione di VOC rilevata mediante PID è risultata <0.05 ppm.

4.3 Indagini ambientali in corso d'opera

In corso d'opera si procederà ad eseguire ulteriori indagini volte ad indagare i materiali da scavo che non è stato possibile indagare in ante opera. Inoltre, per quei materiali le cui concentrazioni di elementi e composti analizzati superino i limiti normativi della Tabella 1 dell'allegato 5 alla parte quarta del D.Lgs. n. 152/06 e s.m.i., in corso d'opera saranno eseguite le necessarie indagini finalizzate ad individuare con maggior dettaglio i volumi di terre compatibili con il sito di destino previsto. Per le aliquote di materiale che non soddisferanno le condizioni dettate dalla normativa di cui sopra, si provvederà a gestire i materiali da scavo come rifiuti, ai sensi della Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

4.3.1 Modalità di caratterizzazione ambientale

Le indagini in corso d'opera sui materiali qualificati come sottoprodotti, saranno eseguite seguendo le indicazioni dell'Allegato 9 al DPR n. 120/2017 e in funzione del processo che li ha generati al fine di verificare l'assenza di contaminazione durante la fase di scavo.

4.3.1.1 Caratterizzazione nell'area di intervento

Nel caso di indagini in aree di scavo ampie e/o con scavi superficiali, il campionamento sarà eseguito in via preferenziale mediante trincee o pozzetti esplorativi e, in subordine, mediante sondaggi a carotaggio.

Il numero di punti di indagine non sarà mai inferiore a tre, e sarà incrementato in base alle reali dimensioni dell'area di scavo. La profondità di indagine sarà determinata in base alle previste profondità degli scavi, avendo cura di prelevare:

- un campione da 0 a 1 metro dal p.c.;
- un campione nella zona di fondo scavo;
- un campione in posizione intermedia tra i due.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno 2, uno per ciascun metro di profondità.

4.3.1.2 Caratterizzazione su cumuli di materiali da scavo depositati in opportune aree di caratterizzazione

Solo nei casi in cui i materiali scavati non risultassero preventivamente caratterizzati, per impossibilità gestionale o qualora si faccia ricorso a metodologie di scavo in grado di determinare una potenziale contaminazione, l'attività di campionamento sarà condotta su *cumuli stoccati in opportune aree e/o vasche di caratterizzazione*, in funzione della modalità con cui verrà scavato il materiale; la caratterizzazione prevede almeno un sondaggio indicativamente ogni 3000 m³.

Ogni singolo cumulo dovrà essere caratterizzato prelevando almeno 8 campioni elementari, di cui 4 in profondità e 4 in superficie, al fine di ottenere un campione composito che per quartatura darà il campione finale da sottoporre ad analisi chimica.

4.3.2 Modalità di realizzazione dei campioni per analisi chimiche

Relativamente ai metodi per la “caratterizzazione del sottoprodotto” i campionamenti saranno effettuati sul materiale tal quale, in modo da ottenere un campione composito il più possibile rappresentativo dell'intera massa, adottando le procedure di campionamento previste dalla norma.

La preparazione dei campioni sarà effettuata nel rigoroso rispetto di quanto riportato nell'Allegato 4 “*Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali*” del DPR n. 120/2017 che prevede:

I campioni da portare in laboratorio o da destinare ad analisi in campo sono privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio sono condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione è determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). Qualora si abbia evidenza di una contaminazione antropica anche del sopravaglio le determinazioni analitiche sono condotte sull'intero campione, compresa la frazione granulometrica superiore ai 2 cm, e la concentrazione è riferita allo stesso. In caso di terre e rocce provenienti da scavi di sbancamento in roccia massiva, ai fini della verifica del rispetto dei requisiti ambientali di cui all'articolo 4 del presente regolamento, la caratterizzazione ambientale è eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione.

Il campione finale “composito” sarà confezionato in *barattoli/buste in PE o bocce in vetro*. Ogni contenitore dovrà essere sigillato ed etichettato. Ciascuna etichetta sul contenitore dovrà riportare le indicazioni che permettano un'univoca identificazione del campione: data di campionamento, località di prelievo, punto di prelievo, sigla del campione.

I campioni dovranno essere conservati in locali a temperatura controllata in modo da garantire il mantenimento della temperatura costante di 4°C.

Inoltre, i campioni dovranno essere accompagnati dalla “Catena di Custodia” sulla quale, oltre ai dati già citati, dovranno essere riportati il nome del tecnico che ha effettuato il prelievo, il nome del laboratorio che effettuerà le analisi, il tipo di analisi da eseguire, ed eventuali osservazioni sulla conservazione e lo stato dei campioni da analizzare.

4.3.3 Analisi chimico-fisiche di caratterizzazione ambientale dei materiali di scavo da gestire in qualità di sottoprodotto

Le analisi chimico-ambientali sui campioni saranno eseguite, da laboratori autorizzati e certificati UNI CEI EN 17025 “*Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura*”, adottando

metodologie e procedure ufficialmente riconosciute.

Per la caratterizzazione dei materiali di scavo, conformemente alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al DPR n. 120/2017 le analisi chimiche saranno volte alla ricerca dei seguenti analiti:

Metalli	
Arsenico (As)	Piombo (Pb)
Cadmio (Cd)	Rame (Cu)
Cobalto (Co)	Zinco (Zn)
Cromo totale (Cr)	Mercurio (Hg)
Cromo esavalente (Cr VI)	Nichel (Ni)
Altri parametri	
Amianto	IPA*
Idrocarburi pesanti C>12	BTEX*
* Da eseguire nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione, e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.	

I limiti di riferimento per il progetto dell'infrastruttura viaria sono quelli della colonna B, Tab. 1, Allegato 5, Parte 4, Tit. V del D.Lgs. 152/2006.

4.3.4 Matrici materiali di riporto

Il DPR 120/2017 tratta specificatamente le matrici materiali di riporto che vengono ricomprese nella definizione di «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.*

Con questa definizione il Legislatore conferma un consolidato orientamento che consente l'esclusione dal regime dei rifiuti anche per terre e rocce purché sia rispettato il limite massimo del 20% in peso per i materiali di origine antropica, frammisti a quelli di origine naturale, ed introduce, in allegato 10 al DPR 120/17, una metodologia di calcolo per individuare i materiali di natura antropica nel riporto, in un numero di campioni che possa essere considerato rappresentativo del volume dello scavo.

Inoltre, nel caso dei materiali di riporto di origine antropica, l'art.4 c. 3 prevede l'esecuzione del test di cessione, secondo le metodiche previste dal D.M. 5 febbraio 1998, al fine di accertare il rispetto delle concentrazioni soglia di contaminazione (CSC) delle acque sotterranee.

Successivamente, con la Circolare n. 15786 del 10/11/2017, il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del

Territorio e del Mare è intervenuto in merito alla corretta interpretazione normativa di alcuni aspetti applicativi inerenti la gestione dei materiali di riporto, a seguito dell'entrata in vigore del recente regolamento sul riutilizzo delle terre da scavo (DPR 120/2017).

Ciò premesso, per le matrici di riporto, ai fini della qualifica di sottoprodotto o del reimpiego in situ, sarà verificato il rispetto:

- del limite massimo del 20% in peso per i materiali di origine antropica;
- delle soglie di contaminazione (CSC) Tab. 2, del D.Lgs. 152/2006 - acque sotterranee - per l'eluato;
- delle CSC per le terre di cui alle colonne A e B, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, della tabella 1 dell'allegato 5, alla parte quarta, del D.Lgs. 152/2006.

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito se le concentrazioni di inquinanti all'interno delle stesse sono inferiori alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) di cui alle Colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica dei siti di produzione e dei siti di destinazione, o ai valori di fondo naturali.

La verifica dei parametri definiti dalla tabella 4.1 del DPR. 120/2017 è eseguita dal Produttore presso il sito di deposito intermedio su ciascun cumulo e il campionamento deve essere eseguito dal tecnico di laboratorio incaricato dell'esecuzione delle verifiche analitiche. La verifica dei parametri previsti dal DPR 120/2017 deve essere eseguita da laboratori accreditati.

5 BILANCIO DEI MATERIALI DI SCAVO

5.1 Tipologia e caratteristiche dei flussi dei materiali di scavo

La realizzazione delle opere oggetto del presente Piano di Utilizzo determina la produzione complessiva di **2.711.982 mc** (in banco) di materiali di scavo.

In particolare, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, gli interventi necessari alla realizzazione dei lavori in oggetto saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- A. materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'opera, che verranno direttamente reimpiegati in cantiere, o, in alternativa, trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito in attesa di utilizzo e successivamente utilizzati in cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a **1.691.459 mc** (oggetto del presente Piano di Utilizzo);
- B. materiali da scavo in esubero trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito in attesa di utilizzo, ed infine conferiti ai siti di destinazione esterni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a **531.041 mc** (oggetto del presente Piano di Utilizzo);
- C. materiali di risulta in esubero non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: essi saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e ammontano a **489.482 mc** (non oggetto del presente Piano di Utilizzo, trattati nel Piano di Gestione Materie).

Di seguito viene riportata una tabella che sintetizza i volumi complessivi del bilancio dei materiali di scavo relativo alle opere in progetto che comprende i volumi di scavo, il fabbisogno di volume da reimpiegare internamente e i materiali in esubero.

Tabella 6: Bilancio dei materiali di scavo

	VOLUMI DI SCAVO	SCAVI RIUTILIZZABILI	SCAVI IN ESUBERO
Provenienza materiale	mc	mc	mc
STERRI	2.114.323	1.691.459	422.865
BONIFICA 1 RILEVATO	596.043		596.043
PALI TRIVELLATI	1.616		1.616
TOTALE	2.711.982	1.691.459	1.020.524

Per quanto riguarda il materiale in esubero, pari a **circa 1.020.524 mc**, considerando che, come riportato nella Tabella 3, la quantità di materiale gestito come rifiuto risulta pari a **circa 489.482 mc**, i materiali che saranno gestiti come sottoprodotti presso siti esterni al cantiere ammontano a **circa 531.041 mc**.

Tabella 7: Bilancio del materiale in esubero

SOTTOPRODOTTO ESTERNO	RIFIUTO
mc	mc
531.041	489.482
1.020.524	

Inoltre, sono stati computati a parte il volume di scotico prodotto e il volume di vegetale necessario da porre in opera. Di seguito si riporta tale bilancio, da cui risulta un esubero che, dopo essere stato caratterizzato in cumulo secondo la procedura descritta al par. 4.3.1.2, sarà alternativamente gestito come rifiuto o come sottoprodotto in base ai risultati analitici.

Tabella 8: Bilancio scotico

SCOTICO	FABBISOGNO TERRENO VEGETALE	ESUBERO SCOTICO
mc	mc	mc
203.884	198.544	5.340

5.2 RIUTILIZZO FINALE INTERNO ALL'OPERA

5.2.1 Tipologia e quantitativi di materiale riutilizzabile all'interno dell'opera

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 **1.691.459 mc** (in banco).

I materiali di "riutilizzo in opera" sostituiscono le materie prime altrimenti necessarie per la realizzazione di opere o parti d'opera, definitive.

Le terre che verranno reimpiegate internamente al cantiere dovranno essere conformi ai limiti di cui alla Colonna B tabella 1 dell'allegato 5, alla parte quarta, del D.Lgs. 152/2006.

5.2.2 Deposito interni in attesa di riutilizzo

In generale, lo sviluppo delle lavorazioni presuppone che il materiale venga reimpiegato in cantiere contestualmente allo scavo, qualora le indagini a disposizione lo consentano.

Pertanto, i materiali di scavo destinati ad essere riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni saranno temporaneamente depositati lungo l'asse per poi essere reimpiegati in aree limitrofe, sulla base dell'avanzamento dei lavori.

Per quanto riguarda lo scotico, al fine di minimizzare le movimentazioni di materiale, lo stesso verrà utilizzato per la realizzazione delle dune perimetrali alle aree di cantiere, assolvendo altresì alla funzione di barriera acustica e visiva.

Nel caso in cui non sia possibile reimpiegare direttamente il materiale, oltre all'asse della costruenda

viabilità, le aree che si prevede di utilizzare come siti di deposito intermedio per i materiali da riutilizzare nell'ambito delle lavorazioni sono quelle indicate al par. 3.7.

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.

Si precisa queste ultime 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 in attesa di utilizzo 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.

5.2.3 Modalità di deposito dei materiali da scavo

Le aree di deposito e le 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.

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, le cui dimensioni non supereranno il volume di circa 3.000 mc ciascuno, per un'altezza massima pari a 3 m.

Per la preparazione delle aree di stoccaggio/cantiere i primi 50 cm di terreno derivanti dallo scotico necessario alla preparazione delle aree di stoccaggio saranno mantenuti separati dal materiale sottostante.

5.2.1 Modalità di trasporto

Per l'utilizzo dei materiali di scavo nell'ambito del cantiere in qualità di sottoprodotti, si prevede il trasporto diretto alla WBS di utilizzo o ai depositi interni di cantiere.

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. 120/2017.

Il Documento di Trasporto conterrà le informazioni anagrafiche del sito di produzione, gli estremi del Piano di Utilizzo in oggetto (codifica e durata del PUT), le informazioni anagrafiche del sito di destinazione e del sito di deposito intermedio nonché le informazioni inerenti le condizioni di trasporto (anagrafica della ditta che effettua il trasporto, targa del mezzo utilizzato, numero di viaggi previsti, quantità e tipologia del materiale trasportato, data e ora del carico, data e ora di arrivo).

In fase di corso d'opera, sarà comunque cura dell'Appaltatore in qualità di Esecutore del Piano di Utilizzo e di Produttore delle terre e rocce da scavo, garantire la corretta applicazione del Piano di Utilizzo e conseguentemente assicurare la rintracciabilità dei materiali mediante la predisposizione di adeguata documentazione.

5.3 Utilizzo finale esterno all'opera

Come anticipato sopra, i materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto, pari a circa **531.041 mc** 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 (o direttamente ai siti di rimodellamento morfologico), 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.

I siti che alla data di stesura del presente elaborato hanno manifestato la disponibilità a ricevere terre e rocce da scavo sono quelli riportati nella tabella seguente, in cui si specifica il comune in cui il sito ricade, la disponibilità di ricezione (in via cautelativa maggiore rispetto ai volumi in esubero) e la distanza dal cantiere.

Tabella 9: Siti di deposito definitivo

Ditta	Comune	Autorizzazione	Disponibilità (mc)	Distanza dal cantiere (km)
Ma.Fra. srl	Bari	Det. n. 444 del 19/10/2020	1.500.000	~5 km
Mageste srl	Altamura (BA)	Det. n. 125 del 05/07/2016	240.000	~ 50 km

In via preferenziale, il materiale sarà conferito presso i siti ubicati a una distanza minore dei siti rispetto al progetto.

La documentazione relativa ai suddetti siti è riportata nelle schede in Allegato 3.

5.3.1 Modalità di deposito dei materiali di scavo

In generale, lo sviluppo delle lavorazioni presuppone che il materiale venga destinato ai 2 siti di conferimento individuati contestualmente allo scavo, qualora le indagini a disposizione lo consentano.

In alternativa, i materiali di scavo 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.

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 al par. 3.7.

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

5.3.1 Modalità di trasporto

Per il conferimento dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti presso i siti di destinazione, si prevede il trasporto su gomma con automezzi, con le modalità precedentemente descritte e secondo i percorsi individuati nell'elaborato "Ubicazione siti di deposito definitivo, impianti di recupero rifiuti e discariche" in cui si riporta una planimetria con l'indicazione della viabilità utilizzabile per il conferimento dei materiali dal sito di produzione al sito di deposito in attesa di utilizzo e infine ai siti di utilizzo finale.

In merito ai siti di conferimento esterni dei sottoprodotti, 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.

6 VALIDITÀ DEL PIANO DI UTILIZZO

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

Pertanto, si ritiene che la durata del Piano di Utilizzo, di cui all'art. 14 comma 1 del D.P.R. 120/2017, possa essere fissata pari a circa 5 anni.

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

7 ALLEGATI

ALLEGATO 1: Report completo delle indagini geognostiche, geofisiche, geotecniche e prove di laboratorio redatto dall'istituto di Ricerca e Sperimentazione Sidercem srl

ALLEGATO 2: Report completo delle indagini ambientali redatto dall'istituto di Ricerca e Sperimentazione Sidercem srl

ALLEGATO 3: Documentazione dei siti di deposito definitivo