

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIREZIONE TECNICA

U.O. GEOLOGIA TECNICA, DELL'AMBIENTE E DEL TERRITORIO

PROGETTO FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

POTENZIAMENTO INFRASTRUTTURALE ORTE-FALCONARA

RADDOPPIO DELLA TRATTA PM228-ALBACINA

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

Relazione Generale

SCALA:

-

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

IR0E 00 R 69 RG TA0000 002 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Definitiva	M. Mulè	Gen. 2022	D. Bensaadi	Gen. 2022	C. Urciuoli	Gen. 2022	S. Padulosi	Ott. 2022
B	Emissione Definitiva	D. Bensaadi	Ott. 2022	B. Pitzu	Ott. 2022	C. Urciuoli	Ott. 2022	Ing. Padulosi Sa	n. 25827 sez. A

ITALFERR S.p.A.
Ing. Padulosi Sa
Ordine degli Ingegneri di Roma
n. 25827 sez. A

File: IR0E00R69RGTA0000002B.doc

n. Elab.:

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	2/69

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	7
2.1	DEFINIZIONE E CONDIZIONI DI APPLICABILITÀ DEL D.P.R. 120/17	7
3	CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL D.P.R. 120/2017	11
4	SITI DI PRODUZIONE	14
4.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE E TOPO-CARTOGRAFICO	14
4.1.1	<i>Caratteristiche del progetto</i>	15
4.1.2	<i>Descrizione delle fasi esecutive dei lavori</i>	21
4.2	INQUADRAMENTO URBANISTICO	24
4.3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	26
4.3.1	<i>Inquadramento geologico</i>	26
4.3.2	<i>Stratigrafia</i>	27
4.3.3	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	28
4.3.4	<i>Inquadramento idrogeologico</i>	30
4.3.5	<i>Interpretazione geologica ed idrogeologica lungo il tracciato</i>	33
4.3.6	<i>Cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico</i>	37
4.4	USO PREGRESSO DEL SITO ED INTERFERENZE CON AREE A RISCHIO CONTAMINAZIONE	41
4.5	CAMPIONAMENTO ED ANALISI	42
4.5.1	<i>Indagini ambientali sui terreni lungo linea</i>	42
4.5.2	<i>Indagini ambientali sulle acque sotterranee</i>	45
5	METODICHE DI SCAVO, ANALISI E OPERAZIONI SUI SOTTOPRODOTTI	46
5.1	TECNICHE DI SCAVO.....	46
5.1.1	<i>Scavo Tradizionale</i>	46
5.2	QUADRO DEI MATERIALI DI SCAVO PRODOTTI	47

5.3	TRATTAMENTI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE	48
5.4	ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA	48
5.4.1	<i>Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo</i>	<i>49</i>
5.4.2	<i>Rispetto dei requisiti di qualità ambientale</i>	<i>52</i>
5.4.3	<i>Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO).....</i>	<i>53</i>
6	SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO	55
6.1	DEPOSITO INTERMEDIO	55
6.1.1	<i>Sistema di cantierizzazione</i>	<i>55</i>
6.1.2	<i>Modalità di deposito dei materiali di scavo</i>	<i>58</i>
6.1.3	<i>Modalità di Trasporto</i>	<i>60</i>
6.2	CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO	61
7	SITI DI DEPOSITO FINALE	62
7.1	RIUTILIZZO FINALE INTERNO AL PROGETTO.....	63
7.2	RIUTILIZZO FINALE ESTERNO AL PROGETTO	63
7.3	CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI.....	66
7.3.1	<i>Modalità di campionamento ed esiti della caratterizzazione</i>	<i>66</i>
7.4	EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO	66

ALLEGATI

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

Allegato 2: Cronoprogramma lavori

Allegato 3: Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG – Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "Sapienza – Università di Roma")

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta il Piano di Utilizzo dei materiali di scavo (di seguito PUT), redatto secondo le indicazioni del Decreto del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017, n. 120 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164" e si prefigge lo scopo di rappresentare le modalità di gestione e di utilizzo dei materiali da scavo prodotti nell'ambito dei lavori per la realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta PM228-Albacina delle opere di velocizzazione della linea Orte - Falconara.

Il Progetto in argomento è il raddoppio della linea storica, sia in stretto affiancamento che su nuovo tracciato in variante, suddiviso in tre Lotti Funzionali:

1. PM228-Bivio Nord-Albacina
2. Bivio Nord-Albacina- Serra San Quirico (i)
3. Serra San Quirico (e)-Castelplanio (e)

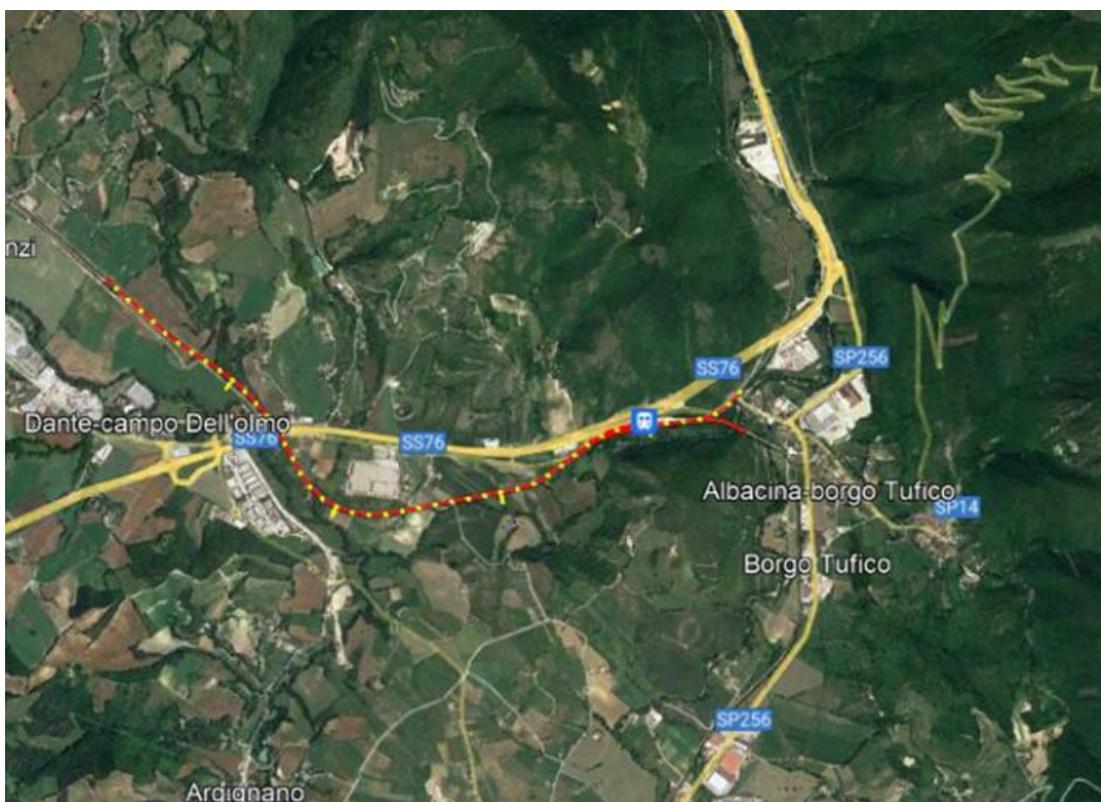


Figura 1-1- Inquadramento generale raddoppio ferroviario tratta PM228 – Albacina su ortofoto

Il presente studio, come detto, riguarda il progetto di fattibilità tecnico-economica della tratta PM228 – Albacina. L'intervento ha inizio alla prog km 228+705 della linea storica, individuata come progressiva 0+000 del tracciato del binario pari di progetto, e termina in corrispondenza dell'entrata della stazione di Albacina, di cui è previsto un adeguamento dell'intero impianto sia per quanto concerne la riconfigurazione dei binari che per l'adeguamento delle banchine con attrezzaggio delle pensiline e sovrappasso pedonale; in uscita da Albacina la linea continua a singolo binario verso Castelplanio e viene mantenuto il bivio verso Macerata. Lo sviluppo complessivo del tracciato è pari a circa 3,9 km (rif. binario dispari).

Di seguito si riporta l'inquadramento territoriale del progetto PM228 Albacina rispetto agli altri lotti funzionali del raddoppio della tratta Orte-Falconara.

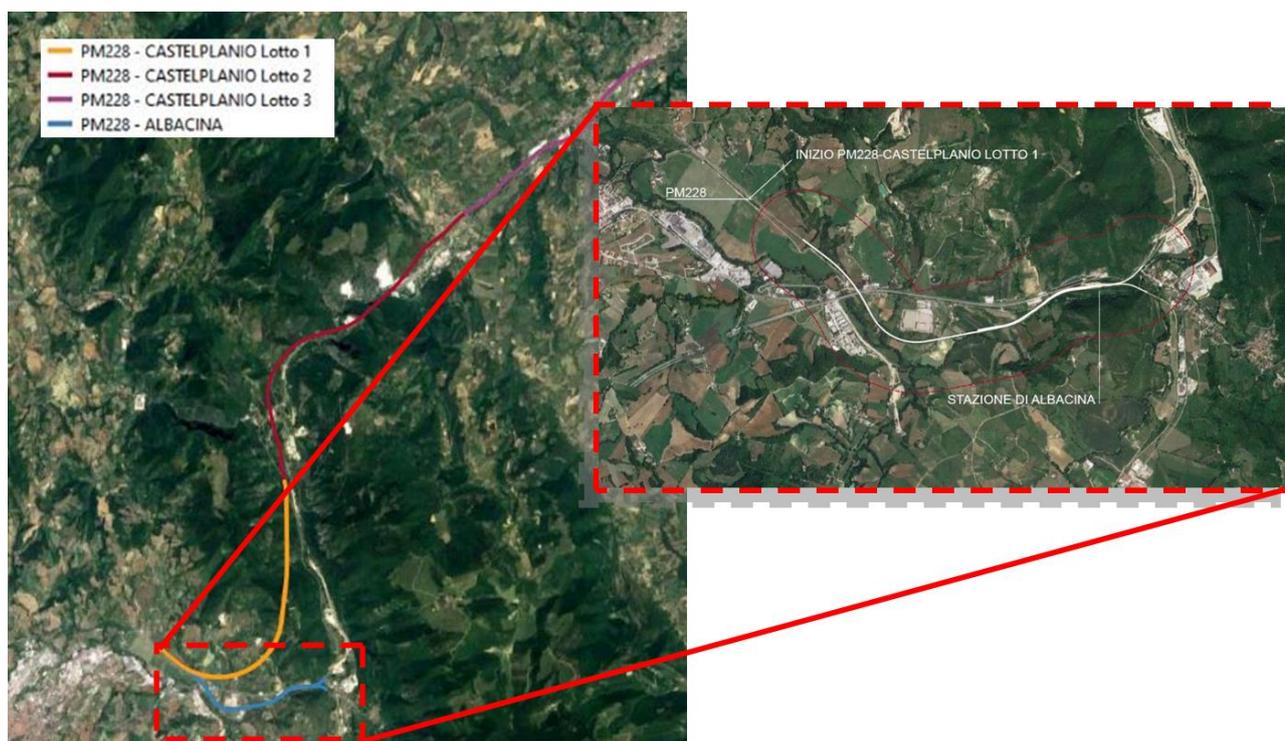


Figura 1-2 – Inquadramento territoriale della linea ferroviaria oggetto di intervento

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

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	6/69

Relazione Generale

utilizzo, nonché il processo di tracciabilità dei materiali dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio ed ai siti di destinazione.

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

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

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	7/69

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

- **Decreto Ministero dell'Ambiente del 1 marzo 2019, n. 46** - Regolamento relativo agli interventi di bonifica, di ripristino ambientale e di messa in sicurezza, d'emergenza, operativa e permanente, delle aree destinate alla produzione agricola e all'allevamento, ai sensi dell'articolo 241 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
- **Decreto del Presidente della Repubblica del 13 giugno 2017, n. 120** - "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo, ai sensi dell'articolo 8 del decreto-legge 12 settembre 2014, n. 133, convertito, con modificazioni, dalla legge 11 novembre 2014, n. 164";
- **Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e s.m.i.** - "Norme in materia Ambientale". Il D.Lgs. recepisce in toto l'articolato del Decreto Legislativo 5 febbraio 1997 n. 22 relativamente ai rifiuti;
- **Decreto Ministeriale 5 febbraio 1998 e s.m.i.** - Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22.

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

2.1 Definizione e condizioni di applicabilità del D.P.R. 120/17

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

- si considerano lavori, tutte le attività di costruzione, scavo, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro e manutenzione relativi alle lavorazioni inerenti al progetto di Raddoppio Ferroviario della tratta PM228-Albacina;
- si considera come opera, ai sensi dell'art. 2 del D.P.R. 120/2017, l'insieme dei lavori di realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta PM228-Albacina, della linea Orte - Falconara;

- sono considerate terre e rocce da scavo tutti i materiali derivanti dagli scavi finalizzati alla realizzazione dell'opera ferroviaria, anche contenenti materiali antropici (vedi definizione succitata), conformi ai limiti di cui alle colonne A e B, Tabella 1, allegato 5 alla parte IV del D.Lgs 152/06 e ss.mm.ii; le terre e rocce da scavo sono costituite da suolo derivante da attività di scavo attraverso tradizionali mezzi meccanici con l'utilizzo di materiali per il consolidamento delle opere di fondazione;
- l'Autorità Competente di cui all'art. 5, comma 1, lettera o) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. è identificata nel Ministero della Transizione Ecologica;
- i siti di produzione in cui sono generate le terre e rocce da scavo, sono le wbs/parti d'opera in cui è stata suddivisa l'opera, in funzione della loro ubicazione, così come individuati nel presente Piano di Utilizzo;
- i siti di deposito intermedio previsti sono le aree di stoccaggio denominate AS01, AS02, AS03, AS04, AS05, AS06 e il sito di deposito terre denominato DT.01.
- i siti di destinazione sono wbs/parti d'opera facenti parte dell'opera stessa o siti esterni in cui il sottoprodotto verrà utilizzato come di seguito individuati;
- il Proponente che presenta il Piano di Utilizzo è RFI S.p.A. (di cui Italferr S.p.A. rappresenta il soggetto tecnico)
- il Produttore delle terre e rocce da scavo, sarà il soggetto (o più soggetti) incaricato da RFI S.p.A. affidatario dei lavori.
- l'Esecutore che attuerà il Piano di Utilizzo sarà il Produttore delle terre e rocce da scavo per le wbs/parti d'opera interne al cantiere nonché il soggetto (o più soggetti) incaricato da RFI S.p.A. e il Proprietario/Gestore dei siti di destinazione finale esterni.

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

- le terre e rocce da scavo saranno prodotte dai lavori di realizzazione del raddoppio ferroviario della tratta PM228-Albacina, 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 al termine del ciclo di produzione eventualmente previo trattamento di normale pratica industriale;
- 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”*.

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

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

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

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

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

eccezionali quali, per esempio: la rescissione del contratto o il fallimento dell'Esecutore del PUT, la necessità di riappaltare l'opera secondo le onerose procedure previste dalla normativa vigente in materia di opere pubbliche, la sopraggiunta indisponibilità di uno o più siti di destinazione finale dei sottoprodotti individuati nel PUT, ecc.

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

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

3 CONFORMITA' DEL PIANO DI UTILIZZO ALL'ALLEGATO 5 DEL D.P.R. 120/2017

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

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

Nel dettaglio il piano di utilizzo indica:

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

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 4 e documento correlato *“Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0E00R69SHTA0000001A”*;

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

l'ubicazione dei siti di destinazione delle terre e rocce da scavo nonché gli approfondimenti tecnici - degli stessi, sono riportati nei Cap. 6 e 7 e documenti correlati *“Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IR0E00R69SHTA0000002A”* e *“Schede tecniche dei siti di deposito finale – IR0E00R69SHTA0000003A”*.

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

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

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

4. *le modalità di esecuzione e le risultanze della caratterizzazione ambientale delle terre e rocce da scavo eseguita in fase progettuale in conformità alle previsioni degli allegati 1, 2 e 4, precisando in particolare:*

- *i risultati dell'indagine conoscitiva dell'area di intervento (ad esempio, fonti bibliografiche, studi pregressi, fonti cartografiche) con particolare attenzione alle attività antropiche svolte nel sito o di caratteristiche geologiche-idrogeologiche naturali dei siti che possono comportare la presenza di materiali con sostanze specifiche;*

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel Cap. 4 e documento correlato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0E00R69SHTA0000001A";

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

Nel presente Piano di Utilizzo il tema è affrontato nel CAP. 4 e 5 e documento correlato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0E00R69SHTA0000001A";

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

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

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

All'interno del Piano di Utilizzo, nel documento correlato "Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IR0E00R69SHTA0000002A" e nel cap. 6 si riporta l'ubicazione dei siti di deposito temporaneo, delle aree tecniche e delle aree di stoccaggio nonché l'indicazione delle classi di destinazione urbanistica e i tempi di deposito.

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

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	13/69

Relazione Generale

All'interno del Piano di Utilizzo, le modalità di trasporto previste per la movimentazione delle terre e rocce da scavo dai siti di produzione, depositi intermedi e siti di destinazione sono descritte nel cap. 6 e nei documenti correlati "*Schede tecniche dei siti di deposito intermedio – IR0E00R69SHTA0000002A*" e "*Corografia viabilità di conferimento ai siti di destinazione finale – IR0E00R69CZTA0000001A*";

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

<i>IR0E00R69SHTA0000001A</i>	"Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione"
<i>IR0E00R69SHTA0000002A</i>	"Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito intermedio"
<i>IR0E00R69SHTA0000003A</i>	"Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di deposito finale"
<i>IR0E00R69CZTA0000001A</i>	"Corografia viabilità di conferimento ai siti di destinazione finale"

4 SITI DI PRODUZIONE

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

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

Ulteriori dettagli sui singoli siti di produzione delle terre sono riportati nelle schede cartografiche (doc. correlato *IR0E00R69SHTA0000001A* "Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione") che comprendono:

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

4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E TOPO-CARTOGRAFICO

Gli interventi in progetto rientrano nel territorio della Regione Marche, in particolare nel Comune della Provincia di Ancona:

- Fabriano;

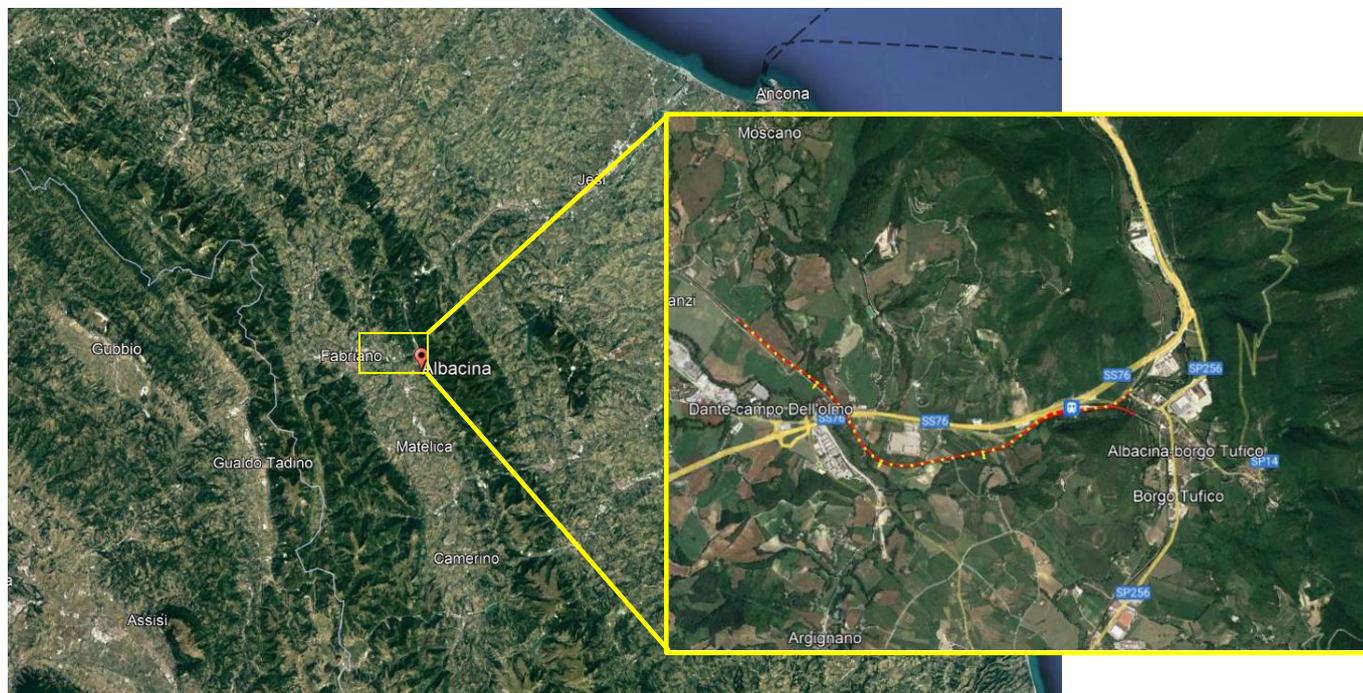


Figura 4-1 – inquadramento dell'asse di progetto

4.1.1 Caratteristiche del progetto

Il progetto di raddoppio della linea ferroviaria Orte-Falconara, nella tratta PM228 - Albacina, ha origine al km 228+705 della linea storica, individuata come progressiva 0+000 del tracciato del binario pari di progetto, e termina in corrispondenza dell'entrata della stazione di Albacina, di cui è previsto un adeguamento dell'intero impianto sia per quanto concerne la riconfigurazione dei binari che per l'adeguamento delle banchine con attrezzaggio delle pensiline e sovrappasso pedonale, in uscita da Albacina la linea continua a singolo binario verso Castelplano e viene mantenuto il bivio verso Macerata. Lo sviluppo complessivo del tracciato è pari a circa 3,9 km (rif. binario dispari).

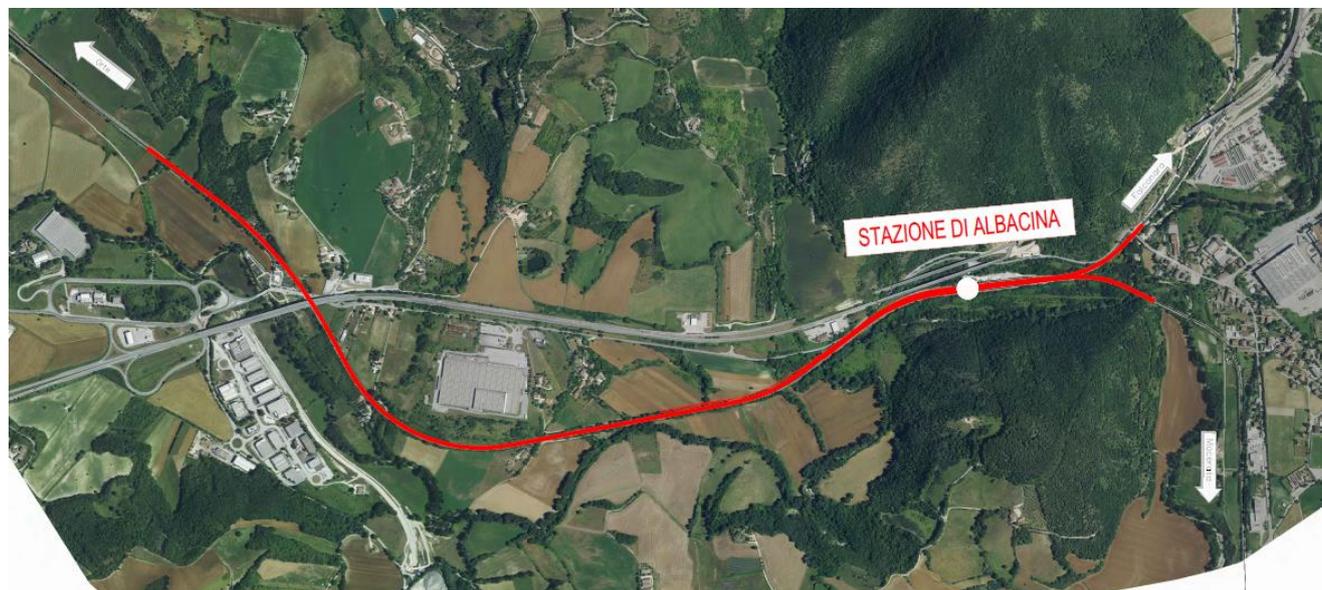


Figura 4-2 – Inquadramento tracciato di progetto su ortofoto

Il progetto si sviluppa completamente allo scoperto ed è scandito da una alternanza di tratti in rilevato e tratti in trincea

Il tracciato ha origine al km 228+705 della linea esistente, in corrispondenza del tronchino di indipendenza del PM228, su cui si innesta il binario spari di raddoppio della linea ferroviaria.

Trattandosi di un raddoppio in sede, l'andamento planimetrico del tracciato segue esattamente l'andamento planimetrico della linea attuale.

Dopo i primi 700 m il progetto prevede la soppressione dell'attuale Passaggio al livello (km 229+436) con re-indirizzamento dei flussi veicolari su percorsi alternativi, con strade di categoria superiore.

Proseguendo verso sud, dopo aver superato il viadotto della strada statale n. 76, la linea in raddoppio piega verso est e al km 1+212 passa in corrispondenza di una opera di sottoattraversamento della linea esistente (km 229+920). L'opera d'arte risulta non compatibile con il progetto di raddoppio e quindi ne è prevista la demolizione e ricostruzione.

L'opera attualmente ha doppia funzione, quella di trasparenza idraulica e quella di sottovia, infatti garantisce l'accesso alle abitazioni poste a sud della linea ferroviaria.

Il progetto vede la demolizione dell'opera esistente e la realizzazione di un tombino idraulico scatolare IN04, che garantisce la continuità idraulica del corso d'acqua che da nord recapita nel fiume Giano.

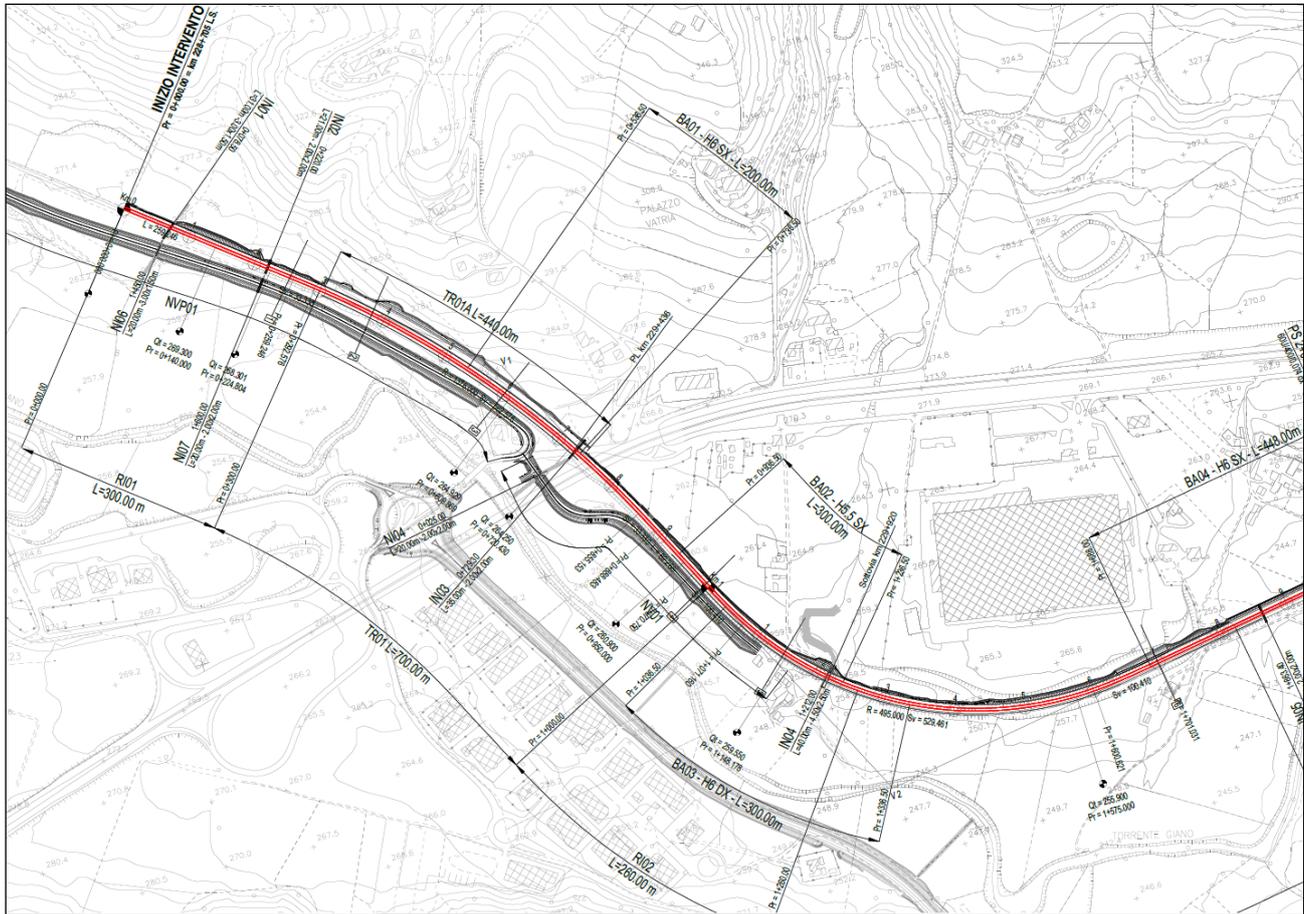


Figura 4-3 - Stralcio planimetrico su cartografia

Il collegamento stradale alle abitazioni è risolto attraverso la realizzazione di una nuova viabilità di accesso (NV01) che ha origine dalla viabilità esistente e che costeggia la linea ferroviaria.

Superata l'opera, la linea ferroviaria curva verso nord est e passa in corrispondenza di una opera di sottoattraversamento della linea esistente (km 230+760) che risulta non compatibile con il progetto di raddoppio.

L'intervento vede la demolizione e ricostruzione del sottovia, che consente l'accesso ai fondi agricoli e alle abitazioni poste a sud della linea.

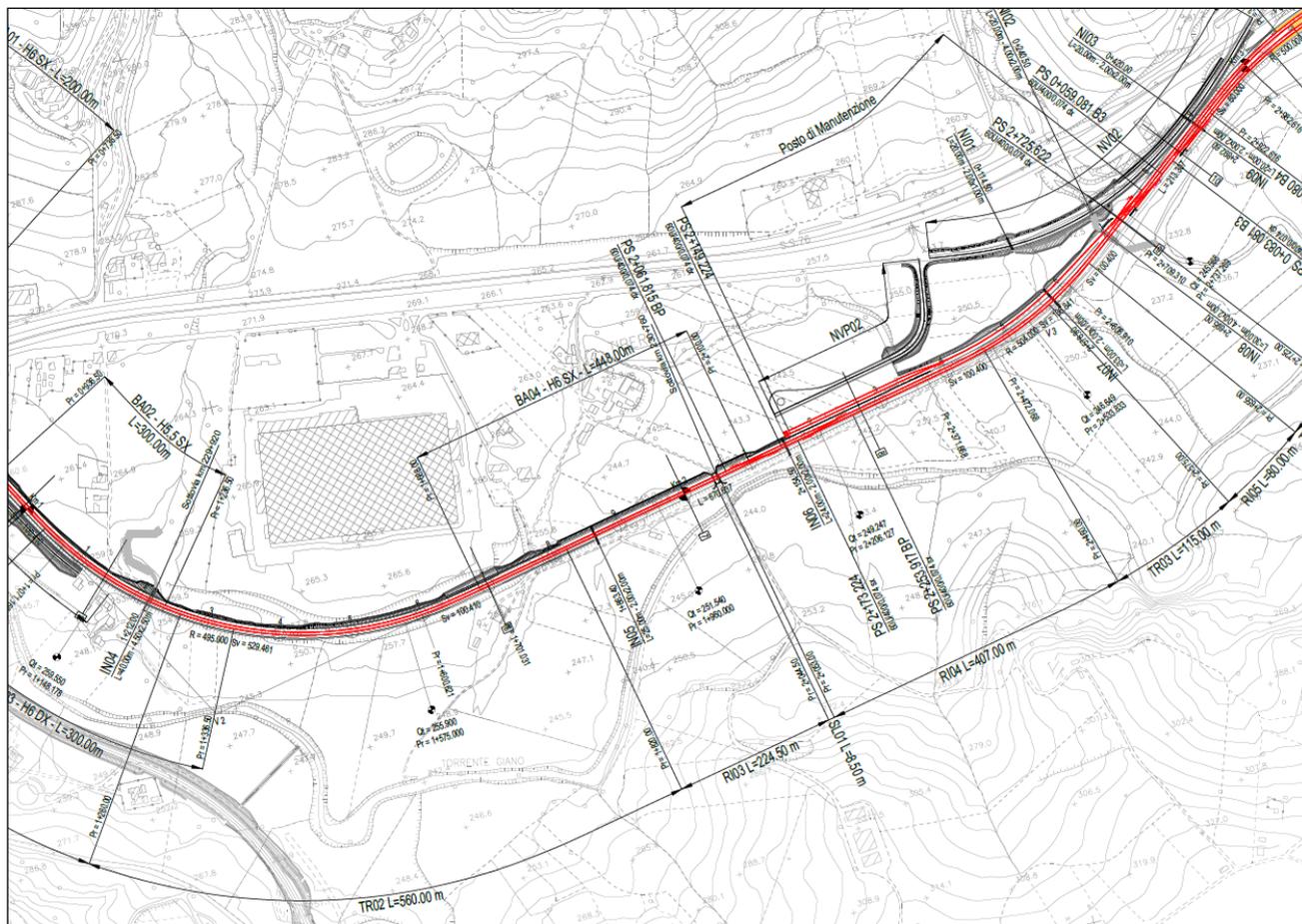


Figura 4-4 - Stralcio planimetrico su cartografia

In fase di cantiere il collegamento stradale è garantito dalla realizzazione di una viabilità provvisoria che ricalca in parte il sedime di una strada interpodereale esistente.

Superata l'opera la linea ferroviaria procede verso nord est e circa al km 2+500 lascia il sedime esistente per entrare in variante. Tale scelta è dettata dalla necessità di creare le condizioni plano altimetriche che consentano l'inserimento delle comunicazioni tra il corretto tracciato e il binario di accesso al nuovo posto di manutenzione "Albacina".

Per creare gli spazi necessari per inserire il doppio binario di corretto tracciato, e ubicare il terzo binario in corrispondenza del singolo binario della linea attuale, il progetto prevede una variante planimetrica della viabilità esistente, ubicata a nord della linea ferroviaria (NV02).



Figura 4-5 - Stralcio planimetrico su cartografia

In corrispondenza dell'apparato di collegamento tra corretto tracciato e posto di manutenzione è possibile individuare la nuova radice dell'impianto di stazione di Albacina.

Come detto nei paragrafi precedenti, il progetto vede la modifica dell'impianto con adeguamento dei tre marciapiedi (modulo 250 H=55) e collegamento degli stessi attraverso la costruzione di sovrappasso.

I binari della stazione esistente sono oggetto di demolizione e completa riconfigurazione che avviene in fasi successive, al fine di garantire la continuità di esercizio della linea.

Di seguito si elencano le principali WBS lungo l'asse ferroviario della linea Orte-Falconara:

WBS	Da km	A km	Note
RI01	0+000	0+300	Raddoppio in sede
TR01	0+300	1+000	Raddoppio in sede - Trincea sostenuta da paratia di pali
TR01A	0+300	0+744	Trincea con intervento in soilnailing (3v:2h)
RI02	1+000	1+260	Raddoppio in sede
TR02	1+260	1+820	Raddoppio in sede - Trincea sostenuta da paratia di pali
RI03	1+820	2+050	Raddoppio in sede - Muro di sottoscarpa
SL01	2+050	-	Sottovia esistente da demolire e ricostruire – 20m
RI04	2+050	2+460	Raddoppio in sede - Paratia di pali tra binario di raddoppio e binario manutenzione
TR03	2+460	2+580	Trincea in variante
RI05	2+580	2+655	Rilevato in variante
TR04	2+655	2+725	Trincea in variante
TR05	2+725	3+470	Impianto di stazione - Trincea sostenuta da paratia di pali
RI05	3+470	3+600	Impianto di stazione - Rilevato
TR06	3+600	3+814	Raddoppio in sede - Trincea sostenuta da paratia di pali

Tabella 4-1: Principali opere ferroviarie di linea previste in progetto

Oltre alle opere civili, nel Lotto di Albacina sono previste le seguenti Nuove Viabilità:

- NV01: Nuova viabilità (Complanare Sud);
- NV02: Nuova viabilità – Trincea con paratia di pali tirantati in sx per 235m.
- NV03: viabilità provvisoria con ponte provvisorio.

Nuove Viabilità di accesso ai Piazzali:

- NVP01-NVP01A: Accesso PM228;
- NVP02: Accesso PM Albacina alla pk 2+250
- NV0X: Stradello di ricucitura SL01.

Infine, sono previste delle modifiche all'armamento, e agli impianti di trazione elettrica e segnalamento, cui progetto è stato sviluppato seguendo le fasi di esercizio previste.

Per ogni maggiore dettaglio si rimanda agli elaborati di progetto.

4.1.2 Descrizione delle fasi esecutive dei lavori

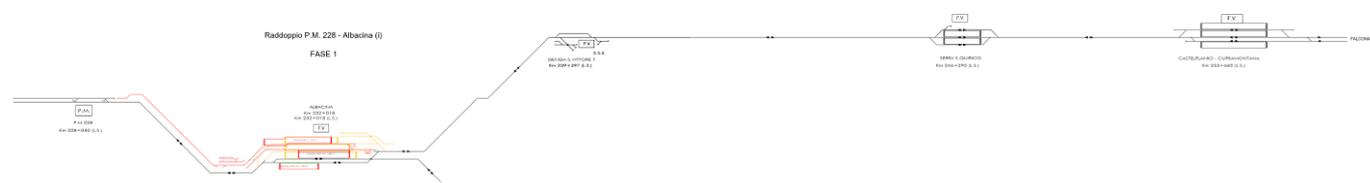
Dal punto di vista funzionale e dell'esercizio, la realizzazione dell'appalto in oggetto prevede le seguenti fasi realizzative:

Stato attuale



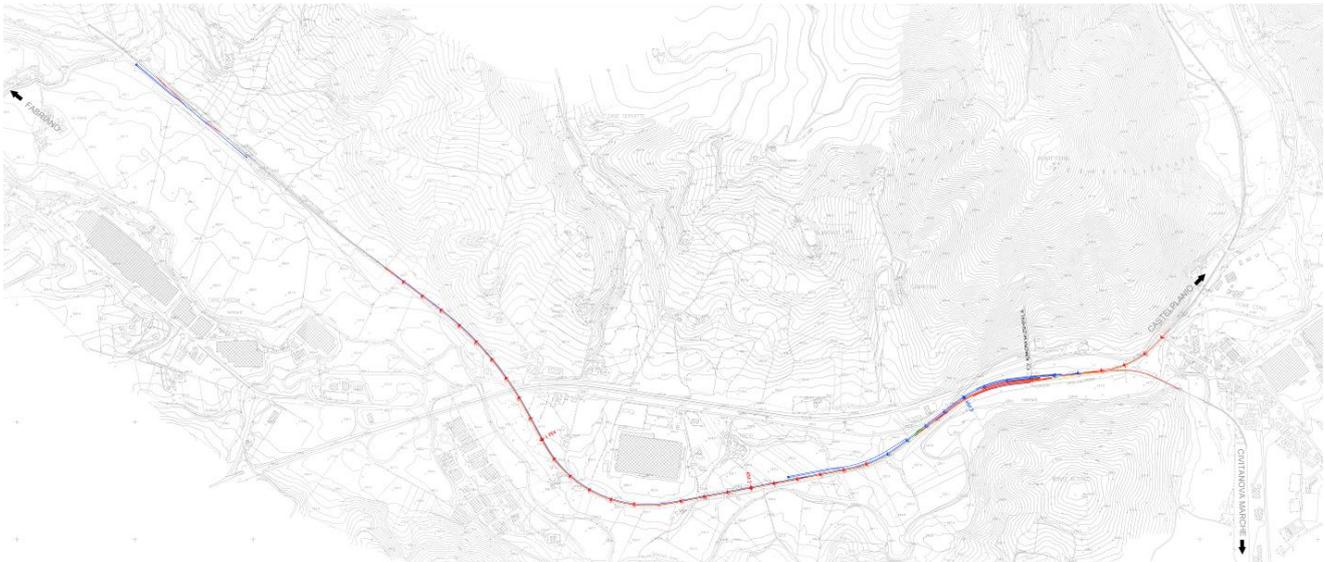
Fase 1

La fase 1 prevede la realizzazione di un raddoppio in stretto affiancamento al binario esistente, con un'alternanza di tratti in rilevato e in trincea, fino all'attuale stazione di Albacina, che vede in questa fase l'indisponibilità dei binari 1 e 2. Verrà inoltre realizzato il nuovo posto di manutenzione di Albacina.



Fase 2

La seconda fase prevede la demolizione della linea storica per il completamento del raddoppio. In questa fase, la stazione di Albacina opererà con i binari 1 e 2 in configurazione definitiva. Verrà inoltre realizzato il nuovo posto di manutenzione presso l'attuale PM228.



Fase 3

La fase 3 prevede sostanzialmente le attività di "switch-off" necessarie all'attivazione della tratta in configurazione definitiva.





Configurazione di progetto



Per i dettagli sulla durata delle lavorazioni si rimanda all'allegato 2.

4.2 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Al fine di inquadrare da un punto di vista urbanistico le destinazioni d'uso delle aree interferite dal progetto del raddoppio della tratta PM228 Albacina occorre far riferimento al PRG del Comune di Fabriano (approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1990).

Di seguito si riporta il quadro sinottico delle destinazioni d'uso delle aree interferite ricavate dalla sovrapposizione con i PRG dei tre comuni:

Tabella 4-2: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di linea con le destinazioni del PRG di Fabriano

Prog. Km		WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
da	a			
-		PM228	FS	Art.33 c)
			QL1 – Piastra logistica	-
0+000	0+050	Linea ferroviaria	FS	Art.33 c)
0+050	0+720	Linea ferroviaria	Zona agricola - E	Art.29
0+720	0+770	Linea ferroviaria	Zone per la circolazione e la Sosta veicolare STR - Area Viabilità (VIA)	Art.26
0+770	2+925	Linea ferroviaria	Zona agricola - E	Art.29
1+210	1+220	Linea ferroviaria	Area Viabilità (VIA)	-
1+820	2+050	Linea ferroviaria	Area Viabilità (VIA)	-
2+050	2+710	Linea ferroviaria	QL2	-
2+165	3+560	Linea ferroviaria	F1PF – Parco ferroviario	Art. 24.3
3+560	3+949	Linea ferroviaria	Zona agricola - E	Art.29
3+910	3+920	Linea ferroviaria	Area Viabilità (VIA)	-

Tabella 4-3: Quadro sinottico delle interferenze con la nuova viabilità e le destinazioni del Prg di Fabriano

WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
NVP01	QL1 – Piastra logistica	-
	Zone per la circolazione e la Sosta veicolare STR	Art.26
	Zona agricola - E	Art.29

	Zone per la circolazione e la Sosta veicolare STR - Area Viabilità (VIA)	Art.26
NV01	Zona agricola - E	Art.29
	Zone per la circolazione e la Sosta veicolare STR – Area Viabilità (VIA)	Art.26
NVP02	QL2	-
NV02	QL2	-
	Area Viabilità (VIA)	-
	Zona agricola - E	Art.29

Tabella 4-4: Quadro sinottico delle interferenze delle opere di completamento con le destinazioni del PRG di Fabriano

WBS	Destinazioni di piano	Art.NTA
FA100	QL1 – Piastra logistica	-
FA00	QL1 – Piastra logistica	-
Fermata di Albacina	F1PF – Parco ferroviario	Art. 24.3
	Zona agricola - E	Art.29

Per la rappresentazione cartografica delle interferenze tra il tracciato ferroviario e le destinazioni d'uso dei luoghi desunti dalla pianificazione locale vigente si rimanda all'elaborato correlato "Piano di Utilizzo – Schede tecniche dei siti di produzione" (cfr. IR0E00R69SHTA0000001A).

Alla stessa maniera, anche le aree di Stoccaggio e Deposito Terre interferiscono per lo più con aree agricole.

Per la destinazione d'uso specifica delle aree di stoccaggio e deposito terre si rimanda all'elaborato correlato "Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedio – IR0E00R69SHTA0000002A", per le cartografie degli strumenti urbanistici e per le destinazioni d'uso delle aree interferite dalla linea ferroviaria si rimanda al documento correlato "Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0E00R69SHTA0000001A".

4.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Si riporta di seguito una sintesi degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici e geotecnici che caratterizzano l'area di indagine e che hanno consentito di poter valutare i rapporti tra l'opera in oggetto ed il territorio circostante. Per un maggior dettaglio si rimanda all'elaborato specialistico: *IR0E00R69RGGR001001A* "Relazione geologica".

4.3.1 Inquadramento geologico

Dal punto di vista geografico, l'area di studio è situata nel tratto vallivo del Torrente Giano che collega la città di Fabriano a ovest con la Stazione ferroviaria di Albacina ad est. Le quote di progetto risultano variabili e seguono l'andamento circa ovest-est della valle principale, passando dai circa 277 m.s.l.m. della pk 0+000 sino ai 235-236 m.s.l.m. del tratto finale del tracciato posto poco a NE della stazione F.S. di Albacina.

Nei primi 1200-1300 metri il tracciato, con andamento circa NO-SE, corre alla base dei rilievi collinari che delimitano verso NE la piana di Fabriano (zona Case Cozze – Palazzo Vatria).

Successivamente la linea attraversa la porzione centrale della piana compiendo una curva che porta il tracciato a correre, lungo un tratto rettilineo, in direzione circa OSO-ENE a partire da Molino Vatria sino alla stazione di Albacina (pk 4+000). In questo punto il tracciato torna ad avvicinarsi al limite settentrionale della vallata del T. Giano, correndo ai piedi dei primi rilievi montuosi della più ampia dorsale di M. Le Cone – M. Valmontagnana a nord e del M. Rustico a sud.

Il tracciato termina, infine, circa 600 m oltre la stazione di Albacina in corrispondenza del ponte sul T. Giano in località Borgo Tufico, ove si esce dal dominio dei depositi quaternari per entrare, per l'ultimo breve tratto, nel contesto delle formazioni cretache della Scaglia Rossa.

In virtù delle differenti formazioni affioranti appartenenti alla Successione Umbro-Marchigiana (Figura 4-6), la morfologia è più dolce e blanda in corrispondenza delle litologie pelitiche che caratterizzano la prima parte del tracciato (Scaglia Cinerea, Schlier e Bisciario) mentre risulta più acclive in corrispondenza degli affioramenti calcareo-marnosi della Scaglia, nel tratto terminale. Tutta la porzione centrale si sviluppa invece in condizioni pressoché pianeggianti dovute all'estesa presenza di depositi alluvionali olocenici recenti che colmano il fondo della piana del T. Giano.

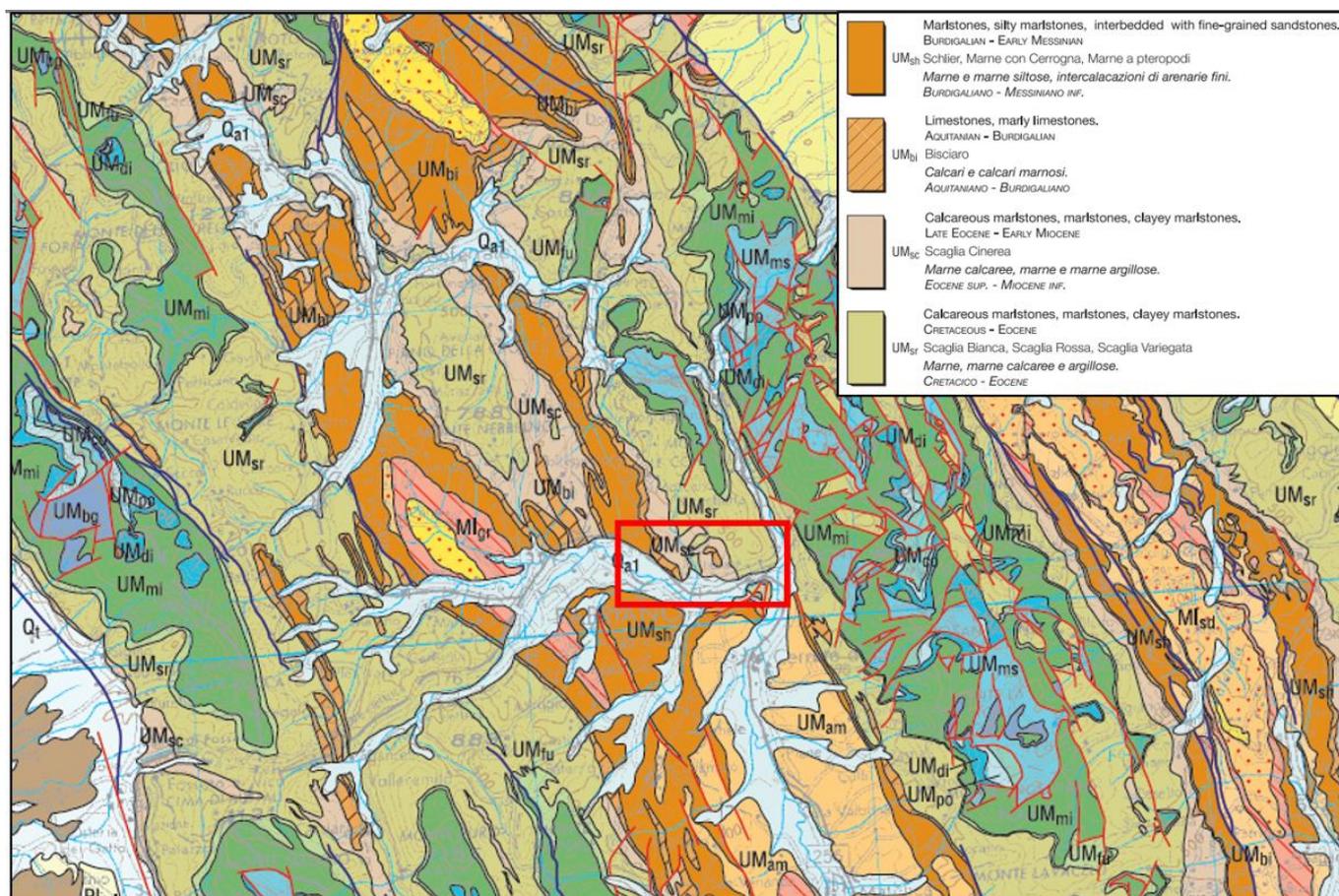


Figura 4-6 Carta Geologica dell'Appennino settentrionale (da Conti et al., 2019). Il rettangolo rosso indica l'area interessata dal tracciato in progetto.

Dal punto di vista idrografico, l'area ricade quasi interamente entro il bacino del T. Giano e solo nel tratto finale questo va ad immettersi nel corso d'acqua maggiore dell'area; Il Fiume Esino che scorre con direzione circa SSE-NNO oltre l'area di progetto.

Attorno alla pk 1+870 il tracciato incontra l'unico affluente in sinistra idrografica del T. Giano, ovvero il Fosso delle Rocchette.

Dal punto di vista antropico l'area di studio, in virtù della morfologia prevalentemente pianeggiante è caratterizzata dalla presenza di insediamenti a prevalente carattere industriale (Cartiere di Fabriano) e da numerose arterie stradali, tra cui la S.S. 76.

4.3.2 Stratigrafia

Le formazioni affioranti lungo il tracciato (in un breve tratto tra le pk 1+100 e 1+200 e oltre la pk 4+500) e quelle presenti nell'intorno dello stesso afferiscono alla classica sequenza stratigrafica umbro-marchigiana (Figura 4-7) e sono comprese tra il Cretacico-Paleogene (Scaglia Rossa - SAA) e il Miocene (F. di

Camerino - FCI). Lungo gran parte del tracciato sono però presenti depositi alluvionali quaternari antichi ascrivibili al Pleistocene (MTIbn – ACbn4) e più recenti di origine olocenica (MUSbn e MUSb). Depositi quaternari sono altresì presenti lungo i fianchi dei rilievi che bordano la piana alluvionale; si tratta principalmente di depositi colluviali di origine olocenica (MUSb2) e di depositi di versante più antichi di età pleistocenica (MTIa). Infine, si evidenzia la locale presenza di corpi di frana quiescenti (MUSa1q) e attivi (MUSa1).

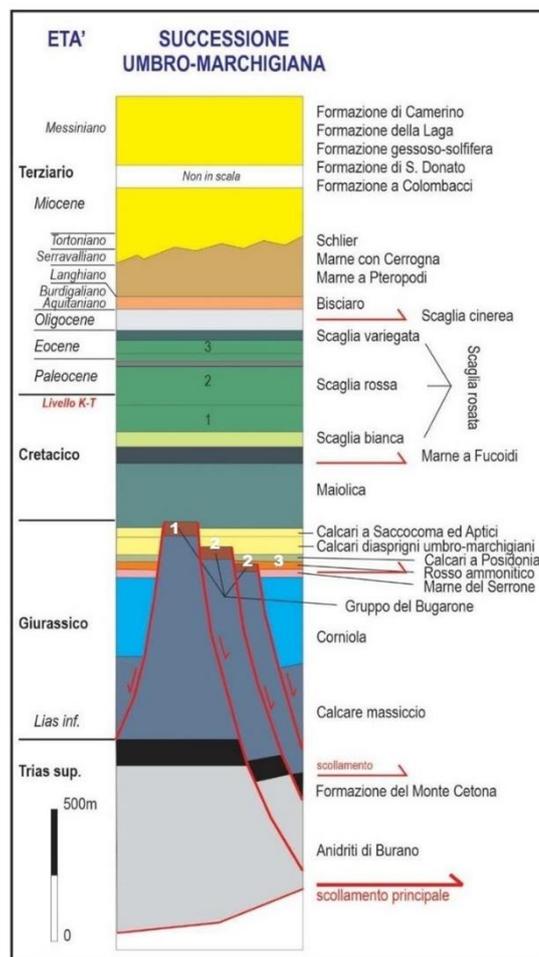


Figura 4-7 Successione stratigrafica umbro-marchigiana (da Pierantoni et al., 2013, modificata).

4.3.3 Inquadramento geomorfologico

L'attuale assetto geomorfologico dell'area lungo la quale si sviluppa il tracciato ferroviario in progetto è condizionato da diversi fattori, tra cui le caratteristiche lito-strutturali del substrato roccioso, l'evoluzione neotettonica, la successione degli eventi climatici quaternari e, non ultima, l'attività antropica soprattutto più recente.

Le caratteristiche lito-strutturali della conca di Fabriano, in cui prevalgono litologie marnose e marnoso-calcaree, fanno sì che si evidenzii la presenza di versanti da poco a mediamente acclivi. In particolare, i pendii che bordano la piana risultano caratterizzati da inclinazioni anche inferiori ai 20° nella porzione iniziale del tracciato, dove prevalgono le formazioni marnose e marnoso-calcaree mioceniche dello Schlier, del Bisciario e della Scaglia Cinerea. Valori di pendenza superiori, ma comunque raramente maggiori di 40°, si riscontrano in corrispondenza della stazione di Albacina, ove la piana si restringe ed il T. Giano confluisce nel F. Esino. In quest'area le prevalenti litologie calcaree della Scaglia Rossa contribuiscono a dare al rilievo una maggior energia, comunque non paragonabile a quella che si riscontra più a nord, presso le Gole di Frasassi e della Rossa.

Le forme ondulate dei rilievi collinari che circondano la conca sono inoltre il frutto dell'intenso sollevamento generale che ha interessato tutto il rilievo appenninico a partire dal Pleistocene inferiore. L'attività tettonica recente ha modificato l'originaria giacitura dei terreni, generando fratture e faglie per lo più di modesto rigetto, in corrispondenza delle quali, durante la fase di sollevamento, si sono spesso impostate le direttrici di drenaggio superficiale. La fase di sollevamento tettonico ha indotto un generale e rapido approfondimento dell'erosione lineare, testimoniato dalla morfologia dell'attuale direttrice del fiume Esino. Nonostante ciò, durante le fasi di stasi, estesi depositi alluvionali si sono messi in posto in corrispondenza dell'attuale fondovalle del T. Giano generando quella che oggi riconosciamo come una vasta piana alluvionale intramontana che mostra una larghezza massima, in corrispondenza dell'inizio del tracciato in progetto, pari a circa 800 metri. La messa in posto dei depositi alluvionali recenti, indicativamente riferita all'Olocene recente, si è verificata per processi di degradazione ed erosione, dovuti anche all'antropizzazione dei versanti e, in particolare, al massiccio smantellamento della copertura boschiva.

Alle fasi fredde, che hanno caratterizzato il Quaternario, sono da riferire, oltre ai depositi alluvionali terrazzati che qui si identificano in due soli ordini di terrazzi (MUSbn ed MTIbn) anche estese coltri eluvio-colluviali (MUSb2) e detritiche (MTIa) che bordano alla base i versanti collinari che delimitano la piana alluvionale.

Da notare come, oltre la stazione di Albacina, la piana vada rapidamente a scomparire lasciando il posto all'incisione fluviale dell'Esino che, a partire da questo punto e andando verso nord, attraversa la successione giurassico-cretacica generando morfologie decisamente più acclivi di quelle che interessano il tracciato in parola.

Passando ai depositi di versante è da sottolineare l'estesa presenza di coperture colluviali (MUSb2) che si interdigitano con i depositi alluvionali antichi lungo il primo tratto di tracciato (circa sino alla pk 1+000). Si tratta di depositi la cui genesi è legata all'alterazione di substrati a prevalente componente marnosa e pelitica del Bisciario, dello Schlier e della Scaglia Cinerea, con successivo trasporto e deposizione

soprattutto da parte delle acque correnti superficiali. La tessitura mostra una prevalenza della frazione limoso-siltosa.

Dal punto di vista della stabilità di versante le litologie marnoso-pelitiche, che caratterizzano l'area, sono interessate per lo più da fenomeni di colamento, molti dei quali superficiali. Tali fenomeni, presenti localmente lungo i versanti vallivi, non risultano interessare lo sviluppo del tracciato in progetto e inoltre, non mostrano in generale segni di attività recente tanto da far sì che possano essere classificati quasi totalmente come fenomeni quiescenti (MUSa1q).

Infine, come già visto, un ruolo importante nella morfogenesi recente dell'area è dato dall'attività antropica che ha profondamente modificato e modellato il paesaggio attraverso la costruzione di insediamenti industriali e arterie viarie che hanno portato con sé, oltre alle suddette variazioni morfologiche dell'area, anche la costituzione di importanti accumuli di materiali di riporto estesamente rinvenibili lungo tutto il tratto in progetto.

4.3.4 Inquadramento idrogeologico

Sulla base dei dati ottenuti dal rilievo geologico di terreno e dalla caratterizzazione geologico-tecnica e geologico-strutturale dei sistemi di fratturazione, i litotipi affioranti nell'area sono stati accorpati in complessi idrogeologici, differenziati in relazione alle caratteristiche di permeabilità relativa (Figura 4-8).

Rispetto a quanto mostrato in figura nell'area di studio sono stati identificati solo alcuni dei complessi idrogeologici, con particolare riferimento a quelli della Scaglia e successivi. Questi sono dunque quelli che verranno descritti nel seguito.

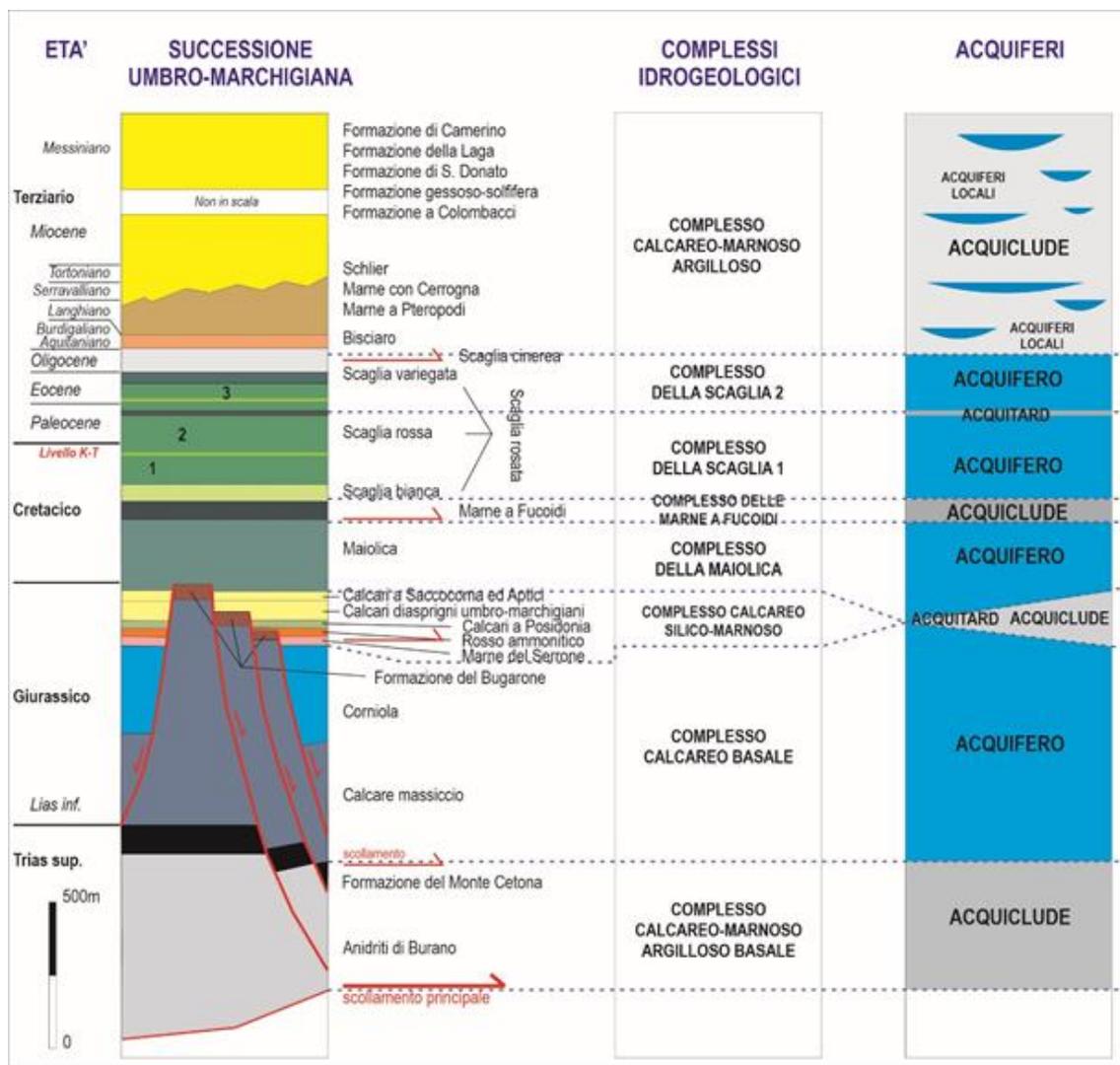


Figura 4-8 Successione stratigrafica e relativi complessi idrogeologici.

I caratteri principali di ogni complesso individuato sono riportati di seguito.

- Complesso acquifero dei depositi continentali quaternari antichi e recenti (MUSa1, MUSa1q, MUSb2, MT1a)

È costituito da coltri prevalentemente ghiaioso-sabbiose, cementate e non, con differente contenuto in matrice argilloso-limosa. Tale complesso è caratterizzato mediamente da elevati valori di permeabilità e viene in genere alimentato direttamente dalle precipitazioni meteoriche, dando luogo a piccole falde sospese, più o meno continue. Tuttavia, in particolari situazioni stratigrafico-strutturali, quando ricaricato anche dall'acquifero carbonatico sottostante, può dar luogo a sorgenti,

a regime perenne. Nell'areale di riferimento non si registra però la presenza di tale tipo di emergenze. In alcuni casi può rappresentare un collegamento idraulico fra gli acquiferi carbonatici delle dorsali e gli acquiferi delle pianure alluvionali. Per le sue caratteristiche di permeabilità è un complesso fortemente vulnerabile in presenza di inquinanti idroveicolati. Il complesso pur essendo presente dell'area di studio non viene mai intercettato dal tracciato in progetto.

- Complesso acquifero dei depositi alluvionali antichi e recenti (ACbn4, MUSb, MUSbn, MTIbn)

È costituito dai depositi fluviali, terrazzati e non, delle aree di pianura alluvionale ed è caratterizzato da corpi ghiaiosi, ghiaioso-sabbiosi e ghiaioso-limosi altamente permeabili, con intercalate lenti, di estensione e spessore variabili, argilloso-limose e sabbioso-limose. Le granulometrie maggiori sono prevalenti nei depositi più antichi, mentre la frazione fine aumenta in quelli più recenti. Differente anche il grado di compattazione e/o di cementazione che aumenta generalmente con l'età dei depositi. Queste disomogeneità (verticali ma soprattutto laterali, in virtù della diversa evoluzione fluviale) determinano, soprattutto all'interno dei depositi più recenti (pleistocenici ed olocenici), la formazione di acquiferi generalmente monostrato ma con possibilità di formazione anche di piccole falde sospese o localmente in pressione. L'acquifero principale è sempre in collegamento con l'asta fluviale e la sua ricarica può avvenire dalla superficie o, nei tratti di attraversamento delle dorsali carbonatiche, da contributi sotterranei provenienti dagli acquiferi calcarei adiacenti; qualora presenti con estensione e spessore considerevoli, i depositi alluvionali antichi possono rappresentare un collegamento idraulico fra il *bedrock* e l'acquifero alluvionale più recente. Anche tale complesso è generalmente ritenuto altamente vulnerabile in presenza di inquinanti idroveicolati. Il complesso viene intercettato lungo quasi tutto il tracciato.

- Complesso delle formazioni marnose e marnoso-calcaree (FCIf, FCle, BIS, SCH)

Il complesso, delimitato alla base dall'*aquiclude* della Scaglia cinerea, comprende le unità marnoso-calcarenitiche che marciano il passaggio tra la sedimentazione carbonatica e la sedimentazione terrigena, localmente comprensivo delle formazioni del Bisciario e dello Schlier. In corrispondenza delle porzioni più calcaree e fratturate del Bisciario, possono emergere piccole sorgenti caratterizzate da portate modeste e a regime stagionale; si tratta di una circolazione idrica in genere alimentata da bacini superficiali poco estesi, in stretta relazione con le piogge. Il complesso viene intercettato per un breve tratto attorno alla pk 1+000.

Caratteristiche similari si rinvengono nelle torbiditi pelitico-arenacee della Formazione di Camerino che, pur non intercettando il tracciato, sovrasta, tramite un limite inconforme, la formazione dello Schlier in destra idrografica del T. Giano, a est di Fabriano.

- Complesso acquiclude della Scaglia Cinerea (SCC)

Formato da spessori consistenti di marne calcaree e argillose, costituisce un livello *aquiclude* a carattere regionale quando, in associazione con elementi tettonici compressivi (*thrusts*), costituisce il limite impermeabile alla base delle successioni carbonatiche.

- Complesso acquifero della Scaglia (SBI1, SBI2, SAA1, SAA2, SAA3, VAS)

È costituito dalla formazione calcarea e calcareo-marnosa permeabile della Scaglia (suddivisa in Scaglia Bianca, Rossa e Variegata); sorretto alla base dall'*aquiclude* delle Marne a Fucoidi, è generalmente tamponato al tetto dai litotipi a bassa permeabilità della Scaglia Cinerea. La maggiore componente marnosa presente, e la conseguente quasi totale assenza di fenomeni carsici, renderebbe il complesso in teoria meno funzionale all'immagazzinamento della risorsa idrica; questo viene tuttavia ampiamente compensato dall'alto grado di fratturazione pervasiva che caratterizza tutto il complesso e lo rende particolarmente favorevole all'immagazzinamento e al movimento delle acque sotterranee. Inoltre, a causa dello spessore consistente (variabile tra i 300 e i 500 m), ma soprattutto in virtù della notevole estensione areale, il complesso della Scaglia rappresenta un "serbatoio" molto importante ed è sede di numerose manifestazioni sorgentizie; queste, infatti, si rivelano spesso fondamentali, anche quando di portata non consistente, per soddisfare il fabbisogno idrico di nuclei abitativi isolati o anche piccoli paesi. Il ruolo della Scaglia Variegata (VAS) all'interno di questo complesso è talvolta discordante e varia in funzione delle locali caratteristiche del litotipo (non rappresentabili in carta); in particolare, variando di molto lo stato di fratturazione e la componente calcarea, la formazione può essere accorpata alla porzione superiore dell'acquifero della Scaglia o alla porzione basale dell'*aquiclude* della Scaglia cinerea. Il complesso, con il membro superiore della Scaglia Rossa (SAA3) viene intercettato negli ultimi cento metri circa di tracciato tra le pk 4+500 e 4+600.

4.3.5 Interpretazione geologica ed idrogeologica lungo il tracciato

Il tracciato di progetto che si sviluppa tra il P.M. 228 e il tratto posto poco a est della stazione F.S. di Albacina misura circa 4 km e la sua descrizione da un punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico è stata eseguita identificando tre tratte omogenee che vengono di seguito analizzate.

Tratto 1: pk 0+000 – pk 0+700

Questo primo segmento del tracciato (Figura 4-9) si sviluppa, all'aperto, in direzione NO-SE; a livello del piano ferro vengono interessati terreni quaternari, rappresentati in prevalenza da depositi alluvionali pleistocenici terrazzati (MTIbn), generalmente a granulometria grossolana, addensati, il cui spessore, mediamente stimato attorno ai 15 m (sondaggio FCS71 da P.M.228-Castelplanio – Lotto 1 posto circa 350 m ad ovest dell'inizio tracciato) tende a diminuire verso SE.

Tra le pk 0+100 e 0+300 circa il tracciato si colloca in corrispondenza del piede dei versanti collinari che bordano a nord la piana di Fabriano e risulta avvicinarsi, senza però intercettarli, ai depositi eluvio-colluviali (MUSb2) che fasciano il piede dei rilievi.

Successivamente, sino alla pk 0+630 il tracciato inizia a correre al contatto tra i depositi alluvionali antichi (MTIbn) e quelli più recenti (MUSbn) caratterizzati, anch'essi, da granulometrie generalmente grossolane ma con un minore stato di addensamento ed uno spessore molto ridotto, se non quasi azzerato tra le pk 0+300 e 0+550 ove il sedime ferroviario sfiora la base del versante impostato nella formazione miocenica, pre-torbidica, dello Schlier (SCH), coperta in discordanza dai materiali quaternari e costituita da litologie marnose con locali livelli calcarenitici.

Strutturalmente l'area è caratterizzata, in profondità, da una blanda piega sinclinale del substrato.

Dal punto di vista idrogeologico, sulla base delle misure piezometriche disponibili, la falda può essere considerata mediamente ad una profondità minima di circa 5-6 m da p.c. nel tratto iniziale (all'incirca sino a pk 0+200 - 0+300) come indicato dal livello registrato al piezometro FCS71 (ubicato circa 350 m prima della progressiva di inizio tracciato). Da questo punto essa tenderebbe ad avvicinarsi al piano campagna, in virtù dell'assottigliamento progressivo della copertura alluvionale che tende quasi a scomparire per un breve tratto a favore del substrato marnoso-calcareo dello Schlier che però, mostra caratteristiche di scarsa permeabilità, con possibilità di presenza soltanto di isolate falde, di modeste dimensioni, entro gli strati maggiormente calcarei. Il sondaggio FA1 (pk 0+600 circa) mostra infatti una soggiacenza della falda, corrispondente all'interfaccia alluvioni/substrato e posta attorno ai 3 m da p.c.

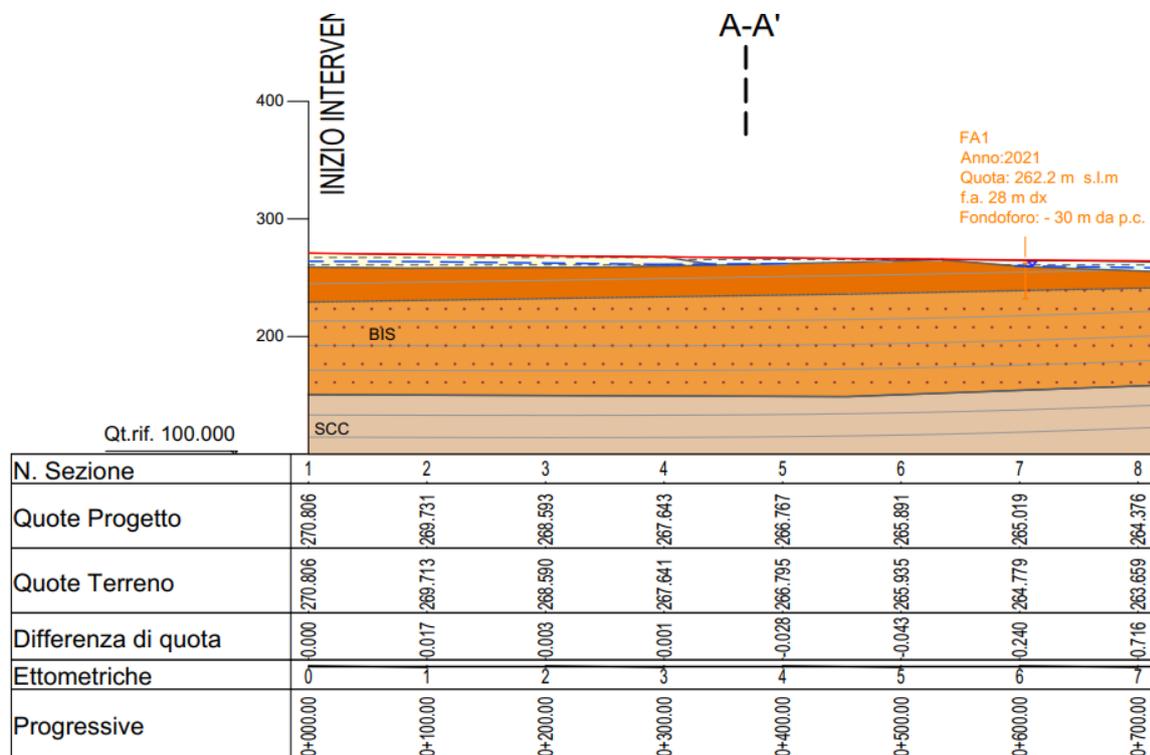


Figura 4-9 Profilo geologico da pk 0+000 a pk 0+700.

Tratto 2: pk 0+700 – pk 2+700

A partire dalla pk 0+700 circa il tracciato abbandona il piede del versante per immettersi nella piana alluvionale caratterizzata dall'estesa presenza di depositi alluvionali recenti (MUSbn) costituiti da materiali a granulometria generalmente grossolana, poco addensati, il cui spessore è mediamente stimato attorno ai 17-20 m (sondaggi FA2 e FA3) e risulta inferiore solo nel primo tratto, all'incirca sino alla pk 1+000.

Attorno alla pk 1+100-1+300, in località Mulino Vatria, il tracciato compie un'ampia curva verso sinistra orientandosi in direzione OSO-ENE, sempre in sinistra idrografica del T. Gianò. Alla pk 1+220 si registra l'attraversamento di un corso d'acqua secondario, denominato Fosso delle Rocchette, proveniente dall'omonima valle in sinistra idrografica del T. Gianò.

A partire da pk 1+750 il tracciato entra nella porzione più depressa della piana alluvionale avvicinandosi all'attuale corso del T. Gianò ma rimanendo sopraelevato in virtù della presenza di un rilevato ferroviario posto a circa 250 m.s.l.m. ovvero 6-7 m sopra la piana circostante. Questo tratto, tra le pk 1+750 e 2+400, è costituito da materiali di riporto antropico (R) formati da ghiaie e sabbie con resti di laterizi, nonché da ballast ferroviario.

Tra le pk 2+710 e 2+730 il tracciato attraversa un ridotto lembo di depositi alluvionali attuali (MUSb) caratterizzati da granulometrie grossolane e cementazione assente, in virtù della loro recente messa in

posto. Questi depositi si localizzano alla confluenza tra il T. Giano ed un suo affluente minore (senza nome) in sinistra idrografica, attraversato dalla ferrovia alla pk 2+720 circa.

Strutturalmente l'area è caratterizzata, in profondità, da una blanda piega anticlinale del substrato con la formazione della Scaglia Cinerea che, in base alle ricostruzioni effettuate, si approssima all'interfaccia depositi sciolti-substrato attorno alla pk 1+750 circa.

Dal punto di vista idrogeologico la superficie piezometrica si attesta tra i 5 e gli 11 metri dal piano ferro e risulta in linea con la quota dell'alveo del T. Giano.

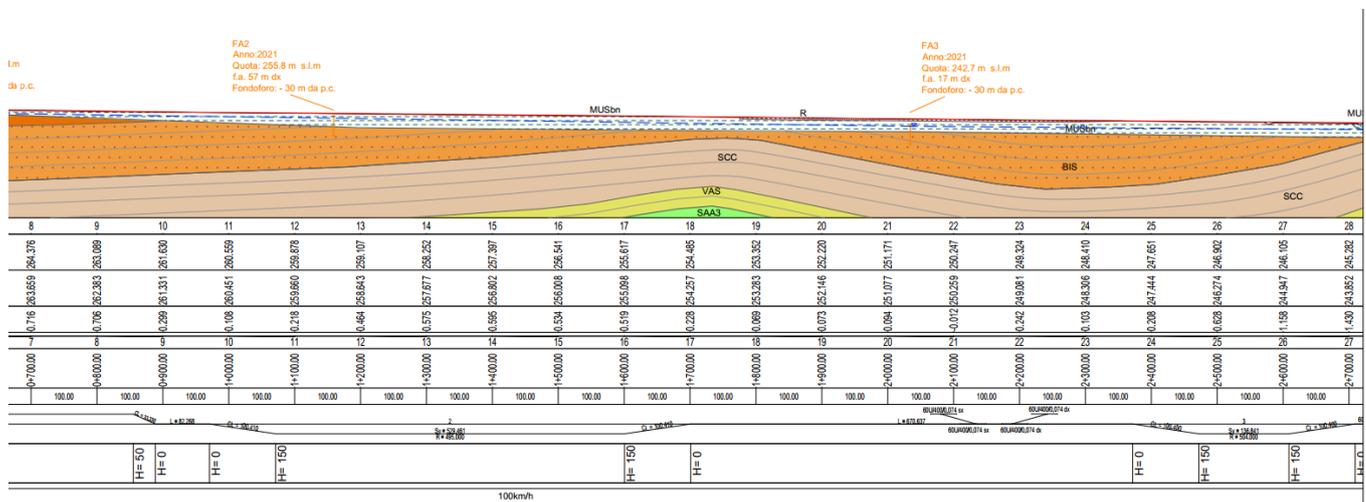


Figura 4-10 Profilo geologico da pk 0+700 a pk 2+700

pk 2+700– circa pk 3+950

A partire dalla pk 2+700 la valle si restringe notevolmente arrivando, nell'intorno della pk 3+050 a misurare circa 150 metri di larghezza, confinata a sud dal M. Rustico e a nord dalle pendici del M. Le Cone. In quest'area si situa la stazione ferroviaria di Albacina.

Dal punto di vista geologico il tracciato attraversa prima un tratto caratterizzato dalla presenza di depositi alluvionali recenti (MUSbn), sino alla pk 2+900. Successivamente il sedime ferroviario si colloca in un'area con presenza estesa di depositi di riporto antropico (R) dovuti sia alla costruzione delle opere legate alla stazione ferroviaria di Albacina (che sarà rinnovata nell'ambito del presente progetto) sia alla realizzazione della nuova S.S. 76. Al di sotto di uno strato di circa 3 metri di riporto si rinvengono poi i depositi alluvionali recenti (MUSbn) per uno spessore, nell'areale di stazione (certificato dai sondaggi FA4 di Italferr e S.22 di ANAS) di circa 14-15 m. Questo va poi assottigliandosi andando verso nord, fino ad annullarsi attorno alla pk 3+850.

A partire dalla pk 3+850 circa, infatti, si assiste alla venuta a giorno del substrato roccioso calcareo della Scaglia Rossa, in particolare del suo membro superiore (SAA3). Si tratta di calcari e calcari marnosi rossastri con selce rossa in liste e noduli, con spessore medio attorno ai 30 metri circa.

La formazione, nell'area di interesse, appare fittamente fratturata poiché caratterizzata dalla presenza di numerose pieghe, con asse circa NO-SE, associate alla terminazione di un lineamento di faglia con direzione circa NE-SO che intercetta il tracciato al di sotto della copertura quaternaria, nei pressi della pk 3+800. Un ulteriore lineamento tettonico, con caratteristiche simili al precedente, e che più a nord si unisce ad esso, è intercettato al termine della tratta (pk 3+945).

Da notare, però, come non si registrino evidenze di interferenza tra il tracciato il progetto e la parete rocciosa in scaglia rossa (altezza circa 10-15 m), poiché il sedime ferroviario non correrà direttamente alla base di quest'ultima perché separato dalla presenza della vecchia S.S.76.

Dal punto di vista idrogeologico i dati del piezometro installato nel sondaggio FA5 indicano una soggiacenza di circa 10.5-11 m da p.c., in linea con la quota dell'alveo del T. Giano in quel punto del tracciato.

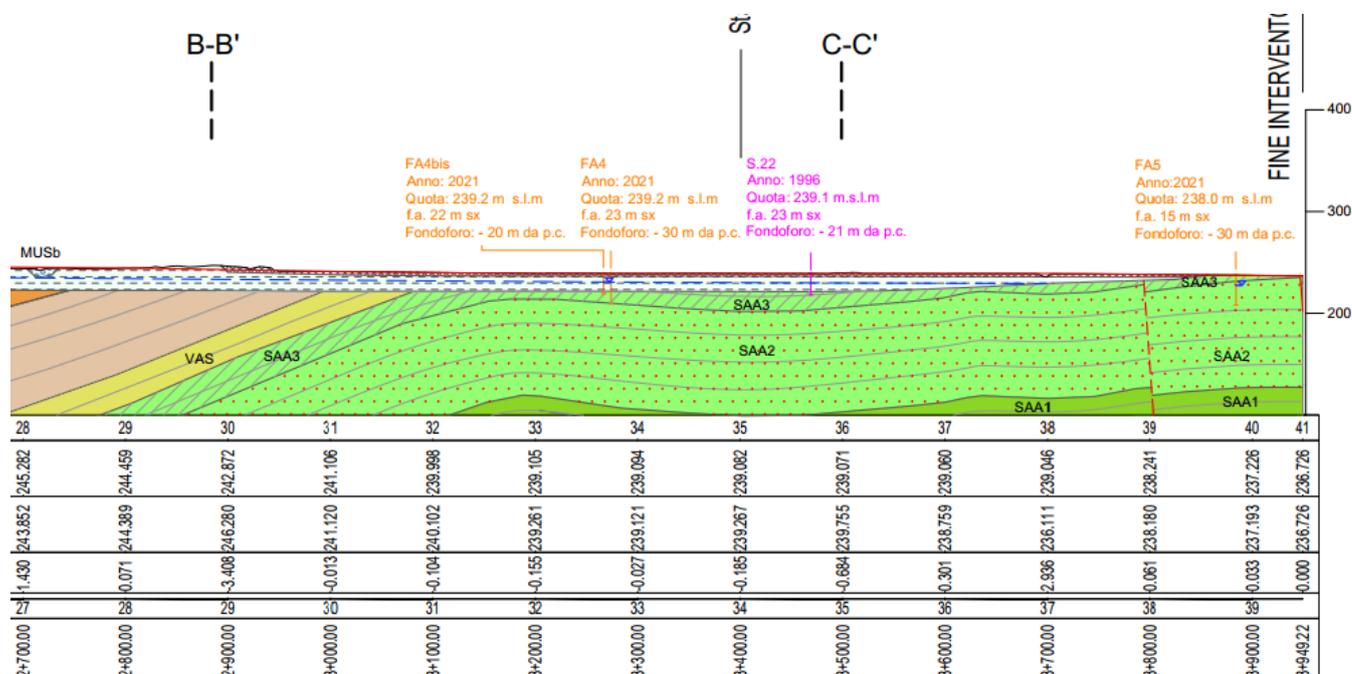


Figura 4-11 Profilo geologico da pk 2+700 pk 3+950 circa.

4.3.6 Cartografia del Piano per l'Assetto Idrogeologico

Il Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, unitamente agli altri Enti territoriali aventi titolo, negli atti di pianificazione hanno classificato il territorio in relazione al pericolo ed al rischio geomorfologico e idraulico.

Di seguito si riportano le considerazioni relative al pericolo e al rischio idraulico riscontrabili sul territorio tratti dalla cartografia efficace.

Dall'esame della cartografia redatta dal Distretto Idrografico dell'Appennino Centrale, e resa disponibile online dal Portale Cartografico Nazionale, a corredo del PGRAAC 2019 relativa alle aree alluvionabili distinte per gradi di probabilità di alluvionamento in relazione al tempo di ritorno del fenomeno; nell'area in esame la linea ferroviaria risulta lambire, senza interferire, con la fascia classificata P2 dove possono manifestarsi fenomeni caratterizzati da tempi di ritorno $T_R \leq 200$ anni, con probabilità di rischio moderato (R1).

Tali aree sono state ricavate dal PAI in corso di aggiornamento e riportano quanto elaborato fino al 2013. Di seguito si riportano gli stralci dei tratti significativi rispetto all'intervento in esame.

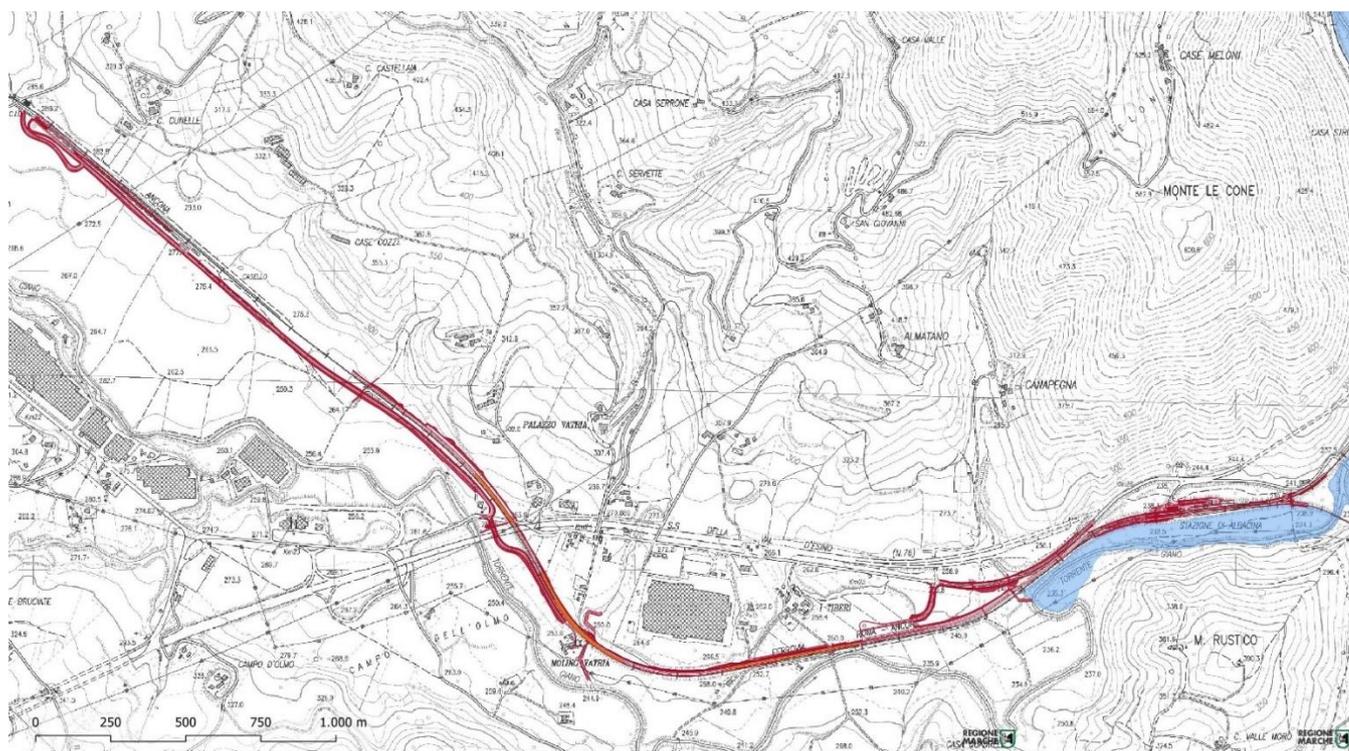


Figura 4-12: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $T_R \leq 200$ - PGRAAC 2019

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	39/69

Relazione Generale

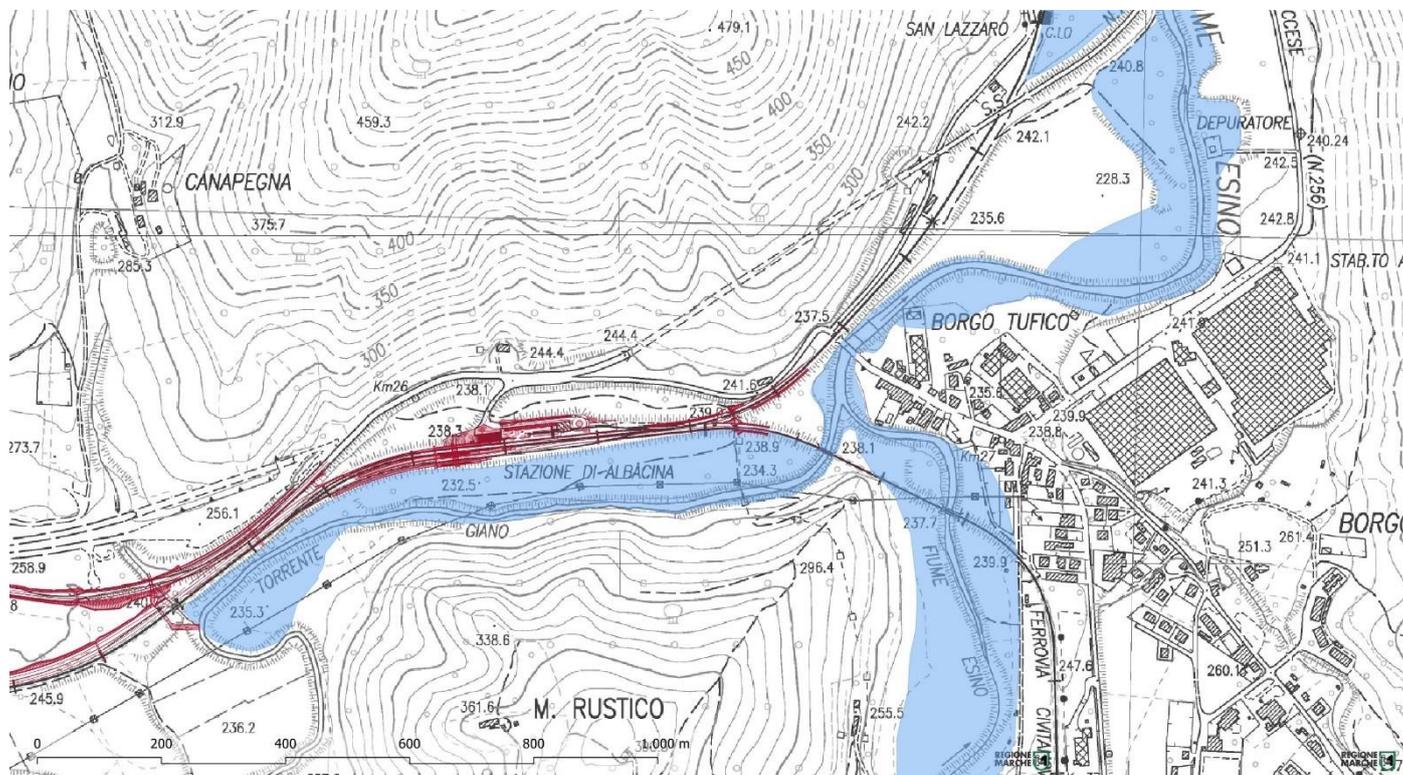


Figura 4-13: Aree classificate per il pericolo di esondazione con $TR \leq 200$ - PGRAAC 2019 tratto compreso tra la prog km 2+700 e fine progetto

Al pericolo di alluvionamento viene associato il rischio conseguente diviso nelle seguenti categorie:

- **R4 rischio molto elevato**
per il quale sono possibili perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture ed al patrimonio ambientale, la distruzione di attività socio-economiche.
- **R3 rischio elevato**
per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni relativi al patrimonio ambientale;
- **R2 rischio medio**
per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R1 rischio moderato**
per il quale i danni sociali, economici ed al patrimonio ambientale sono trascurabili o nulli.

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	40/69

Relazione Generale

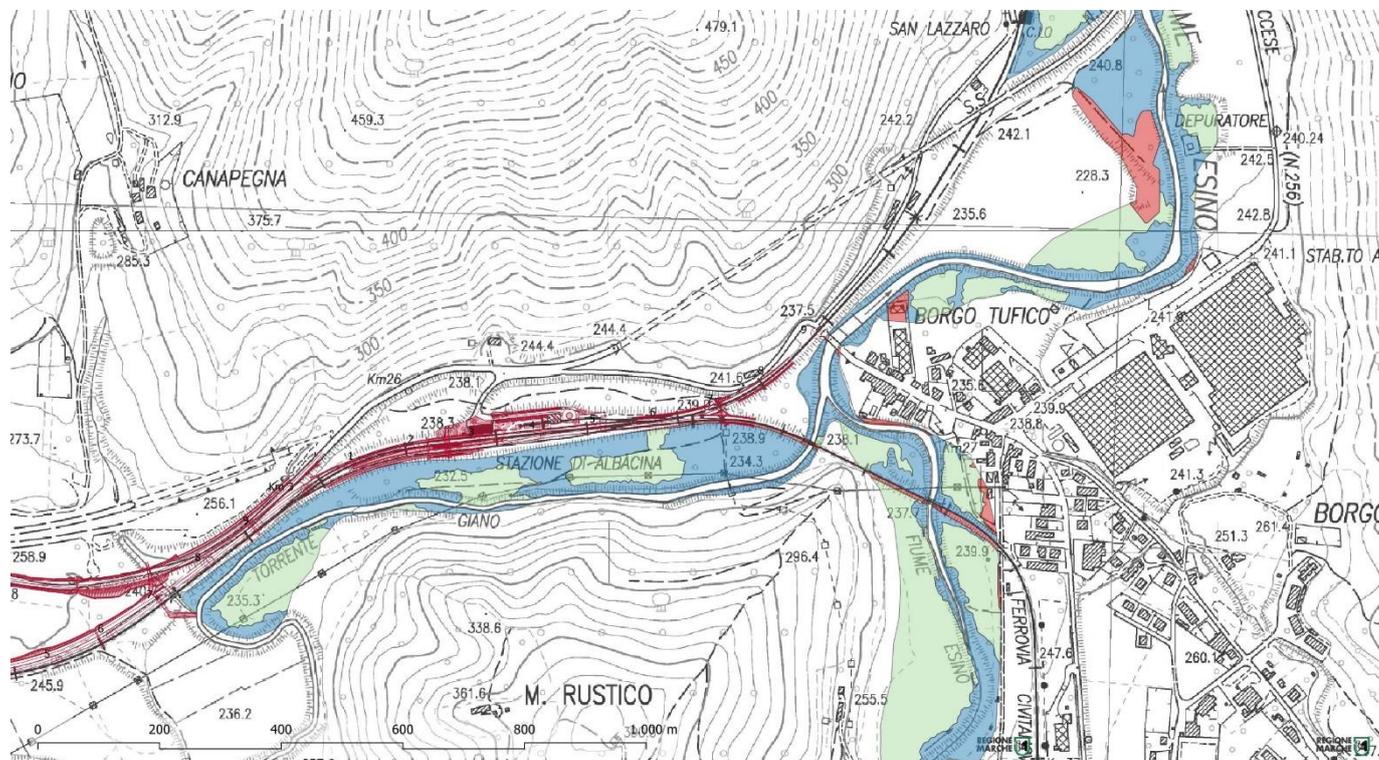


Figura 4-14: Aree classificate a rischio di esondazione - PGRAAC 2019 tratto compreso tra la prog km 2+700 e fine progetto

Come si evince dagli stralci che precedono, le opere in progetto lambiscono ma non interessano le aree di esondazione del Torrente Giano e del Fiume Esino che potenzialmente si manifestano con Tr200 anni.

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	41/69

Relazione Generale

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

Per un maggiore dettaglio circa la materia dei siti contaminati, si rimanda all'elaborato specialistico IR0E00R69RGSB0000001A – Relazione Generale "SITI CONTAMINATI".

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	42/69

4.5 CAMPIONAMENTO ED ANALISI

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

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

Ad ogni modo oltre alle analisi di caratterizzazione già eseguite in fase di progettazione, in corso d'opera si procederà ad eseguire ulteriori campionamenti mediante campionamento in cumulo o direttamente sul fronte di avanzamento dei materiali di scavo per i quali si prevede una gestione in qualità di sottoprodotti (oggetto del PUT), al fine di attestare la conformità dei materiali provenienti sia dalle opere in sottoterraneo sia dalle opere all'aperto, affinché possano essere considerati sottoprodotti e non rifiuti ai sensi dell'art. 183, comma 1, lettera qq) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. ed evidenziare il rispetto dei requisiti richiesti dal D.P.R.120/2017. L'implementazione del piano di campionamento e monitoraggio in corso d'opera avverrà secondo quanto previsto dall'Allegato 9 (Procedure di campionamento in corso d'opera e per i controlli e le ispezioni) del D.P.R.120/2017.

Come precedentemente riportato, per la rappresentazione grafica dei punti di campionamento, le tabelle riepilogative e relativi rapporti di prova delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte si rimanda all'elaborato "*Schede Tecniche dei Siti di Produzione – IR0E00R69SHTA0000001A*".

4.5.1 Indagini ambientali sui terreni lungo linea

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

Si precisa che nell'ottica di intraprendere un iter di gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017, è stato rispettato il passo di 2.000 m, così come indicato all'Allegato 2 dello stesso decreto, mentre le profondità di campionamento sono state determinate sulla base delle profondità di scavo previste da progetto.

Nel dettaglio, nell'ambito della campagna svolta nell'anno 2021 sono stati prelevati i seguenti campioni:

- n. 5 campioni di terre e rocce da scavo da cassetta catalogatrice prelevati dai sondaggi riportati nella tabella a seguire, per successiva caratterizzazione ambientale secondo quanto previsto dalla Tabella 4.1 del D.P.R. 120/2017 e confronto con i limiti della Tab. 1 All. 5 al Titolo V della Parte IV D.Lgs 152/06 e s.m.i. e dell'Allegato 2, art. 3 del DM 46/2019.

SONDAGGI		
ID PUNTO	N° CAMPIONI	DENOMINAZIONE CAMPIONE
FA1	2	Campione di terreno – FA1 (0-1 m)
		Campione di terreno – FA1 (1-2 m)
FA4	3	Campione di terreno – FA4 (0-1 m)
		Campione di terreno – FA4 (1-2 m)
		Campione di terreno – FA4 (2-3 m)
TOTALE		5

Tabella 4-5: Campioni di terre e rocce da scavo ai fini della caratterizzazione ambientale

Tutti i campioni da sottoporre a caratterizzazione ambientale sono stati vagliati in campo mediante un setaccio a maglie in metallo di diametro pari a 2 cm, per eliminare il materiale più grossolano mentre per i campioni da sottoporre a caratterizzazione rifiuti è stato prelevato il materiale tal quale senza preventiva vagliatura in campo.

I campioni prelevati sono stati posti in barattoli di plastica, barattoli in vetro e vials, contraddistinti da opportuna etichetta indelebile riportante la localizzazione del sito, il numero del sondaggio, la profondità e la data del prelievo e sono stati conservati alla temperatura di 4 °C in minifrigoferi portatili fino all'inizio delle analisi, accompagnati dalla scheda di campionamento (catena di custodia).

Di seguito si riporta una tabella di sintesi con il riepilogo dei campioni di terreno prelevati.

Tabella 4-6: tabella riepilogativa dei campioni di terreno prelevati

Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
21LA0035646	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno – FA1 (0-1 m)
21LA0035647	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno – FA1 (1-2 m)
21LA0035649	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno – FA4 (0-1 m)
21LA0035650	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno – FA4 (1-2 m)

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	44/69

Relazione Generale

Accettazione	Tipologia	Denominazione campione
21LA0035651	Suoli Tab 1-A + Tab 1-B	Campione di terreno – FA4 (2-3 m)

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

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

PARAMETRO	METODO	UM
METALLI		
Arsenico	EPA3051 6020	mg/kg
Cadmio	EPA3051 6020	mg/kg
Cobalto	EPA3051 6020	mg/kg
Cromo	EPA3051 6020	mg/kg
Cromo esavalente (VI)	EPA3060 7196	mg/kg
Mercurio	EPA3051 6020	mg/kg
Nichel	EPA3051 6020	mg/kg
Piombo	EPA3051 6020	mg/kg
Rame	EPA3051 6020	mg/kg
Zinco	EPA3051 6020	mg/kg
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI		
Benzene	EPA5021 8260	mg/kg
Toluene	EPA5021 8260	mg/kg
Etilbenzene	EPA5021 8260	mg/kg
Stirene	EPA5021 8260	mg/kg
Xileni	EPA5021 8260	mg/kg
Sommatoria composti organici aromatici	EPA5021 8260	mg/kg
Idrocarburi pesanti C >12	EPA 3541 1994 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg SS
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI		
Benzo(a)antracene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(a)pirene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(b)fluorantene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(k)fluorantene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Benzo(g,h,i)perilene	EPA3550 8270	mg/kg
Crisene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Dibenzo(a,e)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,l)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,i)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,h)pirene	EPA3550 8270	mg/kg
Dibenzo(a,h)antracene	EPA3550 8270	mg/Kg SS
Indenopirene	EPA3550 8270	mg/kg
Pirene	EPA3550 8270	mg/kg

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	45/69

PARAMETRO	METODO	UM
Sommatoria composti aromatici policiclici	EPA3550 8270	mg/kg
ALTRE SOSTANZE		
Amianto SEM (Analisi Qualitativa)	DM 06/09/1994 SO n°129 GU n°220 20/09/1994 All. 1	Pres. - Ass.
Amianto SEM (Analisi Quantitativa)	DM 06/09/1994 SO n°129 GU n°220 20/09/1994 All. 1	mg/kg

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

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

- **idrocarburi C>12** nel campione FA4 (da 0 m a -1 m) e nel campione FA1 (da 0 m a -1 m)

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, precisando che i materiali di scavo conformi alla destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B), non riutilizzati nell'ambito del progetto, verranno conferiti come sottoprodotto in siti esterni da riambientalizzare in quanto nella presente fase progettuale ne sono stati individuati alcuni autorizzati anche per i conferimenti di terre entro i limiti di Colonna B. In caso contrario, ciò che non potrà essere riutilizzato internamente al progetto in regime di sottoprodotto sarà gestito nel regime dei rifiuti.

4.5.2 Indagini ambientali sulle acque sotterranee

In generale la falda risulta ad una profondità maggiore rispetto alla quota di scavo massima prevista, pertanto non sono stati analizzati campioni di falda. Tuttavia da alcune sezioni geotecniche sembrerebbe che in alcuni casi, anche in funzione della normale oscillazione durante l'anno del livello di falda stesso, in corso d'opera possa verificarsi interferenza con le acque sotterranee. Nella successiva fase progettuale tale aspetto verrà ulteriormente approfondito, prevedendo in caso il prelievo e l'analisi di campioni di falda in corrispondenza delle WBS che potenzialmente potrebbero intercettarla durante le operazioni di scavo.

5 METODICHE DI SCAVO, ANALISI E OPERAZIONI SUI SOTTOPRODOTTI

5.1 TECNICHE DI SCAVO

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

5.1.1 Scavo Tradizionale

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

5.2 QUADRO DEI MATERIALI DI SCAVO PRODOTTI

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

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

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

TEMATICA	PRODUZIONE [mc]	RIUTILIZZO INTERNO [mc]		UTILIZZO ESTERNO [mc]	
		STESSA WBS	ALTRA WBS	RIFIUTI [mc]	SOTTOPRODOTTI [mc]
rilevati	5.615	-	-	-	5.615
trincee	97.176	5.183	16.054,00	5.000	70.939
nuove viabilità	70.796	6.286	-	-	64.510
opere idrauliche	7.710	-	-	7.710	-
opere di sostegno di linea	11.460	-	2.312	-	9.148
opere di sostegno viabilità	5.369	-	1.074	-	4.295
sottovia	1.800	-	-	900	900
wbs secondarie	102	-	-	-	102
	200.028	11.469	19.440	13.610	155.509
		30.909			
		ai sensi del DPR 120/2017		non gestibile ai sensi del DPR 120/2017	ai sensi del DPR 120/2017

Tabella 5-1: Tabella riepilogativa quantitativi prodotti e loro gestione [mc in banco]

In riferimento alle tabelle sopra riportate, pertanto, la realizzazione del progetto inerente al raddoppio ferroviario della tratta PM228-Albacina porterà alla produzione di un quantitativo complessivo di 200.028 mc (in banco) di materiali da scavo che, in riferimento ai fabbisogni dell'opera in progetto e alla caratterizzazione ambientale eseguita in fase progettuale, sarà suddiviso nel seguente modo:

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	48/69

- riutilizzo interno all'opera nell'ambito del D.P.R. 120/2017: 30.909 mc di cui 11.469 mc riutilizzabile all'interno della stessa WBS e 19.440 mc utilizzabili in WBS diverse da quelle di produzione;
- riutilizzo esterno all'opera per attività di rimodellamento morfologico/recupero di siti esterni nell'ambito del D.P.R. 120/2017: 155.509 mc;
- materiale da gestire come rifiuto ai sensi della Parte IV del D. Lgs.152/2006 e s.m.i.: 13.610 mc.

5.3 TRATTAMENTI DI NORMALE PRATICA INDUSTRIALE

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

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

- la **selezione granulometrica** del materiale da scavo mediante vagliatura, per tutti i materiali provenienti dagli scavi da reimpiegare internamente (in stessa o in altra WBS); la vagliatura avverrà all'interno delle aree di cantiere. Si prevede di sottoporre a selezione granulometrica circa 66.000 mc di materiale.

Non è previsto trattamento a calce né riduzione volumetrica.

5.4 ATTIVITÀ DI CONTROLLO E MONITORAGGIO IN CORSO D'OPERA

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

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

5.4.1 Modalità di caratterizzazione dei materiali di scavo

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 5-2: tabella riepilogativa del numero di cumuli per macrocategoria

tematica	totale sottoprodotti (mc)	NUMERO ANALISI
		[1 ogni 5.000 mc]
rilevati	5.615	2
trincee	92.176	19
nuove viabilità	70.796	15
opere idrauliche	-	0
opere di sostegno di linea	11.460	3
opere di sostegno viabilità	5.369	2
sottovia	900	1
wbs secondarie	102	1
TOTALE	186.418	43

Rispetto ai n. 43 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 = 43 cumuli realizzabili dall'intera massa di materiali di scavo da verificare per le opere all'aperto si prevede di analizzarne m ~ 18.

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

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	51/69

sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione sarà determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm). In caso di terre e rocce da scavo provenienti da scavi di sbancamento in roccia massiva, la caratterizzazione ambientale è eseguita previa porfirizzazione dell'intero campione.

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

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

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

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

È previsto che l'Appaltatore in corso d'opera proceda alla caratterizzazione delle terre e rocce da scavo ai sensi del 4 del DPR 120/2017, pertanto anche i materiali provenienti dalla realizzazione delle opere con l'utilizzo di bentonite verranno sottoposti ad attività di analisi. In conformità con la normativa vigente, nell'ottica del rispetto dei principi ambientali di favorire il riutilizzo piuttosto che lo smaltimento, è stata privilegiata la gestione in qualità di sottoprodotto dei materiali che verranno prodotti dalla realizzazione delle opere, ivi compresi quelli derivanti da scavi/perforazioni con bentonite.

Si ritiene infatti che tutte le terre e rocce da scavo prodotte dalle tipologie di opere in questione soddisfino tutti i requisiti per poter essere considerate sottoprodotti e non rifiuti, ivi comprese quelle provenienti dalle perforazioni profonde e/o dalle attività di scavo con bentonite. A tal proposito si richiama, infatti, quanto disposto dall'Articolo 2, lettera n, del D.P.R. 120/2017 che definisce “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”. Ad integrazione di quanto sopra esposto, e in analogia con quanto effettuato nell'ambito dei procedimenti autorizzativi dei PUT di progetti analoghi, si ricorda che al PUT consegnato, in allegato 3 (Attività di ricerca

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	52/69

sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG – Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "Sapienza – Università di Roma")), viene presentata idonea documentazione bibliografica di supporto avente lo scopo di verificare/evidenziare come i materiali provenienti da perforazioni profonde e scavi con fanghi possano essere considerati conformi ai requisiti di cui all'art. 4, comma 1, lettera d) e quindi come essi non possano comportare impatti complessivi negativi sull'ambiente o sulla salute umana (art. 184bis del D.Lgs. 152/2006).

E' evidente che, qualora emergessero dalle analisi in corso d'opera non conformità ai requisiti di cui all'art. 4 del DPR 120/2017, le terre e rocce da scavo saranno gestite in regime dei rifiuti ai sensi della parte IV del dlgs. 152/2006.

5.4.2 Rispetto dei requisiti di qualità ambientale

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

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

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

In riferimento alle analisi eseguite in fase progettuale i materiali di scavo potranno essere tutti conferiti in siti a destinazione d'uso commerciale/industriale (Colonna B per le wbs interne al progetto); in riferimento ai siti di destinazione esterni individuati, quali cave da riambientalizzare, invece, potranno essere utilizzati solo quei materiali che presentano concentrazioni conformi alla destinazione d'uso del sito stesso (Colonne A o B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. e Decreto 1 Marzo 2019 n. 46).

Nel caso in cui le indagini in corso d'opera mostrassero valori di concentrazione degli analiti ricercati superiori alle CSC di cui alla Colonna B, Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	53/69

s.m.i., si provvederà a gestire il materiale in questione in ambito normativo di rifiuto ai sensi della Parte IV del D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i.

5.4.3 Monitoraggio ambientale connesso al piano di utilizzo (CO)

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

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

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

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

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

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.

Il set analitico associato al monitoraggio in corso d'opera delle acque di ruscellamento e percolazione delle aree di stoccaggio dei materiali di scavo verrà concordato direttamente con l'Ente competente all'atto della richiesta dell'autorizzazione allo scarico a cura del futuro Appaltatore. In caso di superamenti, questi saranno comunicati agli Enti competenti e alla DL al fine di concordare le azioni da intraprendere.

6 SITI DI DEPOSITO INTERMEDIO

6.1 DEPOSITO INTERMEDIO

6.1.1 Sistema di cantierizzazione

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

- **cantiere base:** fungono da supporto logistico per tutte le attività relative alla realizzazione degli interventi in oggetto;
- **cantiere operativo:** contiene gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree tecniche:** risultano essere quei cantieri funzionali in particolare alla realizzazione di singole opere (viadotti, cavalcaferrovia...). Al loro interno sono contenuti gli impianti ed i depositi di materiali necessari per assicurare lo svolgimento delle attività di costruzione delle opere;
- **aree di stoccaggio:** sono quelle aree di cantiere destinate allo stoccaggio del materiale proveniente da scotico, scavi, demolizioni, ecc., in attesa di eventuale caratterizzazione chimica e successivo allontanamento per riutilizzo in cantiere, conferimento a siti esterni per attività di rimodellamento o recupero/smaltimento presso impianti esterni autorizzati;
- **cantieri armamento:** tali aree sono di supporto alla esecuzione dei lavori di armamento ed attrezzaggio tecnologico della linea.
- **aree di deposito terre:** sono quelle aree destinate all'eventuale accumulo delle terre di scavo. Tale stoccaggio è stato previsto con funzione di "polmone" in caso di interruzioni temporanee della ricettività dei siti esterni di destinazione definitiva. Le predette aree di deposito sono state proporzionate onde garantire almeno 8 mesi di accumulo dello scavo al fine di assicurare, su tale periodo, la continuità delle lavorazioni.

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

- disponibilità di aree libere in prossimità delle opere da realizzare;
- lontananza da ricettori critici e da aree densamente abitate;
- facile collegamento con la viabilità esistente, in particolare con quella principale;
- minimizzazione del consumo di territorio;
- minimizzazione dell'impatto sull'ambiente naturale ed antropico.
- riduzione al minimo delle interferenze con il patrimonio culturale esistente.

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

ID Cantiere	Superficie (mq)	Tipologia	Comune (Provincia)
04_CB.01	12.047	Cantiere Base	Fabriano (AN)
04_CO.01	12.383	Cantiere Operativo	Fabriano (AN)
04_AS.01	2.868	Area di Stoccaggio	Fabriano (AN)
04_AS.02	12.928	Area di Stoccaggio	Fabriano (AN)
04_AS.03	6.902	Area di Stoccaggio	Fabriano (AN)
04_AS.04	5.857	Area di Stoccaggio	Fabriano (AN)
04_AS.05	5.810	Area di Stoccaggio	Fabriano (AN)
04_AS.06	2.000	Area di Stoccaggio	Fabriano (AN)
04_AT.01	1.518	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.02	984	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.03	1.014	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.04	1.911	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.05	1.011	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.06	971	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.07	987	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.08	1.003	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.09	1.009	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.10	1.311	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.11	1.059	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.12	916	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.13	1.234	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AT.14	4.091	Area Tecnica	Fabriano (AN)
04_AR.01	7.346	Cantiere Armamento	Fabriano (AN)
02_DT.01	34.985	Deposito Terre	Fabriano (AN)

Tabella 6-1: tabella riepilogativa delle aree di cantiere

In rosso sono evidenziate le aree di cantiere che si prevede di utilizzare come siti di deposito delle terre in attesa di utilizzo all'interno delle quali, oltre allo stoccaggio dei sottoprodotti, potranno essere eseguite anche le analisi di caratterizzazione ambientale in corso d'opera descritte nel seguito e finalizzate alla conferma o meno della qualità chimica dei materiali e quindi delle alternative scelte sulla base della caratterizzazione ambientale preliminare svolta in fase progettuale.

Inoltre, è stata individuata anche n. 1 area per il deposito delle terre e rocce da scavo (DT), evidenziata in grassetto nella tabella precedente.

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

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

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

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

Si precisa che il Programma Lavori potrà essere approfondito solo in fase di sviluppo della Progettazione Esecutiva ed in relazione alle specifiche esigenze operative di cantiere, pertanto le ipotesi di utilizzo delle aree di stoccaggio da parte delle diverse WBS di produzione è da ritenersi assolutamente indicativo. Ad ogni modo, ai fini della completa tracciabilità dei materiali di scavo, le eventuali modifiche rispetto a quanto previsto all'interno del presente PUT - anche se ritenute non sostanziali né comportanti Varianti al PUT - verranno opportunamente comunicate all'Autorità Competente.

Inoltre, si specifica che, qualora le aree di stoccaggio accolgano materiali merceologicamente differenti, tutti i materiali depositati saranno separati all'interno di piazzole debitamente identificate e chiaramente

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	58/69

distinte in campo al fine di garantire la rintracciabilità dell'opera da cui provengono e della lavorazione che li ha generati. Le piazzole saranno pertanto adibite ad ospitare i materiali per singola e ben distinta tipologia: le piazzole in cui depositare i materiali terrigeni di scavo oggetto del PUT potranno ospitare solo quelli, mentre quelle adibite al deposito rifiuti (suddivisi a loro volta per tipologia merceologica) potranno ricevere solo i rifiuti.

Nella presente fase progettuale sono state prodotte delle schede cartografiche che riportano per ogni deposito terre/cantiere (doc. correlato *IR0E00R69SHTA0000002A* – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedi) le seguenti informazioni:

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

Di seguito si riportano le destinazioni d'uso, desunte dagli strumenti urbanistici vigenti, di ciascuna delle aree adibite alla gestione delle terre da scavo, gli stralci cartografici sono riportate nel doc. correlato *IR0E00R69SHTA0000002A* – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedi.

AREA DI CANTIERE	DESTINAZIONE D'USO	STRUMENTO URBANISTICO
AS.01	QL1-PIASTRA LOGISTICA	PRG del Comune di Fabriano approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1990
AS.02	Ea-AGRICOLA	PRG del Comune di Fabriano approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1991
AS.03	Ea-AGRICOLA	PRG del Comune di Fabriano approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1992
AS.04	QL2-INCUBATORE DI IMPRESA	PRG del Comune di Fabriano approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1993
AS.05	QL2-INCUBATORE DI IMPRESA	PRG del Comune di Fabriano approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1994
AS.06	Ea-AGRICOLA	PRG del Comune di Fabriano approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1995
DT.01	QL1-PIASTRA LOGISTICA	PRG del Comune di Fabriano approvato con DPGR n.5059 del 05.07.1996

6.1.2 Modalità di deposito dei materiali di scavo

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- modellamento della superficie su cui sorgerà il modulo di deposito intermedio terre tramite limitate movimentazioni di materiale, allo scopo di regolarizzare la superficie e creare una pendenza omogenea dell'ordine dello 1% in direzione del lato privo di arginatura;
- predisposizione di una canaletta di sezione trapezoidale posta ai piedi della pendenza;

- impermeabilizzazione della canaletta con geotessile tessuto in polietilene ad alta densità (HDPE), rivestito con uno strato di polietilene a bassa densità (LDPE);
- realizzazione di un pozzetto di sicurezza posto lateralmente all'area di stoccaggio nel quale verranno convogliate le acque raccolte dalla canaletta di cui al punto precedente;
- impermeabilizzazione della superficie e degli argini in terra con telo di materiale polimerico (HDPE) previa stesura di tessuto non tessuto a protezione del telo stesso. Al di sopra della geomembrana impermeabilizzante sarà, quindi, posato uno strato di terreno compattato dello spessore di 10 – 15 cm per evitare danneggiamenti della struttura impermeabile realizzata dovuti al transito dei mezzi d'opera.

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

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

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

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

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

6.1.3 Modalità di Trasporto

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

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

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	61/69

Relazione Generale

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

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

Nel doc. correlato "IR0E00R69SHTA0000002A – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Intermedio" si riporta la planimetria con l'indicazione dei percorsi utilizzabili per il conferimento dei materiali dal sito di produzione al sito di deposito in attesa di utilizzo.

6.2 CARATTERIZZAZIONE DELLE AREE DI DEPOSITO INTERMEDIO

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

7 SITI DI DEPOSITO FINALE

La realizzazione delle opere previste determina la produzione complessiva di circa *200.028 mc* (in banco) di materiali di risulta.

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

In particolare, in riferimento ai materiali terrigeni, sulla base dei risultati ottenuti a seguito delle indagini di caratterizzazione ambientale svolte in fase progettuale, delle caratteristiche geotecniche e dei fabbisogni di progetto che ammontano a *369.893 mc*, gli interventi necessari al raddoppio della tratta PM228-Albacina saranno caratterizzati dai seguenti flussi di materiale:

- **materiali da scavo da riutilizzare nell'ambito dell'appalto**, che verranno trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito terre in attesa di utilizzo ed infine conferiti ai siti di utilizzo interni al cantiere: tali materiali saranno gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontano a *30.909 mc* (in banco);
- **materiali da scavo da riutilizzare all'esterno dell'appalto**, gestiti ai sensi del D.P.R. 120/2017 ed ammontanti a *155.509 mc* (in banco)
- **materiali di risulta in esubero** non riutilizzati nell'ambito delle lavorazioni come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e pertanto gestiti in regime rifiuti: tali materiali ammontano a *13.610 mc* (in banco) e saranno gestiti ai sensi della Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.

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

Produzione complessiva (mc in banco)	Fabbisogno (mc in banco)	Approvv. Utilizzo interno dalla stessa WBS (mc in banco) PUT	Approvv. Utilizzo interno da diversa WBS (mc in banco) PUT	Approvv. Esterno (mc in banco)	Utilizzo esterno (mc in banco) PUT	Materiali di risulta in esubero (mc)
200.028	369.893	11.469	19.440	338.983	155.509	13.610

Tabella 7-1: Tabella riassuntiva dei materiali movimentati

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

7.1 RIUTILIZZO FINALE INTERNO AL PROGETTO

Come anticipato sopra, si prevede di allocare presso i siti di deposito in attesa di utilizzo all'interno delle aree di cantiere e poi riutilizzare nell'ambito dell'appalto in qualità di sottoprodotti 30.909 mc (in banco) di materiali di cui:

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

Si evidenzia che i riutilizzi interni al progetto sono stati valutati considerando anche le effettive possibilità di riutilizzo dettate dal cronoprogramma di progetto.

7.2 RIUTILIZZO FINALE ESTERNO AL PROGETTO

Come anticipato sopra, i materiali di risulta in esubero, non riutilizzati nell'ambito dell'appalto (155.509 mc in banco), verranno gestiti come sottoprodotti ai sensi del D.P.R. 120/2017 e trasportati dai siti di produzione ai siti di deposito intermedio delle terre e infine ai siti di destinazione finale individuati e di

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
Relazione Generale	IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	64/69

seguito riportati, previa esecuzione delle analisi previste in corso d'opera per la verifica di compatibilità tra le terre e rocce da scavo prodotte e la destinazione d'uso futura degli stessi. In particolare, a seconda della destinazione d'uso degli interventi di utilizzo finale, sarà verificato il rispetto dei seguenti limiti:

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

Per la gestione dei materiali di scavo in qualità di sottoprodotti non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto, al fine di garantire la certezza dell'utilizzo nel rispetto dei criteri definiti dal D.P.R. 120/2017, compatibilmente con il livello di dettaglio della presente fase progettuale, ai fini della predisposizione del Piano di Utilizzo, lo scenario dei potenziali siti di conferimento esterno è stato individuato attraverso il coinvolgimento ufficiale e diretto degli Enti/Amministrazioni territorialmente competenti, ricadenti in un raggio di circa 50 km dal tracciato di progetto, nonché la consultazione degli strumenti urbanistici di settore provinciali e regionali.

Più in dettaglio, è stato possibile individuare i seguenti siti di destinazione finale, così come definiti dal DPR 120/2017, i quali hanno manifestato il loro interesse a ricevere quota parte delle terre e rocce da scavo provenienti dalle lavorazioni, come si evince da quanto riportato in Allegato 1 del documento correlato "IR0E00R69SHTA0000003A – Piano di Utilizzo dei Materiali da Scavo – Schede Tecniche dei Siti di Deposito Finale".

Nome Ditta	Nome sito	Comune	Provincia	mc	Tipo di intervento
Bies Srl	Cava Corone	Giano dell'Umbria	Perugia	100.000	Ricomposizione ambientale
Consorzio Madonna del Piano	Cava Consorzio Madonna del Piano	Corinaldo	Ancona	400.000	Recupero ambientale
GMP SpA	Cava Casa Nova	Marsciano	Perugia	500.000	Riambientamento di cava
	Ex Cava Valburiana	Nocera Umbra	Perugia	515.000	
Gruppo Biagioli Srl	Cava Pian Nuovo	Orvieto	Terni	500.000	Ricomposizione ambientale
				da definire	
Inerti Cesano Snc	Piano Camorri	Sassoferrato	Ancona	70.000	Ritombamento di cava

	Canderico			71.440	
LIM Srl	Piano di Sant'Antonio	Colli al Metauro	Pesaro Urbino	1.000.000	Riempimenti ambientali
	Torno	Fano			
	Miralbello	San Lorenzo in Campo			
Pierfederici Group Srl	Cave Montebianco - Senigallia	Senigallia	Ancona	600.000	Rimodellamento morfologico
SEAS Srl	Cava Scannata	Umbertide	Perugia	500.000	Riambientalizzazione
SEMoTer Snc	Cava SEMoTer Snc Loc. Moano	Foligno	Perugia	80.000	Riambientalizzazione cava a fossa
Tecnostade Srl	Schiavo	Marsciano	Perugia	100.000	Riambientalizzazione
	Bonifica agraria	Valfabbrica		600.000	Interventi di bonifica agraria
Umbria Filler Srl	Cava Loc. Camporia	Nocera Umbra	Perugia	265.000	Rimodellamento morfologico

Come si evince dai dati sopra riportati, lo scenario di conferimento complessivo (ca. 5.301.440 mc) definito nella presente fase progettuale permette ampiamente di soddisfare le esigenze di progetto (ca. 155.509 mc) relativamente ai sottoprodotti non riutilizzabili nell'ambito dell'appalto, anche considerando un ipotetico rigonfiamento post sistemazione pari al 20%.

Si evidenzia inoltre che 11 dei siti sopra elencati sono già in possesso di idonea autorizzazione al recupero ambientale, per un volume totale pari a circa 3.241.440 mc.

A tal proposito preme evidenziare che, sulla base dell'avanzamento della progettazione e delle ulteriori verifiche tecnico-amministrative da condurre sui suddetti siti di destinazione, sarà possibile articolare dettagliatamente il conferimento delle terre e rocce da scavo definendo compiutamente i quantitativi da utilizzare nei singoli siti tra quelli sopra riportati. Tale successivo affinamento, pertanto, consentirà di selezionare il numero di siti da utilizzare, sulla base del minor impatto ambientale connesso alla gestione delle terre e rocce da scavo, tra quelli ad oggi già individuati, senza pertanto comportare modifiche sostanziali al presente PUT né, più in generale, ripercussioni sulla procedura VIA.

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

- necessità/complessità dell'iter autorizzativo e di gestione, ivi inclusa la verifica della presenza di aree protette o tutelate e la verifica della compatibilità rispetto al sistema dei vincoli paesaggistici, ambientali e urbanistici;

- distanza dei siti rispetto al luogo di realizzazione del progetto ferroviario;
- compatibilità geologica/geotecnica/idrogeologica del materiale da scavo con l'intervento di riqualificazione previsto;
- accessibilità ai siti in termini di tipologia dei collegamenti stradali, eventuali ripercussioni sui flussi di traffico ordinari e sui ricettori sensibili in aree contermini alle viabilità interessate;
- valutazione dei costi da sostenersi per l'acquisizione della disponibilità dei siti nonché per il trasporto dei materiali di scavo dai luoghi di produzione/aree di cantiere fino alla destinazione finale.

7.3 CARATTERIZZAZIONE DEI SITI DI DEPOSITO FINALE INDIVIDUATI

7.3.1 Modalità di campionamento ed esiti della caratterizzazione

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

7.4 EFFICACIA DEL PIANO DI UTILIZZO

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

In **Allegato 2** si riporta il cronoprogramma completo delle attività secondo quanto previsto dal progetto di fattibilità tecnico economica.

Pertanto, si ritiene che la durata del Piano di Utilizzo, di cui all'art. 14 comma 1 del D.P.R. 120/2017, possa essere fissata pari a 1.300 giorni naturali e consecutivi (ca 3,5 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.

Allegato 1 - Quantitativi di materiali di scavo prodotti

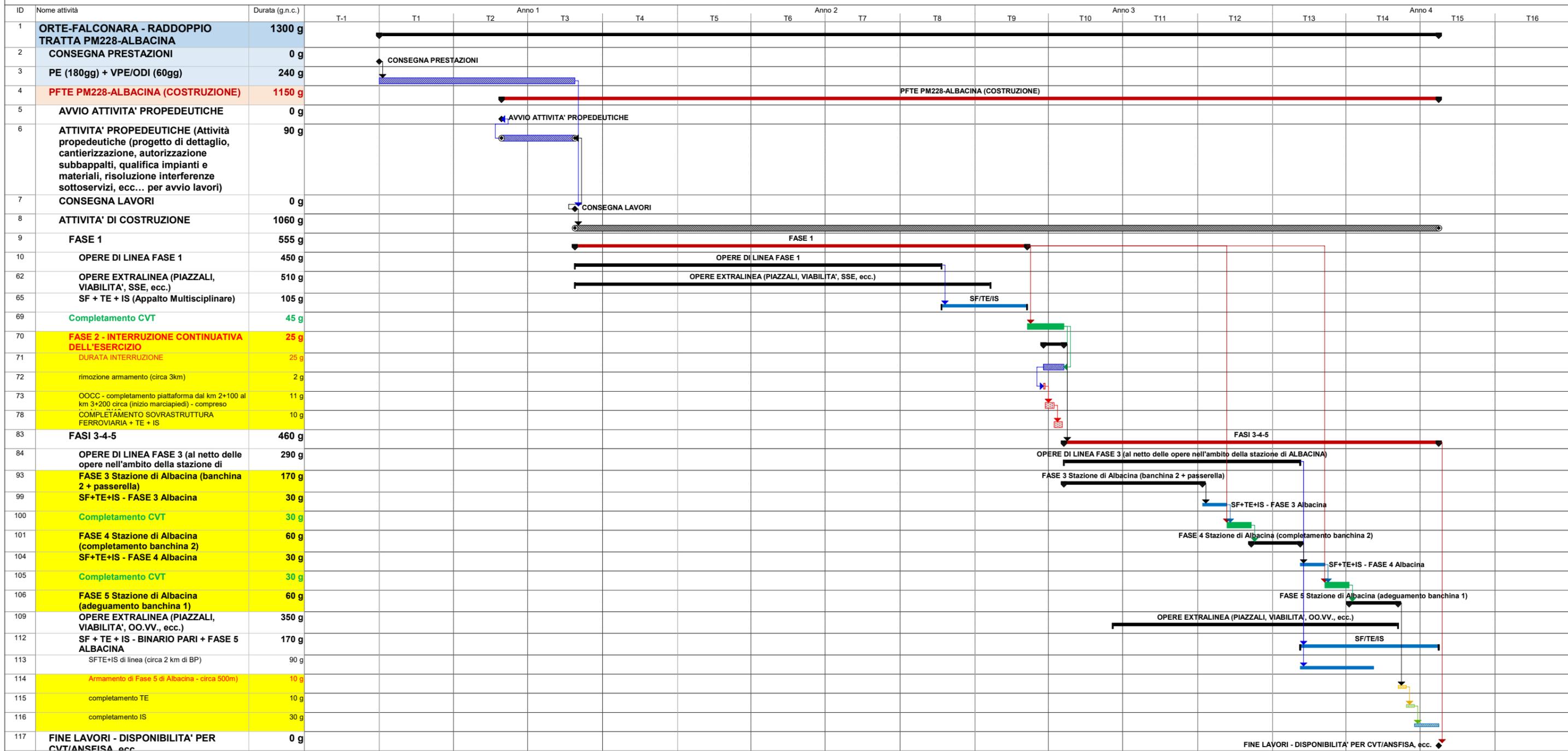
Tabella di Riutilizzo

Piano di Utilizzo dei materiali di scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	PAG.
IR0E	00	R 69	RG TA 00 00 002	B	68/69

Relazione Generale

Allegato 2 - Cronoprogramma lavori



Allegato 3 - Attività di ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile ("GEEG – Geotechnical & Environmental Engineering Group" startup di "Sapienza – Università di Roma")



GEEG
GEOTECHNICAL & ENVIRONMENTAL
ENGINEERING GROUP

Startup di



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle
bentoniti per applicazioni di ingegneria civile

Report 1

20 Ottobre 2020



Diego Sebastian

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

INDICE

1	Introduzione	1
2	L'utilizzo dei fanghi bentonitici e dei fluidi polimerici	1
2.1.1	Sostegno del foro.....	2
2.1.2	Il trasporto dei detriti.....	3
2.1.3	L'azione lubrificante / la riduzione dell'attrito.....	3
2.1.4	La separazione	4
3	Bentoniti.....	4
3.1	Il materiale, i prodotti commerciali e la composizione mineralogica.....	4
3.2	Il processo produttivo	5
3.3	I prodotti commerciali.....	7
4	Aspetti ambientali legati all'utilizzo delle bentoniti.....	7
4.1	Indicazioni generali	7
4.2	Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto.....	8
4.3	L'utilizzo di bentoniti nella realizzazione di pali e diaframmi	9
4.3.1	Densità	10
4.3.2	Viscosità Marsh.....	11
4.3.3	Fluid loss	12
4.3.4	pH	12
4.3.5	Spessore del filtercake	13
4.3.6	Commenti	13
5	Conclusioni	13
6	Bibliografia.....	16

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

1 Introduzione

Nell'ambito delle attività di progettazione sviluppate da Italferr è emersa la necessità di rispondere a specifiche prescrizioni di approfondimenti in merito all'utilizzo dei fluidi bentonitici utilizzati durante la realizzazione di pali e diaframmi in relazione ai rischi per l'ambiente e per la salute umana.

Italferr ha affidato a GEEG, startup innovativa di "Sapienza" Università di Roma, lo sviluppo di una attività di Ricerca in supporto alla progettazione di opere in sotterraneo sviluppate da Italferr, finalizzata ad approfondire la composizione e l'impatto ambientale delle attività di realizzazione dei pali e dei diaframmi con particolare riferimento all'utilizzo di fluidi/fanghi bentonitici anche in relazione al potenziale utilizzo del materiale di smarino come sottoprodotto nell'ambito della normativa sulle terre e rocce da scavo.

L'attività di Ricerca, attualmente in corso, ha portato innanzitutto a definire in modo chiaro le informazioni, i dati e le evidenze disponibili in letteratura e acquisite da GEEG in anni di ricerca sperimentale sui prodotti commerciali (bentoniti) utilizzati per la preparazione dei fluidi di perforazione, sulle loro specifiche tecniche, sulle modalità di utilizzo e sugli eventuali rischi legati all'interazione con l'ambiente in fase di utilizzo, durante la vita utile delle opere realizzate e in relazione al riutilizzo, come sottoprodotto, delle terre e rocce da scavo poste a contatto con tali fluidi.

Inoltre, la stessa attività di Ricerca porterà alla messa a punto di specifici protocolli sperimentali finalizzati ad acquisire direttamente in laboratorio informazioni specifiche e aggiuntive rispetto a quanto disponibile in letteratura al fine di fornire un quadro completo ed esaustivo dell'interazione tra i fluidi/fanghi bentonitici e le terre e rocce da scavo.

Il presente documento contiene una descrizione dei principali elementi in merito ai materiali, alle modalità di utilizzo e all'interazione con l'ambiente utili a mettere a fuoco eventuali rischi, verificare le opportune contromisure, affinare gli strumenti di mitigazione e impostare le attività di controllo da eseguire in sito durante la realizzazione degli interventi previsti dal progetto.

Le informazioni inserite all'interno di questo documento saranno integrate durante le fasi successive dell'attività di ricerca sperimentale con dati e misure sperimentali eseguite su materiali effettivamente utilizzati nella realizzazione di pali e diaframmi.

2 L'utilizzo dei fanghi bentonitici e dei fluidi polimerici

La bentonite è un prodotto commerciale diffusamente impiegato nell'ingegneria civile che trova anche larghissimo impiego in molti altri ambiti quali il trattamento e la purificazione delle acque, come supporto nell'agricoltura e nel giardinaggio, nella produzione del vino, nell'industria dei cosmetici, in quella alimentare e in una lunga lista di processi di produzione tra i quali quelli dei mangimi, della carta e della ceramica.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

Limitatamente alle applicazioni di ingegneria civile i due macro-settori in cui la bentonite è ampiamente utilizzata da decenni, in soluzione acquosa sottoforma di fluidi, sono la realizzazione di perforazioni (pali e diaframmi) e lo scavo di gallerie con TBM, Micro-TBM e altre tecnologie no-dig.

Nelle perforazioni l'utilizzo di sospensioni di bentonite permette la stabilizzazione del foro, sigillandone le pareti, impedendo il collasso durante le operazioni, e garantisce il trasporto fuori dallo scavo del residuo solido prodotto (smarino).

Nel caso del Tunnelling e del MicroTunnelling invece il ruolo della bentonite è duplice, da una parte serve come nel caso dei pali e dei diaframmi a stabilizzare il cavo prima dell'installazione del rivestimento definitivo e al trasporto dello smarino verso l'esterno, dall'altra serve come lubrificante evitando o riducendo l'usura degli utensili di scavo.

Un fluido di perforazione deve svolgere diverse funzioni:

- sostegno del foro;
- trasporto dei detriti in superficie;
- riduzione dell'attrito tra gli utensili di scavo e le pareti del foro;
- raffreddamento e pulizia degli utensili di scavo.

A tale scopo nel tempo ha preso piede e si è ampiamente diffuso l'utilizzo dei fluidi bentonitici ottenuti aggiungendo all'acqua poche unità percentuali in peso di bentonite (di norma tra il 4.5% e il 9%), miscelando e lasciando a riposo per garantire la dispersione e l'idratazione delle particelle.

2.1.1 Sostegno del foro

Il fango bentonitico possiede proprietà tixotropiche: con tixotropia si intende il comportamento di un fluido non newtoniano in cui la viscosità diminuisce all'aumentare del tempo di applicazione dello sforzo di taglio a parità di tutte le altre condizioni.

La tixotropia permette al fluido bentonitico di stabilizzare le pareti dello scavo per il tempo necessario a eseguire il getto grazie alla formazione sulle pareti del foro di un film di spessore millimetrico praticamente impermeabile denominato *cake*, *mudcake* o *filtercake*.

Affinché si formi tale membrana scarsamente permeabile è necessario che la pressione del fluido all'interno della perforazione sia sempre superiore alla pressione interstiziale, in questo modo il fango tende a penetrare di pochi millimetri nel terreno circostante; tale filtrazione porta a una riduzione della velocità del fluido e, per quanto detto precedentemente, a un aumento della propria viscosità, andando quindi a creare sul contorno del cavo realizzato mediante la perforazione una parete caratterizzata da coefficienti di permeabilità molto bassi (Figura 1). La bassissima permeabilità che caratterizza il *filtercake* consente di applicare sulla superficie del cavo una tensione efficace stabilizzante pari alla differenza tra la pressione del fango all'interno della perforazione e la pressione dell'acqua interstiziale del terreno.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

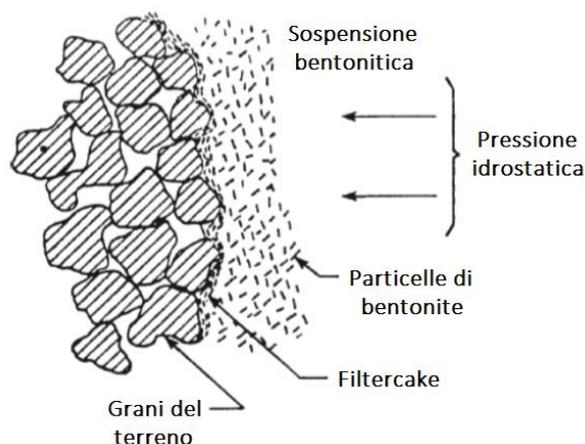


Figura 1: Formazione del filtercake.

Questo procedimento permette di sostenere la superficie scavata (le pareti del foro del palo o del diaframma) fino al momento del getto del calcestruzzo garantendo la possibilità di realizzare il palo o il diaframma con delle geometrie necessarie ad assolvere utilmente il proprio compito.

2.1.2 Il trasporto dei detriti

Oltre alla primaria necessità di garantire la stabilità del foro durante la realizzazione del palo o del diaframma (e, conseguentemente, la minimizzazione degli effetti di detensionamento nelle zone di terreno limitrofe), il fango bentonitico è utilizzato per trasportare verso la superficie e successivamente all'esterno del foro il materiale rimosso dalle attrezzature di scavo, detto smarino.

A seconda delle tecnologie di scavo utilizzate i flussi di fluido bentonitico in ingresso e di fango bentonitico (fluido bentonitico più smarino) in uscita sono gestiti in modo leggermente differenti; tuttavia in tutte le tecnologie un ruolo determinante è svolto dalla densità del fango bentonitico, necessaria a mantenere in sospensione lo smarino e la sua stabilità, intesa come capacità della bentonite di rimanere omogeneamente dispersa nell'acqua e non comportare fenomeni di separazione o sedimentazione.

2.1.3 L'azione lubrificante / la riduzione dell'attrito

Nell'ambito della realizzazione di opere in sotterraneo (gallerie idrauliche, ferroviarie o stradali) sono ampiamente utilizzate tecnologie trenchless quali microtunnelling, spingitubo o, nel caso di grandi diametri, Tunnel Boring Machines.

In questo tipo di applicazioni, le principali funzioni dei fanghi di perforazione sono sia il supporto del foro che l'impermeabilizzazione, per le quali è sufficiente un comportamento tixotropico già descritto, ma anche la lubrificazione per la quale spesso si fa ricorso all'aggiunta di polimeri o alle bentoniti definite "estese" di cui si parlerà approfonditamente nei capitoli seguenti.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

L'azione lubrificante serve infatti laddove, a causa delle dimensioni del fronte di scavo e conseguentemente dell'entità degli attriti che si generano tra gli utensili di scavo e il terreno/roccia, è necessario ridurre l'usura degli utensili utilizzando lo stesso fango bentonitico anche come lubrificante.

Nelle applicazioni ingegneristiche che prevedono l'utilizzo di microtunnelling e altre tecnologie no-dig, quindi, spesso si fa ricorso all'utilizzo di bentoniti estese o additivate in cantiere mediante l'aggiunta dei polimeri.

Gli aspetti legati alla composizione delle bentoniti saranno approfonditamente trattati nel seguito di questo documento.

2.1.4 La separazione

Come detto, nel caso di utilizzo dei fanghi bentonitici per la realizzazione di pali e diaframmi, la necessità è quella da una parte di sostenere il cavo durante il tempo necessario a completare la perforazione fino alla quota di progetto e a eseguire il getto di calcestruzzo, ma anche convogliare verso la bocca del foro il materiale scavato.

Durante la realizzazione del foro, infatti, il sistema di circolazione dei fanghi include una linea che convoglia il fluido di perforazione contenente i detriti di scavo in sospensione a un impianto di separazione.

La separazione è essenzialmente descrivibile come una separazione meccanica delle particelle più grossolane (detriti) dal fluido (acqua) e dalle particelle più piccole (bentonite) e comporta una serie di passaggi consecutivi. Il processo è suddiviso in diverse fasi che prevedono una successione di vagli meccanici utili a separare i detriti più grossolani e una centrifuga, un sistema di filtropresse o delle semplici vasche di decantazione per separare le particelle più sottili dall'acqua con l'ausilio di idrocicloni.

La separazione consente da una parte il recupero dello smarino sotto forma di solido privato della maggior parte del fango bentonitico e dall'altra il recupero della bentonite che viene reimpressa in circolo incrementando la velocità di perforazione e riducendo il consumo delle pompe e delle parti soggette a usura.

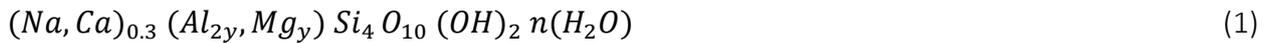
3 Bentoniti

3.1 Il materiale, i prodotti commerciali e la composizione mineralogica

Con bentonite (numero EC 215-108-5, numero CAS 1302-78-9) si intende il nome commerciale di una serie di prodotti a base di argille, principalmente montmorillonite sodica, calcica e potassica; in particolare le bentoniti comunemente in commercio non contengono meno del 60% di smectite e nella maggior parte dei casi superano il 70%. La montmorillonite, infatti, appartiene al gruppo delle smectiti ed è un fillosilicato di alluminio e magnesio la cui struttura cristallina è composta da strati

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

ottaedrici di allumina (Al_2O_3) interposti tra due strati di tetraedri di silice (SiO_2), la cui formula chimica (1) è di seguito espressa:



Ulteriori minerali che compongono la restante parte della bentonite possono essere altri minerali argillosi quali illite, caolinite etc. oltre che quarzo, cristobalite, zeolite, mica, feldspato e calcite.

La bentonite è originata dalla devetrificazione o decomposizione parziale di ceneri vulcaniche vetrose, di tufi vulcanici o colate laviche, o anche dalla decomposizione di intrusivi ipoabissali.

La bentonite è di per sé una risorsa naturale non rinnovabile che si trova nel sottosuolo di particolari zone in Italia e nel mondo, estratta mediante procedimenti meccanici tipici della tradizione mineraria.

A causa della sua composizione mineralogica di natura impura di fillosilicato di alluminio, le particelle di bentonite hanno una notevole capacità di assorbimento dell'acqua: consistono infatti in sottilissimi fogli cristallini di minerali argillosi con carica negativa raggruppati in pacchetti da ioni positivi di sodio, potassio, magnesio o calcio in uno strato di acqua assorbita. Gli ioni calcio forniscono un legame più forte rispetto agli ioni sodio, per cui la montmorillonite calcica, così come quella magnesiacca, è meno efficace nel trattenere molecole d'acqua rispetto a quella sodica. Gli ioni potassio stabiliscono legami ancora più forti tra i foglietti di argilla in quanto la loro dimensione è tale da non permettere che ci siano spazi tra questi. Dunque la sostituzione del sodio con calcio, magnesio o potassio nella montmorillonite riduce notevolmente la capacità di assorbimento dell'acqua.

Da quanto detto si evince che la tipologia di bentonite più efficace per gli scopi ingegneristici è quella sodica.

3.2 Il processo produttivo

Il processo produttivo prevede, a partire dal materiale estratto, una prima fase di purificazione al fine di ridurre la presenza di eventuali impurezze mineralogiche indesiderate. Successivamente può essere necessaria l'attivazione, qualora si tratti di bentonite calcica o magnesiacca: tramite l'aggiunta di carbonato di sodio (Na_2CO_3) o soda ($NaOH$) si favorisce la sostituzione tra i cationi Ca^{2+} (Mg^{2+}) e Na^+ nello spazio intra-lamellare al fine di ottenere una bentonite sodica con migliori prestazioni in termini di assorbimento d'acqua e potere rigonfiante (Figura 2, Figura 3).

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

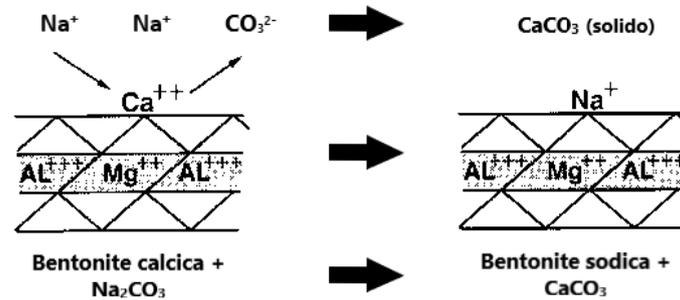


Figura 2: Schema di attivazione della bentonite calcica con carbonato di sodio.

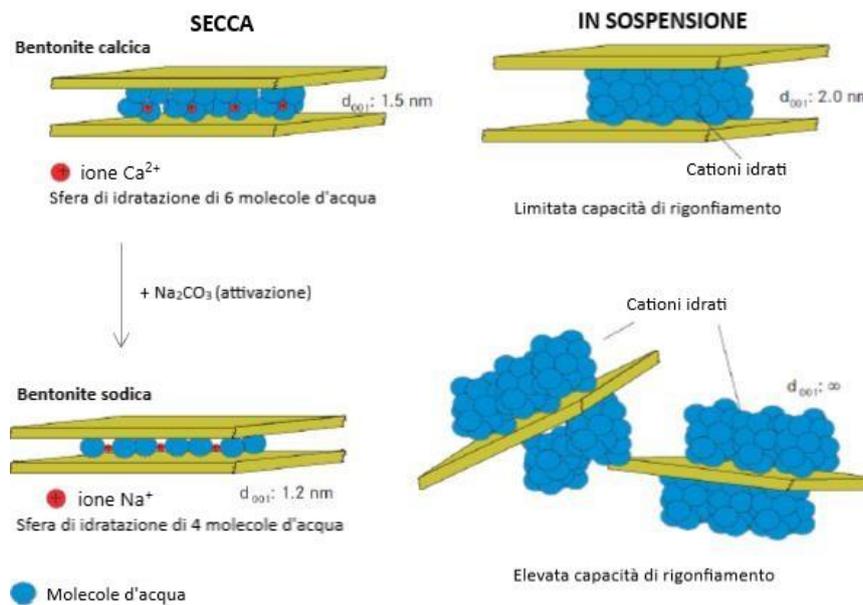


Figura 3: Confronto tra bentonite calcica e sodica.

Segue una fase di essiccazione a temperatura controllata (non oltre i 500°C) per ridurre l'umidità evitando la rimozione dell'acqua interstiziale che inertizzerebbe la bentonite. Infine viene eseguita la macinazione o il setacciamento a seconda del tipo di applicazione per conferire alla bentonite la granulometria desiderata.

Per alcune specifiche applicazioni la bentonite viene additivata, o più propriamente "estesa", con l'aggiunta di additivi a seconda della funzione da assolvere. In questa fase che caratterizza alcuni prodotti commerciali vengono introdotti polimeri naturali come amidi e cellulose, sintetici come i poliacrilati (PA), o ancora semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC). Gli additivi comunemente utilizzati nei fluidi di perforazione sono classificati in:

- viscosizzanti;
- fluidificanti;
- disperdenti;
- emulsionanti;

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

- inibitori di corrosione;
- flocculanti;
- controllori di pH;
- inibitori dell'attività delle argille;
- conservanti.

3.3 I prodotti commerciali

In commercio esistono diversi prodotti che rispondono al nome di "bentonite". Questi prodotti commerciali includono bentoniti calciche e sodiche, naturali ed estese (mediante l'aggiunta di polimeri naturali o sintetici).

Questi prodotti devono essere accompagnati da una scheda tecnica che le identifichi nelle categorie sopra menzionate con specifico riferimento alla presenza di additivi. La dicitura "non estesa", "priva di additivi/polimeri" o "polymer free" è necessaria per escludere la presenza di additivi naturali o sintetici.

Nel caso di bentoniti estese, l'eventuale presenza di sostanze pericolose per l'uomo o per l'ambiente deve essere specificata mediante l'accompagnamento di schede di sicurezza del prodotto contenente tutte le classi di rischio e le informazioni necessarie a trattare il prodotto con le opportune precauzioni.

4 Aspetti ambientali legati all'utilizzo delle bentoniti

4.1 Indicazioni generali

Dal punto di vista ambientale e della salvaguardia della salute, la bentonite non è considerata pericolosa né per l'ambiente né per l'uomo secondo il Regolamento EC 1272/2008 e la Direttiva 67/548/EC attualmente in vigore.

La bentonite non è separatamente classificata dall'Occupation Health and Safety Administration (OSHA) e non è stata classificata come cancerogeno dall'OSHA, dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) e dal Programma Tossicologico Nazionale (NTP).

La bentonite è esente dalla Registrazione REACH secondo l'allegato V.7. Una valutazione del rischio è stata condotta con la supervisione della European Bentonite Association (EUBA) e il risultato è che la bentonite non è una sostanza pericolosa. Perciò, in assenza di rischi identificati, l'impiego della sostanza è considerato sicuro.

Nelle bentoniti estese la presenza di composti organici polimerici o monomerici nei prodotti commerciali impiegati per la preparazione dei fanghi bentonitici provoca l'instaurarsi di interazioni fra la miscela e il terreno con cui entra in contatto, in particolare con la microflora e/o la microfauna. L'interazione può causare effetti eco-tossici a seconda della tipologia di interazione che si instaura in

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

funzione delle condizioni ambientali e del terreno, della presenza o meno di ossigeno disciolto, delle caratteristiche intrinseche dei composti presenti nella miscela bentonitica e della compresenza di determinati composti nello stesso ambiente, in parte o del tutto provenienti dalla miscela bentonitica e in parte dal terreno.

Nonostante non siano tossici, i polimeri sintetici a base di poliacrilati degradano molto lentamente e di conseguenza permangono nel materiale di scavo. Materiali semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC) degradano molto più velocemente e non sono tossiche. Recentemente è stato registrato un incremento dell'utilizzo di polimeri naturali biodegradabili, i quali sono però spesso trattati con biocidi per controllare il tasso di decomposizione e rallentare i fenomeni di degradazione delle caratteristiche fisiche e reologiche dei fluidi. Agenti condizionanti particolarmente sicuri dal punto di vista ambientale sono quelli basati su materiali naturali come la gomma Guar, gli Xanthani o i gel di semi di carruba.

In ogni caso, da questo punto di vista, non sembra ragionevole a priori estendere quanto inserito nei primi capoversi di questo paragrafo indistintamente a tutte le bentoniti intese come prodotti commerciali, includendo in questa categoria anche le bentoniti estese mediante l'aggiunta di polimeri sintetici o naturali.

Esiste in questi casi la possibilità di eseguire studi sperimentali finalizzati a definire potenziali effetti eco-tossicologici in relazione a specifici prodotti, applicazioni e terreni interessati.

Lo studio per individuare il possibile impatto ambientale delle miscele bentonitiche deve quindi partire dallo studio del materiale solido commerciale, analizzandone in primis parametri aggregati caratterizzanti, quali pH e carico organico totale (TOC). Successivamente si deve individuare l'eventuale presenza di metalli pesanti, che potrebbero essere presenti come "by-products" durante il processo di lavorazione del materiale (in quanto vengono impiegati come catalizzatori nella produzione degli additivi organici). Infine, una volta preparata la miscela bentonitica, è bene studiare le caratteristiche della fase liquida, dopo aver eseguito il processo di separazione liquido/solido, così da individuare eventuali fenomeni di trasporto di materia dal materiale solido alla fase liquida in contatto.

Gli additivi organici, comunemente denominati "polimeri", possono essere aggiunti anche durante la miscelazione della bentonite commerciale con l'acqua di miscelazione, per i motivi già brevemente discussi. La caratterizzazione di questi additivi risulta essere simile a quella eseguita sulla fase liquida della miscela bentonitica, in quanto prevede sia una fase di caratterizzazione chimica che ecotossicologica.

4.2 Il riutilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotto

In base al DPR 120/2017 è possibile definire il terreno scavato quale sottoprodotto in funzione di determinate caratteristiche chimico-fisiche. Nel dettaglio, rispetto alla classe dei sottoprodotti, il DPR riporta quanto segue: il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

1, lettera d), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, per l'utilizzo delle terre e rocce da scavo come sottoprodotti, è garantito quando il contenuto di sostanze inquinanti all'interno delle terre e rocce da scavo, comprendenti anche gli additivi utilizzati per lo scavo, sia inferiore alle Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali.

Qualora per consentire le operazioni di scavo sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti non comprese nella citata tabella, il soggetto proponente fornisce all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4.

Senza la pretesa di essere esaustivi in questo paragrafo si vuole sottolineare come, per quanto contenuto nel presente documento, nel caso delle bentoniti non estese, si può escludere la presenza di sostanze inquinanti e pertanto, ai fini della caratterizzazione come sottoprodotto, sarà sufficiente l'esecuzione dei test di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali previsti in ogni caso.

Nel caso in cui invece si volesse inserire la possibilità di utilizzo delle bentoniti estese, e in particolar modo per le bentoniti estese con polimeri di origine non naturale, in assenza di informazioni sul profilo eco-tossicologico dei citati polimeri, sembra più opportuno in via del tutto cautelativa riferirsi al caso in cui "sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti" e pertanto che il soggetto proponente fornisca all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4.

4.3 L'utilizzo di bentoniti nella realizzazione di pali e diaframmi

Nell'ambito della realizzazione di pali e diaframmi la bentonite è contenuta dal filter cake all'interno del foro scavato; lo strato di pochi millimetri di spessore (variabile a seconda della granulometria del terreno) infatti è proprio ciò che isola il foro e permette contestualmente la stabilizzazione dello stesso. **La tenuta del filter cake consente quindi di escludere anche fenomeni di interazione tra la bentonite e il terreno scavato all'interno del palo/diaframma con l'ambiente circostante.**

A questo proposito si deve ricordare come, nell'ingegneria ambientale, i pannelli di bentonite trovano una delle più apprezzate applicazioni proprio come sistemi di isolamento e contenimento degli inquinanti organici e inorganici.

Gli eventuali rischi legati all'utilizzo della bentonite si devono quindi andare a ricercare, non tanto durante le attività di realizzazione del palo o del diaframma, quanto nell'interazione con il terreno

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

scavato e nelle eventuali successive fasi di riutilizzo dello smarino e di smaltimento del fango bentonitico alla fine delle attività.

In questo senso l'unico elemento potenzialmente critico sembra legato all'utilizzo di bentoniti estese e, in particolare, ai prodotti estesi mediante polimeri di origine non naturale.

Nell'ambito della realizzazione dei pali e dei diaframmi, come specificato nei capitolati relativi a pali e micropali e relativi a paratie di pali, diaframmi e palancole di Italferr, le norme di riferimento riguardanti le proprietà dei fanghi stabilizzanti sono:

- UNI EN 1536:2015 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Pali trivellati";
- UNI EN 1538:2015 "Esecuzione di lavori geotecnici speciali – Diaframmi".

Vengono riportate nella sottostante Tabella 1 le caratteristiche della sospensione di bentonite fresca indicate dalle normative.

Tabella 1: Caratteristiche della sospensione di bentonite fresca indicate dalle normative

Proprietà	Valore	Unità di misura
Densità	< 1.10	g/cm ³
Viscosità Marsh	32 ÷ 50	s
Fluid loss	< 30	cm ³
pH	7 ÷ 11	-
Spessore filtercake	<3	mm

Ai fini della valutazione dell'impatto ambientale delle bentoniti utilizzate per queste attività è dirimente riuscire a determinare se tali applicazioni possono essere eseguite secondo le prescrizioni dei capitolati precedentemente citati utilizzando bentoniti non estese.

In merito, nei seguenti paragrafi sono stati raccolti dati sperimentali di letteratura acquisiti nell'ambito da attività di Ricerca svolte alla Sapienza utili a dimostrare che esistano bentoniti commerciali non estese in grado di garantire il soddisfacimento di tali requisiti senza la necessità di aggiungere polimeri o altri additivi di qualsiasi natura.

I dati proposti fanno riferimento a prodotti commerciali (Laviosa Bentosund 120 E e Laviosa Bentosund 120 ET) disponibili sul mercato e attualmente utilizzati per la realizzazione di pali e diaframmi. L'utilizzo di prodotti commerciali è finalizzato a dimostrare concretamente la possibilità di realizzare pali e diaframmi senza fare ricorso a bentoniti estese. Le successive fasi sperimentali dell'attività di Ricerca in corso contemplerà l'utilizzo di più prodotti commerciali da diversi fornitori.

4.3.1 Densità

In riferimento ad attività sperimentali condotte, sono riportati nella seguente Figura 4 i valori di densità ottenuti da prove eseguite su un fango costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) a diverse concentrazioni ed il limite imposto dalla normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

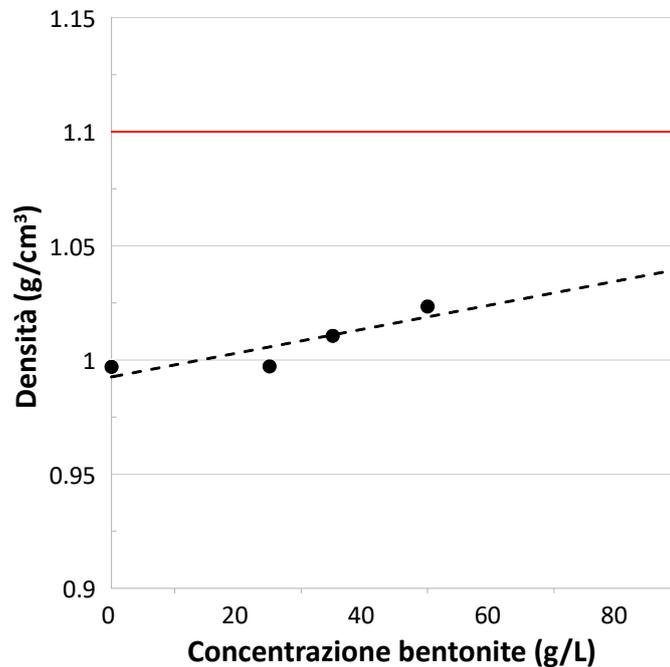


Figura 4: Valori di densità ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione lineare di tali valori e limite imposto dalla normativa.

Dai risultati ottenuti e dall'interpolazione effettuata è possibile osservare come i limiti di normativa siano ampiamente rispettati per le concentrazioni di bentonite sodica naturale testate pari a 25 g/L, 35 g/L e 50 g/L, corrispondenti alle percentuali in peso di 2.5%, 3.5% e 5% e fino a circa il 9%.

4.3.2 Viscosità Marsh

In riferimento ad attività sperimentali condotte, sono riportati nella seguente Figura 5 i valori di viscosità Marsh ottenuti da prove eseguite su un fango costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) a diverse concentrazioni e i limiti imposti dalla normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

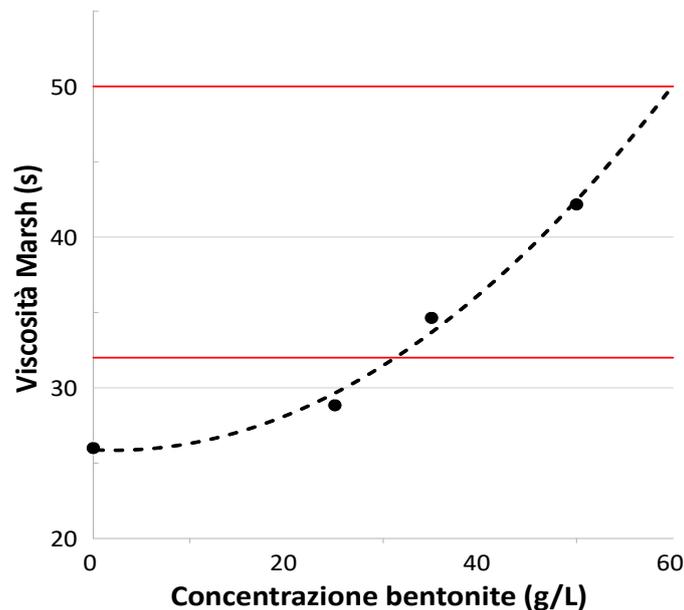


Figura 5: Valori di viscosità Marsh ottenuti a diverse concentrazioni di bentonite, interpolazione polinomiale di tali valori e limite imposto dalla normativa.

Dai risultati ottenuti e dall'interpolazione effettuata è possibile osservare come per concentrazioni di bentonite sodica naturale comprese tra 32 g/L e 60 g/L (ovvero 3.2% e 6%) i limiti di normativa siano rispettati.

4.3.3 Fluid loss

Dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET, è possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, il fluid loss del fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 20-25 e inferiore a 25 ml e dunque rispetti i limiti di normativa.

4.3.4 pH

In riferimento ad attività sperimentali condotte, è possibile osservare come il valore di pH ottenuto analizzando il liquido derivante dalla centrifugazione del fango bentonitico costituito da bentonite sodica naturale (Laviosa Bentosund 120 ET) ad una concentrazione del 4.5% risulti essere pari a 9.6 e dunque rispetti i limiti imposti dalla normativa.

Inoltre, dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET è possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, il valore di pH ottenibile dal fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 8.5-10.5 e 7- 11 e dunque rispetti i limiti di normativa.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

4.3.5 Spessore del filtercake

Dalla scheda tecnica delle bentoniti sodiche naturali Laviosa Bentosund 120E ed ET è **possibile apprendere come, per una concentrazione pari al 5%, lo spessore del filtercake ottenibile dal fango bentonitico dopo 24 ore di maturazione sia rispettivamente compreso tra 1-1.5 e inferiore a 3 mm e dunque rispetti i limiti di normativa.**

4.3.6 Commenti

Appare quindi chiaro come sia appropriato, in questa fase progettuale fare riferimento alle bentoniti naturali in quanto è stata verificata l'esistenza di più di una bentonite naturale non estesa disponibile in commercio in grado di garantire il rispetto dei requisiti previsti dai capitolati e dalle normative di riferimento senza includere composti potenzialmente dannosi per l'ambiente. Questo rende non necessario l'utilizzo di bentoniti estese ai fini della realizzazione degli interventi previsti dal Progetto.

La possibilità di proporre, nelle successive fasi progettuali (Progettazione Esecutiva) l'utilizzo di bentoniti estese o di polimeri o additivi non è comunque da escludere ma si ritiene sia opportuno subordinare tale utilizzo, soprattutto nel caso di bentoniti estese con polimeri non naturali, allo svolgimento di studi di caratterizzazione chimica ed eco-tossicologica degli stessi finalizzata ad escludere effetti dannosi sull'ambiente.

5 Conclusioni

A conclusione della seguente trattazione, appare utile raccogliere alcuni dei punti più rilevanti raccolti nel presente documento.

- con bentonite si intende il nome commerciale di una serie di prodotti contenenti non meno del 60% e generalmente almeno il 70% di smectite (solitamente montmorillonite, fillosilicato di alluminio e magnesio) considerata, dal punto di vista geotecnico, ricadente nella categoria delle argille;
- per la restante parte le bentoniti naturali, o non estese, includono la presenza di altri minerali argillosi quali illite, caolinite, oltre che quarzo, cristobalite, zeolite, mica, feldspato e calcite, mentre nel caso delle bentoniti estese si trova inoltre l'aggiunta di additivi o polimeri naturali come amidi e cellulose, sintetici come i poliacrilati (PA), o ancora semi-sintetici come le carbossimetilcellulose (CMC) o le cellulose polianioniche (PAC);
- in commercio esistono diversi prodotti commerciali che rispondono al nome di "bentonite" tra i quali bentoniti calciche, magnesiache e sodiche, naturali ed estese (mediante l'aggiunta di polimeri naturali o sintetici);
- dal punto di vista dei rischi per la salute dell'uomo e dell'ambiente la bentonite:
 - o non è considerata pericolosa né per l'ambiente né per l'uomo secondo il Regolamento EC 1272/2008 e la Direttiva 67/548/EC attualmente in vigore;

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

- non è separatamente classificata dall'Occupation Health and Safety Administration (OSHA);
 - non è stata classificata come cancerogeno dall'OSHA, dall'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) e dal Programma Tossicologico Nazionale (NTP);
 - è esente dalla Registrazione REACH secondo l'allegato V.7;
 - è stata definita una sostanza non pericolosa a seguito di una valutazione del rischio condotta con la supervisione della European Bentonite Association (EUBA).
- nonostante non siano tossici, i polimeri sintetici presenti nelle bentoniti estese degradano molto lentamente e di conseguenza permangono nel materiale di scavo; i polimeri naturali basati su materiali naturali come gomma di Guar, Xanthani o gel di semi di carruba sono generalmente considerati particolarmente sicuri dal punto di vista ambientale;
 - la tenuta del filter cake che si crea al contorno del foro scavato necessaria alla corretta realizzazione di pali e diaframmi consente di escludere in ogni caso fenomeni di interazione tra la bentonite e il terreno scavato all'interno del palo/diaframma con l'ambiente circostante. Il meccanismo è concettualmente analogo a quello dei pannelli di bentonite che trovano una delle più apprezzate applicazioni proprio come sistemi di isolamento e contenimento degli inquinanti organici e inorganici;
 - nel caso delle bentoniti non estese, si può escludere la presenza di sostanze inquinanti e pertanto, ai fini della caratterizzazione come sottoprodotto, sarà sufficiente l'esecuzione dei test di cui alle colonne A e B, Tabella 1, Allegato 5, al Titolo V, della Parte IV, del Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152, con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica, o ai valori di fondo naturali;
 - nel caso invece delle bentoniti estese, e in particolar modo per le bentoniti estese con polimeri di origine sintetica o semi-sintetica, in assenza di informazioni sul profilo eco-tossicologico dei citati polimeri, sembra più opportuno in via del tutto cautelativa riferirsi al caso in cui "sia previsto l'utilizzo di additivi che contengono sostanze inquinanti" e pertanto che il soggetto proponente fornisca all'Istituto Superiore di Sanità (ISS) e all'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) la documentazione tecnica necessaria a valutare il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 4;
 - esistono bentoniti naturali non estese disponibili in commercio in grado di garantire il rispetto dei requisiti dai capitolati e dalle normative di riferimento per la realizzazione di pali e diaframmi senza includere composti potenzialmente dannosi per l'ambiente; questo rende non necessario l'utilizzo di bentoniti estese ai fini della realizzazione degli interventi descritti.
 - la possibilità di proporre, nelle fasi successive della progettazione (Progetto Esecutivo), l'utilizzo di bentoniti estese o di polimeri o additivi per la realizzazione di pali e diaframmi non è comunque da escludere ma si ritiene sia opportuno subordinare tale utilizzo, soprattutto nel caso di bentoniti

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

estese con polimeri non naturali, allo svolgimento di studi di caratterizzazione chimica ed ecotossicologica degli stessi finalizzata ad escludere effetti dannosi sull'ambiente.

Attività di Ricerca sull'impatto ambientale delle bentoniti per applicazioni di ingegneria civile.

6 Bibliografia

- Bohnhoff G., Shackelford C., Malusius M., Scalia J., Benson C., Edil T., Di Emidio G., Katsumi T., Mazzieri F., "Novel bentonites for containment barrier applications", 2013.
- Decreto legislativo 3 aprile 2006 numero 152, "Norme in materia ambientale (DL 152/06)", 2006.
- Decreto del presidente della Repubblica 13 giugno 2017 numero 120, "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo (DPR 120/17)", 2017.
- Ente Italiano di Normazione, "Esecuzione dei lavori geotecnici speciali – Pali trivellati (UNI EN 1536:2015)", 2015.
- Ente Italiano di Normazione, "Esecuzione dei lavori geotecnici speciali – Diaframmi (UNI EN 1538:2015)", 2015.
- Ente Italiano di Normazione, "Industrie del petrolio e del gas naturale – Materiali per fluidi di perforazione – Specificazioni e prove (UNI EN ISO 13500:2011)", 2011.
- Inglethorpe S. D. J., Morgan D. J., Highley D. E., Bloodworth A. J., "Industrial Minerals Laboratory Manual: Bentonite", 1993.
- Karagüzel C., Çetinel T., Boylu F., Çinku K., Çelik M. S., "Activation of (Na, Ca)-bentonites with soda and MgO and their utilization as drilling mud", 2010.
- Laviosa Chimica Mineraria SpA, "Bentosund 120 E Technical Data Sheet".
- Laviosa Chimica Mineraria SpA, "Bentosund 120 ET Technical Data Sheet".
- Luckham P. F., Rossi S., "The colloidal and rheological properties of bentonite suspensions", 1999.
- Mewis J., Wagner N. J., "Thixotropy", 2009.
- Miliziano S., Mascarucci Y., Rotisciani G. M., Sacconi S., Marcellino P., "Pali trivellati", 2019.
- Milligan G., "Lubrication and soil conditioning in tunnelling, pipe jacking and microtunnelling", 2000.
- Singh Dhiman A., "Rheological properties and corrosion characteristics of drilling mud additives", 2012.