

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE A.T.I.



(Capogruppo Mandataria)

ITALIANA COSTRUZIONI S.p.A.	(Mandante)
ESIM S.r.l.	(Mandante)
ALPITEL S.p.A.	(Mandante)
ARMAFER del Dr. Michele Morelli S.r.l.	(Mandante)

PROGETTAZIONE:



(Capogruppo Mandataria)

LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI

LOMBARDI Ingegneria S.r.l.	(Mandante)
COMPACT TRASPORTI S.r.l.	(Mandante)
A.T.P. S.r.l.	(Mandante)

PROGETTO ESECUTIVO

LINEA PALERMO-MESSINA RADDOPPIO FIUMETORTO-CEFALÙ-CASTELBUONO TRATTA OGLIASTRILLO-CASTELBUONO

AMBIENTE E ARCHEOLOGIA AMBIENTE IMPATTO AMBIENTALE

PIANO DI UTILIZZO DEI MATERIALI DA SCAVO

ALLEGATO 3 - PIANO DI CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE ANTE OPERAM ED IN FASE ESECUTIVA
DEI MATERIALI DA SCAVO

L'APPALTATORE	APPR. DIRETTORE DEI LAVORI	SCALA:
---------------	----------------------------	--------

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

RS2P 20 E ZZ RG IM0000 011 B

Rev,	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato / Data
A	Emissione	D'Angelo Zaffino	16.01.2014	Silvestri	16.01.2014	Carlucci	16.01.2014	
		AMB. & SIC.		LO-ING		TOTO		
B	Aggiornamento	D'Angelo Zaffino	31.03.2014	Silvestri	31.03.2014	Carlucci	31.03.2014	
		AMB. & SIC.		LO-ING		TOTO		

LINEA FERROVIARIA PALERMO-MESSINA
RADDOPPIO FIUMETORTO-CEFALÙ-CASTELBUONO
TRATTA OGLIASTRILLO-CASTELBUONO

**CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE
ANTE OPERAM E IN FASE ESECUTIVA
DEI
DEI MATERIALI DA SCAVO
DERIVANTI DALLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE PROGETTUALI
AI SENSI DEL D.M. 161/2012**

RELAZIONE TECNICA

Committente:
TOTO Costruzioni Generali S.p.A.

Data	Rev		
Marzo 2014	01	 Dott. Geol. Maurizio D'Angelo	 Dott. Biol. Giuseppe Zaffino


SOCIETÀ DI CONSULENZA
ENGINEERING E SERVIZI

Ambiente & Sicurezza S.r.l.
98100 Messina
Tel 090-310866 - Fax 090-314200
e-mail: tecnico@ambienteesicurezza.net
P. IVA: 02472580790

INDICE

PREMESSA.....	6
1 AMBITO NORMATIVO.....	8
1.1 Principali definizioni normate dal D.M. 161/2012.....	8
1.2 La caratterizzazione ambientale nel D.M. 161/2012	9
2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE AREE DI PRODUZIONE DEI MDS.....	10
2.1 Inquadramento urbanistico	13
3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	15
3.1 Assetto geologico del tracciato.....	15
3.1.1 Flysch Numidico (Oligocene sup.-Miocene inf.).....	16
3.1.2 Terreni di copertura	19
3.2 Assetto geologico d’interesse per le opere attinenti le aree	20
3.2.1 Area 1 – Ogliastrillo	20
3.2.2 Area 2 – GN Cefalù.....	20
3.2.3 Area 3 – Carbone.....	23
3.2.4 Area 4 – GN S. Ambrogio e finestra.....	24
3.2.5 Area 5 – Malpertugio.....	28
3.2.6 Area 6 – Stazione di Castelbuono	28
3.3 Caratteristiche idrogeologiche del tracciato	28
3.3.1 Circolazione idrica sotterranea.....	29
3.3.2 Freatimetrie	30
4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ PREGRESSE SVOLTE SUL SITO E POSSIBILI RICADUTE.....	34
4.1 Documentazione consultata	34
4.2 Area 1	35
4.2.1 Uso pregresso ed attività svolte	35
4.2.2 Situazione progettuale	36
4.2.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento.....	36
4.2.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti	38
4.3 Area 2	39
4.3.1 Uso pregresso ed attività svolte	39
4.3.2 Situazione progettuale	39
4.3.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento.....	40
4.3.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti	41
4.4 Area 3	42
4.4.1 Uso pregresso ed attività svolte	42
4.4.2 Situazione progettuale	43
4.4.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento.....	43

4.4.4	Identificazione delle possibili sostanze presenti	45
4.5	Area 4	45
4.5.1	Uso pregresso ed attività svolte	45
4.5.2	Situazione progettuale	45
4.5.3	Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento	46
4.5.4	Identificazione delle possibili sostanze presenti	47
4.6	Area 5	48
4.6.1	Uso pregresso ed attività svolte	48
4.6.2	Situazione progettuale	48
4.6.3	Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento	49
4.6.4	Identificazione delle possibili sostanze presenti	50
4.7	Area 6	51
4.7.1	Uso pregresso ed attività svolte	51
4.7.2	Situazione progettuale	52
4.7.3	Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento	52
4.7.4	Identificazione delle possibili sostanze presenti	54
4.8	Conclusioni	54
5	CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM	55
5.1	Criteri adottati nelle indagini ante operam	55
5.2	Esecuzione delle indagini	56
5.2.1	Indagini dirette sui terreni	56
5.2.2	Determinazioni analitiche sui terreni	60
5.3	Indagini supplementari per la determinazione dei valori di fondo naturale dei terreni	62
5.4	Indagini per la determinazione dei valori di fondo delle acque	63
5.4.1	Modalità operative	64
5.4.2	Determinazioni analitiche sulle acque sotterranee	66
5.5	Interpretazione dei dati e redazione della relazione descrittiva	67
6	CARATTERIZZAZIONE IN FASE ESECUTIVA	69
6.1	Criteri adottati nelle indagini in fase esecutiva	69
6.2	Esecuzione delle indagini	70
6.2.1	Prelievi dei campioni dal fronte di scavo	70
6.2.2	Prelievi dei campioni dai cumuli	73
6.2.3	Dettagli sulle modalità di campionamento	74
6.2.4	Determinazioni analitiche	74
6.2.5	Determinazioni analitiche riferibili ai materiali da scavo derivanti da scavi in EPB	75



Appendice

Piano di Caratterizzazione delle Aree di Cantierizzazione

ELENCO ALLEGATI

- Allegato 1.** Planimetrie generali – Tavv. 1÷3
- Allegato 2.** Cartografia del piano particellare di esproprio
- Allegato 3.** Certificati di destinazione urbanistica
- Allegato 4.** Planimetrie progettuali e delle indagini ambientali proposte – Tavv. 1÷16
- Allegato 5.** Carta geologica del tracciato con ubicazione dei punti di indagine – Tavv. 1÷3
- Allegato 6.** Profilo geologico del tracciato con ubicazione dei punti di indagine – Tavv. 1÷3
- Allegato 7.** Carta idrogeologica del tracciato – Tavv. 1÷3

PREMESSA

La presente relazione illustra il “**Piano della Caratterizzazione Ambientale**” dei materiali da scavo derivanti dalla realizzazione delle opere progettuali relative al “Raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo (i) – Castelbuono (i), della linea Palermo – Messina, di lunghezza di km 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio.”.

In particolare, l’esecuzione delle indagini sulle matrici ambientali oggetto degli interventi progettuali ha lo scopo di produrre dei dati di tipo qualitativo (evidenze ambientali) e quantitativo (analisi chimiche) da valutare, interpretare ed elaborare, al fine di accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo, così come definito dall’Allegato 1 al **Decreto Ministero Ambiente 10 agosto 2012, n. 161**.

Nella presente relazione sono esposti criteri e le metodologie di indagine ambientale da applicare ai materiali oggetto di accertamenti in fase **ante operam**, ossia ancor prima di eseguire gli interventi progettuali previsti, e **in fase esecutiva**, ossia durante la realizzazione degli interventi di scavo.

È importante, infatti, chiarire in questa sede che la particolarità costruttiva dell’opera oggetto del presente piano, caratterizzata in gran parte da opere in sotterraneo, non consente l’esecuzione di indagini *ante operam* per tutto il tracciato progettuale. Difatti sia i rilevanti spessori di copertura, quasi sempre di natura lapidea (anche tenace), sia la presenza in superficie, in corrispondenza del tratto dell’opera che attraversa in sotterraneo l’abitato di Cefalù, di un intricato tessuto urbano, non consentono l’esecuzione di indagini dalla superficie. Infatti la presenza di livelli lapidei tenaci e gli elevati spessori da attraversare determinano l’esigenza di procedere con trivellazioni con circolazione di fluido con conseguente elevatissimo rischio (certezza) di incorrere in fenomeni di cross contamination che inficerebbero la validità dell’indagine.. Si è quindi concluso, per le opere in sotterraneo, di prevedere l’esecuzione della caratterizzazione ambientale in corso d’opera, con criteri e metodi che sono esposti in apposito capitolo, nella presente relazione. Il presente Piano di Caratterizzazione Ambientale redatto per le aree in esame e da allegare al Piano di Utilizzo dei materiali da scavo (redatto ai sensi del D.M. 161/2012), comprende la descrizione delle indagini dirette e dei campionamenti nonché le metodologie di esecuzione dell’indagine e il piano delle analisi chimico-fisiche da svolgere in laboratorio per determinare la presenza e la concentrazione di eventuali inquinanti nelle matrici interessate.

Sulla base delle conoscenze derivanti dall’esame dello stato ambientale delle aree di produzione dei materiali da scavo, esposto nel successivo capitolo 4, sono stati definiti i piani di campionamento ed analisi con i criteri e le modalità operative di seguito esposte, distinguendo le indagini da effettuare ante operam da quelle da effettuare in fase esecutiva.

Si è proceduto, ai fini della strutturazione del presente Piano, nei seguenti punti:

1. Ambito normativo;
2. Inquadramento territoriale delle aree di produzione;



3. Descrizione delle attività svolte sulle aree di produzione;
4. Piano di campionamento e analisi.

In allegato al presente Piano sono riportati i seguenti elaborati:

- Planimetrie generali – Tavv. 1÷3
- Cartografia del piano particellare di esproprio
- Certificati di destinazione urbanistica
- Planimetrie progettuali e delle indagini ambientali proposte – Tavv. 1÷16
- Carta geologica del tracciato con ubicazione dei punti di indagine – Tavv. 1÷3
- Profilo geologico del tracciato con ubicazione dei punti di indagine – Tavv. 1÷3
- Carta idrogeologica del tracciato – Tavv. 1÷3

1 AMBITO NORMATIVO

Il presente "Piano di Caratterizzazione Ambientale" è redatto in conformità ai seguenti riferimenti normativi:

- D.M. 10 agosto 2012 n.161 "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo";
- D. Lgs. n.152/2006 "Testo unico in materia ambientale".

1.1 Principali definizioni normate dal D.M. 161/2012

Al fine di garantire il pieno rispetto del regolamento di cui al decreto ministeriale del 10 agosto 2012 n.161, sono di seguito riportate le principali definizioni di cui all'Art.1 del D.M. 161/2012.

Opera - Risultato di un insieme di lavori di costruzione, demolizione, recupero, ristrutturazione, restauro, manutenzione, che di per sé espliciti una funzione economica o tecnica ai sensi dell'articolo 3, comma 8, del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, e successive modificazioni;

Materiale da scavo – Suolo o sottosuolo, con eventuali presenze di riporto, derivanti dalla realizzazione di un'opera quali, a titolo esemplificativo: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee, ecc.); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento, ecc.; opere infrastrutturali in generale (galleria, diga, strada, ecc.); rimozione e livellamento di opere in terra; materiali litoidi in genere e comunque tutte le altre plausibili frazioni granulometriche provenienti da escavazioni effettuate negli alvei, sia dei corpi idrici superficiali che del reticolo idrico scolante, in zone golenali dei corsi d'acqua, spiagge, fondali lacustri e marini; residui di lavorazione di materiali lapidei (marmi, graniti, pietre, ecc.) anche non connessi alla realizzazione di un'opera e non contenenti sostanze pericolose (quali ad esempio flocculanti con acrilamide o poliacrilamide). I materiali da scavo possono contenere, sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti massimi previsti dal presente regolamento, anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato;

Autorità competente – Autorità che autorizza la realizzazione dell'opera e, nel caso di opere soggette a valutazione ambientale o ad autorizzazione integrata ambientale, è l'autorità competente di cui all'articolo 5, comma 1, lettera p), del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni;

Caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo – Attività svolta per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo in conformità a quanto stabilito dagli allegati 1 e 2;

Ambito territoriale con fondo naturale – Porzione di territorio geograficamente individuabile in cui può essere dimostrato per il suolo/sottosuolo che un valore superiore alle Concentrazioni soglia di contaminazione (Csc) di cui alle colonne A e B della tabella 1 dell'allegato 5, alla Parte quarta, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e successive modificazioni sia ascrivibile a fenomeni naturali legati alla specifica pedogenesi del territorio stesso, alle sue caratteristiche litologiche e alle condizioni chimico-fisiche presenti;

Sito di produzione – Uno o più siti perimetrati in cui è generato il materiale da scavo;

Sito di destinazione – Sito, diverso dal sito di produzione, come risultante dal Piano di Utilizzo;

Sito di deposito intermedio – Sito, diverso dal sito di produzione, in cui il materiale da scavo è temporaneamente depositato in attesa del suo trasferimento al sito di destinazione;

Proponente – Soggetto che presenta il Piano di Utilizzo;

Esecutore – Soggetto che attua il Piano di Utilizzo.

1.2 La caratterizzazione ambientale nel D.M. 161/2012

Il DM 161/2012 prevede, oltre alla caratterizzazione dei materiali da scavo quella dei siti di destinazione. Riguardo a questi ultimi esso prescrive, al p.to 6 dell'Allegato 5, riguardante le modalità di redazione del Piano di Utilizzo, che *"il Piano di Utilizzo deve avere, anche in riferimento alla caratterizzazione dei materiali da scavo, i seguenti elementi per tutti i siti interessati dalla produzione alla destinazione, ivi comprese aree temporanee*

Il presente documento riguarda esclusivamente la caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo mentre la caratterizzazione dei siti di destinazione è oggetto di separato documento specificamente dedicato.

La caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo è definita dal D.M. 161/12 come quella *"attività svolta per accertare la sussistenza dei requisiti di qualità ambientale dei materiali da scavo in conformità a quanto stabilito dagli Allegati 1 e 2"*.

Tra i vari elementi descrittivi e conoscitivi delle aree in studio nelle quali verranno prodotti i materiali da scavo, si richiede, in particolare il piano di campionamento ed analisi, che deve essere strutturato come segue:

5. Piano di campionamento e analisi

5.1. *descrizione delle indagini svolte e delle modalità di esecuzione;*

5.2. *localizzazione dei punti mediante planimetrie;*

5.3. *elenco delle sostanze da ricercare come dettagliato nell'allegato 4;*

5.4. *descrizione delle metodiche analitiche e dei relativi limiti di quantificazione."*

Il set analitico minimale di parametri da considerare al fine di determinare quali parametri ricercare è elencato nella tabella 4.1 dell'Allegato 4 al DM 161/12 *"Procedure di caratterizzazione chimico-fisiche e accertamento delle qualità ambientali [Articolo 1, comma 1, lettera b]"*. Oltre che con riferimento al set minimale, la determinazione di detti parametri è stata basata, inoltre, su:

- a) possibili sostanze ricollegabili alle attività umane svolte nel sito;
- b) eventuali pregresse contaminazioni;
- c) potenziali anomalie del fondo naturale;
- d) eventuale inquinamento diffuso;
- e) intercorsi con Arpa S.T. di Palermo.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE AREE DI PRODUZIONE DEI MDS

L'intero sito di produzione dei materiali da scavo, individuabile nel complessivo tracciato ferroviario progettuale unitamente alle aree del relativo sistema di cantierizzazione, è stato suddiviso, sulla base degli interventi da eseguire e delle opere da realizzare, nelle seguenti “Aree di produzione di materiale da scavo”:

Area 1. Ogliastrillo

Area 2. Galleria Naturale Cefalù e fermata di Cefalù

Area 3. Carbone

Area 4. Galleria Naturale S. Ambrogio e relativa finestra

Area 5. Malpertugio

Area 6. Stazione Castelbuono

L'Area 1 “Ogliastrillo” è compresa tra il punto di inizio interventi (PK 62+926 circa) e l'inizio della galleria naturale Cefalù, lato Palermo (PK 63+180), per una lunghezza totale di 254 m circa. Ricade nel comune di Cefalù in località Ogliastrillo, da cui la denominazione.



Figura 1 – Immagine satellitare dell'area in cui ricade l'Area 1 “Ogliastrillo”, definita dalla doppia linea gialla corrispondente al tracciato progettuale.

L'Area 2 “Galleria Naturale Cefalù” comprende l'intero tratto in cui ricade la galleria naturale Cefalù, compreso tra la PK 63+180 circa e la PK 69+860 circa (canna binario dispari), per una lunghezza totale pari a 6.680 m circa . Ricade per intero nel comune di Cefalù.

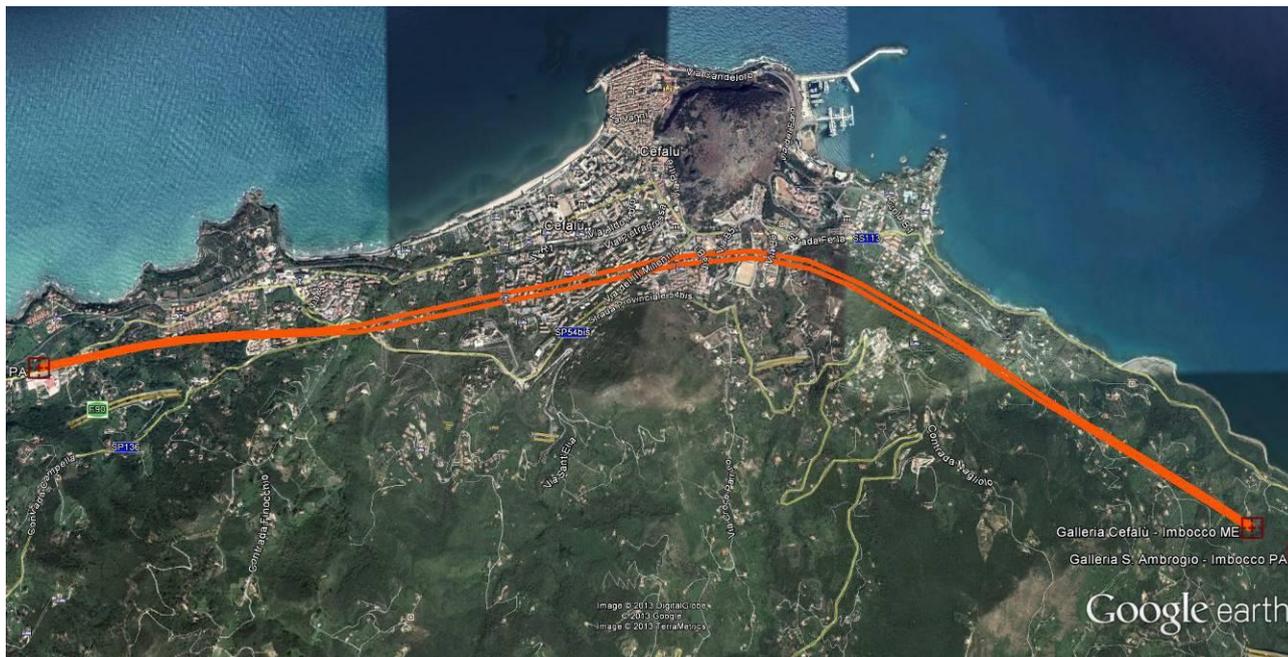


Figura 2 – Immagine satellitare dell’area in cui ricade l’Area 2 “Galleria Naturale Cefalù”, definita dalla doppia linea arancione, corrispondente al tracciato progettuale.

L’Area 3 “Carbone” è compreso tra l’imbocco della galleria naturale Cefalù lato Messina, alla PK 69+860 circa (canna binario dispari), e l’imbocco della galleria naturale S. Ambrogio, alla PK 70+165 circa (binario dispari), per una lunghezza totale pari a 305 m circa. Ricade nel comune di Cefalù, nella vallata incisa dal Torrente Carbone e dai suoi affluenti.

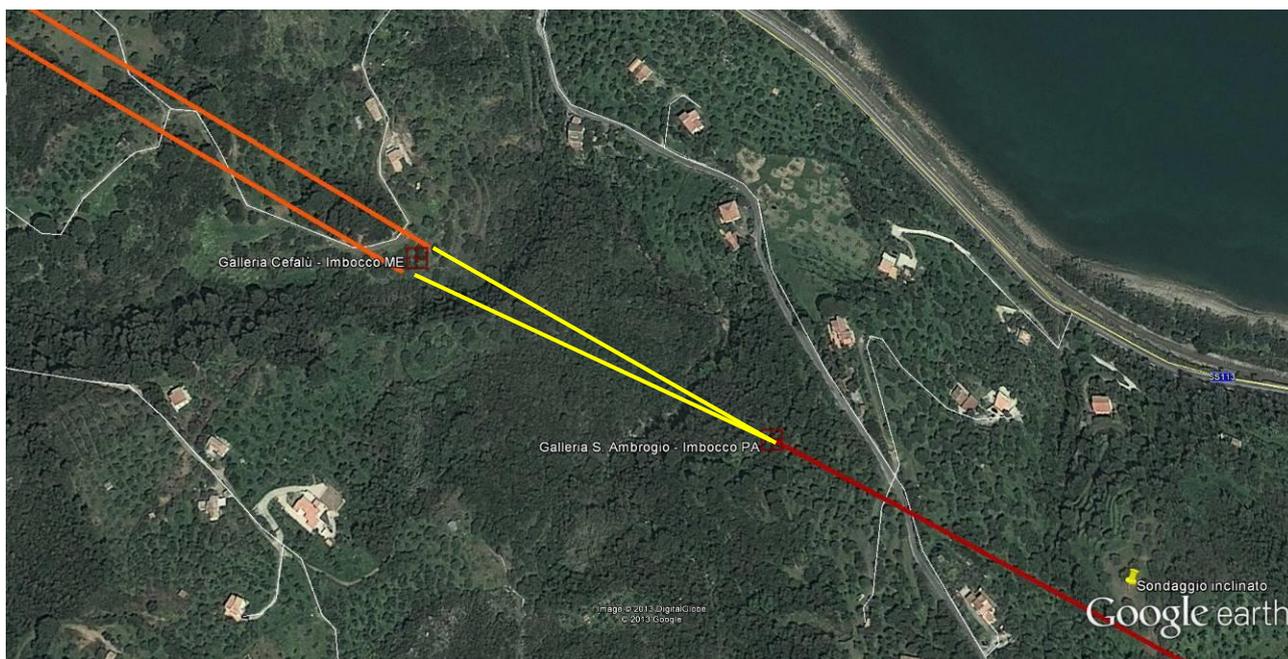


Figura 3 – Immagine satellitare dell’area in cui ricade l’Area 3 “Carbone”, definita dalle linee gialle corrispondente al tracciato progettuale.

L'Area 4 “Galleria Naturale S. Ambrogio” comprende l'intero tratto in cui ricade la galleria naturale S. Ambrogio, compreso tra la PK 70+165 circa (binario dispari) e la PK 74+138 circa (binario dispari), per una lunghezza totale pari a 3.973 m circa. Ricade quasi per intero nel comune di Cefalù e dalla PK 73+600 circa nel comune di Pollina.

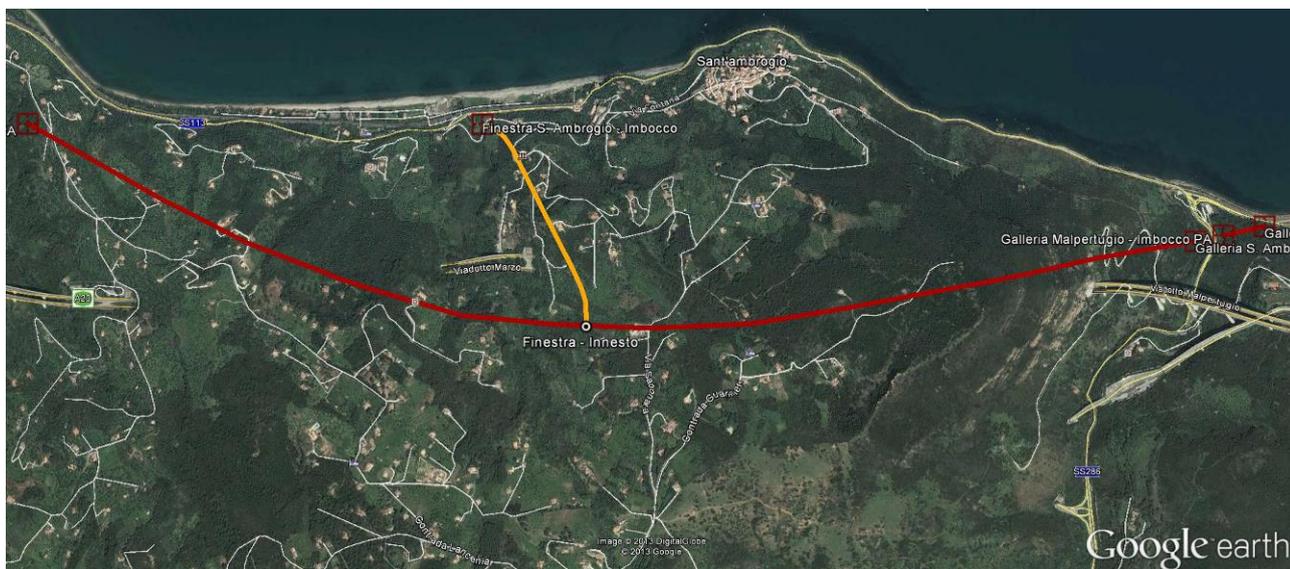


Figura 4 – Immagine satellitare dell'area in cui ricade l'Area 4 “Galleria Naturale S. Ambrogio”, definita dalla linea rossa corrispondente al tracciato progettuale (in arancio la galleria di servizio “Finestra S. Ambrogio”).

L'Area 5 “Malpertugio” è compresa tra l'imbocco della galleria naturale S. Ambrogio lato Messina, alla PK 74+138 circa (binario dispari), e l'imbocco della galleria artificiale Malpertugio lato Messina, alla PK 74+441 circa (binario dispari), per una lunghezza totale pari a 303 m circa. Ricade nel comune di Pollina, nella vallata incisa dal Torrente Malpertugio.

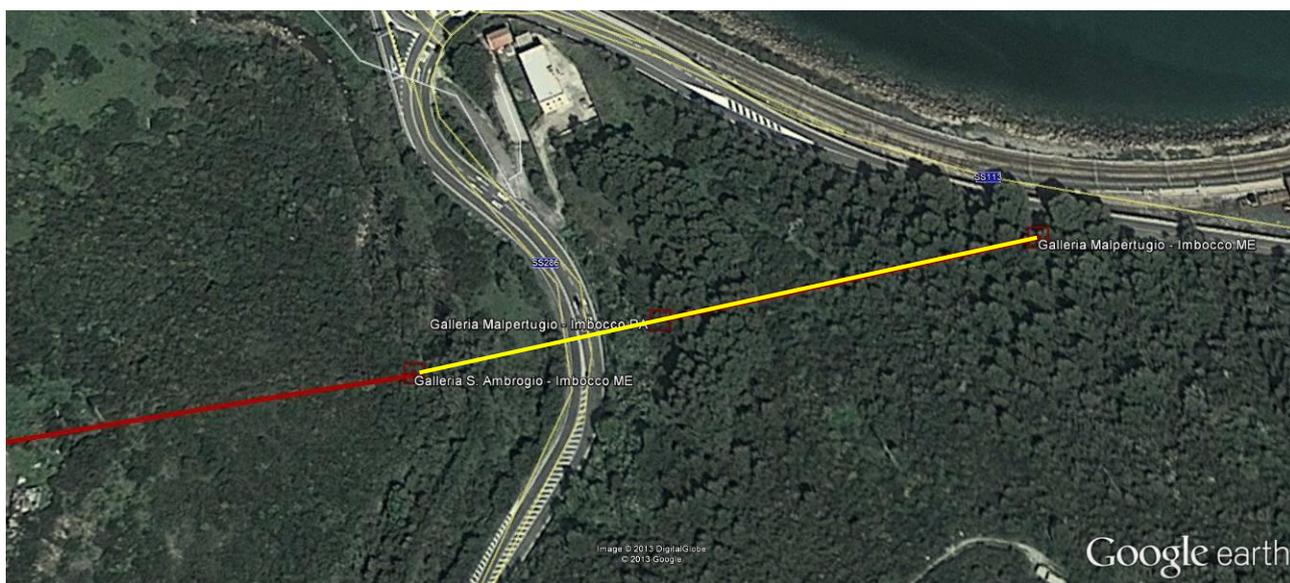


Figura 5 – Immagine satellitare dell'area in cui ricade l'Area 5 “Malpertugio”, definita dalla linea gialla, corrispondente al tracciato progettuale.

L'Area 6 "Stazione Castelbuono" è compresa tra l'imbocco della galleria artificiale Malpertugio lato Messina, alla PK 74+441 circa (binario dispari), e la fine dell'intervento progettuale, alla PK 75+208 circa, per una lunghezza totale pari a 767 m circa. Ricade nel comune di Pollina, in corrispondenza della Stazione Ferroviaria di Castelbuono.

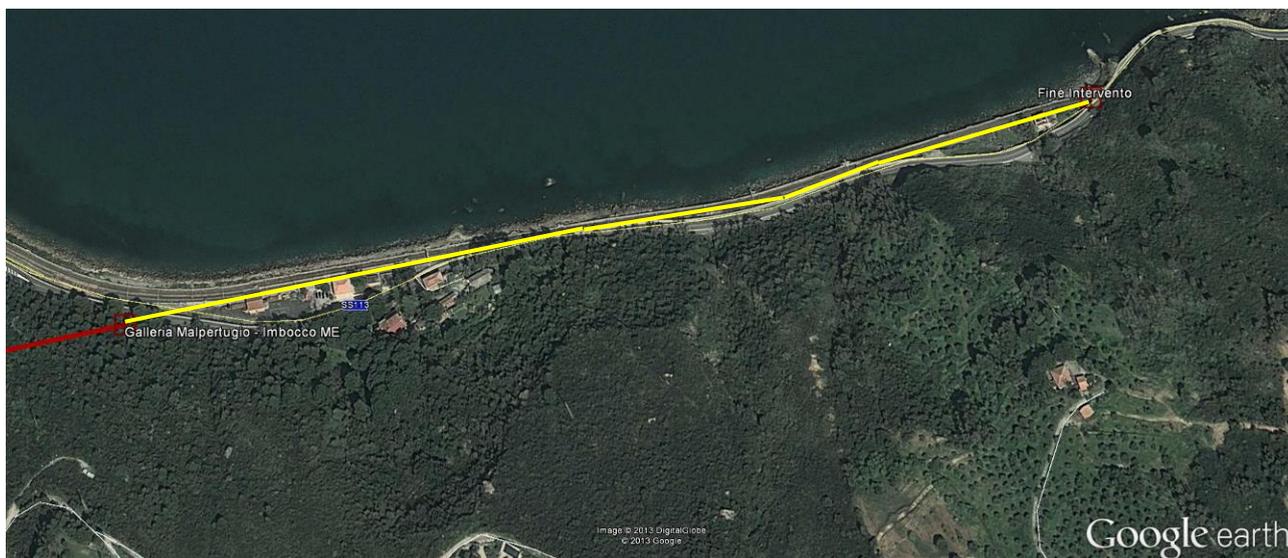


Figura 6 – Immagine satellitare dell'area in cui ricade l'Area 6 "Stazione Castelbuono", definita dalla linea gialla, corrispondente al tracciato progettuale.

Si rimanda agli elaborati cartografici allegati per un dettagliato inquadramento geografico ed al Piano di Utilizzo per una miglior definizione delle opere.

2.1 Inquadramento urbanistico

L'inquadramento urbanistico in questa sede si inserisce nell'ambito della caratterizzazione delle aree in esame (cfr. Allegato 4 – Piano di Caratterizzazione dei Materiali da Scavo) ed è stato espletato individuando la destinazione d'uso urbanistica attuale e futura, principalmente al fine di definire gli obiettivi di applicazione della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006.

Per quanto riguarda la situazione attuale delle aree in esame, in allegato al "Piano di Caratterizzazione dei Materiali da Scavo" è riportata la cartografia di Progetto Definitivo in cui è esposto il Piano Particolare Espropri, che riporta le particelle interessate dal tracciato progettuale ed in particolare dalle opere a cielo aperto. Nei due certificati urbanistici emessi dai due comuni interessati (Cefalù e Pollina), riportati anch'essi in allegato al Piano di Caratterizzazione dei materiali da scavo, per ogni particella è riportata la destinazione d'uso. Da tale documentazione si riscontra che gran parte del tracciato ricade attualmente in aree agricole (assimilabili ai siti di colonna A) e residenziali (per le quali i valori di CSC di riferimento sono quelli di colonna A della tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006), con minima



presenza di aree ricadenti che, per destinazione attuale, rientrano tra quelle per le quali i valori di CSC di riferimento sono quelli di cui alla colonna B della citata tabella..

Si evidenzia, tuttavia, che per le aree interessate dall'inserimento dell'infrastruttura ferroviaria, detto inquadramento deve essere conseguentemente adeguato in relazione allo specifico utilizzo cui dette aree sono destinate che diventa attuale proprio per effetto delle attività costruttive che in esse si realizzano e che determinano la produzione dei materiali da scavo la cui gestione è disciplinata dal presente Piano. Per dette aree, pertanto, si devono assumere come CSC di riferimento quelle di cui alla col. B della tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006). Si osserva, d'altro canto, che l'approvazione di un progetto di un'opera pubblica comporta la dichiarazione di pubblica utilità e la conseguente automatica variazione degli strumenti urbanistici, ai sensi del D.Lgs. 163/06, art. 165, comma 7 e art. 166, comma 5.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

3.1 Assetto geologico del tracciato

L'area in studio si localizza all'estremo margine settentrionale del complesso montuoso delle Madonie e, pertanto, si inquadra nel contesto geologico strutturale generale Catena Appenninico-Maghrebide siciliana, della quale le Madonie costituiscono un importante settore centrale.

Con il termine di Catena Appenninico-Maghrebide si intende il segmento E-W dell'orogene neogenico Africa-vergente composto da coltri di ricoprimento sud-vergenti ed aventi per avampese la zona ibleo-ragusana. Essa risulta costituita di terreni sedimentari originariamente depositi su litosfera continentale africana, di età compresa fra il Trias sup. ed il Miocene inf. Tali terreni sono raggruppati in unità stratigrafico-strutturali coeve, ma spesso di facies differenti, derivanti da domini paleogeografici diversi e sovrapposte le une sulle altre da Nord verso Sud ad opera della tettonica neogenica con contatti di sovrascorrimento grossomodo sub-orizzontali o talora mediamente inclinati verso Nord.

La sopracitata Catena Appenninico-Maghrebide si è originata durante l'intervallo temporale Mesozoico-Terziario a seguito della deformazione di successioni sedimentarie deposte in differenti domini paleogeografici del margine passivo africano. A partire dal Trias medio il margine passivo africano ha iniziato a differenziarsi in più domini paleogeografici ad opera di faglie distensive e transtensive sin-sedimentarie che hanno smembrato il margine in alti e bassi strutturali. Nelle zone di alto strutturale si sono deposte successioni carbonatiche neritiche triassico-paleogeniche (Piattaforma Carbonatica Panormide) mentre le zone di basso strutturale hanno ospitato successioni carbonatico-silicee pelagiche (Bacini Imerese e Sicilide).

A partire dall'Oligocene superiore, in concomitanza con le fasi di apertura del bacino Ligure-Provenzano e dello sfenocasma Sardo-Carso, la sedimentazione nei Bacini Sicilide e Imerese e nella Piattaforma Panormide assume un carattere marcatamente terrigeno con la deposizione del Flysch Numidico. L'inizio della sedimentazione del Flysch Numidico segna, dal punto di vista sedimentario, una inversione del regime tettonico, da distensivo a compressivo, che culmina con la collisione continentale Africa-Europa e la formazione della futura catena, con lo sviluppo di pieghe e sovrascorrimenti di importanza regionale. Le deformazioni coinvolgono gradualmente regioni sempre più meridionali interessando anche l'area in esame durante il Miocene sup-Pliocene e rimanendo attive sino al Pliocene medio superiore.

A partire dal Miocene medio superiore, sui terreni della Catena si vengono a sovrapporre i terreni del complesso postorogeno con sequenze terrigeno-evaporitiche che culminano con i depositi sabbioso-ghiaiosi dei terrazzi marini quaternari. Infine seguono i terreni di copertura di origine continentale recenti ed attuali dati da depositi alluvionali, detritici e litorali.

In questo complesso quadro geologico si viene a collocare la fascia di territorio costiero interessato dalle opere in progetto. Vi affiorano i terreni del Dominio Appenninico-Maghrebide rappresentati dalla Formazione del Flysch Numidico, ricoperti localmente da terrazzi marini quaternari e da depositi continentali recenti ed

attuali.

Nell'area attraversata dalla linea ferroviaria in progetto sono presenti terreni pertinenti alla Formazione del Flysch Numidico, ricoperti localmente da depositi dei terrazzi marini quaternari, nonché dai depositi continentali di epoca recente o attuale.

In ordine stratigrafico, pertanto, la serie dei terreni è rappresentata come di seguito.

3.1.1 Flysch Numidico (Oligocene sup.-Miocene inf.)

Si tratta di una delle formazioni più estesamente affiorante nella Sicilia settentrionale e nelle Madonie. Essa è costituita da notevoli spessori di torbiditi terrigene depositatesi sottoforma di conoidi sottomarine in un ampio bacino, lungo più di 2000 Km, impostato su vaste aree continentali che nel Miocene inf. sono state coinvolte dai cinematismi attraverso i quali si è poi originata la Catena Appenninico-Maghrebide.

Il Flysch Numidico è costituito essenzialmente da un'alternanza di argille siltose di colore bruno-tabacco e grigio e di quarzareniti, talora in grossi banchi gradati, dello spessore di molti metri.

In base alle facies sedimentarie presenti si distinguono depositi di conoidi, costituiti da quarzareniti grossolane sormontate da depositi prossimali più fini costituiti da quarzareniti a grana fina e depositi distali costituiti da quarzo-siltiti torbiditiche e peliti.

In generale sono distinguibili una litofacies prevalentemente arenacea, una litofacies pelitico-arenacea, caratterizzata da alternanze ritmiche dell'uno e dell'altro tipo litologico, una litofacies prevalentemente siltitica.

Complessivamente si tratta di una formazione strutturalmente complessa, con sequenze eterogenee per variabilità e consistenza litologica, comprendenti rocce che vanno dal tipo lapideo ai depositi coesivi fortemente preconsolidati. Le caratteristiche tecniche dipendono dalla frequenza dei livelli arenacei, dalla loro giacitura, dal grado di fessurazione e tettonizzazione.

Litofacies quarzarenitica (FNq)

E' costituita di quarzareniti e subordinatamente quarzosiltiti di colore grigio giallastro a cemento siliceo, in grossi banchi, e da microconglomerati ad elementi prevalentemente quarzosi a cemento siliceo in livelli e banchi spessi localmente anche alcune decine di metri. Gli orizzonti arenaceo-conglomeratici interessano affioramenti di estensione variabile che, per le loro particolari caratteristiche di resistenza, risaltano morfologicamente dando luogo a dorsali e rilievi delimitati da scarpate ripide. Si tratta di sedimenti ad elevata maturità mineralogica essendo costituiti quasi esclusivamente da quarzo, che conferisce alla roccia elevata durezza. Le quarzareniti si presentano generalmente interessate da fratture spesso aperte, subverticali o più di frequente perpendicolari ai piani di stratificazione.

La quarzarenite presenta tessitura clastica, costituita da elementi prevalenti di quarzo, rari feldspati, laminette di muscovite e occasionalmente calcite. La matrice è scarsa, in genere argillosa, il cemento è siliceo. Il grado di cementazione è in genere elevato, localmente in alcune zone è piuttosto scarso e le

arenarie risultano tenere e friabili. La cementazione diffusa è dovuta al quarzo secondario di accrescimento attorno ai clasti, in parte ben arrotondati, oppure ad opera dei cristalli con bordi irregolari perfettamente compenetrati. Per quanto riguarda le strutture sedimentarie la formazione quarzarenitica si presenta in strati di spessore centimetrico e decimetrico o in banchi di spessore pari a diversi metri (cfr. Fig. 7) ed è caratterizzata, altresì, da laminazione piana, incrociata, ondulata o contorta, da strati gradati e da impronte basali sparse.



Fig. 7 - Quarzareniti affioranti in sinistra del Torrente Malpertugio.

Si presenta, inoltre, alquanto fratturata e giuntata con patine di ossidazione ocracee lungo le superfici di discontinuità. Il grado di fratturazione è variabile lungo tutta la sequenza talché viene campionata sotto forma di carote centimetriche e decimetriche o in frammenti e blocchi informi frammentati talora a materiale sabbioso-limoso. Talvolta i giunti presentano riempimenti limosi. Essi sono variamente orientati e presentano giaciture altrettanto variabili, da sub-orizzontali ad inclinate 40° - 60° - 80° o sub-verticali. In affioramento, sui fronti esposti in sinistra del Torrente Malpertugio, è possibile osservare che i fronti quarzarenitici sono interessati da famiglie di discontinuità sub-verticali normali e parallele al fronte e inclinate di 60° - 70° , fra loro intersecantesi, la persistenza di tali giunti è elevata, dell'ordine di diversi metri o spesso pari all'altezza del fronte di esposizione; la spaziatura è variabile e, così come riscontrato anche lungo la verticale dei sondaggi, vi sono tratti in cui l'ammasso roccioso si presenta più fratturato con spaziatura dei giunti dell'ordine del decimetro o meno e tratti in cui i valori di spaziatura sono dell'ordine di diversi decimetri o anche del metro e più; l'apertura dei giunti è frequentemente dell'ordine dei millimetri e in qualche caso di qualche centimetro.

Litofacies pelitico-arenacea (FNqa)

I terreni della litofacies pelitico-arenacea sono costituiti dall'alternanza ripetuta di sequenze di livelli

centimetrici di argille siltose ed argilliti grigio scuro con strati decimetrici di quarzareniti e quarzosiltiti. Vi sono localmente intercalati, altresì, orizzonti costituiti esclusivamente da strati e banchi di quarzarenite e talora strati conglomeratici.

Le argilliti e argille siltose, talora marnose, sono di colore grigio piombo, brune se alterate e ricche di ossidi di ferro; sono fortemente diagenizzate e molto consistenti, nonché fortemente tettonizzate e caratterizzate da frequenti discontinuità con superfici lucide e talora striate; presentano, inoltre, una tipica tessitura a scaglie isorientate delimitate spesso da superfici lucide e striate, a volte ceroidi e talcose al tatto (**Foto 5**).



Fig. 8 - Argilliti a scaglie affioramento in sinistra del vallone Mazzatore in prossimità dell'imbocco della galleria Cefalù lato Messina.

Litofacies siltitica (FNqs)

I terreni di tale litofacies sono costituiti da siltiti di colore grigio dura e compatta a consistenza marnosa e frattura concoide fragile e fessile; sono presenti superfici di discontinuità variamente orientate, talora sub verticali con superfici lucide e striate.

In generale le quarzosiltiti si presentano omogenee e compatte nella struttura, ma si è riscontrato anche qualche breve intervallo a struttura brecciata dovuto ad una estrema fratturazione e successiva più o meno parziale ricementazione. Spesso si osservano passaggi a quarzarenite a grana fina con struttura gradata. È possibile, inoltre, riscontrare nelle sequenze prevalentemente siltitiche sottili livelli di argilliti grigie a scaglie. Infine, caratteristica peculiare delle quarzosiltiti è la fissilità, ossia la capacità di rompersi in sottili lamine.

Si è osservato che al momento della perforazione spesso le carote vengono estratte integre e compatte, mentre dopo qualche ora o giorno risultano attraversate da una serie di discontinuità parallele alle

laminazioni o sottile stratificazione. Ciò è dovuto al fatto che le laminazioni o sottili stratificazioni sono di per sé delle discontinuità singenetiche insite nel deposito, che poi evolvono nella fissilità per effetto del detensionamento del campione estratto. Il risultato è che sotto l'effetto di una pressione, esercitata anche con un semplice colpo di martello, la carota si rompe in lamine e dischetti paralleli alle laminazioni e/o alla stratificazione sottile.

3.1.2 Terreni di copertura

Depositi dei terrazzi marini (Quaternario)

Si tratta di depositi costituiti in prevalenza di ghiaia centimetrica frammista ad abbondante matrice sabbioso-limosa di colore bruno-giallastra. Essi costituiscono il deposito dei terrazzi marini quaternari il cui spessore è dell'ordine dei 10-15m. I terrazzamenti sono diffusi nel tratto costiero compreso fra Cefalù e Castelbuono, suddivisi in vari ordini in relazione alla quota cui sono ubicati.

Depositi alluvionali

Si localizzano lungo i corsi dei torrenti presenti nell'area e sono costituiti di sabbia e ghiaia poligenica con subordinate lenti discontinue sabbioso-limose. Si distinguono in alluvioni attuali presenti nel fondovalle, in quello che viene detto comunemente alveo bagnato, ed alluvioni terrazzate poste lateralmente all'alveo lungo le sponde o a quote più alte, fino intorno ai 10 m al di sopra dell'alveo. La giacitura è in genere ad assetto lenticolare embricato e la ghiaia è a spigoli arrotondati con grado di arrotondamento variabile a seconda della natura litologica.

Coltre detritica

E' molto diffusa nell'area studiata a copertura dei versanti politico-arenacei o quarzarenitici del Flysch Numidico. Derivante dalla degradazione meccanica dei versanti a monte, comprende il detrito di falda contenente, anche una certa componente detritica di natura colluviale ed eluviale. Si tratta di frammenti informi e ghiaia a spigoli vivi e subarrotondati di natura quarzarenitica e quarzosiltitica di dimensioni variabili, frammisti ad una più o meno abbondante matrice limoso-sabbiosa. Lo spessore della copertura detritica è variabile dell'ordine dei alcuni metri al massimo.

Depositi litorali

Costituiscono i depositi presenti lungo la spiaggia e sono costituiti di ghiaia quarzarenitica in prevalenza a spigoli arrotondati e appiattita frammista a sabbia grossa arenacea.

Terreni di riporto

I terreni di riporto sono abbastanza diffusi in tutta la zona costiera, che ha subito modificazioni artificiali svariate e ripetute nel tempo con la realizzazione della linea ferroviaria e della SS 113. Altri depositi di natura antropica sono localizzati in destra del Torrente Malpertugio e sono costituiti essenzialmente dal materiale di scavo proveniente dai cantieri autostradali.

3.2 Assetto geologico d'interesse per le opere attinenti le aree

3.2.1 Area 1 – Ogliastrillo

Per l'area in questione le opere previste, costituite principalmente da trincee e gallerie artificiali, sono interessate dall'inizio (progressiva 62+926) sino al termine (prog. 63+180) da una coltre di terreni di copertura identificabili nei depositi sedimentari dei Terrazzi Marini, con uno spessore di qualche metro, che ricoprono la parte superficiale alterata della facies delle alternanze pelitico-arenacee del Flysch Numidico.

3.2.2 Area 2 – GN Cefalù

La Galleria Cefalù attraversa per lunghi tratti terreni argilloso-quarzarenitici FNq e terreni quarzosiltitici FNqs; solo in un tratto, all'incirca centrale, tra le progr. 67+100 e 67+900, vengono attraversati strati e banchi quarzarenitici FNq intercalati tra i terreni quarzosiltitici e argilloso-quarzarenitici. Dalla correlazione di quanto acquisito con il rilievo geologico, con i dati dei sondaggi e con quanto conosciuto in letteratura, risulta che sotto il profilo strutturale le sequenze dei terreni FNq, FNq ed FNqs sono dislocati a blocchi da una serie di faglie disgiuntive sub-verticali, attraverso le quali avviene in galleria il passaggio tra una litofacies e l'altra.

Nel seguito sono descritti i caratteri geologico strutturali della galleria, suddividendo la galleria medesima, per facilità di descrizione e chiarezza della sintesi necessaria, nei tratti omogenei di cui appresso:

- Tratto tra la progr. 63+180 (imbocco lato Palermo) e la progr. 64+100: per un primo tratto di circa 280 m la galleria, compreso anche il tratto in artificiale, attraversa terreni sabbioso-ghiaiosi del terrazzo marino Tm presente nella zona di Ogliastrillo. Il sondaggio S29, eseguito poco dopo l'imbocco della galleria naturale, ha evidenziato sino alla profondità di m 20.85 dal p.c. la presenza di sabbie argillose e argille sabbiose rimaneggiate con inclusi elementi di ghiaia centimetrica; questi terreni sono presenti a profondità del cavo galleria sino intorno la progr. 63+260. Da quest'ultima progressiva si comincia ad alzare di quota il tetto del substrato, per cui in galleria lo scavo verrà ad interessare nella parte alta e in calotta ancora terreni sabbioso-argillosi con ghiaia Tm e nella parte inferiore del cavo argille scagliettate molto consistenti con sottili livelli quarzosiltitici FNq. Pressappoco dalla progr. 63+330 in poi e sino alla progr. 64+100 la galleria attraversa terreni della litofacies argilloso-quarzarenitica FNq, riscontrati con i sondaggi SE1, SE2, S28. Il sondaggio SE1 ha evidenziato che le argilliti intercettate dalla galleria al tetto si presentano alterate per i primi 5-6 m, di colore bruno-giallastro, al di sotto e per tutta la restante parte di galleria, come evidenziato anche dagli altri due sondaggi, vengono attraversate argille ed argilliti di colore grigio nerastro e grigio piombo, scagliettate e sovraconsolidate con passaggi a livelli argillo-siltitici giuntati e fessurati di spessore da decimetrico a poco oltre il metro.
- Tratto tra le progr. 64+100 e 65+360: nel tratto in oggetto si rinvennero spesse sequenze di terreni quarzosiltitici FNqs, che risultano dislocati a varie quote attraverso alcune faglie indicate nel profilo geologico; di esse quella sita all'incirca alla progr. 64+100 mette in contatto laterale le argilliti FNq

con le siltiti FNqs. Lungo tutto il tratto lo scavo della galleria interessa prevalentemente terreni della litofacies FNqs riscontrati con i sondaggi S27, S26, S3. Questi ultimi a profondità cavo hanno evidenziato la presenza di quarzosiltiti di colore nerastro e grigio piombo, a carattere lapideo, in strati di spessore da centimetrico a metrico, fessurate e fratturate, con intercalati subordinati livelli sottili di argilliti grigie scagliettate. Solo per un breve tratto intermedio, tra le progr. 64+900 e 65+100, tra due faglie poste all'incirca a tali progressive le quarzosiltiti compaiono a quote più basse, come evidenziato con il sondaggio S26, per cui lo scavo della galleria interessa alternanze di argilliti a scaglie e strati quarzosiltitici e solo nella parte più bassa e in arco rovescio vengono interessati banchi più francamente quarzosiltitici.

- Tratto tra le progr. 65+360 e 67+080: nel tratto in oggetto la galleria torna ad attraversare terreni prevalentemente pertinenti alle alternanze ritmiche argillitico-quarzarenitiche FNaq, le quali presentano, tuttavia, passaggi a spesse sequenze quarzosiltitiche. I sondaggi eseguiti in questo tratto hanno evidenziato la presenza a profondità scavo di argille e argilliti a scaglie con livelli sottili, dell'ordine del decimetro, quarzosiltitici; in questa sequenza ritmica si intercalano anche strati e banchi di quarzosiltiti grigie lapidee, intensamente fratturate e fessurate, con spessori anche di diversi metri. All'incirca tra le progr 66+000 e 66+300, in corrispondenza della Fermata di Cefalù, compaiono in spesse sequenze (oltre 20 m) i terreni quarzosiltitici FNaq che risultano dislocati da due faglie sub-verticali, le quali evidenziano passaggi laterali netti tra una litofacies e l'altra.
- Tratto tra le progr. 67+080 e 67+220: si tratta di un breve tratto intermedio in cui la galleria attraversa terreni quarzarenitici FNq; esso è compreso tra due faglie che dislocano la sequenza stratigrafica mettendo in contatto laterale la sequenza a banchi quarzarenitici con le litofacies argillitico-quarzarenitica e quarzosiltitica dei tratti adiacenti. In tale tratto il sondaggio S15 ha evidenziato a profondità dello scavo la presenza di quarzareniti, irregolarmente cementate, tenere, di colore grigio scuro, con intercalati strati da centimetrici a decimetrici di quarzosiltiti e quarzoruditi grigie.
- Tratto compreso tra le progr. 67+220 e 69+450: nel tratto in oggetto la galleria interessa terreni prevalentemente quarzosiltitici FNqs e solo in un breve tratto tra le progr. 67+800 e 67+900 terreni quarzarenitici FNq. Il sondaggio SE20, eseguito in prossimità della progr. 67+800, ha evidenziato, fino alla profondità di m 63.50, una sequenza litologica caratterizzata da una serie di intervalli di spessore dell'ordine dei venti metri, in cui dall'alto verso il basso si succedono argilliti con sottili interstrati quarzosiltitici, quarzosiltiti grigie variamente fratturate, arenarie quarzose tenere e friabili; al di sotto di m 63.50 la sequenza litologica si ripete verso il basso con lo stesso ordine, ne consegue che in funzione della giacitura degli strati nel tratto compreso tra le progr 67+220 e 67+900 lo scavo della galleria viene ad interessare dapprima un breve tratto in argilliti scagliettate, quindi un tratto più lungo, per circa 400 m, quarzosiltiti grigie fessurate e fratturate, sottilmente stratificate e laminate con rari passaggi a sottili strati quarzarenitici e nell'ultimo per circa 100 m quarzareniti grigie intensamente fratturate con qualche raro livello di argilliti grigie in scaglie minutissime. All'incirca alla progr. 67+900 una faglia sub-verticale mette in contatto laterale la

sequenza argillitico-quarzosiltitica-quarzarenitica prima descritta con i terreni della litofacies argillitico-quarzarenitica Fnaq, che si sviluppano con spessori compresi tra i 40 e 100m mantenendosi sempre al di sopra della calotta, mentre lo scavo della galleria interessa i sottostanti terreni quarzosiltitici FNqs. Come evidenziato dai sondaggi S13 ed SE21, infatti, a profondità scavo si rinvencono quarzosiltiti di colore grigio piombo sottilmente laminate e fissili, variamente fessurate, con giunti inclinati e sub-verticali; in subordine si rinvencono talora sottili strati di argilliti a scaglie.

- Tratto compreso tra le progr. 69+450 e 69+860 (imbocco lato Messina): Il tratto in oggetto costituisce il tratto terminale della galleria che precede l'imbocco lato Messina. I terreni attraversati dalla galleria appartengono alla litofacies argilloso-quarzarenitica FNaq, in contatto tettonico con le quarzosiltiti presenti nel tratto di galleria precedente. Come evidenziato con il sondaggio SE22, a profondità scavo si rinvencono argilliti finemente scagliettate grigie con sottili strati quarzosiltitici grigi fratturati e campionati in frammenti.

Imbocco lato Palermo

L'imbocco lato Palermo, compreso il tratto in artificiale, si sviluppa nella piana costiera di Ogliastrillo. I terreni attraversati appartengono ai depositi del terrazzo marino Tm di Ogliastrillo. Come evidenziato dai sondaggi S30 ed S29 i terreni Tm sono costituiti di sabbia limo-argillosa e sabbia a grana grossa debolmente limosa contenenti ghiaia centimetrica di natura arenacea a spigoli arrotondati e passaggi ad argille sabbiose giallastre rimaneggiate con ghiaia. Nei primi 200 m della galleria artificiale nella parte basale dello scavo vengono intercettate alternanze di argilliti e quarzosiltiti alterate di colore giallastro.

I depositi sabbiosi con ghiaia del terrazzo marino sono sede di falda idrica limitata in basso dalle argilliti a permeabilità molto bassa. L'andamento della superficie piezometrica è discontinuo a seguito della presenza di intervalli argillosi. I piezometri installati nei sondaggi S30 ed S29 evidenziano una superficie piezometrica a profondità variabili tra m 2.5 dal p.c. e m 19 in prossimità del passaggio alla formazione di base sottostante.

Imbocco lato Messina

L'imbocco si localizza in sinistra idrografica del Torrente Mazzatore, ad una quota di circa 44 m slm. I terreni interessati dallo scavo appartengono alla litofacies argillitico-quarzarenitica FNaq riscontrati in affioramento e con il sondaggio S12. Quest'ultimo ha evidenziato la presenza di argille scagliettate con livelli quarzosiltitici di colore grigio piombo, fratturati e fessurati, in strati di spessore da centimetrico a decimetrico. In superficie, nei primi 4-5 m, la formazione di base si presenta alterata e degradata di colore bruno-giallastro ed in parte destrutturata. Lungo il pendio in zona di imbocco i terreni argillitico-quarzosiltitici presentano, inoltre, una sottile copertura detritica.

Fermata Cefalù

Nell'area interessata dalla Fermata Cefalù è presente una serie stratigrafica caratterizzata dall'alto verso il basso dalla presenza di una copertura di depositi del terrazzo marino Tm di Cefalù i quali, con uno spessore

mediamente compreso tra 9 e 18 m, ricoprono un substrato caratterizzato dalle litofacies argilloso-quarzarenitica FN_{aq} e quarzosiltitica FN_{qs} del Flysch Numidico. Più in particolare, nella porzione di sottosuolo attraversata dalle gallerie di linea e dalla galleria di sfollamento i terreni quarzosiltitici si presentano in strati e banchi per sequenze aventi spessore dai 6-10 m ad oltre 20, intercalati nella serie argillitico-quarzarenitica. Due faglie sub-verticali, ubicate pressappoco alle progr. 66+130 e 66+240, dislocano in senso verticale la serie, tale che gli scavi vengono ad attraversare nei primi 120 m circa terreni argillitici con strati sottili quarzosiltitici, nei successivi 180 m circa terreni prevalentemente quarzosiltitici e negli ultimi 120 m nuovamente terreni argillitico-quarzosiltitici.

La galleria di accesso, invece, disposta trasversalmente alla linea, attraversa terreni argillitico-quarzosiltitici FN_{aq} rinvenuti con i sondaggi S20 ed SE10; questi ultimi hanno evidenziato a profondità scavo la presenza di argilliti scagliettate di colore grigio nerastro in alternanza con livelli centimetrici e decimetrici di quarzosiltite fessurata e fratturata. Solo nel tratto terminale, tra le progr. 0+100 e 0+140, la metà inferiore dallo scavo è caratterizzata di terreni prevalentemente quarzosiltitici con strati quarzarenitici con giunti variamente inclinati e suturati da calcite secondaria o riempiti di limo; nella zona di imbocco e per i primi venti metri, invece, in calotta vengono intercettate le sabbie limose e limi con ghiaia del terrazzo marino quaternario, che nella zona ricopre i terreni di base argillitico-quarzosiltitici.

3.2.3 Area 3 – Carbone

Nella zona del Torrente Carbone la nuova linea esce allo scoperto dalla Galleria Cefalù e scavalca i due corsi d'acqua Mazzatore e Carbone, per poi entrare di nuovo nella galleria a doppio binario S. Ambrogio. L'area Carbone, dove vengono realizzate delle opere all'aperto, si localizza lungo le pendici collinari poco a monte della SS113, in corrispondenza del Km 182. In tale area si sviluppa un'ampia vallata originata dal succedersi di due corsi d'acqua a breve distanza, di cui il Torrente Carbone costituisce il corso d'acqua principale, con una sezione a V ampia e svasata, mentre poco ad Ovest si localizza la valle minore del Torrente Mazzatore, tributario di sinistra del Torrente Carbone, nel quale confluisce poco più a valle. La linea ferroviaria proveniente dalla galleria Cefalù attraversa il Torrente Mazzatore in rilevato, poggiante su uno scatolare in cui viene incanalato il corso d'acqua, quindi in trincea attraversa la piccola dorsale che fa da spartiacque fra i due torrenti, per poi attraversare il Torrente Carbone con un viadotto a 4 campate. In sinistra del vallone Mazzatore è prevista in prossimità dell'imbocco della galleria Cefalù la realizzazione di un eliporto e di una viabilità secondaria di servizio.

I terreni presenti nella zona sono costituiti dalle sequenze argillitico-quarzarenitiche FN_{aq} rinvenuti in affioramento e con i sondaggi eseguiti nelle zone di imbocco gallerie. Si tratta di alternanze ritmiche di argille siltose e argilliti minutamente scagliettate in livelli centi-decimetrici con strati e banchi di quarzosiltiti grigie e quarzareniti a grana fina fessurate e fratturate. Tali terreni in superficie presentano una fascia di alterazione, di spessore variabile da pochi metri a 10-15, in cui risultano caratterizzati da una colorazione bruno-giallastra e da un elevato grado di alterazione e degradazione, tale che spesso perdono la struttura

originaria; lungo i pendii che delimitano le valli dei due corsi d'acqua, inoltre, sono presenti sottili coperture detritico-eluviali costituite di materiali limoso-sabbiosi con frammenti informi arenacei.

Sotto il profilo idrogeologico i terreni di base sono caratterizzati da una permeabilità molto bassa, per cui nell'area non si rinviene una falda idrica significativa, a meno di una circolazione idrica sotterranea che è possibile riscontrare nei terreni detritici e della formazione alterata, seppure di limitata entità e a carattere stagionale.

3.2.4 Area 4 – GN S. Ambrogio e finestra

Come la precedente, la galleria S. Ambrogio attraversa in tutto il suo percorso terreni pertinenti alle tre litofacies prima descritte del Flysch Numidico.

La litofacies quarzarenitica FNq è presente con elevati spessori per circa un terzo del tracciato della galleria nel tratto compreso tra l'imbocco lato Messina e la progr 72+700, mentre nella restante parte è presente in banchi e strati con sequenze di spessore dell'ordine da qualche metro ai 10-20 m, distribuite a varie altezze intercalate nelle sequenze delle altre due litofacies o al passaggio verticale tra le due litofacies medesime. La litofacies prevalentemente quarzosiltitica FNqs è presente con elevati spessori (oltre 150 m) in un tratto centrale del tracciato tra le progr 71+900-72+700, mentre nella restante parte di tracciato si rinviene in banchi per sequenze che possono raggiungere anche i 50-60 m, distribuite a varie altezze all'interno della litofacies quarzarenitica o sottostante e/o intercalata nelle alternanze ritmiche argilloso-quarzarenitiche. La litofacies caratterizzata da alternanze ritmiche argilloso-quarzarenitiche FNaq è ben sviluppata in un primo tratto di tracciato tra l'imbocco lato Palermo e la prog 70+800, mentre nella restante parte di tracciato si rinviene a varie altezze intercalata, sovrastante o sottostante alle altre due litofacies prevalentemente quarzarenitica o quarzosiltitica.

Ai fini della ricostruzione dell'assetto strutturale si sono interpretati e messi in correlazione tutti i dati desumibili dai metodi di indagine e dalla letteratura (cfr. anche par. 8.2).

Complessivamente, dalla sintesi e correlazione dei dati disponibili è stato elaborato il modello rappresentato nel profilo geologico.

Ne deriva che la struttura del Flysch Numidico lungo l'asse della galleria è sezionata in blocchi da tutta una serie di faglie per buona parte a carattere distensivo, seppure con una componente talora trascorrente, che hanno dislocato variamente l'ammasso roccioso. Si tratta di faglie ad alto angolo o subverticali la cui entità dei rigetti, ove non riscontrabile dalla correlazione tra i litotipi attraverso i sondaggi, è rappresentata nel profilo in modo indicativo.

Le faglie sono distinte secondo più sistemi, di cui uno ad andamento prevalente NW-SE che interseca un precedente sistema ad andamento NE-SW.

Nella trattazione che segue, per facilità di descrizione e chiarezza della sintesi necessaria, la galleria è suddivisa nei seguenti tratti omogenei sotto il profilo geologico:

- Tratto tra la progr. 70+100 e la progr. 70+850: il tratto in oggetto è caratterizzato dalla presenza di terreni pertinenti alla litofacies definita come alternanze ritmiche argillitico-quarzarenitiche. Il sondaggio SE23 ha evidenziato alla profondità del cavo la presenza di alternanze fitte di argilliti a scaglie di colore grigio-bruno, ancora debolmente alterate, tenuto conto che si trovano nella parte superficiale del deposito (profondità tra 10 e 20 m), e di sottili subordinati livelli di quarzosiltiti grigie intensamente fratturate. Anche lungo la verticale del sondaggio S10 alla profondità del cavo sono state incontrate le medesime argilliti finemente scagliettate con subordinati e/o rari livelli sottili quarzosiltitici e quarzarenitici. La formazione si presenta di colore grigio plumbeo e non mostra segni di alterazione superficiale, del resto comincia ad aumentare la copertura della galleria ed il cavo è posizionato al di sotto dei 20 m di profondità. Più avanti il sondaggio SE24 mostra alla profondità del cavo la presenza di argilliti grigio plumbee finemente scagliettate che intorno alla profondità di m 37.70 passano verso il basso ad un banco di quarzosiltiti e quarzareniti a grana fina grigie variamente fratturate. Poco prima della progr. 70+700 il sondaggio S8 ha evidenziato alla profondità del cavo la presenza di argilliti grigie finemente scagliettate passanti ad argille marnose grigie e con intercalati subordinati livelli quarzosiltitici. L'ammasso roccioso risulta dislocato da una serie di faglie che sono state individuate attraverso l'analisi delle lineazioni viste sulle foto aeree e dalle forma dei pendii e delle valli; alcune di tali faglie hanno trovato riscontro nelle linee strutturali individuate dalla sismica a riflessione e/o nelle linee strutturali riportate in letteratura (CARG). In ogni caso, ove queste linee non trovano riscontro diretto in sito, sono indicate come presunte sugli elaborati geologici di progetto.

Nella zona della faglia 17 (progr. km 70+400 circa) si è eseguito il sondaggio SL13, inclinato di 40° sulla verticale, che ha riscontrato (cfr. "Report sondaggio SL13", elaborato di Progetto Esecutivo RS2P20EZZPRGE0000009) una fascia, presumibilmente ascrivibile alla faglia citata in cui l'ammasso, costituito in questa zona da alternanze FNaq con livelli chiaramente quarzarenitici e da quarzosiltiti FNqs, si presenta molto degradato e alterato, ridotto di fatto a un livello prevalentemente sabbioso ghiaioso, di spessore decametrico. Questa fascia interessa la sezione di scavo della futura galleria e per questo motivo sono stati previsti consolidamenti nell'intorno del cavo, mediante trattamento colonnare del terreno, eseguito dal piano di campagna; questi trattamenti sono indicati sul profilo geomeccanico della galleria S.Ambrogio e descritti in appositi elaborati allegati al presente Progetto Esecutivo, ai quali si rimanda per ogni dettaglio in merito.

- Tratto compreso tra la progr. 70+850 e la progr. 71+900: pressappoco alla progr. 70+850 una delle faglie individuate dalla geofisica mette a contatto la sequenza data da alternanze ritmiche argillitico-quarzarenitiche con un'altra porzione litostratigrafica delle formazione del Flysch Numidico in cui compaiono spesse sequenze di terreni quarzosiltitici. Più in particolare la serie litostratigrafica dall'alto verso il basso è caratterizzata da una sequenza di alternanze ritmiche argillitico-

quarzosiltitico-quarzarenitiche con passaggi a spessi banchi (anche oltre i 20 m) quarzarenitici, passante verso il basso ad una sequenza quarzosiltitica di spessore dell'ordine degli 80-100 m, a sua volta passante verso il basso nuovamente a quarzareniti per circa 20 m e poi ancora ad alternanze ritmiche argillitico-quarzarenitiche. L'ammasso roccioso nel tratto considerato appare dislocato da una serie di faglie per buona parte interpretate sulla base delle lineazioni e delle forme dei versanti viste in foto aerea correlate alcune con i dati della sismica a riflessione e qualcuna con quanto riportato in letteratura. A seguito di questo assetto strutturale è stato interpretato, pertanto, che nel tratto in oggetto una prima parte della galleria possa attraversare terreni quarzosiltitici e nella restante parte terreni argillitico-quarzarenitici con passaggi a tratti più francamente quarzarenitici. Il sondaggio SL4, infatti, ha individuato alla profondità del cavo la presenza di quarzosiltiti grigie sottilmente laminate e fissili, campionate in carote da decimetriche a centimetriche, interessate da frequenti giunti sub-orizzontali collegati per buona parte alle caratteristiche di fissilità e più rari giunti variamente inclinati da 30°-40° a sub-verticali in molti casi delimitati da superfici lucide e striate. Più avanti, invece il sondaggio SL5 individua alla profondità del cavo la presenza di quarzareniti grigie a grana fina con passaggi decimetrici a quarzosiltite. Il grado di fratturazione è variabile per cui viene campionata in carote da centimetriche a decimetriche o in frammenti. La roccia è attraversata da giunti variamente orientati e inclinati da sub-orizzontali a sub-verticali, delimitati spesso da superfici mineralizzate da calcite secondaria.

- Tratto tra la progr. 71+900 e la progr. 72+750: nel tratto in oggetto la galleria attraversa terreni prevalentemente quarzosiltitici. Il sondaggio SE26 ha individuato alla profondità del cavo la presenza di quarzosiltiti di colore grigio plumbeo sottilmente laminate e a zone fissili. Esse sono attraversate da giunti variamente orientati con inclinazioni variabili da sub-orizzontali a 40°-50°; alcuni giunti sono suturati da calcite secondaria. Il grado di fratturazione è variabile per cui sono campionate in carote da centimetriche ad oltre 50 cm ed in qualche tratto in frammenti centimetrici. Anche per questo tratto è stata interpretata la presenza di una serie di faglie individuate dalla fotointerpretazione, alcune delle quali trovano correlazione con i dati della sismica a riflessione.
- Tratto compreso tra la progr. 72+750 e la progr. 73+100 circa: nel tratto in oggetto la galleria attraversa terreni prevalentemente quarzarenitici. La sismica a riflessione ha evidenziato pressappoco all'inizio del tratto considerato la presenza di una faglia che metterebbe a contatto laterale le quarzosiltiti con le sequenze a spessi banconi quarzarenitici. In questo tratto il sondaggio SL7 ha evidenziato alla profondità del cavo la presenza di quarzarenite grigiastra, a tratti giallastra, con giunti variamente orientati ed inclinati, da sub-orizzontali a sub-verticali spesso delimitati da superfici ossidate. Viene campionata in carote di lunghezza decimetrica ed in qualche tratto in frammenti centimetrici. In questo tratto l'ammasso roccioso è dislocato da una serie di faglie rappresentate come certe in quanto individuate in sito con i rilievi oltre che confermate con le altre indagini.

- Tratto compreso tra la progr.73+100 e la progr. 74+200: nel tratto in oggetto la galleria attraversa terreni prevalentemente quarzosiltitici sottostanti alla sequenza litostratigrafica quarzarenitica. Il sondaggio SL8 alla profondità del cavo ha mostrato la presenza di quarzosiltiti grigie sottilmente laminate con passaggi a livelli di quarzarenite a grana fina; sono presenti giunti variamente orientati, inclinati da sub-orizzontali a 60°-80° spesso delimitati da superfici lisce e lucide. Il grado di fratturazione è variabile, per cui viene campionata per buona parte in carote decimetriche e in qualche tratto centimetriche o in frammenti. Anche i sondaggi SE29 ed S4 hanno mostrato la presenza di quarzosiltiti fratturate e giuntate. Tra le progr. 74+000 e 74+150 potranno riscontrarsi livelli di argilliti nella parte alta del cavo o in calotta pertinenti alla litofacies delle alternanze ritmiche che vengono ribassate a gradinata da una serie di faglie ritenute certe dalla correlazione tra i sondaggi ma rappresentate nella carta geologica come presunte in quanto in sito obliterate dalle coperture recenti.

Imbocco lato Palermo

L'imbocco si localizza in destra idrografica del Torrente Carbone e si sviluppa a quote comprese tra 45 e 59 m slm compreso il tratto in artificiale. I terreni interessati dallo scavo appartengono alla litofacies argillitico-quarzarenitica FN_{aq} riscontrati in affioramento e con il sondaggio SE23. Quest'ultimo ha evidenziato la presenza di argille scagliettate con livelli quarzosiltitici di colore grigio piombo, fratturati e fessurati, in strati di spessore da centimetrico a decimetrico. In superficie, nei primi 4 m circa, la formazione di base si presenta alterata e degradata di colore bruno-giallastro ed in parte destrutturata. Lungo il pendio in zona di imbocco i terreni argillitico-quarzosiltitici presentano, inoltre, una copertura detritica di spessore 2-4 m.

La formazione di base è caratterizzata da permeabilità molto bassa per cui essa non è sede di falda idrica, ad eccezione della fascia superficiale alterata o della coltre detritica, nelle quali è possibile rinvenire una circolazione idrica di scarsa entità e a carattere stagionale.

Imbocco lato Messina

L'imbocco si localizza in sinistra idrografica del Torrente Malpertugio e si sviluppa a quote comprese tra 7 e 20 m slm compreso il tratto in artificiale. I terreni interessati dallo scavo appartengono alla coltre detritica superficiale e, più in profondità, alla litofacies quarzosiltitica FN_{qs}; tali terreni non sono visibili in affioramento sulla sponda del corso d'acqua, in quanto ricoperti da una coltre detritica di spessore dell'ordine dei 5-6 m, ma la loro presenza è stata ricostruita sulla base dei dati riscontrati con il sondaggio inclinato SL9, il quale a profondità scavo galleria evidenzia la presenza siltiti lapidee e quarzosiltiti grigie fessurate e fratturate.

Finestra S. Ambrogio

Come le precedenti gallerie, la Finestra S. Ambrogio attraversa in tutto il suo percorso terreni pertinenti alla formazione del Flysch Numidico ed in particolare alla litofacies argilloso-quarzarenitica per un breve tratto iniziale e per la restante parte alla litofacies quarzosiltitica.

La litofacies prevalentemente quarzosiltitica FNqs è presente con elevati spessori (oltre 130 m) nella parte terminale della galleria e in direzione nord viene ribassata a gradinata da una serie di faglie dirette; essa è ricoperta stratigraficamente dai terreni della litofacies argillitico-quarzarenitica.

Nei primi 150 m la galleria attraversa terreni argillitico-quarzarenitici rinvenuti con il sondaggio S5; quest'ultimo, infatti, al di sotto di una copertura detritica ha evidenziato a profondità scavo la presenza di un'alternanza di argille e argilliti a struttura scagliettata in strati sottili con strati decimetrici e centimetrici di quarzosiltiti grigio piombo fessurate e fratturate.

All'incirca alla progr. 0+150 lo scavo della galleria viene ad intercettare le quarzosiltiti FNqs, che si mantengono per tutto lo sviluppo della galleria. I sondaggi S6, SL6 ed SE26 hanno evidenziato a profondità scavo la presenza di quarzosiltiti lapidee di colore grigio, fissili, a tratti con struttura brecciata, interessate da una fitta rete di fessurazione; diverse fratture presentano riempimenti argillosi o sono sature da calcite secondaria.

3.2.5 Area 5 – Malpertugio

Il sito in esame è interessato, dalla prog. 74+138 da opere quali un viadotto sul Torrente Malpertugio ed a seguire una trincea, una galleria artificiale, una galleria naturale ed una altra galleria artificiale che termina alla prog. 74+441. Altri interventi sono previsti nell'ambito della sistemazione idraulica del Torrente Malpertugio.

Dal punto di vista geologico i terreni interessati sono i seguenti:

- Dalla prog. 74+138 alla prog. 74+250 circa i terreni interessati sono quelli rappresentati dalle alluvioni fluviali recenti e attuali;
- Dalla prog. 74+250 alla prog. 74+275, le opere in sotterraneo si attestano nella facies pelitico-arenacea del Flysch, interessata, però, da una coltre detritica di versante spessa pochi metri;
- Dalla prog. 74+275 sino alla fine (74+441), ci si attesta nella facies pelitico-arenacea del Flysch; solo negli ultimi metri si attraverseranno detriti di versante spessi pochi metri.

3.2.6 Area 6 – Stazione di Castelbuono

Per il sito in questione le opere previste, costituite principalmente da riporti e scavi poco profondi, sono interessate dall'inizio (progressiva 74+441) sino al termine (prog. 63+180) da una coltre di terreni di copertura identificabili in riporti (soprattutto in corrispondenza dell'attuale stazione), con uno spessore di pochi metri, che ricoprono la parte superficiale alterata della facies delle alternanze pelitico-arenacee del Flysch Numidico, sino alla prog. 74+760 circa, da cui è presente, sino alla fine del tracciato progettuale, la parte superficiale alterata della facies quarzarenitica.

3.3 Caratteristiche idrogeologiche del tracciato

Nell'area attraversata dal tracciato ferroviario in esame si individuano gli acquiferi di seguito descritti.

Acquifero quarzarenitico e siltitico

Comprende le sequenze prevalentemente arenacee e siltitiche del Flysch Numidico. Si tratta di rocce lapidee fratturate caratterizzate da una permeabilità secondaria da medio-bassa a medio-alta. La circolazione idrica avviene attraverso la rete di fratture e la sua entità è legata all'estensione degli affioramenti ed alla continuità delle sequenze arenacee in senso verticale; infatti, la frequente presenza di livelli pelitici a permeabilità molto bassa o nulla interrompe la circolazione idrica sotterranea conferendole una certa discontinuità in senso verticale.

Acquifero pelitico-arenaceo

Comprende le sequenze date da alternanze ritmiche di argilliti e argillo-siltiti con livelli arenacei, molto diffuse nell'area studiata. I livelli quarzarenitici sono permeabili per fratturazione e delimitati in basso e al tetto da terreni a permeabilità molto bassa o nulla. La circolazione idrica, pertanto, è confinata nei livelli quarzarenitici e la sua entità dipende dall'estensione degli affioramenti e dallo spessore dello strato quarzarenitico. In grande l'acquifero può considerarsi a permeabilità bassa con una circolazione idrica di scarsa entità e discontinua localizzata in corrispondenza dei livelli arenacei.

Acquifero detritico

Comprende i terreni detritico-eluvio-colluviali ed i depositi dei terrazzi marini; si tratta di terreni ghiaioso-sabbioso-limosi sciolti, i quali ricoprono estesamente i versanti argilloso-arenacei nella zona. La permeabilità varia da medio-bassa ad elevata in funzione della granulometria e della percentuale di matrice sabbioso-limosa. L'acquifero è sede di una circolazione idrica a carattere stagionale legata all'entità delle precipitazioni e del ruscellamento superficiale ed il suo ruolo idrogeologico è quello di drenare e distribuire in profondità le acque di infiltrazione andando ad alimentare la circolazione idrica nei livelli arenacei sottostanti.

Acquifero alluvionale

Comprende i depositi alluvionali presenti nel fondovalle del Torrente Malpertugio. Si tratta di sabbie limose e limi sabbiosi con ghiaia ad assetto lenticolare embricato, alternati a livelli di prevalente ghiaia e blocchi in matrice sabbioso-limosa. La permeabilità è variabile per porosità, da medio-bassa a medio-alta in funzione della granulometria e della classazione degli elementi. Esso pertanto è sede di una falda idrica di subalveo soggetta ad escursioni stagionali in relazione al regime idraulico del corso d'acqua ed è ad andamento piuttosto irregolare in relazione al succedersi dei livelli sabbioso-limosi e ghiaiosi a diversa permeabilità, che testimoniano l'avvicinarsi di fenomeni di piena e di magra.

3.3.1 Circolazione idrica sotterranea

Nell'area studiata non si rinviene una circolazione idrica di significativa importanza; le acque sotterranee sono generalmente scarse e molto frazionate mancando una vera e propria falda idrica.

Si ha una circolazione idrica a superficie libera nella copertura detritica, essenzialmente a carattere stagionale, alimentata direttamente dalle acque meteoriche e di ruscellamento superficiale.

I terreni di base, rappresentati dalle sequenze pelitico-arenacee e quarzarenitiche del Flysch Numidico, invece, in grande non sono sede di una vera e propria falda idrica, in quanto i livelli prevalentemente pelitici, argillitici e argillo-siltitici non consentono una libera circolazione idrica sotterranea. Una certa circolazione idrica sotterranea può riscontrarsi nei livelli quarzarenitici fratturati, la cui entità è da mettere in relazione alla estensione degli affioramenti. Di conseguenza, si ha una circolazione idrica discontinua e frazionata, confinata negli orizzonti quarzarenitici, che può dare origine localmente, al contatto con i sottostanti livelli pelitici, a manifestazioni sorgentizie di scarsa entità che al più vengono utilizzate a scopi irrigui o possono alimentare abbeveratoi.

3.3.2 Freatimetrie

Le freatimetrie rilevate in fase di studio, attraverso i piezometri installati nelle varie campagne di indagine geognostica, sono indicative di livelli piezometrici locali indotti da una ristretta circolazione idrica sotterranea, da cui non è possibile ricostruire una superficie piezometrica associabile ad una falda idrica sotterranea di estensione significativa.

In particolare, gli studi idrogeologici effettuati in fase di progettazione definitiva ed esecutivo hanno individuato una serie di pozzi di emungimento (scavati a mano o trivellati), insistenti nell'acquifero delle coperture detritiche e dei terrazzi marini, ubicati in prossimità del tracciato. In allegato al presente Piano sono riportate le tavole idrogeologiche di progetto in cui è riportata l'ubicazione in planimetria di tali punti di attingimento. Essi ricadono tutti nella Tavola 1, laddove insistono i maggiori spessori dei suddetti terreni di copertura.

In corrispondenza dell'Area 1 "Ogliastrillo" sono presenti n. 2 pozzi scavati a mano, tipici degli acquiferi a permeabilità medio-bassa con circolazione idrica a carattere stagionale. La soggiacenza riscontrata della falda idrica si attesta sui 6-7 m da p.c. e ci indica che le opere previste interagiranno con essa in maniera significativa, dato che in questo primo tratto sono previsti scavi anche oltre tali profondità.

Gli altri pozzi censiti ricadono in corrispondenza dell'Area 2 "GN Cefalù", laddove i terreni di copertura non interessano più le opere progettuali, in quanto presenti solo nel primo tratto, tra le progressive 63+180 e 63+500. In questo caso solo i pozzi numerati dal 3 al 7 insistono nell'acquifero superficiale, mentre i restanti tre (8, 9 e 10) insistono nell'acquifero pelitico-arenaceo che qui ha proprietà idrauliche (fratturazione dei livelli più competenti) tali da consentire una discreta circolazione idrica.

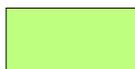
NUMERO PROGRESSIVO	PROFONDITA' LIVELLO STATICO	TIPOLOGIA
1	m 6.00 dal p.c.	SCAVATO A MANO
2	m 7.00 dal p.c.	SCAVATO A MANO
3	m 0.70 dal p.c.	SCAVATO A MANO
4	m 0.30 dal p.c.	SCAVATO A MANO
5	m 0.50 dal p.c.	SCAVATO A MANO
6	m 5.00 dal p.c.	SCAVATO A MANO
7	m 3.50 dal p.c.	SCAVATO A MANO
8	m 15.00 dal p.c.	TRIVELLATO
9	m 60.00 dal p.c.	TRIVELLATO
10	m 55.00 dal p.c.	TRIVELLATO

Tab. 1 – Elenco dei pozzi censiti in PE



DEPOSITI LITORALI

Si tratta di depositi sabbiosi e ghiaioso sabbiosi presenti a tratti lungo la linea di costa, interessati da una falda idrica direttamente collegata con il mare.



ACQUIFERO DEI TERRENI DETRITICI E DEI DEPOSITI DEI TERRAZZI FLUVIALI E MARINI

Presenti nelle zone pedemontane e nelle ampie spianate a monte della fascia costiera compresa tra Ogliastrillo e Cefalù. Tali terreni derivano dall'erosione dei depositi arenacei dei Flysch Numidico e di Reitano, in parte rielaborati dal mare. Sono costituiti di sabbia e sabbia limosa con frammenti e blocchi a spigoli vivi o con elementi di ghiaia a spigoli arrotondati e appiattiti; questi depositi giacciono a copertura del substrato argilloso-quarzarenitico. Costituiscono un acquifero sede di una modesta falda idrica a carattere stagionale ed in contatto idraulico con i terreni sottostanti. La permeabilità per porosità varia da media ad elevata in funzione della percentuale di matrice sabbioso-limosa. Sono presenti pozzi poco profondi ad uso domestico.



ACQUIFERO DEI DEPOSITI ALLUVIONALI

E' costituito di sabbia e sabbia limosa con ghiaia a spigoli arrotondati; presentano permeabilità da bassa ad elevata in funzione della granulometria. Tali depositi possono essere sede di una modesta falda idrica di subalveo.



ACQUIFERO ARGILLOSO MARNOSO

Si tratta di argille, argille siltose o mamose ed argilliti, con subordinati livelli siltitici e quarzarenitici. Tali terreni presentano una permeabilità molto bassa o nulla e localmente costituiscono il substrato impermeabile per i sovrastanti terreni detritici e dei terrazzi fluviali e marini.



ACQUIFERO ARENACEO QUARZARENITICO

Tale acquifero comprende le litofacies pelitico-arenacea e quarzarenitica del Flysch Numidico, le arenarie e i microconglomerati del Flysch di Reitano, e le alternanze arenaceo argilloso-mamose delle Tufiti di Tusa. Tali depositi presentano una permeabilità bassa per porosità, talora da media ad elevata nei livelli arenacei e quarzarenitici fratturati; sono sede di acquiferi discontinui legati alla presenza delle intercalazioni argillose che determinano un elevato numero di manifestazioni sorgentizie di limitata entità, per limite di permeabilità definito.



ACQUIFERO CARBONATICO

E' costituito dai depositi carbonatici affioranti in corrispondenza della rocca di Cefalù. In tale area sono presenti numerose emergenze idriche, tra cui la principale è la sorgente Presidiana, parzialmente captata ad uso potabile. L'area di alimentazione è costituita da una buona parte del complesso carbonatico delle Madonie, al di fuori dell'area di studio, in collegamento idraulico con la Rocca.

Fig. 9 – Stralcio della legenda della carta idrogeologica del PE

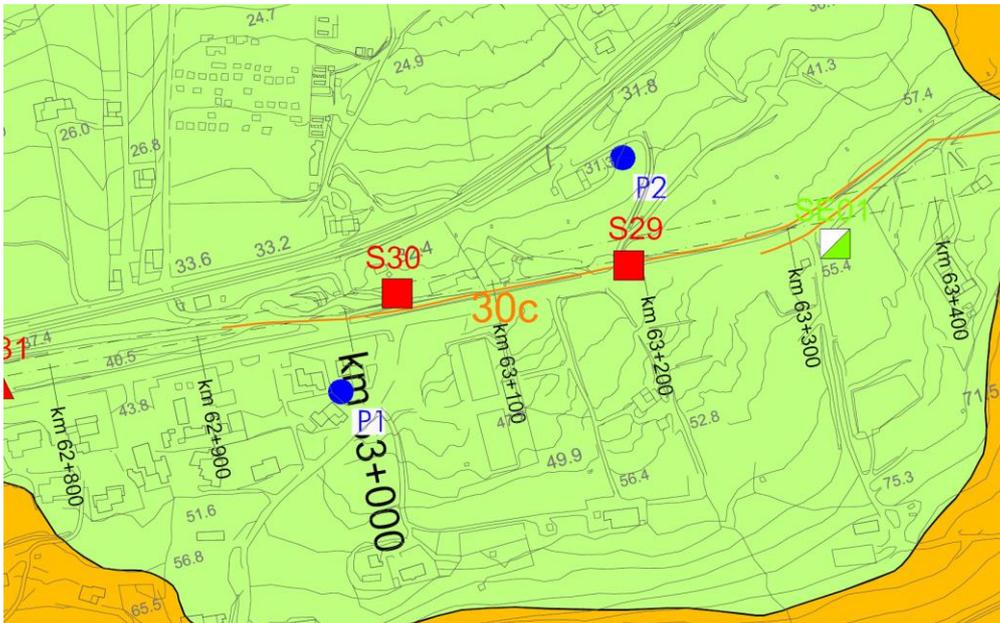


Fig. 10 – Stralcio della carta idrogeologica del PE in cui ricadono i pozzi censiti con i numeri 1 e 2

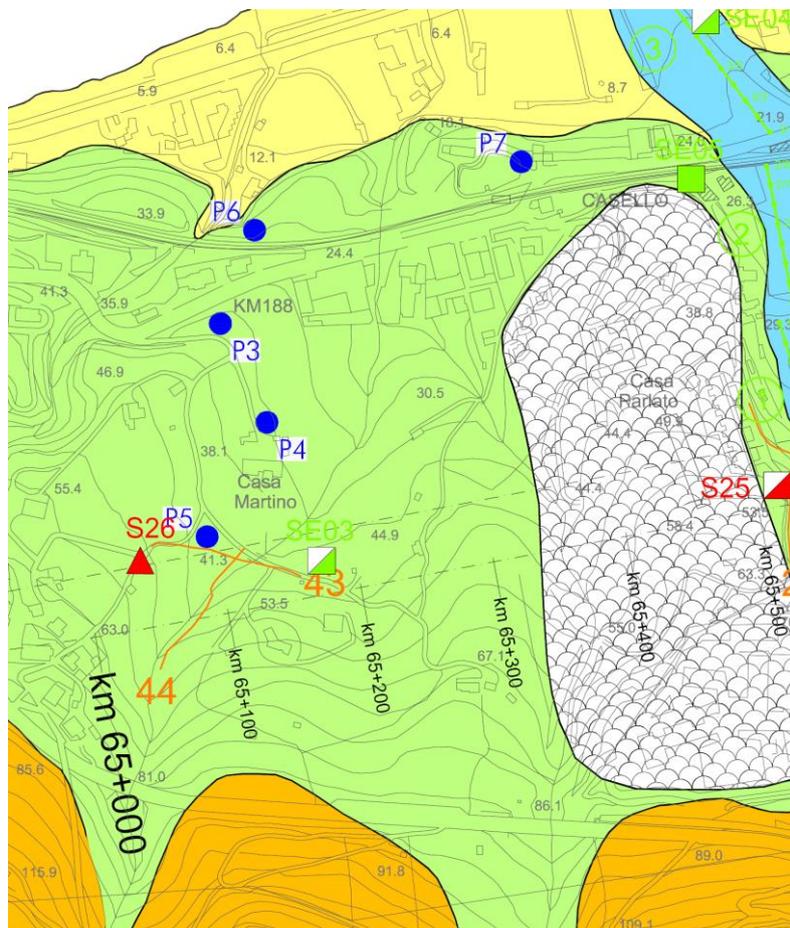


Fig. 11 – Stralcio della carta idrogeologica del PE in cui ricadono i pozzi censiti con i numeri 3, 4, 5, 6 e 7

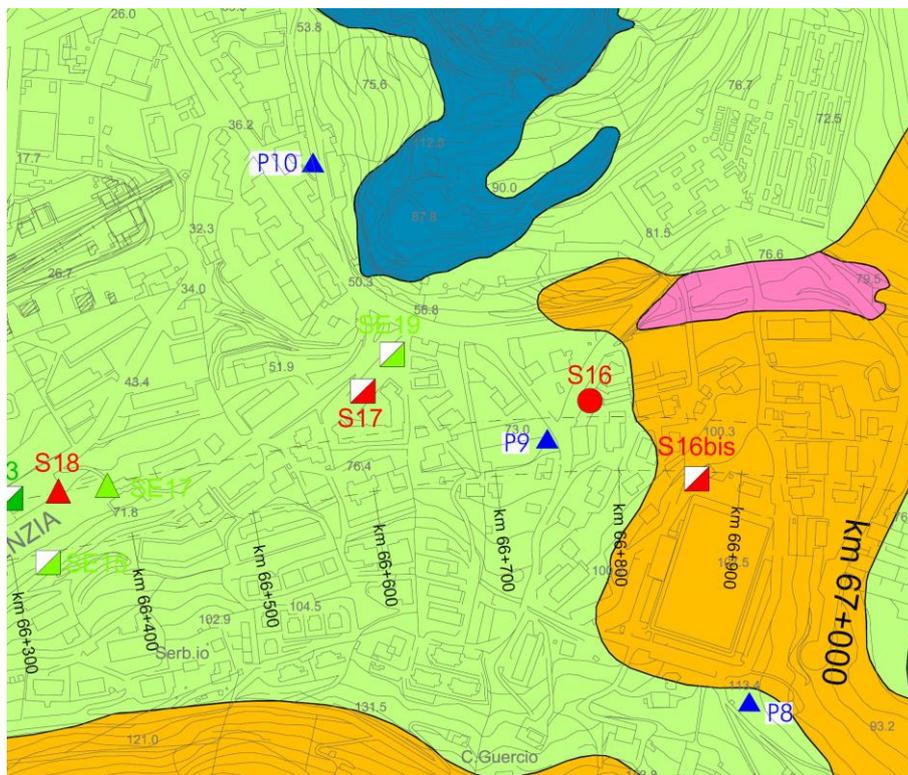


Fig. 12 – Stralcio della carta idrogeologica del PE in cui ricadono i pozzi censiti con i numeri 8, 9 e 10

4 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ PREGRESSE SVOLTE SUL SITO E POSSIBILI RICADUTE

Nel seguito si procede alla descrizione, per ogni singola area in cui è stato suddiviso il sito di produzione di materiali da scavo in esame, delle attività svolte sul sito per esaminare le possibili e potenziali presenze di situazioni non conformi con la vigente normativa in materia di siti inquinati.

4.1 Documentazione consultata

Propedeuticamente, ai fini dell'individuazione nel sito di produzione in esame e nelle aree in cui è stato suddiviso di eventuali situazioni di dichiarata contaminazione ai sensi della vigente normativa in materia (Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006), si è proceduto all'esame della documentazione disponibile presso i principali enti preposti al controllo del territorio e depositari delle relative informazioni, elencata nel seguito:

- 1) "Anagrafe dei siti contaminati", attualmente presente sul sito internet dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente (ARTA), a cura dell'ex Servizio 5 - Rifiuti, Unità Operativa 5.1 – Bonifiche di siti inquinati ed autorizzazioni;
- 2) "Stato dei punti vendita di carburante della provincia di Palermo", attualmente presente sul sito internet dell'Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente (ARTA), a cura del Servizio 5 - Rifiuti, Unità Operativa 5.1 – Bonifiche di siti inquinati ed autorizzazioni;
- 3) "Elenco delle discariche da bonificare", di cui alle Tabelle 4 e 5 del Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002 e successivi aggiornamenti (aggiornamento del 2009), redatto dall'allora Struttura Commissariale per l'emergenza rifiuti ora Ufficio Commissario Bonifiche del Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti;
- 4) "Elenco regionale delle aree industriali dismesse", riportato nella Tab. 1 di cui al Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002, redatto dall'allora Struttura Commissariale per l'emergenza rifiuti ora Ufficio Commissario Bonifiche del Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti;
- 5) "Elenco regionale delle aree industriali esistenti", riportato nella Tab. 2 di cui al Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002, redatto dall'allora Struttura Commissariale per l'emergenza rifiuti ora Ufficio Commissario Bonifiche del Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti;
- 6) "Elenco regionale delle discariche abusive esistenti", riportato nella Tab. 3 di cui al Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002, redatto dall'allora Struttura Commissariale per l'emergenza rifiuti ora Ufficio Commissario Bonifiche del Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti;

- 7) "Elenco regionale dei siti in cui si riscontrano abbandoni di rifiuti", riportato nella Tab. 6 di cui al Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002, redatto dall'allora Struttura Commissariale per l'emergenza rifiuti ora Ufficio Commissario Bonifiche del Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti;
- 8) "Elenco regionale dei siti in cui si riscontrano depositi di rifiuti", riportato nella Tab. 7 di cui al Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002, redatto dall'allora Struttura Commissariale per l'emergenza rifiuti ora Ufficio Commissario Bonifiche del Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti;
- 9) "Elenco regionale dei siti inquinati con tipologia non specificata" riportato nella Tab. 8 di cui al Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002, redatto dall'allora Struttura Commissariale per l'emergenza rifiuti ora Ufficio Commissario Bonifiche del Dipartimento Regionale dell'Acqua e dei Rifiuti.

Nel documento riportato nel punto 3) si evidenzia, per la zona d'interesse, la presenza di due soli siti evidenziati nella tabella 1 riportata nel seguito. Tali siti, menzionati anche nel documento indicato al punto 4), non ricadono in zone che potrebbero interferire con il tracciato ferroviario oggetto degli interventi progettuali.

Sebbene tale documento risalga ufficialmente al 2002, vista la tipologia di sito (discariche comunali) si può considerare aggiornato, in quanto da tale data non sono state autorizzate altri impianti nell'area.

Per quanto riguarda gli altri documenti indicati dal punto 1) al 2) e dal 4) al 9), non si sono riscontrati elementi d'interesse per l'area in esame.

Tab. 1 Estratto dall'Anagrafe dei siti inquinati di cui al Piano regionale delle bonifiche delle aree inquinate adottato con Ordinanza commissariale n° 1166 del 18 dicembre 2002, in cui sono riportati i siti ricadenti nei comuni interessati dal tracciato ferroviario oggetto degli interventi progettuali.

codice di segnalazione	codice istat	comune	prov.	località	stato del sito (1)	stato del sito (2)	tipologia del sito	tipo di rifiuto	bonifiche	superficie (mq)	altezza (ml)	volume (mc)	punteggio
508	82027	Cefalu'	PA	C/da Torretonda	inattivo	autorizzato	discarica controllata	RSU	sito non bonificato	20.000	10	200.000	134
83	82059	Pollina	PA	C/da Paletto	inattivo	autorizzato	discarica controllata	RSU	sito non bonificato	20.862	4	0	50

4.2 Area 1

4.2.1 Uso pregresso ed attività svolte

L'Area 1 "Ogliastrillo" ricade in un'area antropizzata definibile con urbanizzazione periferica, ossia con la presenza di aree agricole e strutture commerciali, artigianali e residenziali tipiche di un'area periferica rispetto al centro abitato.

I terreni che interessano l'area sono caratterizzati dalla presenza dei depositi dei terrazzi alluvionali che

ricoprono, con uno spessore di pochi metri, la litofacies pelitico-arenacea del Flysch Numidico.

In corrispondenza dell'area non si riscontra la presenza di zone industriali di particolare impatto sull'ambiente ed il tracciato, parallelo all'attuale S.S. 113, scorre in una zona prevalentemente occupata da coltivazioni agricole di tipo arboricolo (uliveti) o da terreno incolto.

4.2.2 Situazione progettuale

Gli interventi progettuali previsti in corrispondenza dell'area consisteranno nella realizzazione di paratie di sostegno in pali di grande diametro, in scavi di sbancamento e contestuale esecuzione delle tirantature delle paratie e nella successiva realizzazione di galleria artificiale.

Gli scavi, pertanto, saranno condotti a cielo aperto tramite escavatori tradizionali che agiranno alla profondità massima dell'ordine dei 15,00 metri circa. Non è previsto l'utilizzo di particolari additivi per l'esecuzione dello scavo.

Solo in corrispondenza di paratie e palificate, che saranno realizzate per il contenimento degli scavi sul lato monte, si prevede l'utilizzo di miscele cementizie per la realizzazione delle suddette opere di rinforzo. Lo scavo andrà effettuato successivamente alla realizzazione di tali opere e, pertanto, i materiali di scavo potranno, talora, contenere elementi antropici (calcestruzzi, miscele cementizie e bentonitiche ecc.) derivanti dall'effettuazione dello scavo in prossimità delle paratie o dalla demolizione di queste in corrispondenza dell'imbocco della galleria.

4.2.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi, si può affermare che non sono individuabili particolari produttori potenziali di contaminazione a meno di una contaminazione diffusa che potrebbe essere indotta primariamente dall'adiacente arteria stradale (S.S. 113) e secondariamente dall'agricoltura, sebbene nell'area non si riscontri un'attività tale (agricoltura intensiva) da presupporre l'uso massiccio (e conseguentemente impattante sulle matrici ambientali) di contaminanti di origine agricola.

Particolari sorgenti di contaminazione si potrebbero individuare in occasionali episodici ed accidentali eventi di contaminazioni dovuti a sversamenti accidentali e/o perdite di sostanze inquinanti (gasolio, benzina, olio ecc.).

Non risulta, comunque, che si siano verificati episodi di contaminazione pregressi né che siano state effettuate in passato indagini ambientali sull'area.

Possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni

Con l'intento di definire gli aspetti riguardanti i possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni avvenute, per quanto riguarda l'area in esame, dato che non sono state riscontrate evidenti condizioni di effettiva contaminazione, si è proceduto all'analisi dei vari aspetti riguardanti:

- le sorgenti della contaminazione potenziale;

- i vettori di trasporto di una eventuale contaminazione;
- i possibili bersagli di una eventuale contaminazione;
- le modalità di migrazione di una eventuale contaminazione e la sua evoluzione nel tempo e nello spazio.

Sorgenti della contaminazione potenziale

In genere le sorgenti di contaminazione si suddividono in primarie e secondarie. Le prime sono quelle da cui deriva direttamente la contaminazione (ad es. mezzi o fusti da cui derivano eventuali sversamenti di olio o carburante), le seconde, invece, sono quelle in cui la contaminazione arriva e viene poi rilasciata nel tempo (terreni contaminati, falde acquifere ecc.).

L'area in esame è caratterizzata dalla presenza di materiali incoerenti sciolti, quali i limi sabbiosi, sabbie e ghiaie dei Terrazzi marini olocenici (cfr. § 3.2.1). Non sono state riscontrate zone in cui si sono verificati episodi di sversamento di inquinanti né si è a conoscenza che tali episodi siano avvenuti.

Le indagini da svolgere saranno, pertanto, volte alla verifica della presenza di eventuale contaminazione, derivante dalle situazioni sopra evidenziate. Le acque sotterranee, viste le locali condizioni idrogeologiche (permeabilità medio-bassa e soggiacenza dipendente dalla locale presenza di falde sospese da livelli limosi meno permeabili, con profondità anche dell'ordine dei 10 m), potrebbero essere state interessate da un'eventuale contaminazione solo nel caso di sversamenti di contaminanti nel tempo o nel singolo episodio, oltre che in dipendenza della natura del contaminate ovvero della sua miscibilità in acqua.

In sintesi, le eventuali sorgenti primarie di contaminazione potenziale sono allo stato attuale individuabili in vari produttori di carattere antropico preesistenti e nelle attrezzature di scavo utilizzate in fase esecutiva delle opere progettuali, mentre le secondarie potrebbero essere individuabili prevalentemente nei terreni di sedime.

Vettori di trasporto

Nell'area, viste le caratteristiche riscontrate e le sorgenti di contaminazione potenzialmente individuabili, il fenomeno prevalente di contaminazione potenzialmente riscontrabile è quello derivante dalla migrazione dai terreni eventualmente contaminati agli strati più profondi e verso la falda.

Pertanto i vettori di trasporto sono associabili alle componenti verticali (con qualche componente sub-orizzontale negli orizzonti meno permeabili) di migrazione verso la falda sottostante e a quelle sub-orizzontali di deflusso della falda idrica sotterranea soggiacente l'area, che in corrispondenza del sito sono orientate prevalentemente in direzione Nord.

Bersagli di una potenziale contaminazione

Data la contaminazione potenzialmente riscontrabile e la destinazione d'uso dell'area, i bersagli della contaminazione nei terreni sono individuabili:

- a) nei lavoratori che saranno addetti al cantiere, per via aerea (inalazione) da eventuali vapori risalenti dal sottosuolo oppure nel caso di scavi e successivo contatto dermico con i terreni eventualmente

contaminati e/o inalazione dai medesimi;

- b) nei residenti, nel caso, allo stato attuale, ci si ritrovi in presenza di abitazioni;
- c) nella falda idrica sotterranea, nel caso in cui la contaminazione venga idroveicolata sino a tale matrice e successivamente sia oggetto di migrazione e dispersione.

Modalità di migrazione di eventuali contaminanti

La migrazione delle sostanze idroveicolate (anche se non miscibili), potenzialmente provenienti dal sito in oggetto, avverrebbe principalmente in seguito a tre differenti fenomeni:

- la convezione,
- la diffusione,
- la dispersione.

Fenomeni che differiscono sostanzialmente gli uni dagli altri così che, in funzione delle caratteristiche di permeabilità del mezzo interessato dal flusso, quest'ultimo può essere il risultato di più componenti di trasporto. Si definisce "convezione" il trasporto di un contaminante che si manifesta a seguito di un gradiente idraulico (il contaminante si dice idroveicolato); la "diffusione" consiste invece nella migrazione in risposta ad un gradiente nella concentrazione dell'inquinante e può avvenire anche in assenza di flusso idraulico; la "dispersione", infine, è il fenomeno di trasporto provocato da un gradiente nella velocità di filtrazione del solvente in cui il contaminante è disciolto e si manifesta laddove esistono alte velocità di deflusso (ad esempio negli acquiferi).

Pertanto sotto l'ipotesi che il terreno dell'area in esame sia insaturo sino alla profondità di circa 5 m dal p.c. (cfr. § 3.3.2), è verosimile supporre che la migrazione dalle presunte sorgenti di contaminazione secondarie verso le matrici ambientali sia inizialmente dominata dai meccanismi di trasporto convettivi: in particolare nel caso di deflussi idrici provenienti dalle precipitazioni meteoriche e successive infiltrazioni nel sottosuolo, sino al momento in cui il contaminante sia veicolato al livello della falda (in questo caso la componente prevalente è quella sub-orizzontale).

4.2.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti

Per l'area in esame, considerando quanto evidenziato nel precedente paragrafo e in riferimento alle sostanze elencate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs.152/2006, l'identificazione di eventuali contaminanti presenti può essere rivolta a quanto derivante da:

- a) eventuali episodi di sversamento derivanti dall'adiacente rete viaria, da mezzi di lavoro agricoli o da fusti (o altro contenitore) contenenti oli o carburanti;
- b) eventuali contaminazioni derivanti dalle attività di scavo condotte in fase di realizzazione delle opere progettuali;
- c) elevati tenori di metalli naturalmente presenti nella costituzione mineralogica delle rocce presenti.

Da quanto esposto nei precedenti punti deriva che la ricerca di eventuale contaminazione può essere rivolta

ai metalli (anche naturalmente presenti come valori di fondo) ed agli idrocarburi quali i totali, i policiclici e gli aromatici. Nel § 5.2.2 sono elencate nel dettaglio le varie sostanze da ricercare tramite le dovute analisi di laboratorio, per le indagini *ante operam*.

4.3 Area 2

4.3.1 Uso pregresso ed attività svolte

L'Area 2 "Galleria Naturale Cefalù" ricade totalmente in sotterraneo e, nel tratto iniziale (circa un quarto dell'intero tracciato), corrisponde al sottosuolo dell'area urbana di Cefalù con la presenza di strutture commerciali, artigianali e residenziali tipiche del centro abitato.

I terreni che interessano l'area sono caratterizzati dalla presenza alternata delle tre litofacies del Flysch Numidico (pelitico-arenacea, siltitica e quarzarenitica).

In corrispondenza dell'area non si riscontra la presenza di aree industriali di particolare impatto sull'ambiente ed il tracciato, per tre quarti scorre sotto un'area occupata da zone residenziali periferiche e, in prevalenza, da coltivazioni agricole di tipo arboricolo (uliveti) o da terreno incolto.

4.3.2 Situazione progettuale

Gli interventi progettuali previsti in corrispondenza del sito sono quelli coincidenti con la realizzazione della Galleria Naturale Cefalù e delle opere accessorie ad essa connesse (tra cui drenaggi, gallerie di accesso ed emergenza, bypass, gallerie pedonali di collegamento alla stazione di Cefalù, pozzi di ventilazione/equilibratura, per vani scale e ascensore) per i particolari delle quali si rimanda al Piano di Utilizzo cui è allegato il presente Piano. In questa sede si provvede ad esporre le tematiche inerenti la produzione di materiale da scavo.

Per la realizzazione della galleria naturale è previsto l'impiego di una fresa scudata dual mode, per uno sviluppo complessivo di circa 6.700 m (misurato sull'asse binario dispari).

I due tratti in cui è previsto l'impiego del sistema "chiuso" (EPB – Earth Pressure Balance), con fronte in pressione, sono relativi all'imbocco lato Palermo, da condurre in materiale sciolto, in cui lo scavo avverrà all'interno dei depositi terrazzati caratterizzati da una sezione con fronte di scavo instabile in assenza di contropressione sul fronte, e alla zona al di sotto dell'abitato di Cefalù, in cui lo scavo verrà condotto all'interno della formazione del Flysch, che presenta un fronte di scavo stabile ma, dato il contesto fortemente urbanizzato caratterizzato dalla presenza di interferenze superficiali unitamente a basse coperture, è richiesto l'uso dello scudo in pressione.

Nei tratti scavati con modalità EPB, pertanto, è prevista l'adozione di additivi (schiume polimeriche biodegradabili) che si misceleranno con i materiali escavati. Le caratteristiche dei materiali derivanti da scavo in modalità EPB sono oggetto di specifica trattazione nell'ambito del Piano di Utilizzo cui si rimanda.

Per le opere in sotterraneo accessorie (gallerie di accesso e di sfollamento, bypass, discenderie etc.) è previsto lo scavo con sistema tradizionale a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava,

preceduto, in parte, da interventi di precontenimento del fronte di scavo e del cavo, tramite iniezioni di resine (VTR) e/o miscele indurenti (PVC).

I materiali di scavo potranno, quindi, contenere elementi antropici (prevalentemente VTR e miscele cementizie).

4.3.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi si può affermare che non sono individuabili particolari produttori potenziali di contaminazione a meno di una contaminazione diffusa che potrebbe essere indotta dall'agricoltura, sebbene nell'area non si riscontrino un'attività tale (agricoltura intensiva) da presupporre l'uso massiccio (e conseguentemente impattante sulle matrici ambientali) di contaminanti di origine agricola.

Particolari sorgenti di contaminazione si potrebbero individuare in occasionali episodici ed accidentali eventi di contaminazioni dovuti a sversamenti accidentali e/o perdite di sostanze inquinanti (gasolio, benzina, olio ecc.), soprattutto in corrispondenza dell'area urbana, dove si potrebbe avere anche una contaminazione indotta dagli scarichi dei reflui civili in sottoterraneo (fosse settiche e pozzi disperdenti), in maniera tale da poter essere considerata diffusa.

Non risulta, comunque, che si siano verificati episodi di contaminazione pregressi né che siano state effettuate in passato indagini ambientali sull'area, nella zona di superficie corrispondente al tracciato progettuale.

Possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni

Con l'intento di definire gli aspetti riguardanti i possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni avvenute, per quanto riguarda il sito in esame, dato che non sono state riscontrate evidenti condizioni di effettiva contaminazione, si è proceduto all'analisi dei vari aspetti riguardanti:

- le sorgenti della contaminazione potenziale;
- i vettori di trasporto di una eventuale contaminazione;
- i possibili bersagli di una eventuale contaminazione;
- le modalità di migrazione di una eventuale contaminazione e la sua evoluzione nel tempo e nello spazio.

Sorgenti della contaminazione potenziale

L'area in esame, soprattutto in corrispondenza delle aree da sottoporre ad indagini (*cf. Planimetrie in allegato*) è caratterizzata marginalmente dalla presenza di materiali incoerenti sciolti, quali i limi sabbiosi, sabbie e ghiaie dei terreni di copertura, in corrispondenza delle zone degli, mentre per gran parte del tracciato si sviluppa in corrispondenza delle varie facies fliscoidi (*cf. § 3.2.2*). Allo stato attuale non sono state riscontrate zone in cui si sono verificati episodi di sversamento di inquinanti né si è a conoscenza che tali episodi siano avvenuti.

Le indagini da svolgere saranno, pertanto, volte alla verifica della presenza di eventuale contaminazione,

derivante dalle situazioni evidenziate in precedenza. Le acque sotterranee, viste le locali condizioni idrogeologiche (permeabilità medio-bassa e soggiacenza dipendente dalla locale presenza di falde sospese da livelli limosi meno permeabili, con profondità anche dell'ordine dei 5 m), potrebbero essere state interessate da un'eventuale contaminazione solo nel caso di sversamenti di contaminanti nel tempo o nel singolo episodio, oltre che in dipendenza della natura del contaminato ovvero della sua miscibilità in acqua.

In sintesi, le eventuali sorgenti primarie di contaminazione potenziale sono allo stato attuale individuabili in vari produttori di carattere antropico preesistenti e nelle attrezzature di scavo utilizzate in fase esecutiva delle opere progettuali, mentre le secondarie potrebbero essere individuabili prevalentemente nei terreni di sedime.

Vettori di trasporto

Nell'area, viste le caratteristiche riscontrate e le sorgenti di contaminazione potenzialmente individuabili, il fenomeno prevalente di contaminazione riscontrabile è quello derivante dalla migrazione dai terreni eventualmente contaminati agli strati più profondi e verso la falda.

Pertanto i vettori di trasporto sono associabili alle componenti verticali (con qualche componente sub-orizzontale negli orizzonti meno permeabili) di migrazione verso la falda sottostante e a quelle sub-orizzontali di deflusso della falda idrica sotterranea soggiacente l'area, che in corrispondenza del sito sono orientate prevalentemente in direzione Nord.

Bersagli della contaminazione

Data la contaminazione potenzialmente riscontrabile e la destinazione d'uso dell'area, i bersagli della contaminazione nei terreni sono individuabili:

- a) nei lavoratori che saranno addetti al cantiere, per via aerea (inalazione) da eventuali vapori risalenti dal sottosuolo oppure nel caso di scavi e successivo contatto dermico con i terreni eventualmente contaminati e/o inalazione dai medesimi;
- b) nei residenti, nel caso, allo stato attuale, ci si ritrova in presenza di abitazioni;
- c) nella falda idrica sotterranea, nel caso in cui la contaminazione venga idroveicolata sino a tale matrice e successivamente sia oggetto di migrazione e dispersione.

Modalità di migrazione di eventuali contaminanti

Riferendosi a quanto illustrato nel corrispondente paragrafo per l'Area 1, è verosimile supporre che la migrazione dalle presunte sorgenti di contaminazione secondarie verso le matrici ambientali sia inizialmente dominata dai meccanismi di trasporto convettivi: in particolare nel caso di deflussi idrici provenienti dalle precipitazioni meteoriche e successive infiltrazioni nel sottosuolo, sino al momento in cui il contaminante sia veicolato al livello della falda (in questo caso la componente prevalente è quella sub-orizzontale), laddove presente.

4.3.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti

Per l'Area in esame, considerando quanto evidenziato nel precedente paragrafo e in riferimento alle

sostanze elencate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs.152/2006, l'identificazione di eventuali contaminanti presenti può essere rivolta a quanto derivante da:

- a) eventuali episodi di sversamento derivanti dall'adiacente rete viaria, da mezzi di lavoro agricoli o da fusti (o altro contenitore) contenenti oli o carburanti;
- b) eventuali contaminazioni derivanti dalle attività di scavo condotte in fase di realizzazione delle opere progettuali;
- c) elevati tenori di metalli naturalmente presenti nella costituzione mineralogica delle rocce presenti.

Da quanto esposto nei precedenti punti, deriva che la ricerca di eventuale contaminazione può essere rivolta ai metalli (anche naturalmente presenti come valori di fondo) ed agli idrocarburi quali i totali, i policiclici e gli aromatici, oltre a quelle derivanti dagli additivi utilizzati in particolari tecniche di scavo (EPB).

Per l'area di cui si tratta non è stato possibile programmare esecuzione di indagini di caratterizzazione ambientale ante operam in corrispondenza delle opere in sotterraneo previste. Infatti le profondità da raggiungere, obbligano ad effettuare i campionamenti mediante sondaggi con carotieri infissi tramite trivellazione ed i materiali da perforare spesso molto tenaci (orizzonti quarzarenitici), comportano l'uso obbligato di fluidi di perforazione, con un'elevata probabilità (se non certezza) di fenomeni di contaminazione incrociata e/o dispersione della contaminazione riscontrabile nelle matrici ambientali.

D'altronde le anzidette condizioni attuali di non rilevanza di importanti sorgenti di contaminazione e le caratteristiche di bassa permeabilità dei terreni incontrati (che presuppone una bassa probabilità di infiltrazione alle quote di scavo di contaminati di origine antropica provenienti dalla superficie) consentono di ritenere che le possibilità di inquinamenti di natura antropica difficilmente possano aver interessato i materiali che saranno scavati in quest'area.

Nei § 5.2.2 e § 6.2.2 sono elencate nel dettaglio le varie sostanze da ricercare tramite le dovute analisi di laboratorio, rispettivamente per le indagini *ante operam* e in fase di esecuzione.

4.4 Area 3

4.4.1 Uso pregresso ed attività svolte

L'Area 3 "Carbone" ricade in un'area a bassa antropizzazione con la presenza di aree agricole e qualche abitazione sparsa. L'area è caratterizzata dalla presenza dei Torrenti Mazzatore e Carbone che incidono delle strette vallate attraversate dal tracciato di progetto.

I terreni che interessano l'area sono caratterizzati dalla presenza prevalente dei litotipi della litofacies pelitico-arenacea del Flysch Numidico, talora con aspetto detritico.

In corrispondenza dell'area non si riscontra la presenza di attività di particolare impatto sull'ambiente ed il tracciato scorre in un'area prevalentemente occupata da terreno incolto e da qualche coltivazione agricola di

tipo arboricolo (uliveti).

4.4.2 Situazione progettuale

In corrispondenza delle vallate modellate dai summenzionati torrenti si attesteranno opere progettuali quali il viadotto a una campata di attraversamento del torrente Mazzatore (viadotto Carbone 1) e quello a due campate di attraversamento del torrente Carbone (Viadotto Carbone 2), entrambi fondati su pali di grande diametro, la trincea tra i due viadotti. Altre opere previste sono l'Elisuperficie Carbone, gli imbocchi lato Messina della galleria Cefalù, l'imbocco lato Palermo della galleria S. Ambrogio e l'adiacente piazzale di emergenza, le sistemazioni idrauliche dei corsi d'acqua attraversati. L'area sarà, inoltre, sede di importanti interventi di cantierizzazione e di successivo ripristino e reinserimento ambientale.

Gli scavi saranno condotti a cielo aperto tramite escavatori tradizionali che agiranno alle profondità massime dell'ordine di circa 15,00 ml. Non è previsto l'utilizzo di particolari additivi per l'esecuzione dello scavo.

Solo in corrispondenza di paratie e palificate, che saranno realizzate per il contenimento degli scavi sul lato monte e per le opere di sottofondazione dei viadotti Carbone 1 e 2, si prevede l'utilizzo di miscele cementizie per la realizzazione delle suddette opere di rinforzo. Lo scavo andrà effettuato successivamente alla realizzazione di tali opere e, pertanto, i materiali di scavo potranno, talora, contenere elementi antropici (calcestruzzi, miscele cementize e bentonitiche ecc.) derivanti dall'effettuazione dello scavo in prossimità delle paratie o dalla demolizione di queste in corrispondenza dell'imbocco della galleria.

4.4.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi si può affermare che non sono individuabili particolari produttori potenziali di contaminazione a meno di una contaminazione diffusa indotta dall'agricoltura, sebbene nell'area non si riscontra un'attività tale (agricoltura intensiva) da presupporre l'uso massiccio (e conseguentemente impattante sulle matrici ambientali) di contaminanti di origine agricola.

Particolari sorgenti di contaminazione si potrebbero individuare in occasionali episodici ed accidentali eventi di contaminazioni dovuti a sversamenti accidentali e/o perdite di sostanze inquinanti (gasolio, benzina, olio ecc.), in corrispondenza di insediamenti antropici.

Non risulta, comunque, che si siano verificati episodi di contaminazione pregressi né che siano state effettuate in passato indagini ambientali sull'area.

Possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni

Con l'intento di definire gli aspetti riguardanti i possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni avvenute, per quanto riguarda l'area in esame, dato che non sono state riscontrate evidenti condizioni di effettiva contaminazione, si è proceduto all'analisi dei vari aspetti riguardanti:

- le sorgenti della contaminazione potenziale;
- i vettori di trasporto di una eventuale contaminazione;

- i possibili bersagli di una eventuale contaminazione;
- le modalità di migrazione di una eventuale contaminazione e la sua evoluzione nel tempo e nello spazio.

Sorgenti della contaminazione potenziale

L'area in esame, soprattutto in corrispondenza delle aree da sottoporre ad indagini (*cf. Planimetrie in allegato*) è caratterizzata dalla presenza superficiale di materiali incoerenti sciolti, quali i limi sabbiosi, sabbie e ghiaie dei terreni di copertura delle sequenze lapidee del Flysch Numidico (*cf. § 3.2.3*). Allo stato attuale non sono stati riscontrate zone in cui si sono verificati episodi di sversamento di inquinanti né si è a conoscenza che tali episodi siano avvenuti.

Le indagini da svolgere saranno, pertanto, volte alla verifica della presenza di eventuale contaminazione, derivante dalle situazioni precedentemente evidenziate. Le acque sotterranee, viste le locali condizioni idrogeologiche (permeabilità medio-bassa e soggiacenza dipendente dalla locale presenza di falde sospese da livelli limosi meno permeabili, con profondità anche dell'ordine dei 30 m), potrebbero essere state interessate da un'eventuale contaminazione solo nel caso di sversamenti di contaminanti nel tempo o nel singolo episodio, oltre che in dipendenza della natura del contaminato ovvero della sua miscibilità in acqua.

In sintesi, le eventuali sorgenti primarie di contaminazione potenziale sono allo stato attuale individuabili in vari produttori di carattere antropico preesistenti e nelle attrezzature di scavo utilizzate in fase esecutiva delle opere progettuali, mentre le secondarie potrebbero essere individuabili prevalentemente nei terreni di sedime.

Vettori di trasporto

Nell'area, viste le caratteristiche riscontrate e le sorgenti di contaminazione potenzialmente individuabili, il fenomeno prevalente di contaminazione riscontrabile è quello derivante dalla migrazione dai terreni eventualmente contaminati agli strati più profondi e verso la falda.

Pertanto i vettori di trasporto sono associabili alle componenti verticali (con qualche componente sub-orizzontale negli orizzonti meno permeabili) di migrazione verso la falda sottostante e a quelle sub-orizzontali di deflusso della falda idrica sotterranea soggiacente l'area, che in corrispondenza del sito sono orientate prevalentemente in direzione Nord.

Bersagli della contaminazione

Data la contaminazione potenzialmente riscontrabile e la destinazione d'uso dell'area, i bersagli della contaminazione nei terreni sono individuabili:

- d) nei lavoratori che saranno addetti al cantiere, per via aerea (inalazione) da eventuali vapori risalenti dal sottosuolo oppure nel caso di scavi e successivo contatto dermico con i terreni eventualmente contaminati e/o inalazione dai medesimi;
- e) nei residenti, nel caso, allo stato attuale, ci si ritrova in presenza di abitazioni;
- f) nella falda idrica sotterranea, nel caso in cui la contaminazione venga idroveicolata sino a tale matrice e successivamente sia oggetto di migrazione e dispersione.

Modalità di migrazione di eventuali contaminanti

Riferendosi a quanto illustrato nel corrispondente paragrafo per l'Area 1, è verosimile supporre che la migrazione dalle presunte sorgenti di contaminazione secondarie verso le matrici ambientali sia inizialmente dominata dai meccanismi di trasporto convettivi: in particolare nel caso di deflussi idrici provenienti dalle precipitazioni meteoriche e successive infiltrazioni nel sottosuolo, sino al momento in cui il contaminante sia veicolato sino al livello della falda (in questo caso la componente prevalente è quella sub-orizzontale).

4.4.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti

Per l'area in esame, considerando quanto evidenziato nel precedente paragrafo e in riferimento alle sostanze elencate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs.152/2006, l'identificazione di eventuali contaminanti presenti può essere rivolta a quanto derivante da:

- d) eventuali episodi di sversamento derivanti dall'adiacente rete viaria, da mezzi di lavoro agricoli o da fusti (o altro contenitore) contenenti oli o carburanti;
- e) eventuali contaminazioni derivanti dalle attività di scavo condotte in fase di realizzazione delle opere progettuali;
- f) elevati tenori di metalli naturalmente presenti nella costituzione mineralogica delle rocce presenti.

Dai precedenti punti ne deriva che la ricerca di eventuale contaminazione può essere rivolta ai metalli (anche naturalmente presenti come valori di fondo) ed agli idrocarburi quali i totali, i policiclici e gli aromatici. Nel § 5.2.2 sono elencate nel dettaglio le varie sostanze da ricercare tramite le dovute analisi di laboratorio, per le indagini *ante operam*.

4.5 Area 4

4.5.1 Uso pregresso ed attività svolte

L'Area 4 "Galleria Naturale S. Ambrogio" ricade totalmente in sotterraneo in corrispondenza di un'area a bassa urbanizzazione, con rada presenza in superficie di immobili residenziali, occupata in prevalenza da coltivazioni agricole di tipo arboricolo (uliveti) o da terreno incolto.

I terreni che interessano l'area sono caratterizzati dalla presenza alternata delle tre litofacies del Flysch Numidico (pelitico-arenacea, siltitica e quarzarenitica).

In corrispondenza dell'area non si riscontra, quindi, la presenza di aree industriali di particolare impatto sull'ambiente.

4.5.2 Situazione progettuale

Gli interventi progettuali previsti in corrispondenza del sito sono quelli descritti nel § 3.1.7 del PdU, cui si rimanda per maggiori dettagli. In questa sede si provvede ad esporre le tematiche inerenti la produzione di materiale da scavo.

Salvo i tratti prossimi agli imbocchi, per la galleria naturale S. Ambrogio è previsto lo scavo meccanizzato in modalità "aperta" mentre per la relativa finestra è previsto lo scavo con sistema tradizionale a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava, preceduto, in parte, da interventi di precontenimento del fronte di scavo e del cavo, tramite iniezioni di resine (VTR) e/o miscele indurenti (PVC).

I materiali di scavo potranno, quindi, contenere elementi antropici (prevalentemente VTR e miscele cementizie).

4.5.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi si può affermare che non sono individuabili particolari produttori potenziali di contaminazione a meno di una contaminazione diffusa che potrebbe essere indotta dall'agricoltura, sebbene nell'area non si riscontri un'attività tale (agricoltura intensiva) da presupporre l'uso massiccio (e conseguentemente impattante sulle matrici ambientali) di contaminanti di origine agricola.

Particolari sorgenti di contaminazione si potrebbero individuare in occasionali episodici ed accidentali eventi di contaminazioni dovuti a sversamenti accidentali e/o perdite di sostanze inquinanti (gasolio, benzina, olio ecc.).

Non risulta, comunque, che si siano verificati episodi di contaminazione pregressi né che siano state effettuate in passato indagini ambientali sull'area.

Possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni

Con l'intento di definire gli aspetti riguardanti i possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni avvenute, per quanto riguarda l'area in esame, dato che non sono state riscontrate evidenti condizioni di effettiva contaminazione, si è proceduto all'analisi dei vari aspetti riguardanti:

- le sorgenti della contaminazione potenziale;
- i vettori di trasporto di una eventuale contaminazione;
- i possibili bersagli di una eventuale contaminazione;
- le modalità di migrazione di una eventuale contaminazione e la sua evoluzione nel tempo e nello spazio.

Sorgenti della contaminazione potenziale

L'area in esame, soprattutto in corrispondenza delle aree da sottoporre ad indagini (*cf. Planimetrie in allegato*), è caratterizzato dalla presenza di materiali lapidei del Flysch Numidico (*cf. § 3.2.4*). Allo stato attuale non sono stati riscontrate zone in cui si sono verificati episodi di sversamento di inquinanti né si è a conoscenza che tali episodi siano avvenuti.

Le indagini da svolgere, in corso d'opera, saranno, pertanto, volte alla verifica della presenza di eventuale contaminazione, derivante dalle situazioni precedentemente evidenziate. Le acque sotterranee, viste le locali condizioni idrogeologiche (permeabilità molto bassa), non sono un comparto ambientale d'interesse per il sito in esame.

In sintesi, le eventuali sorgenti primarie di contaminazione potenziale sono allo stato attuale individuabili in vari produttori di carattere antropico preesistenti e nelle attrezzature di scavo utilizzate in fase esecutiva delle opere progettuali, mentre le secondarie potrebbero essere individuabili prevalentemente nei terreni di sedime.

Vettori di trasporto

Nell'area, viste le caratteristiche riscontrate e le sorgenti di contaminazione potenzialmente individuabili, il fenomeno prevalente di contaminazione riscontrabile è quello derivante dalla migrazione dai terreni eventualmente contaminati agli strati più profondi.

Pertanto i vettori di trasporto sono associabili alle componenti verticali d'infiltrazione nel caso di sostanze fluide o miscibili in acque meteoriche.

Bersagli della contaminazione Data la contaminazione potenzialmente riscontrabile e la destinazione d'uso dell'area, i bersagli della contaminazione nei terreni sono individuabili:

- a) nei lavoratori che saranno addetti al cantiere, per via aerea (inalazione) da eventuali vapori risalenti dal sottosuolo oppure nel caso di scavi e successivo contatto dermico con i terreni eventualmente contaminati e/o inalazione dai medesimi;
- b) nei residenti, nel caso, allo stato attuale, ci si ritrova in presenza di abitazioni.

Modalità di migrazione di eventuali contaminanti

Considerate le condizioni idrogeologiche dell'area, con assenza di corpi idrici sotterranei significativi (cfr. § 3.3), è verosimile supporre che la migrazione dalle presunte sorgenti di contaminazione secondarie verso le matrici ambientali sia dominata dai meccanismi di trasporto convettivi: in particolare nel caso di deflussi idrici provenienti dalle precipitazioni meteoriche e successive infiltrazioni nel sottosuolo.

4.5.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti

Per l'area in esame, considerando quanto evidenziato nel precedente paragrafo e in riferimento alle sostanze elencate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs.152/2006, l'identificazione di eventuali contaminanti presenti può essere rivolta a quanto derivante da:

- a) eventuali episodi di sversamento derivanti dall'adiacente rete viaria, da mezzi di lavoro agricoli o da fusti (o altro contenitore) contenenti oli o carburanti;
- b) eventuali contaminazioni derivanti dalle attività di scavo condotte in fase di realizzazione delle opere progettuali;
- c) elevati tenori di metalli naturalmente presenti nella costituzione mineralogica delle rocce presenti.

Dai precedenti punti ne deriva che la ricerca di eventuale contaminazione può essere rivolta ai metalli ed agli idrocarburi quali i totali, i policiclici e gli aromatici.

Per l'area di cui si tratta non è stato possibile programmare esecuzione di indagini di caratterizzazione

ambientale *ante operam* in corrispondenza delle opere in sotterraneo previste. Infatti le profondità da raggiungere, obbligano ad effettuare i campionamenti mediante sondaggi con carotieri infissi tramite trivellazione ed i materiali da perforare spesso molto tenaci (orizzonti quarzarenitici), comportano l'uso obbligato di fluidi di perforazione, con un'elevata probabilità (se non certezza) di fenomeni di contaminazione incrociata e/o dispersione della contaminazione riscontrabile nelle matrici ambientali.

D'altronde le anzidette condizioni attuali di non rilevanza di importanti sorgenti di contaminazione e le caratteristiche di bassa permeabilità dei terreni incontrati (che presuppone una bassa probabilità di infiltrazione alle quote di scavo di contaminati di origine antropica provenienti dalla superficie) consentono di ritenere che le possibilità di inquinamenti di natura antropica possano aver interessato i materiali che saranno scavati in quest'area.

Nei § 6.2.2 sono elencate nel dettaglio le varie sostanze da ricercare tramite le dovute analisi di laboratorio, per le indagini in fase di esecuzione

4.6 Area 5

4.6.1 Uso pregresso ed attività svolte

L'Area 5 "Malpertugio" ricade in un'area a bassa antropizzazione con la presenza di aree agricole e qualche abitazione sparsa. L'area è caratterizzata dalla presenza del Torrente Malpertugio che incide la stretta vallata che viene attraversata dal tracciato di progetto.

I terreni che interessano l'area sono caratterizzati dalla presenza prevalente dei litotipi delle litofacies pelitico-arenacea e quarzosiltitica del Flysch Numidico, talora con aspetto detritico.

In corrispondenza dell'area non si riscontra la presenza di attività di particolare impatto sull'ambiente ed il tracciato scorre in un'area prevalentemente occupata da terreno incolto e da qualche coltivazione agricola di tipo arboricolo (uliveti).

4.6.2 Situazione progettuale

In corrispondenza delle vallate modellate dai summenzionati torrenti si attesteranno opere progettuali quali l'imbocco lato Messina della galleria S.Ambrogio (cfr. § 3.1.7 del PdU), la sistemazione idraulica del torrente (cfr. § 3.1.8 del PdU), la galleria naturale Malpertugio ed i suoi imbocchi (cfr. § 3.1.9 del PdU).

Gli scavi riguardanti la sistemazione idraulica del torrente e gli imbocchi delle gallerie, pertanto, saranno condotti a cielo aperto tramite escavatori tradizionali che agiranno alla profondità massima dell'ordine di 15,00 ml circa. Non è previsto l'utilizzo di particolari additivi per l'esecuzione dello scavo.

In corrispondenza di paratie e palificate, che saranno realizzate per il contenimento degli scavi sul lato monte, si prevede l'utilizzo di miscele cementizie per la realizzazione delle suddette opere di rinforzo. Lo scavo andrà effettuato successivamente alla realizzazione di tali opere e, pertanto, i materiali di scavo

potranno, talora, contenere elementi antropici (calcestruzzi, miscele cementizie e bentonitiche ecc.) derivanti dall'effettuazione dello scavo in prossimità delle paratie o dalla demolizione di queste in corrispondenza dell'imbocco della galleria.

Per la galleria naturale Malpertugio è previsto lo scavo con sistema tradizionale a piena sezione, con sagomatura del fronte a forma concava, preceduto, in parte, da interventi di precontenimento del fronte di scavo e del cavo, tramite iniezioni di resine (VTR) e/o miscele indurenti (PVC).

I materiali di scavo potranno, quindi, contenere elementi antropici (prevalentemente VTR e miscele cementizie).

4.6.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi si può affermare che non sono individuabili particolari produttori potenziali di contaminazione a meno di una contaminazione diffusa indotta dall'agricoltura, sebbene nell'area non si riscontri un'attività tale (agricoltura intensiva) da presupporre l'uso massiccio (e conseguentemente impattante sulle matrici ambientali) di contaminati di origine agricola.

Particolari sorgenti di contaminazione si potrebbero individuare in occasionali episodici ed accidentali eventi di contaminazioni dovuti a sversamenti accidentali e/o perdite di sostanze inquinanti (gasolio, benzina, olio ecc.), in corrispondenza di insediamenti antropici.

Non risulta, comunque, che si siano verificati episodi di contaminazione pregressi né che siano state effettuate in passato indagini ambientali sull'area.

Possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni

Con l'intento di definire gli aspetti riguardanti i possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni avvenute, per quanto riguarda l'area in esame, dato che non sono state riscontrate evidenti condizioni di effettiva contaminazione, si è proceduto all'analisi dei vari aspetti riguardanti:

- le sorgenti della contaminazione potenziale;
- i vettori di trasporto di una eventuale contaminazione;
- i possibili bersagli di una eventuale contaminazione;
- le modalità di migrazione di una eventuale contaminazione e la sua evoluzione nel tempo e nello spazio.

Sorgenti della contaminazione potenziale

L'area in esame, soprattutto in corrispondenza delle aree da sottoporre ad indagini *ante operam* (cfr. *Planimetrie in allegato*) è caratterizzato dalla presenza superficiale di materiali incoerenti sciolti, quali i limi sabbiosi, sabbie e ghiaie dei terreni di copertura delle sequenze lapidee del Flysch Numidico (cfr. § 3.2.1). Allo stato attuale non sono stati riscontrate zone in cui si sono verificati episodi di sversamento di inquinanti né si è a conoscenza che tali episodi siano avvenuti.

Le indagini da svolgere saranno, pertanto, volte alla verifica della presenza di eventuale contaminazione, derivante dalle situazioni precedentemente evidenziate. Le acque sotterranee, viste le locali condizioni idrogeologiche (permeabilità medio-bassa e soggiacenza dipendente dalla locale presenza di falde sospese da livelli limosi meno permeabili, con profondità anche dell'ordine dei 10 m), potrebbero essere state interessate da un'eventuale contaminazione solo nel caso di sversamenti di contaminanti nel tempo o nel singolo episodio, oltre che in dipendenza della natura del contaminato ovvero della sua miscibilità in acqua.

In sintesi, le eventuali sorgenti primarie di contaminazione potenziale sono allo stato attuale individuabili in vari produttori di carattere antropico, mentre le secondarie potrebbero essere individuabili prevalentemente nei terreni di sedime.

Vettori di trasporto

Nell'area, viste le caratteristiche riscontrate e le sorgenti di contaminazione potenzialmente individuabili, il fenomeno prevalente di contaminazione riscontrabile è quello derivante dalla migrazione dai terreni eventualmente contaminati agli strati più profondi e verso la falda.

Pertanto i vettori di trasporto sono associabili alle componenti verticali (con qualche componente sub-orizzontale negli orizzonti meno permeabili) di migrazione verso la falda sottostante e a quelle sub-orizzontali di deflusso della falda idrica sotterranea soggiacente l'area, che in corrispondenza del sito sono orientate prevalentemente in direzione Nord.

Bersagli della contaminazione

Data la contaminazione potenzialmente riscontrabile e la destinazione d'uso dell'area, i bersagli della contaminazione nei terreni sono individuabili:

- c) nei lavoratori che saranno addetti al cantiere, per via aerea (inalazione) da eventuali vapori risalenti dal sottosuolo oppure nel caso di scavi e successivo contatto dermico con i terreni eventualmente contaminati e/o inalazione dai medesimi;
- d) nei residenti, nel caso, allo stato attuale, ci si ritrova in presenza di abitazioni;
- e) nella falda idrica sotterranea, nel caso in cui la contaminazione venga idroveicolata sino a tale matrice e successivamente sia oggetto di migrazione e dispersione.

Modalità di migrazione di eventuali contaminanti

Considerata la presenza nell'area di coltri detritiche e terreni di copertura alluvionale, per le motivazioni di cui al § 3.3, si può assumere l'ipotesi che il terreno dell'area in esame sia insaturo almeno sino alla profondità di 5 m dal p.c. (deflussi subsuperficiali), supponendo che la migrazione dalle presunte sorgenti di contaminazione secondarie verso le matrici ambientali sia inizialmente dominata dai meccanismi di trasporto convettivi: in particolare nel caso di deflussi idrici provenienti dalle precipitazioni meteoriche e successive infiltrazioni nel sottosuolo, sino al momento in cui il contaminante sia veicolato sino al livello della falda (in questo caso la componente prevalente è quella sub-orizzontale).

4.6.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti

Per l'area in esame, considerando quanto evidenziato nel precedente paragrafo e in riferimento alle sostanze elencate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs.152/2006, l'identificazione di eventuali contaminanti presenti può essere rivolta a quanto derivante da:

- a) eventuali episodi di sversamento derivanti dall'adiacente rete viaria, da mezzi di lavoro agricoli o da fusti (o altro contenitore) contenenti oli o carburanti;
- b) eventuali contaminazioni derivanti dalle attività di scavo condotte in fase di realizzazione delle opere progettuali;
- c) elevati tenori di metalli naturalmente presenti nella costituzione mineralogica delle rocce presenti.

Dai precedenti punti ne deriva che la ricerca di eventuale contaminazione può essere rivolta ai metalli ed agli idrocarburi quali i totali, i policiclici e gli aromatici.

Per l'area di cui si tratta non è stato possibile programmare esecuzione di indagini di caratterizzazione ambientale ante operam in corrispondenza delle opere in sotterraneo previste. Infatti le profondità da raggiungere, obbligano ad effettuare i campionamenti mediante sondaggi con carotieri infissi tramite trivellazione ed i materiali da perforare spesso molto tenaci (orizzonti quarzarenitici), comportano l'uso obbligato di fluidi di perforazione, con un'elevata probabilità (se non certezza) di fenomeni di contaminazione incrociata e/o dispersione della contaminazione riscontrabile nelle matrici ambientali.

D'altronde le anzidette condizioni attuali di non rilevanza di importanti sorgenti di contaminazione e le caratteristiche di bassa permeabilità dei terreni incontrati (che presuppone una bassa probabilità di infiltrazione alle quote di scavo di contaminati di origine antropica provenienti dalla superficie) consentono di ritenere che le possibilità di inquinamenti di natura antropica possano aver interessato i materiali che saranno scavati in quest'area.

Nei § 5.2.2 e § 6.2.2 sono elencate nel dettaglio le varie sostanze da ricercare tramite le dovute analisi di laboratorio, rispettivamente per le indagini *ante operam* e in fase di esecuzione.

4.7 Area 6

4.7.1 Uso pregresso ed attività svolte

L'Area 6 "Stazione Castelbuono" ricade in un'area a bassa antropizzazione con la presenza di aree agricole e qualche abitazione sparsa, oltre all'esistente stazione ferroviaria. L'area è caratterizzata dalla presenza della suddetta stazione ed è posta a ridosso della linea di costa.

I terreni che interessano l'area sono caratterizzati dalla presenza prevalente dei litotipi delle litofacies pelitico-arenacea e quarzarenitica del Flysch Numidico, sottostanti coperture detritiche, alluvionali e di riporto (in corrispondenza della stazione).

In corrispondenza dell'area non si riscontra la presenza di attività di particolare impatto sull'ambiente ed il

tracciato scorre in un'area prevalentemente occupata da terreno incolto e da qualche coltivazione agricola di tipo arboricolo (uliveti). Unica eccezione è costituita dalla stazione ferroviaria che, sebbene di piccole dimensioni, per le sue caratteristiche operative (passaggio e sosta di mezzi meccanici), potrebbe essere associabile al rilascio accidentale in suolo ed in sottosuolo di contaminati prevalentemente identificabili come idrocarburi (grassi, olii, carburanti). Una situazione analoga si potrebbe associare all'adiacente S.S. 113 che sarà oggetto di interventi progettuali, tramite scavi e demolizioni.

4.7.2 Situazione progettuale

In corrispondenza dell'area in esame si eseguiranno opere progettuali quali la Stazione Castelbuono e le opere connesse (cfr. § 3.1.9 del PdU), tra cui la deviazione della S.S. 113.

Gli scavi, pertanto, saranno condotti a cielo aperto tramite escavatori tradizionali che agiranno alla profondità massima di qualche metro. Non è previsto l'utilizzo di particolari additivi per l'esecuzione dello scavo.

Solo in corrispondenza di paratie e palificate, che saranno realizzate per il contenimento degli scavi sul lato monte, si prevede l'utilizzo di miscele cementizie per la realizzazione delle suddette opere di rinforzo. Lo scavo andrà effettuato successivamente alla realizzazione di tali opere e, pertanto, i materiali di scavo potranno, talora, contenere elementi antropici (calcestruzzi, miscele cementizie e bentonitiche ecc.) derivanti dall'effettuazione dello scavo in prossimità delle paratie o dalla demolizione di queste in corrispondenza dell'imbocco della galleria.

4.7.3 Individuazione delle aree a maggiore possibilità di inquinamento

Alla luce di quanto esposto nei precedenti paragrafi sono individuabili produttori potenziali di contaminazione associabili alla stazione ed all'asse viario. Per la restante parte del tracciato si potrebbe individuare una situazione di potenziale contaminazione diffusa indotta dall'agricoltura, sebbene nell'area non si riscontri un'attività tale (agricoltura intensiva) da presupporre l'uso massiccio (e conseguentemente impattante sulle matrici ambientali) di contaminanti di origine agricola.

Particolari sorgenti di contaminazione si potrebbero, pertanto, individuare in occasionali episodici ed accidentali eventi di contaminazioni dovuti a sversamenti accidentali e/o perdite di sostanze inquinanti (gasolio, benzina, olio ecc.), in corrispondenza delle due sorgenti potenziali individuate (stazione ed S.S. 113).

Non risulta, comunque, che si siano verificati episodi di contaminazione pregressi né che siano state effettuate in passato indagini ambientali sull'area.

Possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni

Con l'intento di definire gli aspetti riguardanti i possibili percorsi di migrazione di eventuali contaminazioni avvenute, per quanto riguarda l'area in esame, dato che non sono state riscontrate condizioni di effettiva contaminazione, si è proceduto all'analisi dei vari aspetti riguardanti:

- le sorgenti della contaminazione potenziale;

- i vettori di trasporto di una eventuale contaminazione;
- i possibili bersagli di una eventuale contaminazione;
- le modalità di migrazione di una eventuale contaminazione e la sua evoluzione nel tempo e nello spazio.

Sorgenti della contaminazione potenziale

L'area in esame, soprattutto in corrispondenza delle aree da sottoporre ad indagini (*cf. Planimetrie in allegato*) è caratterizzato dalla presenza superficiale di materiali incoerenti sciolti, quali i limi sabbiosi, sabbie e ghiaie dei terreni di copertura delle sequenze lapidee del Flysch Numidico (*cf. § 3.2.6*). Allo stato attuale non sono stati riscontrate zone in cui si sono verificati episodi di sversamento di inquinanti né si è a conoscenza che tali episodi siano avvenuti.

Le indagini da svolgere saranno, pertanto, volte alla verifica della presenza di eventuale contaminazione, derivante dalle situazioni precedentemente evidenziate. Le acque sotterranee, viste le locali condizioni idrogeologiche (permeabilità medio-bassa e soggiacenza dipendente dalla locale presenza di falde sospese da livelli limosi meno permeabili, con profondità anche dell'ordine dei 10 m), potrebbero essere state interessate da un'eventuale contaminazione solo nel caso di sversamenti di contaminanti nel tempo o nel singolo episodio, oltre che in dipendenza della natura del contaminato ovvero della sua miscibilità in acqua.

In sintesi, le eventuali sorgenti primarie di contaminazione potenziale sono allo stato attuale individuabili in vari produttori di carattere antropico, mentre le secondarie potrebbero essere individuabili prevalentemente nei terreni di sedime.

Vettori di trasporto

Nell'area, viste le caratteristiche riscontrate e le sorgenti di contaminazione potenzialmente individuabili, il fenomeno prevalente di contaminazione riscontrabile è quello derivante dalla migrazione dai terreni eventualmente contaminati agli strati più profondi e verso la falda.

Pertanto i vettori di trasporto sono associabili alle componenti verticali (con qualche componente sub-orizzontale negli orizzonti meno permeabili) di migrazione verso la falda sottostante e a quelle sub-orizzontali di deflusso della falda idrica sotterranea soggiacente l'area, che in corrispondenza del sito sono orientate prevalentemente in direzione Nord.

Bersagli della contaminazione

Data la contaminazione potenzialmente riscontrabile e la destinazione d'uso dell'area, nell'area i bersagli della contaminazione nei terreni sono individuabili:

- a) nei lavoratori che saranno addetti al cantiere, per via aerea (inalazione) da eventuali vapori risalenti dal sottosuolo oppure nel caso di scavi e successivo contatto dermico con i terreni eventualmente contaminati e/o inalazione dai medesimi;
- b) nei residenti, nel caso, allo stato attuale, ci si ritrova in presenza di abitazioni;
- c) nella falda idrica sotterranea, nel caso in cui la contaminazione venga idroveicolata sino a tale matrice e successivamente sia oggetto di migrazione e dispersione.

Modalità di migrazione di eventuali contaminanti

Considerata la presenza nell'area di coltri detritiche e terreni di copertura alluvionale, per le motivazioni di cui al § 3.3, si può assumere l'ipotesi che il terreno dell'area in esame sia insaturo almeno sino alla profondità di 5 m dal p.c. (deflussi subsuperficiali), supponendo che la migrazione dalle presunte sorgenti di contaminazione secondarie verso le matrici ambientali sia inizialmente dominata dai meccanismi di trasporto convettivi: in particolare nel caso di deflussi idrici provenienti dalle precipitazioni meteoriche e successive infiltrazioni nel sottosuolo, sino al momento in cui il contaminante sia veicolato sino al livello della falda (in questo caso la componente prevalente è quella sub-orizzontale).

4.7.4 Identificazione delle possibili sostanze presenti

Per l'area in esame, considerando quanto evidenziato nel precedente paragrafo e in riferimento alle sostanze elencate nella Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs.152/2006, l'identificazione di eventuali contaminanti presenti può essere rivolta a quanto derivante da:

- a) eventuali episodi di sversamento derivanti dall'adiacente rete viaria, da mezzi di lavoro agricoli o da fusti (o altro contenitore) contenenti oli o carburanti;
- b) eventuali contaminazioni derivanti dalle attività di scavo condotte in fase di realizzazione delle opere progettuali;
- c) elevati tenori di metalli naturalmente presenti nella costituzione mineralogica delle rocce presenti.

Dai precedenti punti ne deriva che la ricerca di eventuale contaminazione può essere rivolta ai metalli ed agli idrocarburi quali i totali, i policiclici e gli aromatici. Nel § 5.2.2 sono elencate nel dettaglio le varie sostanze da ricercare tramite le dovute analisi di laboratorio, per le indagini *ante operam*.

4.8 Conclusioni

Ai fini della verifica della qualità delle aree in esame, intesa come accertamento del rispetto dei requisiti ambientali dei materiali da scavo che da dette aree proverranno, si prevede, per tutte esse, uno specifico piano di indagini *ante operam* e *in fase esecutiva*, con le modalità ed i criteri di cui agli Allegati 4 e 8 al D.M. 161/2012, piani che saranno oggetto dei successivi paragrafi.

5 CARATTERIZZAZIONE ANTE OPERAM

Di seguito si descrivono le indagini dirette, i campionamenti, le metodologie dell'esecuzione dell'investigazione e il piano delle analisi chimico-fisiche da svolgere in laboratorio per determinare la presenza e la concentrazione di eventuali inquinanti nelle matrici interessate sulla base delle conoscenze derivanti dall'esame dello stato ambientale dei siti di produzione, esposto nei precedenti capitoli.

5.1 Criteri adottati nelle indagini *ante operam*

In accordo con l'Allegato 2 al D.M. 161/2012, che illustra le procedure di campionamento in fase di progettazione, la caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo provenienti dalle aree di produzione in esame, sarà eseguita mediante scavi esplorativi (trincee) la cui densità è basata su criteri di tipo statistico.

Trattandosi di interventi progettuali di un'opera infrastrutturale lineare (ferrovia), la norma prevede che il campionamento sia effettuato sulla linea progettuale con una distanza minima di 500 m lineari tra un punto e l'altro, rispettando, inoltre, la presenza di particolari sorgenti potenziali di contaminazione (strade adiacenti e/o attività produttive).

I campioni saranno prelevati tramite due modalità:

- 1) Scavi esplorativi
- 2) Sondaggi geognostici a carattere ambientale

Nel primo caso, la profondità di indagine, prevista non oltre i 3 m, è stata determinata considerando che nelle aree in cui non si ha presenza di potenziali sorgenti contaminanti non vi è motivo di indagare oltre la suddetta profondità, in quanto una eventuale contaminazione proveniente dalla superficie se non è presente nei primi 3 m non lo è nemmeno in quelli successivi. Difatti al disotto dello strato aerato e pedologicamente più alterato (suolo), che nella zona non va oltre 1,5 metri (a meno dell'estesa presenza di apparati radicali arborei), i contaminati quali metalli e idrocarburi sono difficilmente rimovibili e degradabili.

Pertanto, nel caso di valori di fondo naturali, soprattutto per le formazioni geologiche interessate, a 3 m si è già in condizioni esenti da alterazioni pedologiche e quindi ci si ritrova negli orizzonti rappresentativi della formazione geologica indagata, per quanto riguarda la presenza di elementi associabili ai metalli di Tab. 1 dell'Allegato 5 (i metalli se sono presenti nei livelli superficiali alterati, a maggior ragione sono presenti nei livelli più profondi non alterati, possibilmente in differenti fasi mineralogiche ma con concentrazioni simili).

D'altronde l'assetto geologico locale del tracciato progettuale, in cui non si hanno rilevanti variazioni formazionali latero-verticali (si ricade quasi sempre nella formazione del Flysch Numidico – *cfr* § 3.1), permette, nella media, di avere valori rappresentativi dei valori di fondo naturali nel numero di campioni che si prevede di prelevare, senza la necessità di prelevare campioni a profondità maggiori.

In sintesi, riguardo alle profondità previste nelle suddette trincee ci si spingerà alle profondità ritenute opportune per raggiungere gli scopi dell'indagine da svolgere ossia:

- verificare l'eventuale presenza di contaminazione (superamenti delle CSC di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.);
- constatare i valori di fondo naturali di eventuali sostanze/composti con superamenti oltre le suddette CSC.

Nel caso dei sondaggi, previsti in corrispondenza di alcune opere con profondità non eccessive ed in presenza di formazioni significativamente campionabili dal punto vista ambientale (formazioni non lapidee), la profondità di indagine corrisponde con quella delle suddette opere, così come la profondità dei campionamenti previsti coincide con quelle dello scavo progettuale (a meno di evidente presenza di orizzonti lapidei tenaci).

5.2 Esecuzione delle indagini

Nelle aree oggetto delle indagini, alla luce dei quadri progettuale ed ambientale evidenziati ed illustrati nel precedente capitolo, i punti su cui focalizzare le indagini sono:

- l'eventuale presenza di contaminazione (superamenti delle CSC di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.);
- i valori di fondo naturali di eventuali sostanze/composti con superamenti oltre le suddette CSC.

A tal fine e premettendo che tutte le indagini e i campionamenti andranno eseguiti in accordo a quanto descritto nell'Allegato 2 al D.M. 161/2012, in tale fase sono previste le seguenti attività:

- Indagini dirette sui terreni (caratterizzazione geostratigrafica e campionamento)
- Analisi chimiche

5.2.1 Indagini dirette sui terreni

Le indagini saranno espletate con due modalità:

- 1) **Trincee di scavo:** laddove le operazioni di scavo previste in progetto non prevedono il raggiungimento di profondità non superiori a qualche metro;
- 2) **Sondaggi a carotaggio continuo:** laddove le operazioni di scavo previste in progetto prevedono il raggiungimento di profondità significative. Tale previsione comporta, per le ragioni tecniche già illustrate, delle limitazioni legate sia alle profondità che alla presenza di orizzonti lapidei tenaci.

Trincee di scavo

Si prevede l'esecuzione di **scavi**, dimensionati 1 m (larghezza) x 3 m (lunghezza) x 2 o 3 m (profondità), tramite escavatore a benna rovescia di dimensioni opportune, al fine di realizzare delle trincee esplorative geognostiche e verificare qualitativamente e quantitativamente lo stato del terreno e l'eventuale presenza, nello stesso, di contaminazione.

In Tabella 2, riportata nel seguito, si procede all'elencazione dei suddetti punti.

Area	Punto	PK	Sez.	Modalità prelievo	Prof.	Opera d'arte	Note	Geologia	Tav.
1	1	62+946	322	Trincea	3 m	GA Ogliastrillo		Tm	1
1	2	63+150	326	Trincea	3 m	GA Ogliastrillo		Tm	1
2	SC02	63+182		Sondaggio	18 m	Imbocco GN Cefalù lato Palermo	Prelievo 3 campioni	Tm	1
2	13	0+030*	1*	Trincea	3 m	Drenaggio Rio Pisc.	*Sez. e pk riferite a relativi elaborati progettuali	af	4
2	14	0+069*	4*	Trincea	3 m	Drenaggio Rio Pisc.		af	4
2	SC03	66+245		Sondaggio	30 m	Pozzo uscita di sicurezza – Fermata Cefalù	Prelievo 4 campioni	dt	5
2	SC01	69+858		Sondaggio	16 m	Imbocco GN Cefalù lato Messina	Prelievo 3 campioni	dt	9-10
3	41	69+900	461	Trincea	2 m	VD Carbone 1		FNaq	9-10
5	64	00+120*	3*	Trincea	3 m	Sist. Idr. T. Malpert.	*Sez. e pk riferite a relativi elaborati progettuali	af	15
5	65	00+260*	7*	Trincea	3 m	Sist. Idr. T. Malpert.		af	15
5	66	74+236	548	Trincea	3 m	GA Malpertugio W		dt	15
6	69	74+486	553	Trincea	3 m	Staz. Castelbuono		dt	15
6	70	74+609		Trincea	2 m	Staz. Castelbuono		r	15
6	72	74+886	561	Trincea	2 m	Trincea		dt	15
6	72	75+036	564	Trincea	2 m	Trincea		r	16

Aree di Caratterizzazione

- 1 = OGLIASTRILLO
2 = GALLERIA NATURALE CEFALU'
3 = CARBONE
4 = GALLERIA NATURALE S. AMBROGIO
5 = MALPERTUGIO
6 = STAZIONE CASTELBUONO

Quantità campioni da prelevare

n. 10 campioni composti da prelevare tramite sondaggi a carotaggio continuo prof. 3 m (3+3+4)	10
n. 24 campioni composti da prelevare tramite scavo superficiale prof. 3 m (1 x ogni m x 8 scavi)	24
n. 8 campioni composti da prelevare tramite scavo superficiale prof. 2 m (1 x ogni m x 4 scavi)	8

TOTALE 42

Modalità prelievo

Trincea = Campioni composti da scavo superficiale da eseguire con escavatore, largh. 0,5-1,0 m, lungh. 2-3 m

Sondaggio = Campioni composti prelevati con sondaggio a carotaggio continuo a secco eseguito con trivella

Geologia

r = riporto

af = alluvioni fluviali

dt = detrito di falda

Tm = Depositi marini terrazzati

FNaq = Facies pelitico-arenacea del Flysch Numidico

Nota: le sigle sono le medesime adottate nello studio geologico del PE

Tabella 2 – Elenco dei punti di campionamento con prelievi da effettuare ante operam

All'interno di ogni scavo si provvederà al prelievo di n° 2 o 3 campioni di terreno:

- uno rappresentativo del primo metro, ad esclusione dello strato di terreno vegetale,
- il secondo rappresentativo dell'orizzonte compreso tra il primo ed il secondo metro o, se si raggiunge solo la profondità di 2 m, della zona di fondo scavo;
- il terzo rappresentativo della zona di fondo scavo (se è prevista la profondità di 3 m).

Le modalità di prelievo saranno le seguenti:

- dopo il raggiungimento della profondità di 1 m (o anche meno se prima si riscontra il substrato lapideo), si preleveranno di n. 5 campioni elementari per ogni parete dello scavo; tali campioni saranno tutti depositi su un telo nuovo in PE per procedere alla loro omogeneizzazione e quartatura; ogni singolo campione composito, derivante dalla omogeneizzazione e quartatura dei campioni elementari, si denominerà "**SCX/1**", dove per X si intende il numero dello scavo e per 1 si intende il numero di campione del punto indagato;
- al raggiungimento della profondità di 2 m, si procederà al prelievo di n. 10 campioni elementari dal fondo scavo; tali campioni saranno depositi su un telo pulito in PE per procedere alla loro omogeneizzazione e quartatura; ogni singolo campione composito, derivante dalla omogeneizzazione e quartatura dei campioni elementari, si denominerà "**SCX/2**", dove per X si intende il numero dello scavo e per 2 si intende il numero di campione del punto indagato;
- al raggiungimento della profondità di 3 m (se prevista), si procederà al al prelievo di n. 10 campioni elementari dal fondo scavo; tali campioni saranno depositi su un telo pulito in PE per procedere alla loro omogeneizzazione e quartatura; ogni singolo campione composito, derivante dalla omogeneizzazione e quartatura dei campioni elementari, si denominerà "**SCX/3**", dove per X si intende il numero dello scavo e per 3 si intende la profondità interessata.

Nel caso in cui a livello organolettico si evidenzi la presenza di contaminazione sul fondo dello scavo, si procederà per altri 0,5 m, con le stesse modalità sopra riportate, al campionamento di terreno, e così via sino a non avere più evidenze di contaminazione.

Per ogni scavo si procederà alla descrizione stratigrafica ed alla redazione di una dettagliata documentazione fotografica.

Nel caso in cui si riscontri la presenza di materiali di riporto si dovrà procedere alla valutazione percentuale in massa degli elementi di origine antropica.

I terreni rimossi saranno riposti all'interno dello scavo eseguito con lo stesso ordine di estrazione. A fine operazione si porrà sullo scavo un paletto segnaletico con sigla dello stesso.

Sondaggi a carotaggio

I sondaggi previsti sono indicati in tabella 4. Le perforazioni dovranno essere eseguite a carotaggio continuo, a secco, con diametro del carotiere pari a 101 mm e diametro minimo del rivestimento 127 mm, sino alle profondità indicate in Tabella 4.

Si deve evitare l'uso di fluidi di perforazione durante la realizzazione dei sondaggi e l'utilizzo di grassi sintetici o minerali per le aste di perforazione, adottando solo margarina vegetale.

Devono evitarsi, inoltre, fenomeni di surriscaldamento del materiale onde evitare la conseguente perdita di contaminanti volatili o termodegradabili, operando a bassa velocità.

Le percentuali di recupero del carotaggio devono essere superiori al 90% nei terreni coesivi e non inferiori al 75 % nei materiali sciolti.

Le carote di terreno estratte devono essere conservate in apposite cassette catalogatrici in PVC, suddivise in cinque scomparti a vaschetta da un metro, sulle quali è stato riportato la sigla del sondaggio e l'intervallo di perforazione corrispondente: Al loro completamento, devono essere oggetto di rilievi fotografici. In seguito saranno conservate in ambiente coperto, a disposizione della committenza.

Occorre specificare che le cassette catalogatrici, contenenti le parti di "carote" non utilizzate per il prelievo di campioni, saranno custodite fino a quando la committenza riterrà opportuno.

Chiusura dei sondaggi

Al termine delle operazioni di perforazione tutti i sondaggi, non attrezzati a piezometro, devono essere sigillati entro la giornata di ultimazione, con bentonite espansa in pellets e boiaccia cementizia allo scopo di impedire contaminazioni accidentali.

Logs di perforazione

Per ogni perforazione il tecnico presente alle operazioni deve provvedere ad annotare la descrizione del materiale recuperato, indicando colore, composizione litologica, dettagli sulle attrezzature di perforazione, presenza di eventuale falda durante la fase di perforazione.

Al termine delle attività di cantiere deve essere redatta, per ogni sondaggio, una stratigrafia riassuntiva, a cura di un geologo, basata sull'esame diretto delle carote e sulla raccolta di tutte le informazioni ottenute durante la perforazione, riportata in allegato alla presente.

Georeferenziazione

Tutti i sondaggi devono essere georeferenziati tramite rilievo eseguito da topografi incaricati dalla committenza.

Decontaminazione delle attrezzature di perforazione

Al fine di evitare la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante e nella matrice ambientale perforata e campionata (*cross-contamination*), si deve procedere a:

- Controllare l'assenza di perdite di oli, lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante il campionamento;
- Effettuare il lavaggio di aste e carotieri al termine di ogni sondaggio, con idropulitrice a vapore, al fine di evitare la produzione di eccessive quantità di fluidi di lavaggio;
- In tutte le operazioni di decontaminazione utilizzare acqua non contaminata (potabile);
- Predisporre, per la decontaminazione delle attrezzature, un'area piana di dimensione minima 10 x 10 m, delimitata e impermeabilizzata con teli in PE o materiale simile, posta ad una distanza dall'area di campionamento sufficiente ad evitare la diffusione dell'inquinamento alle matrici

campionate;

- Nel maneggiare le attrezzature di campionamento devono utilizzarsi guanti monouso.

Dettagli sulle modalità di campionamento

Il prelievo dei campioni del terreno da sottoporre ad analisi quantitativa, sarà effettuato in accordo ai criteri contenuti nella norma **UNI 10802** e nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, alla sezione "Campionamenti terreni e acque sotterranee".

La formazione dei campioni per le analisi sarà effettuata secondo la seguente sequenza operativa:

- Prelievo e preparazione dei campioni per l'analisi dei composti non volatili. Il terreno sarà prelevato e collocato in un contenitore di vetro a chiusura ermetica del volume di circa 1000 ml. I contenitori saranno conservati in ambiente refrigerato a 4°C;
- Prelievo e preparazione dei campioni per l'analisi dei composti volatili. Il terreno sarà prelevato e collocato in un contenitore di vetro a chiusura ermetica tipo vial del volume di circa 40 ml. I contenitori saranno conservati in ambiente refrigerato a 4°C.

5.2.2 Determinazioni analitiche sui terreni

I campioni da consegnare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Il set di parametri analitici da ricercare è stato definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera.

In relazione alle attività di caratterizzazione ante operam, si è definito con ARPA S.T. di Palermo di includere, nei set analitici delle terre, il parametro stagno. Infatti, per detto parametro, esistono, nell'ambito territoriale in cui ricadono l'opera e i siti di destinazione, frequenti riscontri di superamento della relativa CSC dettata dalla norma, superamenti che, in prima istanza, in base a considerazioni di carattere generale, possono ritenersi connessi al contesto naturale di quell'ambito territoriale..

Sulla base di quanto sopra esposto, i parametri e le metodiche da considerare sono i seguenti:

PROVA ANALITICA	METODO DI PROVA
SCHELETRO (2 mm – 2 cm)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1
RESIDUO A 105°C	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
RESIDUO A 105°C DELLA FRAZIONE FINE SECCA ALL'ARIA	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
ARSENICO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CADMIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
COBALTO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO TOTALE	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO ESAVALENTE	UNI EN ISO 15192:2007

MERCURIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
NICHEL	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
PIOMBO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
RAME	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
SELENIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
STAGNO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
ZINCO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI	EPA 5035 A 2002 bassa concentrazione + EPA 8260C 2006
<i>Benzene</i>	
<i>Etilbenzene</i>	
<i>Stirene</i>	
<i>Toluene</i>	
<i>o-xilene</i>	
<i>(m + p)-xilene</i>	
<i>Xileni (Somma Medium Bound)</i>	
<i>Sommatoria medium bound solventi organici aromatici (da 20 a 23)</i>	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
<i>Benzo(a)antracene</i>	
<i>Benzo(a)pirene</i>	
<i>Benzo(b)fluorantene</i>	
<i>Benzo(k)fluorantene</i>	
<i>Benzo(g,h,i)perilene</i>	
<i>Crisene</i>	
<i>Dibenzo(a,e)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,l)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,i)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,h)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,h)antracene</i>	
<i>Indeno(1,2,3-cd)pirene</i>	
<i>Pirene</i>	
<i>Sommatoria medium bound idrocarburi policiclici aromatici (da 25 a 37)</i>	
<i>Naftalene</i>	
<i>Acenaftilene</i>	
<i>Acenaftene</i>	
<i>Fluorene</i>	
<i>Fenantrene</i>	
<i>Antracene</i>	
<i>Fluorantene</i>	
IDROCARBURI PESANTI C > 12	+ UNI EN ISO 16703:2011
AMIANTO	DM 06/09/94 GU n° 288 10/12/1994 All. 1 Met B

Le metodiche indicate sono da intendersi come riferimento. Le analisi chimico-fisiche saranno comunque condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

I risultati delle analisi sui campioni saranno confrontati con le Concentrazioni soglia di contaminazione (Csc) di cui alle colonne A e B della Tabella 1 in Allegato 5 al Titolo V Parte Quarta del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i...

Il rispetto dei requisiti di qualità ambientale di cui all'articolo 184-bis, comma 1, lettera d), del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i. per l'utilizzo dei materiali da scavo come sottoprodotti e

conseguentemente in conformità all'art. 4, comma 1 del D.M. 161/2012, sarà pertanto garantito accertando che il contenuto di sostanze inquinanti all'interno dei materiali da scavo sia inferiore alle Concentrazioni soglia di contaminazione (Csc), di cui alle colonne A e B della Tabella 1 in Allegato 5, al Titolo V Parte Quarta del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione urbanistica del sito di destinazione, salvo eventuali rilevamenti di valori di fondo naturali superiori alle Csc di riferimento per il sito stesso.

5.3 Indagini supplementari per la determinazione dei valori di fondo naturale dei terreni

Ai fini della determinazione dei valori di fondo naturale, per quanto riguarda i metalli e, in particolare, lo stagno, oltre all'esecuzione delle indagini con le modalità sopra esposte si procederà all'effettuazione di prelievi di campioni dalle cassette catalogatrici dei sondaggi elencati nella seguente tabella.

Sigla	H1	H2	Campione C1			Campione C2			Campione C3		
			Prof. [m]	litologia	matrice	Prof. [m]	litologia	matrice	Prof. [m]	litologia	matrice
SL1	34,1	43,7	34-35	Argilliti e siltiti di colore grigio con passaggi quarzosiltitici	incoerente coesiva	40-41	Argilliti di colore grigio con struttura in scaglie	incoerente coesiva	-		
SL4	110,3	120,9	111-112	Siltiti e quarzosiltiti grigie	lapidea tenace	119-120	Siltiti e quarzosiltiti grigie	lapidea tenace	-		
SL5	130,4	141,0	130-131	Quarzarenite grigia a grana fine	lapidea tenace	140-141	Quarzarenite grigia a grana fine con livello brecciato	lapidea fratturata	-		
SL6	114,7	124,2	118-119	Siltite lapidea e qzsiltite grigia con livelli brecciati	lapidea fratturata	122-123	Siltite lapidea e qzsiltite grigia con livelli notevolmente brecciati	lapidea fratturata	-		
SL7	296,5	307,1	297-298	Quarzarenite grigia a grana fine	lapidea tenace	305-306	Quarzarenite grigia a grana fine	lapidea tenace	-		
SL8	122,5	133,1	121-122	Quarzarenite grigia a grana fine brecciata	lapidea fratturata	132-133	Quarzarenite grigia a grana fine brecciata	lapidea fratturata	-		
SL9	63,4	77,8	63-64	Argilliti a scaglie grigie	incoerente coesiva	77-78	Siltite lapidea grigia brecciata	lapidea fratturata	-		
SL10	0,0	7,0	2-3	Coltre detritica	incoerente coesiva	5-6	Argille color tabacco	incoerente coesiva	15-16	Argilliti	incoerente coesiva
SL11	0,0	10,0	1-2	Limi sabbiosi	incoerente coesiva	4-5	Argille limoso-sabbiose	incoerente coesiva	9-10	Argilliti e argille limose	incoerente coesiva
SL13	37,9	50,5	38-39	Argilliti	incoerente coesiva	50-51	Sabbie limose grigie	incoerente non coesiva	-		

Tabella 3 – Elenco dei sondaggi già svolti, con prelievi da effettuare *ante operam* ai fini della determinazione dei valori di fondo naturale.

In tabella 3 sono indicate le quote d'interesse progettuale dello scavo della galleria (H1 quota superiore dello scavo e H2 quota inferiore), intercettate dal sondaggio e gli intervalli di prelievo dalle carote estratte. Si è proceduto, inoltre, alla specificazione della formazione incontrata, e al tipo di matrice interessata.

Per le finalità da perseguire, i parametri e le metodiche da considerare sono i seguenti:

PROVA ANALITICA	METODO DI PROVA
SCHELETRO (2 mm – 2 cm)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1
RESIDUO A 105°C	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
RESIDUO A 105°C DELLA FRAZIONE FINE SECCA ALL'ARIA	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
ARSENICO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CADMIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
COBALTO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO TOTALE	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO ESAVALENTE	UNI EN ISO 15192:2007
MERCURIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
NICHEL	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
PIOMBO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
RAME	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
SELENIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
STAGNO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
ZINCO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007

5.4 Indagini per la determinazione dei valori di fondo delle acque

Poiché in corrispondenza di alcuni tratti del tracciato progettuale sono previsti interventi di scavo sotto il livello della falda, seppure tale falda non abbia un interesse idrogeologico rilevante, si ritiene opportuno procedere alla caratterizzazione di tale matrice tramite prelievo in pozzi e piezometri esistenti.

Oltre al campionamento da alcuni pozzi esistenti in prossimità del tracciato, censiti in fase di studio idrogeologico (cfr. Tab. 1), si procederà al prelievo dai piezometri campionabili (a tubo aperto e con diametri e profondità tali da permettere l'utilizzo di pompe sommergibili di piccolo diametro) appartenenti all'attuale rete di monitoraggio piezometrica progettuale.

L'ubicazione di tali punti è riportata nelle tre tavole della carta idrogeologica in allegato al presente Piano. Nelle tabelle seguenti sono elencati i summenzionati punti.

Sigla	Prof. [m]	Diametro	Area	Prof. falda (15/11/2013) [m da p.c.]
SL2BIS	50	50	Carbone	15,9
SL3BIS	30	50	Carbone	22,6
SL12BIS	25	50	St. Castelbuono	6,6
SE07	50	75	GN Cefalù	13,5
SE30	27	50	GN Cefalù	6,15

Tabella 4 – Elenco dei punti di campionamento delle acque, appartenenti all'esistente rete di monitoraggio piezometrica.

Sigla	Tipologia	Prof. falda [m da p.c.]	Area
1	scavato a mano	6,0	1
2	scavato a mano	7,0	1
3	scavato a mano	7,0	2
4	scavato a mano	0,3	2
5	scavato a mano	0,5	2
8	trivellato	15,0	2
9*	trivellato	60,0	2
10*	trivellato	55,0	2

**da verificare fattibilità prelievo*

Tabella 5 – Elenco dei pozzi esistenti in prossimità del tracciato progettuale, proposti per il campionamento delle acque di falda

5.4.1 Modalità operative

Il prelievo dei campioni per l'esecuzione delle analisi chimiche sarà eseguito secondo i criteri contenuti nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, alla sezione "Campionamenti terreni e acque sotterranee".

In sintesi la sequenza operativa per i pozzi e i piezometri sarà la seguente:

- Rilievo del livello piezometrico, ove possibile, con freatimetro di sensibilità 1 mm.
- Spurgo del piezometro o del pozzo (se il pozzo non è stato in esercizio da almeno 24 ore);
- Prelievo dei campioni eseguito con modalità dinamica con pompa sommersa.

Rilievo freatimetrico

Una volta raggiunto il punto di indagine e posizionata l'attrezzatura, si procederà in via preliminare alla misura del livello freatimetrico all'interno del pozzo.

Tutte le misure di livello eseguite, espresse in centimetri, dovranno essere riferite a bocca pozzo e piano campagna e dovranno essere riportate su di un'apposita scheda con le eventuali annotazioni.

Per ogni pozzo da campionare è necessario compiere le seguenti operazioni preliminari:

- misurare il livello statico della falda;
- verificare l'integrità e la corretta identificazione del pozzo di campionamento;
- verificare la funzionalità e la pulizia di tutte le apparecchiature utilizzate durante il campionamento;
- procedere alla decontaminazione delle apparecchiature utilizzate;

- rilevare l'eventuale presenza di sostanze non miscibili con l'acqua (surnatante o sottonatante) e misurarne lo spessore mediante apposita sonda d'interfaccia.

Operazioni di spurgo

Nel caso in cui il pozzo non sia operativo da almeno 24 ore, si procederà, prima del campionamento, allo spurgo dell'acqua presente nell'opera di monitoraggio, che non costituisce una matrice rappresentativa della qualità delle acque sotterranee.

Modalità operative:

- Per lo spurgo si utilizzeranno pompe sommerse con portata non superiore ai 6 l/min, per evitare il trascinarsi di materiale fine, con rischio di intorbidimento dell'acqua;
- Si continueranno le operazioni di spurgo eliminando 3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolando preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio).

Nel caso il pozzo sia poco produttivo si utilizzeranno portate inferiori per evitare di spurgare fino al prosciugamento dell'opera, seguendo le modalità sopra descritte. Si riporterà negli appunti di campagna la procedura utilizzata per lo spurgo.

Qualora, alla fine delle operazioni di spurgo suddette, l'acqua presentasse ancora torbidità, durante le operazioni di campionamento verrà effettuata la filtrazione in campo con membrana a porosità 0,45 µm (come da parere ISS, N° 006038 IA 12, del 14 febbraio 2002).

Campionamento

Ciascuna aliquota di ogni campione dovrà essere così costituita:

- una vial di vetro con tappo a vite da 40 ml circa, per la determinazione di COV (composti organici volatili);
- due bottiglie di vetro scuro, da 1000 ml ciascuna, per la determinazione di tutti i composti non volatili ad esclusione dei metalli;
- un recipiente in plastica (PE) da 500 ml, per i metalli.

Tutti i contenitori si avvineranno preliminarmente secondo la prassi di buona tecnica di laboratorio. Tali contenitori, per tutte le aliquote di campioni da prelevare, dovranno essere forniti dall'esecutore delle indagini.

Il campione viene raccolto evitando lo schiumeggiamento e comunque la formazione di bolle d'aria; la bottiglia viene riempita completamente, controllando dopo la chiusura l'assenza di bolle d'aria (lo spazio di testa causa la perdita di parte dei contaminanti volatili). L'etichettatura dovrà essere effettuata subito dopo il confezionamento, riportando i dati identificativi del sito e del campione, oltre alla data e al nome del tecnico che esegue il prelievo.

La conservazione ed il trasporto dei campioni dovrà avvenire a bassa temperatura (tra 4 e 10°C), con

frigoriferi portatili con pani di ghiaccio. La consegna in laboratorio dovrà avvenire entro 24/ 48 ore dal campionamento.

5.4.2 Determinazioni analitiche sulle acque sotterranee

Il set di parametri analitici da ricercare è stato definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati alla futura esecuzione dell'opera.

In relazione alle attività di caratterizzazione ante operam, si è definito con ARPA S.T. di Palermo di includere, nei set analitici relativi alle acque prelevate nell'area di realizzazione dell'opera, i parametri fluoruri, manganese e solfati. Infatti, per detti parametri, esistono, nell'ambito territoriale in cui ricadono l'opera e i siti di destinazione, frequenti riscontri di superamento della relativa CSC dettata dalla norma, superamenti che, in prima istanza, in base a considerazioni di carattere generale, possono ritenersi connessi al contesto naturale di quell'ambito territoriale. I parametri e le metodiche da considerare sono, pertanto, le seguenti:

PROVA ANALITICA	METODO DI PROVA
Anioni	APAT CNR IRSA 4020 Man. 29/2003
Azoto ammoniacale	APAT-CNR-IRSA Met. 4030 Man. 29/2003
Boro	EPA 6020A:2007
Fluoruri	APAT CNR IRSA Met. 4020 Man. 29/2003
Nitriti	EPA 354.1 1971
Solfati	APAT CNR IRSA Met. 4020 Man. 29/2003
METALLI	
Alluminio	EPA 6020a:2007
Arsenico	EPA 6020a:2007
Cadmio	EPA 6020a:2007
Ferro	EPA 6020a:2007
Cromo Totale	EPA 6020a:2007
Cromo VI	EPA 7199 1996
Magnesio	EPA 6020a:2007
Manganese	EPA 6020a:2007
Mercurio	EPA 6020a:2007
Nichel	EPA 6020a:2007
Piombo	EPA 6020a:2007
Rame	EPA 6020a:2007
Selenio	EPA 6020a:2007
COMPOSTI ORGANICI AROMATICI	EPA 5030C:2003 + EPA 8260C:2006
Benzene, Toluene, Etilbenzene, Xilene (o-,m-,p-)	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	EPA3535A:2007+EPA8270D:2007
Naphtaline, Acenaftene, Acenaftilene, Fluorene, Fenantrene, Antracene, Fluorantene, Pirene, Crisene, Dibenz(a,e)pirene, Benzo(a)antracene, Benzo(b)fluorantene, Benzo(k)fluorantene, Benzo(a)pirene, Indeno(1,2,3-c,d)pirene, Dibenz(a,h)antracene, Benzo(g,h,i)perilene	
SOLVENTI ORGANICI ALOGENATI	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
Clorometano, Triclorometano, Cloruro di vinile, 1,2-Dicloroetano, 1,1-Dicloroetilene, Tricloroetilene,	

Tetracloroetilene, Esaclorobutadiene, ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI	EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
1,1-Dicloroetano, 1,2-Dicloroetilene, 1,2-Dicloropropano, 1,1,2-Tricloroetano, 1,2,3-Tricloropropano, 1,1,1,2,2-Tetracloroetano	
ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI FITOFARMACI	EPA 3535A 2007 + EPA 8270D 2007
Alaclor; Aldrin; Atrazina; α -esacloroesano; β -esacloroesano; γ -esacloroesano (lindano); Clordano; DDD, DDT, DDE; Dieldrin; Endrin	
IDROCARBURI C6-C10 (espressi come n-esano)	+ MIP-783 2010 Rev 1.0
IDROCARBURI C10-C40 (espressi come n-esano)	UNI EN ISO 9377-2:2002
IDROCARBURI TOTALI (espressi come n-esano)	UNI EN ISO 9377-2:2002 + MIP-783 2010 Rev 1.0
TENSIOATTIVI ANIONICI	APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003
TENSIOATTIVI NON IONICI ETOSSILATI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003
TENSIOATTIVI CATIONICI	UNI EN 12457-2:2004 + MIP-440 2010 Rev 1.1
GLICOLI	UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 1367:99
<i>Glicole etilenico</i>	
<i>Glicole dietilenico</i>	
<i>Glicole 1,2-propilenico</i>	
<i>Glicole dipropilenico</i>	
<i>Glicole trietilenico</i>	
METANOLO	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260C 2006 o EPA 8015C 2007
COMPOSTI ORGANICI VOLATILI	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006
<i>Etanolo</i>	
<i>Isopropanolo</i>	
<i>Isobutanolo</i>	
<i>2-Butossietanolo</i>	
<i>n-Butanolo</i>	
<i>Sec-butanolo</i>	
<i>Ter-butanolo (alcol terbutilico)</i>	
<i>Alcool benzilico</i>	
<i>1-metossi-2-propanolo</i>	
<i>n-propanolo</i>	

In rosso i parametri – inclusi nel set, unitamente alle metodiche, di analisi in accordo con quanto definito con ARPA S.T. Palermo - da considerare solo per i punti ricadenti nell'Area 2 "GN Cefalù" per i tratti scavati in EPB.

I risultati delle analisi sui campioni saranno confrontati con le Concentrazioni soglia di contaminazione di cui alla tabella 2 all'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i..

Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando le metodiche sopra indicate o, comunque, con metodiche ufficialmente riconosciute e tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

5.5 Interpretazione dei dati e redazione della relazione descrittiva

I dati provenienti dalla campagna indagini ed analisi saranno sottoposti ad azione di validazione, interpretazione e correlazione al fine di ottenere un quadro coordinato quanto più plausibile della situazione emersa. In particolare si terrà conto dei valori di taluni parametri, correlabili a probabili processi in atto di veicolazione e propagazione della eventuale contaminazione riscontrabile. Si provvederà alla stesura di una



dettagliata Relazione Descrittiva delle indagini e delle risultanze emerse dall'interpretazione e valutazione dei dati derivanti dalle suddette attività.

La Relazione Descrittiva delle attività di indagine comprenderà:

1. risultati delle attività del piano di campionamento ed analisi, con indicazione delle eventuali non conformità ed azioni da implementare anche in relazione a quanto approvato dall'autorità competente;
2. descrizione dei risultati delle indagini dirette eseguite e delle stratigrafie dei degli scavi effettuati durante il campionamento e verifica di congruenza con la descrizione idrogeologica del sito;
3. descrizione dei risultati analitici.

Gli elaborati da allegare alla relazione delle attività di investigazione iniziale comprenderanno:

- a) rappresentazioni grafiche dei risultati delle indagini eseguite e dei campionamenti svolti sul sito e nell'area interessata;
- b) risultati delle analisi di laboratorio;
- c) evidenziazione, anche grafica, dell'eventuale inquinamento di suolo, sottosuolo, materiali inerti o di riporto e acque;
- d) mappatura del sito oggetto dell'indagine.

6 CARATTERIZZAZIONE IN FASE ESECUTIVA

Sulla base delle conoscenze emerse dalle attività di valutazione illustrate nei paragrafi precedenti e delle considerazioni tecniche esposte, viene definito il piano di caratterizzazione in fase esecutiva che è oggetto dei successivi paragrafi. Detto piano potrà subire integrazioni sulla base delle evidenze emergenti dalle attività analitiche *ante operam*.

6.1 Criteri adottati nelle indagini in fase esecutiva

Come illustrato al precedente capitolo, nei tratti in cui il tracciato ferroviario si sviluppa in galleria, non è stato possibile prevedere l'esecuzione di caratterizzazioni *ante operam* stanti le notevoli profondità interessate dal cavo delle gallerie da realizzare e le caratteristiche litologiche degli ammassi da attraversare in eventuali sondaggi che escludono la possibilità di operare a secco secondo le modalità previste per sondaggi ambientali. La caratterizzazione di tali materiali avverrà, pertanto, in corso d'opera secondo le modalità che si illustrano di seguito.

In accordo con l'Allegato 8 al D.M. 161/2012, che illustra le procedure di campionamento in corso d'opera, la caratterizzazione ambientale dei materiali da scavo, sarà eseguita mediante prelievi da effettuare direttamente sul fronte di avanzamento in galleria, con una densità basata su criteri di tipo statistico, ci si riserva l'effettuazione anche della caratterizzazione in cumuli ove per necessità tecnico-operative non sia possibile operare sul fronte scavo.

Il campionamento deve essere effettuato, in base alla norma, con una distanza massima di 500 m lineari tra una sezione di prelievo di caratterizzazione e la successiva, rispettando, comunque, la variazione delle litologie riscontrate.

Il presente piano prevede che il prelievo sia effettuato ogni 250 m al fine di avere un franco di pari lunghezza tra un prelievo e l'altro, rispettando al contempo la lunghezza massima dei 500 m di cui all'Allegato 2. Infatti la caratterizzazione del materiale prelevato a inizio scavo, in assenza di cambi di litologia o di evidenze di inquinamenti preesistenti, è da ritenersi rappresentativa del materiale proveniente dai primi 500 ml di scavo. E' naturale che l'invio a destinazione del materiale così caratterizzato potrà essere avviato solo successivamente all'esito delle analisi di caratterizzazione (analoga condizione si verifica in tutte le situazioni si riscontrino variazioni di litologia o evidenze di condizioni di inquinamento preesistente o indotte da eventi accidentali di potenziale impatto ambientale). Dopo il primo, verrà effettuato un secondo prelievo a 250 m dal primo, che sarà rappresentativo dei materiali scavati tra i 250 e i 500 ml di avanzamento considerando il fatto che, quelli scavati tra i 250 m e i 500 m sono stati già caratterizzati in occasione del primo campionamento e possono, quindi, essere destinati direttamente al riutilizzo senza attendere l'esito della caratterizzazione in corrispondenza del prelievo eseguito a 250ml. E così via. Operando secondo tale criterio si garantisce:

- una maggior frequenza di caratterizzazione

- salvo casi specifici come variazioni di litologia, evidenze di contaminazioni pregresse o potenzialmente indotte da eventi accidentali in corso d'opera o da specifiche modalità di scavo (EPB) etc., la possibilità di trasferire immediatamente il materiale da scavo ai siti di destinazione senza dover attendere gli esiti di una nuova caratterizzazione ciò che, stante l'esiguità delle aree disponibili per accumuli temporanei in attesa di caratterizzazione, risulta indispensabile per una corretta ed efficace organizzazione del cantiere specie in relazione alle attività di scavo meccanizzato caratterizzate da elevate produzioni giornaliere.

Le modalità di prelievo varieranno in base alle modalità di scavo adottate per la realizzazione delle gallerie ed in particolare nel progetto in esame si avrà:

- 1) **Scavo meccanizzato in TBM:** campione composito dal materiale prelevato dall'intera sezione di scavo della fresa TBM (circa 8 mc) e deviato dal nastro trasportatore immediatamente all'uscita dalla galleria; Da questo quantitativo di materiale saranno prelevate nr. 8 aliquote e per successiva omogeneizzazione verrà formato il campione da sottoporre alle indagini analitiche successive.
- 2) **Scavo in microtunneling:** campione composito dal materiale prelevato dall'intera sezione di scavo per un tratto di almeno 1 m (circa 0,8 mc) e deviato immediatamente all'uscita dal tunnel. Da questo quantitativo di materiale saranno prelevate nr. 8 aliquote e per successiva omogeneizzazione verrà formato il campione da sottoporre alle indagini analitiche successive.
- 3) **Scavo in tradizionale:** campione composito da n. 8 punti di prelievo nel fronte di scavo, effettuati con il medesimo strumento di scavo.

Per ogni prelievo si procederà alla descrizione litologica ed alla redazione di una dettagliata documentazione fotografica.

6.2 Esecuzione delle indagini

Nei terreni oggetto delle indagini, alla luce dei quadri progettuale ed ambientale precedentemente evidenziati ed illustrati nel precedente capitolo, i punti su cui focalizzare le indagini sono:

- l'eventuale presenza di contaminazione pregressa o indotta dalle tecniche di scavo (superamenti delle CSC di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.);
- i valori di fondo naturali di eventuali sostanze/composti con superamenti delle suddette CSC.

A tal fine e premettendo che tutte le indagini e i campionamenti andranno eseguiti in accordo a quanto descritto nell'Allegato 8 al D.M. 161/2012, in tale fase sono previste le seguenti attività:

- Prelievi dei campioni dal fronte di scavo
- Analisi chimiche

6.2.1 Prelievi dei campioni dal fronte di scavo

Con le modalità precedentemente espresse, si procederà al prelievo di campioni rappresentativi del fronte di scavo indagato. Nel seguito si procede all'elencazione preventiva dei suddetti punti che potranno essere oggetto di revisione qualora in corso d'opera se ne riscontri l'esigenza (ad es. a seguito delle evidenze di prospezioni geognostiche in avanzamento).

Area	Punto	PK	Modalità prelievo	Prof.	Opera d'arte	Note	Geologia	Tav.
2	3 A	63+400	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		Tm/FNaq	1-2
2	3 B	63+250	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		Tm/FNaq	1-2
2	4 A	63+500	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	2
2	4 B	63+490	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	2
2	5 A	63+750	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	2
2	5 B	63+700	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	2
2	6 A	63+950	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	2-3
2	6 B	63+900	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	2-3
2	7 A	64+110	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	3
2	7 B	64+100	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	3
2	8 A	64+360	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs/FNaq	3
2	8 B	64+200	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	3
2	9 A	64+600	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs/FNaq	3
2	9 B	64+400	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs/FNaq	3
2	10 A	64+850	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	4
2	10 B	64+650	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs/FNaq	4
2	11 A	64+920	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	4
2	11 B	64+900	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	4
2	12 A	65+150	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs/FNaq	4
2	12 B	65+080	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	4
2	15	0+311*	Sez. scavo MT	QG	Drenaggio Rio Pisc.		FNaq	4
2	16 A	65+360	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs/FNaq	5
2	16 B	65+350	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	5
2	17 A	65+570	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	5
2	17 B	65+550	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs/FNaq	5
2	18	65+850	Comp. sez. scavo	QG	Fermata Cefalù	Fabbricato tecnologico	FNaq	5
2	20	65+900	Comp. sez. scavo	QG	Fermata Cefalù	Galleria di sfollamento	FNaq	5
2	21	66+143	Comp. sez. scavo	QG	Fermata Cefalù	Galleria di sfollamento	FNqs	5
2	22	66+143	Comp. sez. scavo	QG	Fermata Cefalù	imbocco gall. mezzanino	FNaq	5
2	24	66+390	Comp. sez. scavo	QG	Fermata Cefalù	Galleria di sfollamento	FNaq	5
2	25 A	65+820	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	5
2	25 B	65+750	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	5
2	26 A	66+050	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs/FNaq	5
2	26 B	66+000	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs/FNaq	5
2	27 A	66+120	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	5
2	27 B	66+230	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	5
2	28 A	66+240	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	6
2	28 B	66+350	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	6
2	29 A	66+500	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	6
2	29 B	66+600	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs/FNaq	6
2	30 A	66+750	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	6
2	30 B	66+830	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs/FNaq	6
2	31 A	66+950	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	7
2	31 B	67+080	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	7
2	32 A	67+080	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	7
2	32 B	67+210	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	7
2	33 A	67+220	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs/FNaq	7
2	33 B	67+390	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs/FNaq	7
2	34 A	67+400	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs/FNaq	7
2	34 B	67+640	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	7
2	35 A	67+650	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	8

Area	Punto	PK	Modalità prelievo	Prof.	Opera d'arte	Note	Geologia	Tav.
2	35 B	67+890	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNq	8
2	36 A	67+890	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	8
2	36 B	68+200	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	8
2	37 A	68+100	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	8
2	37 B	68+450	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	8
2	38 A	68+350	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	8
2	38 B	68+700	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	8
2	39 A	68+600	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	9
2	39 B	68+950	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	9
2	40 A	68+850	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	9
2	40 B	69+200	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	9
2	41 A	69+100	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	9
2	41 B	69+450	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNqs	9
2	42 A	69+350	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNqs	9
2	42 B	69+600	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.P.		FNaq	9
2	43	69+470	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	9
2	44	69+720	Sez. scavo TBM	QG	GN Cefalù C.D.		FNaq	9
4	45	70+140	Comp. sez. scavo	QG	GA S. Ambrogio		Dt/FNaq	10
4	46	70+250	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		Fnaq/FNqs	10
4	47	70+390	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNaq	10-11
4	48	70+640	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNaq	11
4	49	70+850	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		Fnaq/FNqs	11
4	50	71+100	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	11-12
4	51	71+350	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	12
4	52	71+560	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNq	12
4	53	71+720	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	12
4	54	71+970	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	12
4	55	72+120	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	12
4	55bis	72+125	Comp. sez. scavo	QG	Fin. S. Ambrogio	a 250 m dall'innesto	FNqs	12
4	55ter	72+125	Comp. sez. scavo	QG	Fin. S. Ambrogio	a 500 m dall'innesto	FNqs	12
4	55quater	72+125	Comp. sez. scavo	QG	Fin. S. Ambrogio	a 750 m dall'innesto	FNaq	12
4	56	72+350	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	12
4	57	72+600	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	12-13
4	58	72+700	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNq	13
4	59	72+950	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNq	13
4	60	73+200	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNq/FNqs	13-14
4	61	73+450	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	14
4	62	73+700	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs	14-15
4	63	73+950	Comp. sez. scavo	QG	GN S. Ambrogio		FNqs/FNqa	15
4	63bis	74+140	Comp. sez. scavo	QG	GA S. Ambrogio		Fnqa/Dt	15
5	67	74+336	Comp. sez. scavo	QG	GN Malpertugio		FNaq	15

Aree di Caratterizzazione

- 1= OGLIASTRILLO
 2 = GALLERIA NATURALE CEFALU'
 3 = CARBONE
 4 = GALLERIA NATURALE S. AMBROGIO
 5 = MALPERTUGIO
 6 = STAZIONE CASTELBUONO

Quantità campioni da prelevare	
n. 62 in GN Cefalù, tra Canna Pari (C.P.) e Canna Dispari (C.D.)	62
n. 23 in GN S. Ambrogio (inclusa la Finestra e le Gall. Artificiali)	23
n. 1 in GN Malpertugio	1
n. 1 in Cunicolo di drenaggio Rio Pisciotto	1
n. 5 in opere in sotterraneo Fermata Cefalù	5
TOTALE	89

Modalità prelievo

Sez. scavo TBM = Campione composito da intera sezione di scavo della fresa TBM (circa 8 mc)

Sez. scavo MT = Campione composito da intera sezione di scavo in MICROTUNNELING

Comp. sez. scavo = Campione composito da n. 8 punti di prelievo in fronte di scavo galleria

Geologia

r = riporto

af = alluvioni fluviali

dt = detrito di falda

Tm = Depositi marini terrazzati

FNaq = Facies pelitico-arenacea del Flysch Numidico

FNqs = Facies siltitica del Flysch Numidico

FNq = Facies quarzarenitica del Flysch Numidico

Nota: le sigle sono le medesime adottate nello studio geologico del PE

Tabella 6 – Elenco dei punti di campionamento con prelievi da effettuare in fase esecutiva

6.2.2 Prelievi dei campioni dai cumuli

Per quanto riguarda i materiali da scavo provenienti da opere all'aperto quali:

- realizzazione di opere di sottofondazione (perforazione di pali e micropali);
- realizzazione di pozzi;
- scavo con presenza di riporti;
- scavo con presenza di materiale antropico derivante dal processo produttivo
- scavo in aree che presentino segni di possibile contaminazione non rilevati in sede di caratterizzazione ante operam

ancorché per detti materiali si sia proceduto alle caratterizzazioni ante operam, si procederà con la caratterizzazione in corso d'opera prevista dall'allegato 8 del DM 161/12 con la predisposizione di cumuli all'interno delle previste aree di caratterizzazione (cfr. Cap. 6 del PdU).

In particolare sarà previsto lo stoccaggio in cumuli dei materiali di scavo in quantità comprese tra 3.000 e 5.000 mc in funzione dell'eterogeneità del materiale.

Il criterio che verrà utilizzato per la realizzazione dei cumuli e conseguente caratterizzazione degli stessi è

quello indicato all'allegato 8 del D.M. 161/12: *posto uguale a (n) il numero totale dei cumuli realizzabili dall'intera massa da verificare, il numero (m) dei cumuli da campionare è dato dalla seguente formula: $m = k n^{1/3}$ dove $k=5$ mentre i singoli m cumuli da campionare sono scelti in modo casuale.*

Oltre ai cumuli individuati con il metodo su esposto sarà sottoposto a caratterizzazione il primo cumulo prodotto e, successivamente, ogni qual volta si verifichino variazioni del processo di produzione, della litologia dei materiali e nei casi in cui si riscontrino evidenze di potenziale contaminazione.

6.2.3 Dettagli sulle modalità di campionamento

Il prelievo dei campioni del terreno da sottoporre ad analisi quantitativa, sarà effettuato in accordo ai criteri contenuti nella norma **UNI 10802** e nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, alla sezione "Campionamenti terreni e acque sotterranee".

La formazione dei campioni per le analisi sarà effettuata secondo la seguente sequenza operativa:

- Prelievo e preparazione dei campioni per l'analisi dei composti non volatili. Il terreno sarà prelevato e collocato in un contenitore di vetro a chiusura ermetica del volume di circa 1000 ml. I contenitori saranno conservati in ambiente refrigerato a 4°C;
- Prelievo e preparazione dei campioni per l'analisi dei composti volatili. Il terreno sarà prelevato e collocato in un contenitore di vetro a chiusura ermetica tipo vial del volume di circa 40 ml. I contenitori saranno conservati in ambiente refrigerato a 4°C.

6.2.4 Determinazioni analitiche

I campioni da consegnare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Il set di parametri analitici da ricercare è stato definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sull'area o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera.

Con riferimento a quanto sopra, parametri e le metodiche da considerare sono i seguenti:

PROVA ANALITICA	METODO DI PROVA
SCHELETRO (2 mm – 2 cm)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1
RESIDUO A 105°C	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
RESIDUO A 105°C DELLA FRAZIONE FINE SECCA ALL'ARIA	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
ARSENICO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CADMIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
COBALTO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO TOTALE	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO ESAVALENTE	UNI EN ISO 15192:2007

MERCURIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
NICHEL	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
PIOMBO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
RAME	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
SELENIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
STAGNO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
ZINCO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI	EPA 5035 A 2002 bassa concentrazione + EPA 8260C 2006
<i>Benzene</i>	
<i>Etilbenzene</i>	
<i>Stirene</i>	
<i>Toluene</i>	
<i>o-xilene</i>	
<i>(m + p)-xilene</i>	
<i>Xileni (Somma Medium Bound)</i>	
<i>Sommatoria medium bound solventi organici aromatici (da 20 a 23)</i>	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
<i>Benzo(a)antracene</i>	
<i>Benzo(a)pirene</i>	
<i>Benzo(b)fluorantene</i>	
<i>Benzo(k)fluorantene</i>	
<i>Benzo(g,h,i)perilene</i>	
<i>Crisene</i>	
<i>Dibenzo(a,e)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,l)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,i)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,h)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,h)antracene</i>	
<i>Indeno(1,2,3-cd)pirene</i>	
<i>Pirene</i>	
<i>Sommatoria medium bound idrocarburi policiclici aromatici (da 25 a 37)</i>	
<i>Naftalene</i>	
<i>Acenaftilene</i>	
<i>Acenaftene</i>	
<i>Fluorene</i>	
<i>Fenantrene</i>	
<i>Antracene</i>	
<i>Fluorantene</i>	
IDROCARBURI PESANTI C > 12	+ UNI EN ISO 16703:2011

Le metodiche indicate sono da intendersi come riferimento. Le analisi chimico-fisiche saranno comunque condotte adottando metodologie ufficialmente riconosciute, tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.

6.2.5 Determinazioni analitiche riferibili ai materiali da scavo derivanti da scavi in EPB

Nel corso delle attività di stesura del Piano di Utilizzo dei MDS, si è proceduto alla interlocuzione con la struttura ARPA S.T. di Palermo sia in relazione a quanto prescritto dal D.M. 161/12 riguardo al trattamento a

calce dei materiali da scavo provenienti da scavo meccanizzato in modalità EPB (Earth Pressure Balance), sia in merito ad altri aspetti ambientali connessi ai prodotti impiegati per il condizionamento, sia, infine, alla definizione dei piani di caratterizzazione *ante operam* e in corso d'opera e all'inquadramento dei superamenti dei valori di CSC rilevati nel corso delle attività di caratterizzazione ante operam dei siti di produzione e dei siti di destinazione e delle conseguenti procedure da attivare ai sensi delle normative vigenti.

In tal senso si è svolto un primo incontro interlocutorio nel mese di luglio 2013 con la consegna di parte degli elaborati progettuali definitivi. Successivamente nelle date del 7 novembre 2013, 28 novembre 2013, 11 dicembre 2013, 9 gennaio 2014 si sono svolti degli incontri tecnici per approfondimento degli argomenti sopra menzionati.

Durante gli stessi incontri, si è giunti inoltre ad una prima definizione del set analitico e relative metodiche per la verifica dei requisiti ambientali delle terre condizionate nello scavo in modalità EPB.

A tale conclusione si è pervenuti dopo l'esame delle schede tecniche di riferimento relative ai prodotti da utilizzare come additivi, e dei potenziali inquinanti in esse contenuti.

Come accennato al § 3.4.3 del PdU, gli inquinanti individuati, non contemplati nella tabella 1 dell'allegato 5 Parte IV del D.Lgs. 152/2006, appartengono alle famiglie dei tensioattivi (anionici, cationici, non ionici), dei glicoli e degli alcoli cui vanno aggiunti gli idrocarburi pesanti provenienti dai grassi di lubrificazione e sigillatura del cuscinetto.

In relazione alle metodiche analitiche, ci si è soffermati in particolar modo sui tre parametri non contemplati nella tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte IV del D.Lgs. 152/2006, i tensioattivi, glicoli e alcoli.

Le metodiche di riferimento allo stato individuate per la ricerca dei componenti in questione nelle analisi di caratterizzazione ambientale sono riepilogati nella seguente tabella:

ANALISI SU CAMPIONE TAL QUALE (IL DATO PUO' ESSERE ESPRESSO SUL SECCO A 105°C)

ALCOLI - PARAMETRO	METODO	TECNICA
METANOLO	EPA 8015C 2007	GC-FID
COMPOSTI ORGANICI VOLATILI	EPA 5035A 2002 + EPA 8260C 2006	GC-MS
Etanolo		
Isopropanolo		
Isobutanolo		
2-Butossietanolo		
n-Butanolo		
Sec-butanolo		
Ter-butanolo (alcol terbutilico)		
Alcool benzilico		
1-metossi-2-propanolo		
n-propanolo		

ANALISI IN CESSIONE CHE SARANNO ESPRESSE SIA COME PARAMETRI RILEVATI IN CESSIONE SIA RIPORTATI AL TAL QUALE SU SECCO A 105°C

PARAMETRO	METODO	TECNICA
TEST DI CESSIONE IN ACQUA	UNI EN 12457-2:2004	CESSIONE
CONCENTRAZIONE IONI IDROGENO	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003	CONDUTTIMETRIA
CONDUCIBILITA' ELETTRICA SPECIFICA A 25 °C	UNI EN 12457-2:2004 + UNI EN 16192:2012 + APAT CNR IRSA 2030 Man 29 2003	CONDUTTIMETRIA
TENSIOATTIVI NON IONICI ETOSSILATI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5180 Man 29 2003	VOLUMETRICO - TITRIMETRICO
TENSIOATTIVI ANIONICI	UNI EN 12457-2:2004 + APAT CNR IRSA 5170 Man 29 2003	SPETTROFOTOMETRIA UV-VIS
TENSIOATTIVI CATIONICI	UNI EN 12457-2:2004 + MIP-440 2010 Rev 1.1	SPETTROFOTOMETRIA VIS
GLICOLI	UNI EN 12457-2:2004 + M.U. 1367:99	GC-FID
Glicole etilenico		
Glicole dietilenico		
Glicole 1,2-propilenico		
Glicole dipropilenico		
Glicole trietilenico		

ANALISI IN CESSIONE CON DATO IN CESSIONE

PARAMETRO	METODO	TECNICA
METANOLO	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 8260C 2006 o EPA 8015C 2007	GC-MS(EPA 8260) o GC-FID (EPA 8015)
COMPOSTI ORGANICI VOLATILI	UNI EN 12457-2:2004 + EPA 5030C 2003 + EPA 8260C 2006	GC-MS
Etanolo		
Isopropanolo		
Isobutanolo		
2-Butossietanolo		
n-Butanolo		
Sec-butanolo		
Ter-butanolo (alcol terbutilico)		
Alcool benzilico		
1-metossi-2-propanolo		
n-propanolo		

Per ciascuno dei parametri aggiuntivi non contemplati nella tabella 1 dell'allegato 5 Parte IV del D.Lgs. 152/2006, il limite di CSC nei terreni è stato assimilato, con il criterio di affinità, a quello degli idrocarburi leggeri.



Come già accennato a valle delle risultanze dello studio sui materiali additivati gli aspetti sopra indicati potranno essere aggiornati/integrati, con eventuali inserimenti di parametri ad oggi non considerati, in sede di ulteriore e opportuno confronto con la stessa ARPA.

Per le future attività *in operam*, l'appaltatore ha fornito la propria disponibilità per la eventuale definizione di un protocollo di coordinamento con ARPA, da condividere con il Committente ITALFERR S.p.A, teso alla preventiva definizione di aspetti operativi ritenuti significativi ai fini di un efficace monitoraggio dell'attività in corso d'opera.



Piano della Caratterizzazione Ambientale dei materiali da scavo derivanti dagli interventi progettuali sulla “Linea ferroviaria Palermo-Messina - Raddoppio Fiumetorto-Cefalù-Castelbuono - Tratta Ogliastrillo-Castelbuono”

APPENDICE 1

LINEA FERROVIARIA PALERMO-MESSINA
RADDOPPIO FIUMETORTO-CEFALÙ-CASTELBUONO
TRATTA OGLIASTRILLO-CASTELBUONO

**CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE
ANTE OPERAM
DELLE
AREE DI CANTIERIZZAZIONE
AFFERENTI LE OPERE PROGETTUALI**

AI SENSI DEL D.M. 161/2012

RELAZIONE TECNICA

Committente:
TOTO Costruzioni Generali S.p.A.

Data	Rev		
Marzo 2014	01	Dott. Geol. Maurizio D'Angelo	Dott. Biol. Giuseppe Zaffino



Ambiente & Sicurezza S.r.l.
98100 Messina
Tel 090-310866 - Fax 090-314200
e-mail: tecnico@ambienteesicurezza.net
P. IVA: 02472580790

INDICE

PREMESSA	3
1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE AREE DI CANTIERIZZAZIONE	4
1.1 Inquadramento urbanistico.....	9
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	10
2.1 Zona Ogliastrillo: assetto geologico locale.....	10
2.2 Zona Fermata Cefalù: assetto geologico locale	11
2.3 Zona Carbone: assetto geologico locale.....	12
2.4 Zona Finestra S. Ambrogio: assetto geologico locale.....	13
2.5 Zona Malpertugio/Stazione Castelbuono: assetto geologico locale	14
3 PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI ANTE INTERVENTI	16
3.1 Criteri adottati.....	16
3.2 Esecuzione delle indagini	19
3.3 Determinazioni analitiche.....	20

APPENDICE Stralci Planimetrici con ubicazione dei punti di campionamento

ELENCO DEGLI ELABORATI CARTOGRAFICI DI P.E. DI RIFERIMENTO

CAP.	CODICI	TITOLO	SCALA
04.19.01.02÷04	RS2P20EZZ G5GE0001001÷3	Carta geologica con elementi di geomorfologia - Tavv. 1÷3	1:5.000
16.01.01.02	RS2P20EZZ C1CA0000001	Corografia con ubicazione dei cantieri, delle cave, delle discariche e degli impianti di betonaggio – Viabilità	1:100.000
16.01.01.03	RS2P20EZZ P4CA0000001	Planimetria generale con individuazione delle aree di cantiere e della viabilità	1:10.000
16.01.01.04÷06	RS2P20EZZ P5CA0000001÷3	Planimetria generale con individuazione delle aree di cantiere e della viabilità con indicazione dei flussi di transito - Tavv. 1÷3	1:5.000

1 PREMESSA

La presente relazione illustra il “**Piano della Caratterizzazione Ambientale**” delle aree di cantierizzazione afferenti le opere progettuali relative al “Raddoppio del tratto Cefalù Ogliastrillo (i) – Castelbuono (i), della linea Palermo – Messina, di lunghezza di km 12,3 circa, interamente in variante su doppio binario, compresa la costruzione delle gallerie Cefalù, S. Ambrogio e Malpertugio”.

In particolare tale Piano intende definire le indagini da effettuare sulle aree ove ricadono le aree destinate alla cantierizzazione (campi base, cantieri operativi, aree di stoccaggio, aree industriali) e sono, pertanto, volte alla caratterizzazione ambientale ante operam da effettuare **al fine di accertare la qualità dei terreni ove queste ricadono, per eventuali riutilizzi esterni o interni di tali terreni, oltre che verificare le condizioni di “bianco iniziale”, prima dell’avvio degli interventi per cui tale aree sono destinate.**

I criteri applicati per tali indagini sono, pertanto, i medesimi delle indagini preliminari per la verifica se in sito è riscontrabile contaminazione, ai sensi del Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006.

Si è proceduto, ai fini della strutturazione del presente Piano, all’esposizione dei seguenti punti:

- Inquadramento territoriale dei siti;
- Inquadramento geologico ed idrogeologico;
- Descrizione delle attività svolte sui siti;
- Piano di campionamento e analisi ante operam.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELLE AREE DI CANTIERIZZAZIONE

Lungo il tracciato ferroviario progettuale sono state individuate le aree del relativo sistema di cantierizzazione distinte in:

- Aree di Stoccaggio: n. 4 (AS1, AS3, AS4, AS5) più eventuali altre 5;
- Campi Base: n. 2 (CB1, CB2);
- Cantieri Operativi: n. 5 (CO1, CO2, CO3, CO4, CO5);
- Area Industriale: n. 1 (AI1).

Queste sono distribuite nelle seguenti zone di cantiere:

- Zona Ogliastrillo: AS1, CB1, CO1 ed altre 3 eventuali aree di stoccaggio
- Zona Fermata Cefalù: CO2
- Zona Carbone: AS3, CO3 ed un'altra eventuale area di stoccaggio;
- Zona Finestra S. Ambrogio: AS4, CO4
- Zona Malpertugio / Stazione Castelbuono: AS5, CO5, CB2, AI1 ed altre 4 eventuali aree di stoccaggio.

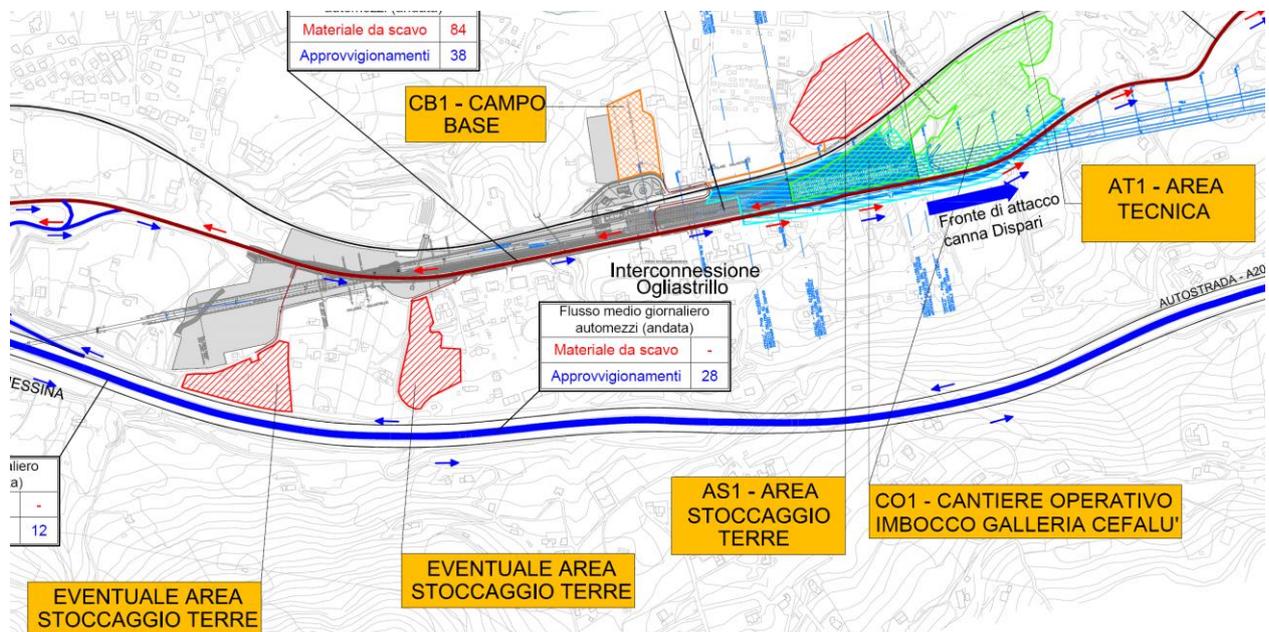


Figura 1 – Stralcio planimetrico della Zona Ogliastrillo, con indicazione delle aree di cantierizzazione AS1, CB1, CO1 e di altre due eventuali aree di stoccaggio.

In Zona Ogliastrillo, in corrispondenza della parte iniziale del tracciato progettuale e a ridosso della S.S. 113, ricadono l'area **AS1**, estesa circa 14.600 mq, l'area **CB1**, estesa circa 6.500 mq e l'area **CO1**, estesa circa 37.600 mq. In Fig. 1, tratta (come le seguenti figure numerate da 1 a 7) dallo stralcio della

"Planimetria generale con individuazione delle aree di cantiere e della viabilità con indicazione dei flussi di transito", elaborato progettuale di riferimento per la presente relazione, è riportata l'ubicazione delle aree d'interesse.

Nella medesima Fig. 1, a circa 600 m in direzione OSO di AS1 sono evidenziate altre due aree, entrambe indicate come "eventuale area stoccaggio terre", ubicate in zona Ogliastrillo nella fascia compresa tra l'autostrada A20 ME-PA e la SS 113 nel tratto tra l'area di cantiere di Ogliastrillo e lo svincolo autostradale. Di queste quella posta più vicina ad AS1 è estesa 8.000 mq. La seconda è estesa 8.300 mq.

In Zona Fermata Cefalù, in corrispondenza, appunto, dell'attuale stazione ferroviaria di Cefalù, in area urbana, ricade l'area **CO2**, estesa circa 3.600 mq. In Fig. 2 ne è riportata l'ubicazione.

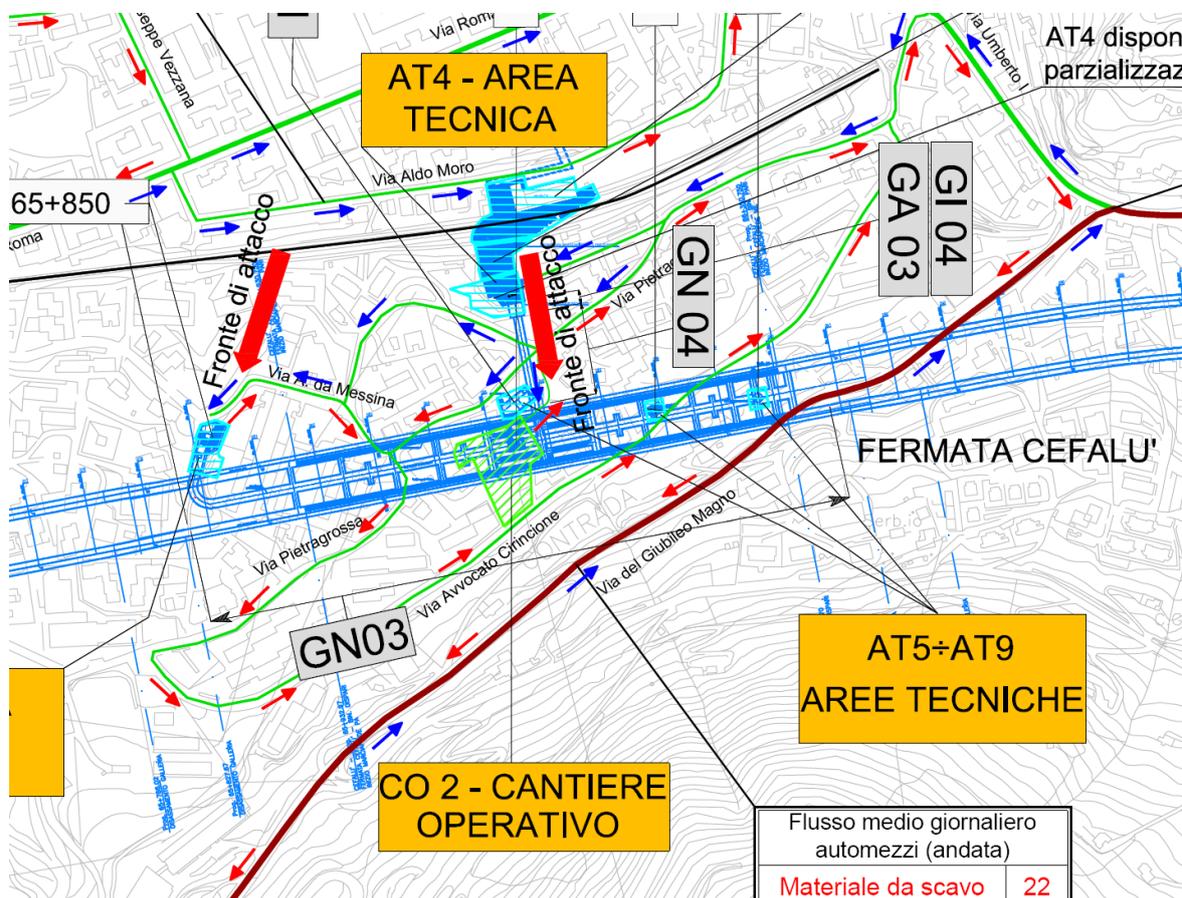


Figura 2 – Stralcio planimetrico della Zona Fermata Cefalù, con indicazione dell'area di cantierizzazione CO2.

In Zona Carbone, in corrispondenza del tratto compreso tra le due gallerie Cefalù e S. Ambrogio, ricadono l'area **AS3**, estesa circa 900 mq e l'area **CO3**, estesa circa 11.000 mq. In Fig. 3 ne sono riportate le ubicazioni. Sempre in Fig. 3, a circa 650 m in direzione SE di AS3 è evidenziata un'altra area, indicata come "eventuale area stoccaggio terre", estesa 10.100 mq.

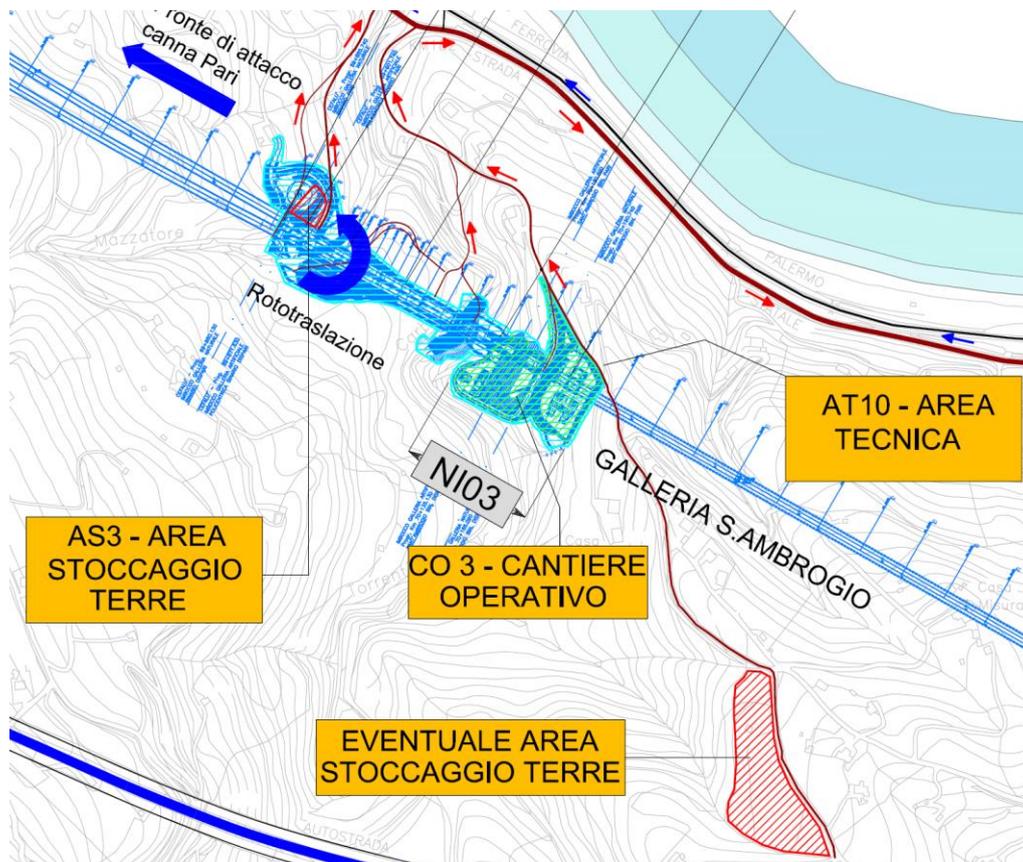


Figura 3 – Stralcio planimetrico della Zona Carbone, con indicazione delle aree di cantierizzazione AS3, CO3 e di un'altra eventuale area di stoccaggio.

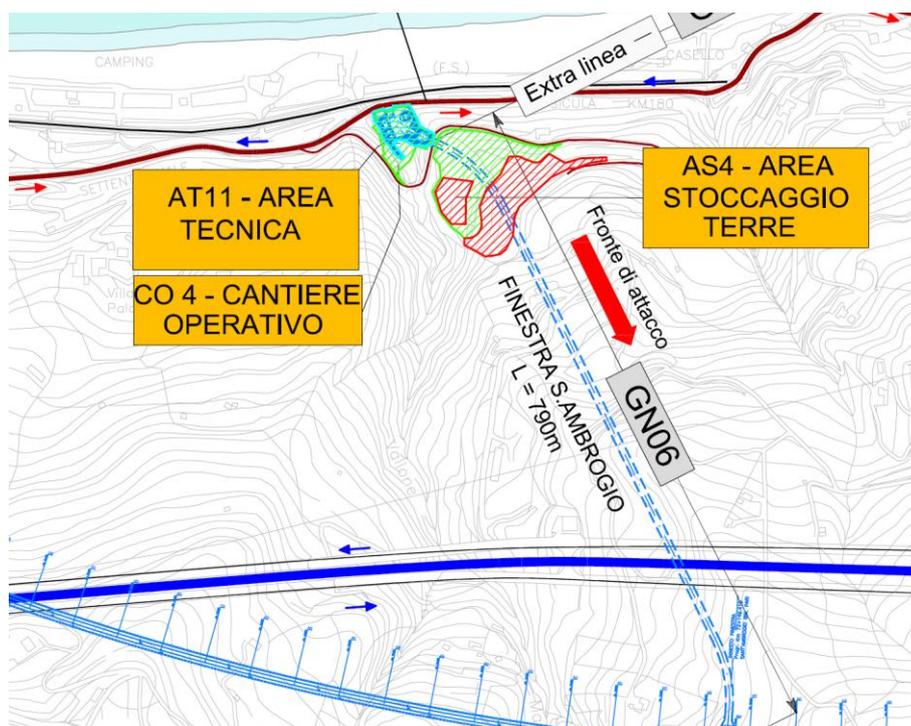


Figura 4 – Stralcio planimetrico della Zona Finestra S. Ambrogio, con indicazione delle aree di cantierizzazione AS4 e CO4.

In Zona Finestra S. Ambrogio, nei pressi dell'imbocco della finestra intermedia di accesso alla galleria naturale S. Ambrogio, ricadono l'area **AS4**, costituita da due piazzali separati ed estesa in totale circa 6.850 mq e l'area **CO4**, estesa circa 8.800 mq. In Fig. 4 ne sono riportate le ubicazioni.

In Zona Malpertugio, in corrispondenza del Torrente Malpertugio, tra il tracciato progettuale e il viadotto dell'autostrada A20, ricadono le aree **AS5**, estesa circa 9.000 mq, l'area **CO5**, estesa circa 20.400 mq. In Fig. 5 è riportata l'ubicazione di tali aree. Sempre in Fig. 5, a poco più di 400 m in direzione Est di AS5 e a Sud della Stazione di Castelbuono è evidenziata una ulteriore area, indicata come "**eventuale area stoccaggio terre**", estesa circa 5.000 mq.

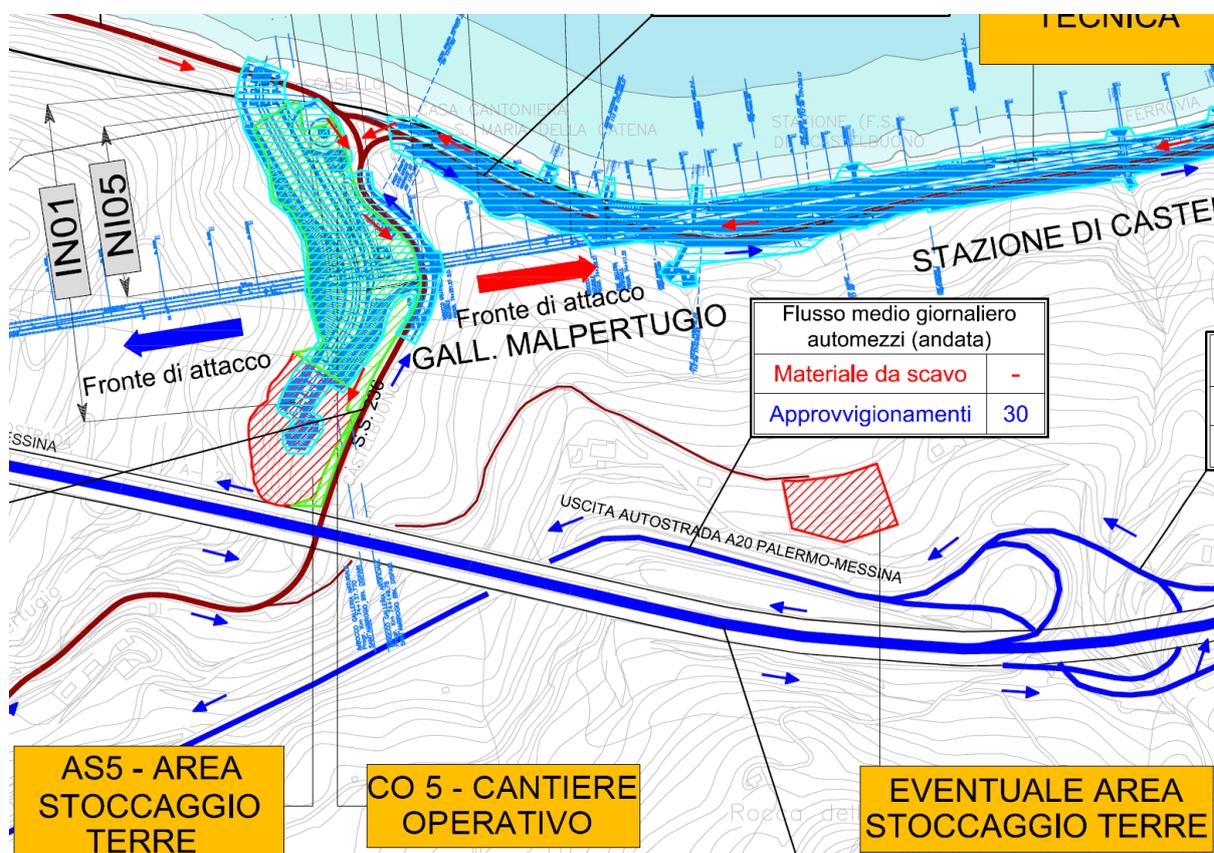


Figura 5 – Stralcio planimetrico della Zona Malpertugio, con indicazione delle aree di cantierizzazione AS5, CO5 e di un'altra eventuale area di stoccaggio posta a Sud della Stazione di Castelbuono.

Sempre in Zona Malpertugio / Stazione Castelbuono, sebbene poco più a monte dell'area di Fig.5, risultano ubicate le aree **CB2** e **AI1**, poste entrambe lungo l'alveo del Torrente Malpertugio, presso la SS 286 per Castelbuono, estese, rispettivamente, 19.200 mq e 38.400 mq. In adiacenza alle due aree ricadranno altre due eventuali aree di stoccaggio, di cui la prima avrà un'estensione pari a circa 19.300 mq (suddivisa in due settori di 9.200 mq e 11.100 mq) e ricadrebbe presso l'area CB2, mentre la seconda avrebbe un'estensione pari a circa 18.300 mq e ricadrebbe in adiacenza all'area AI1. In Fig. 6 è riportato lo stralcio planimetrico con l'ubicazione delle suddette aree.

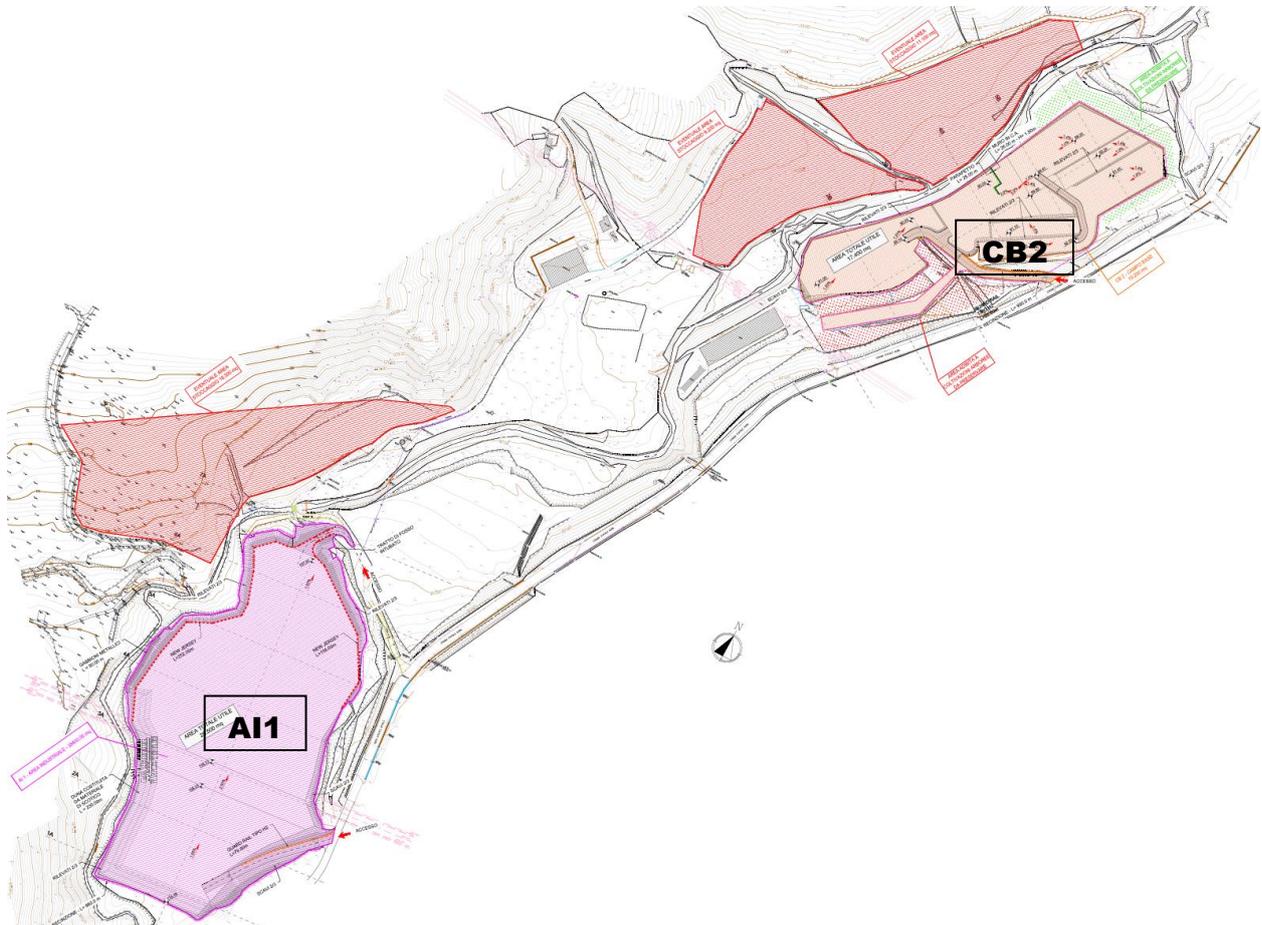


Figura 6 – Ubicazione del Campo Base CB1 (in alto), all’Area Industriale AI1 (in basso) e delle eventuali aree di stoccaggio poste in adiacenza

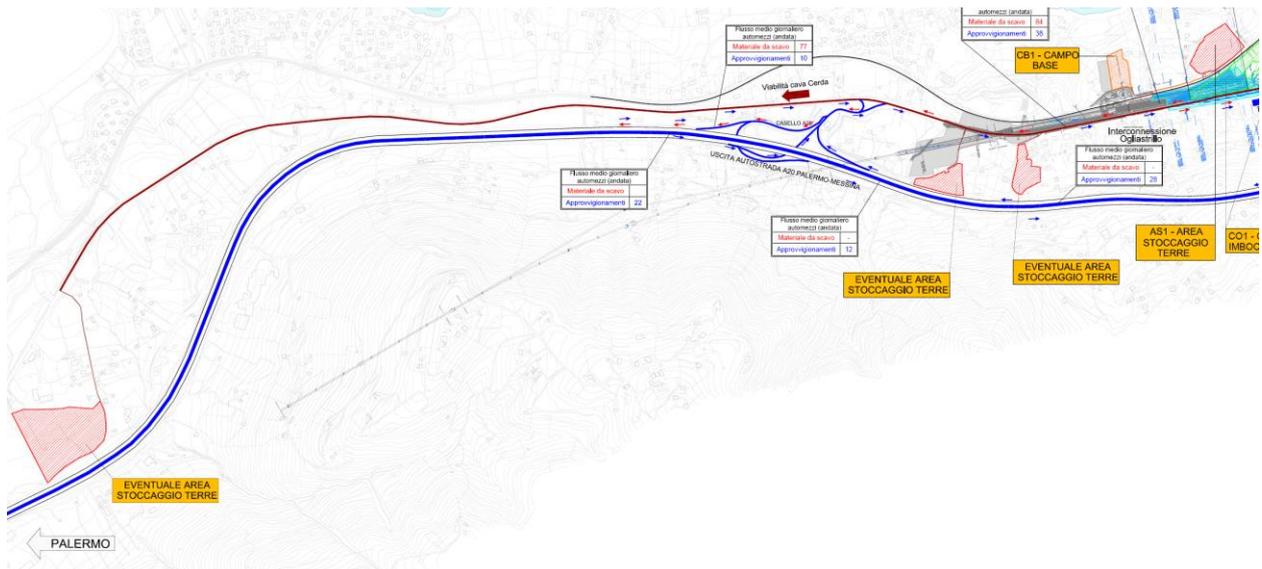


Figura 7 – Ubicazione dell’eventuale area di stoccaggio posta di fronte alla zona artigianale di Cefalù (a sn basso).

Un'altra eventuale area di stoccaggio risulta ubicata nell'area artigianale di Cefalù, circa 3.500 m a SO dell'area AS1, estesa circa 43.000 mq. In Fig. 7 se ne riporta l'ubicazione.

2.1 Inquadramento urbanistico

Nella Zona Ogliastrillo, le aree AS1, CB1 e CO1, oltre alle due eventuali aree di stoccaggio poste nelle vicinanze e dell'area posta nei pressi dell'area artigianale, ricadono nel Comune di Cefalù, in zone destinate attualmente all'uso agricolo (verde agricolo in Zona Q del P.R.G. comunale) e a tale uso saranno destinate le aree una volta dismesso il cantiere, a meno di una porzione dell'area CO1 che ricadrà nel nuovo tracciato ferroviario.

Nella Zona Fermata Cefalù l'area CO2 ricade nel Comune di Cefalù, in zona destinata attualmente all'uso residenziale e verde pubblico (Zona E1 ed F2 del P.R.G. comunale) e una volta dismesso il cantiere rientreranno in tale uso.

Nella Zona Carbone le aree AS3 e CO2 ricadono nel Comune di Cefalù, in zone destinate attualmente all'uso agricolo (verde agricolo in Zona Q del P.R.G. comunale). Al momento della dismissione le aree AS3 e CO2 saranno destinate ad aree di servizi tecnici annessi alle gallerie ferroviarie. La vicina eventuale area di stoccaggio ricade anch'essa in area destinata attualmente all'uso agricolo (verde agricolo in Zona Q del P.R.G. comunale) e a tale uso sarà destinata l'area una volta dismesso il cantiere.

Nella Zona Finestra S. Ambrogio le aree AS4 e CO4 ricadono nel Comune di Cefalù, in zone destinate attualmente all'uso agricolo (verde agricolo in Zona Q del P.R.G. comunale) e a tale uso sarà destinata l'area una volta dismesso il cantiere, a meno della porzione settentrionale della CO4 che sarà adibita ad area di servizi tecnici per la ferrovia.

Nella Zona Malpertugio / Stazione Castelbuono le aree AS5 e CO5 ricadono nel Comune di Pollina, con una minima parte in area di fascia di rispetto (con vincoli decaduti il 31/12/1993) per il resto in area forestale (Zona E3 del P.R.G. comunale). Una volta dismesso il cantiere dovrebbe essere restituita agli usi preesistenti, a meno della porzione settentrionale della CO5 che sarà adibita ad area di servizi tecnici per la ferrovia. Per quanto riguarda l'eventuale area di stoccaggio ubicata presso la Stazione Castelbuono ricade nel Comune di Pollina, in area destinata attualmente all'uso agricolo (verde agricolo in Zona E4 del P.R.G. comunale) e a tale uso sarà destinata l'area una volta dismesso il cantiere, così come le aree CB2 e AI1, oltre alle altre due eventuali aree di stoccaggio.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

Tutte le aree di cantierizzazione si inseriscono nel medesimo contesto geologico regionale in cui si inserisce il tracciato progettuale (cfr. § 4.2.1 del PdC dei MDS). Nel seguito si procede alla descrizione, per ognuna della cinque zone precedentemente individuate, del relativo assetto geologico locale.

3.1 Zona Ogliastrillo: assetto geologico locale

Le formazioni geologiche affioranti in corrispondenza della zona in esame sono tutte di origine sedimentaria e sulla base delle caratteristiche litologico-stratigrafiche e sedimentologiche è possibile riconoscere una successione costituita dal basso verso l'alto dalle formazioni descritte nel seguito.

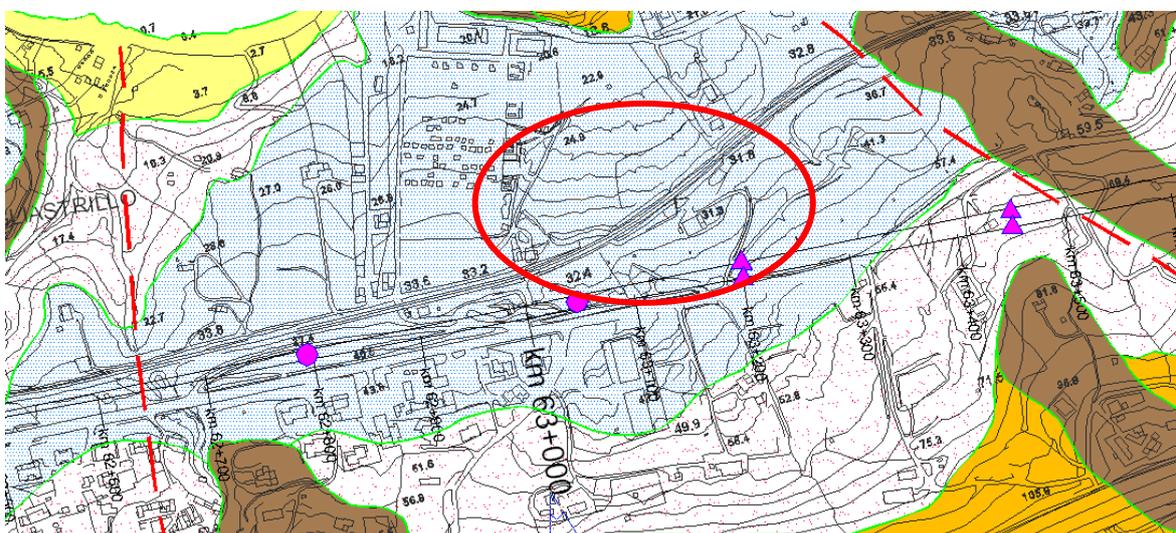


Figura 8 – Stralcio della “Carta Geologica”, elaborato progettuale di riferimento per la presente relazione; l’ubicazione delle aree di cantierizzazione è evidenziata dall’ellisse rossa.

Detrito di falda: materiali caoticizzati, generati da fenomeni di versante e caratterizzati da blocchi di quarzarenite in matrice sabbiosa e limosa.

Terrazzo marino: Di epoca quaternaria, tale formazione di origine marina è costituito da depositi sabbioso-ghiaiosi in matrice argillosa, con presenza di conglomerati. Su di esso ricadono le aree di cantierizzazione AS1, CB1, CO1 e parzialmente anche le tre eventuali aree di stoccaggio, che ricadono, inoltre, nella fascia delle coltri detritiche di falda poste alla base dei rilievi.

Flysch Numidico: Nell’area tale formazione oligo-miocenica affiora in maniera estesa nelle litofacies pelitico-arenacee, quarzarenitiche e argillitiche. In particolare in corrispondenza del sito, sotto la copertura di qualche metro del terrazzo marino quaternario (in azzurro in Fig. 8), si riscontrano le argille spesso scagliettate, ben stratificate, di colore bruno, variabile dal grigio scuro al rossastro, con spessori notevoli. In intercalazione si ritrovano le arenarie quarzose, grigio-giallastre passanti verso l’alto in formazioni di banchi di notevole spessore.

Per quanto riguarda le **caratteristiche idrogeologiche** dei terreni in cui ricade il sito, i depositi marini presentano una media permeabilità, ma non sono acquiferi di rilevanza dati gli esigui spessori riscontrabili. La formazione pelitica fliscioide sottostante presenta una permeabilità di basso grado con qualche discontinuità in corrispondenza degli orizzonti quarzarenitici che, laddove fratturati, permettono una discreta circolazione idrica; in ogni caso tale formazione non è associabile ad acquiferi significativi.

3.2 Zona Fermata Cefalù: assetto geologico locale

Le formazioni geologiche affioranti in corrispondenza della zona in esame sono tutte di origine sedimentaria e sulla base delle caratteristiche litologico-stratigrafiche e sedimentologiche è possibile riconoscere una successione costituita dal basso verso l'alto dalle formazioni descritte nel seguito.

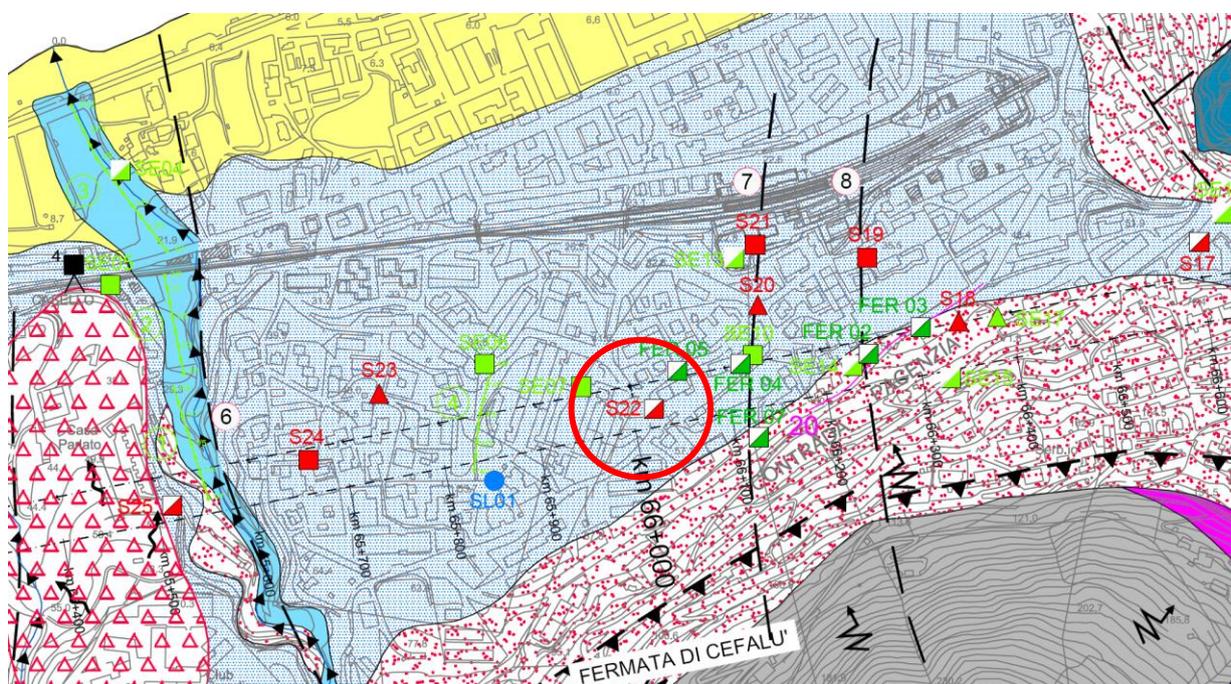


Figura 9 – Stralcio della "Carta Geologica", elaborato progettuale di riferimento per la presente relazione; l'ubicazione dell'area di cantierizzazione è evidenziata dal cerchio rosso.

Terrazzo marino: Di epoca quaternaria, tale formazione di origine marina è costituito da depositi sabbioso-ghiaiosi in matrice argillosa, con presenza di conglomerati. Su di esso ricade l'area CO2.

Flysch Numidico: Nell'area tale formazione oligo-miocenica affiora in maniera estesa nelle litofacies pelitico-arenacee, quarzarenitiche e argillitiche. In particolare in corrispondenza del sito, sotto la copertura di qualche metro del terrazzo marino quaternario (in azzurro in Fig. 9), si riscontrano le arenarie quarzose, grigio-giallastre con formazioni di banchi di notevole spessore.

Per quanto riguarda le **caratteristiche idrogeologiche** dei terreni in cui ricade il sito, i depositi marini presentano una media permeabilità, ma non sono acquiferi di rilevanza dati gli esigui spessori riscontrabili. La formazione pelitica fliscioide sottostante presenta una permeabilità di basso grado con qualche discontinuità in corrispondenza degli orizzonti quarzarenitici che, laddove fratturati, permettono

una discreta circolazione idrica; in ogni caso tale formazione non è associabile ad acquiferi significativi.

3.3 Zona Carbone: assetto geologico locale

Le formazioni geologiche affioranti in corrispondenza della zona in esame sono tutte di origine sedimentaria e sulla base delle caratteristiche litologico-stratigrafiche e sedimentologiche è possibile riconoscere una successione costituita dal basso verso l'alto dalle formazioni descritte nel seguito.

Detrito di falda: materiali caoticizzati, generati da fenomeni di versante e caratterizzati da blocchi di quarzarenite in matrice sabbiosa e limosa. Su di essi ricade l'area AS3 e parte di CO3.

Terrazzo marino: Di epoca quaternaria, tale formazione di origine marina è costituito da depositi sabbioso-ghiaiosi in matrice argillosa, con presenza di conglomerati. Su di essi, riportati in azzurro in Fig. 10, ricade in parte l'eventuale area di stoccaggio (ellisse gialla in Fig. 10).

Flysch Numidico: nell'area tale formazione oligo-miocenica affiora in maniera estesa nelle litofacies pelitico-arenacee, quarzarenitiche e argillitiche. In particolare in corrispondenza del sito, sotto la copertura di qualche metro di detrito di falda (in bianco puntinato di rosso in Fig. 10), si riscontrano le argille spesso scagliettate, ben stratificate, di colore bruno, variabile dal grigio scuro al rossastro, con spessori notevoli. In intercalazione si ritrovano le arenarie quarzose, grigio-giallastre. Su di essi ricadono in parte l'area CO3 (cerchio rosso in fig. 10) e l'eventuale area di stoccaggio.

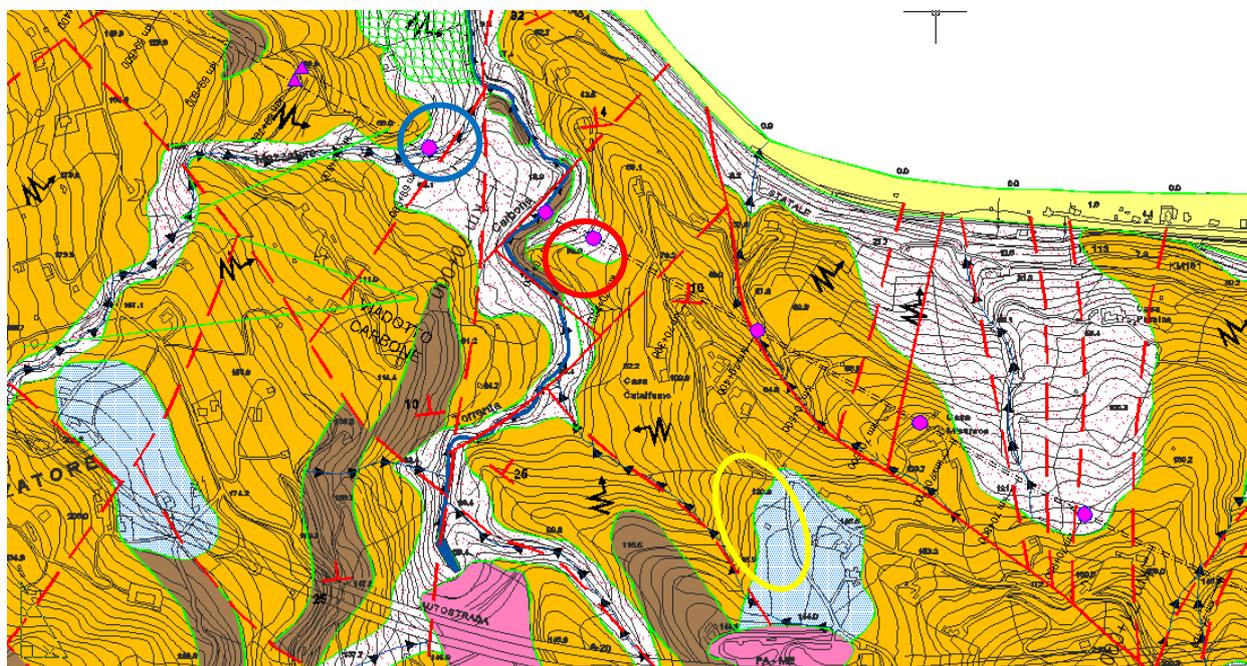


Figura 10 – Stralcio della “Carta Geologica”, elaborato progettuale di riferimento per la presente relazione; l’ubicazione del sito AS3 è evidenziata dal cerchio azzurro, del sito CO3 dal cerchio rosso, mentre il sito AS3-BIS dall’ellisse azzurra.

Per quanto riguarda le **caratteristiche idrogeologiche** dei terreni in cui ricade la zona, i detriti di falda presentano una permeabilità medio-bassa, ma non sono acquiferi di rilevanza dati gli esigui spessori riscontrabili. La formazione pelitica fliscioidale sottostante presenta una permeabilità di basso grado con

qualche discontinuità in corrispondenza degli orizzonti quarzarenitici che, laddove fratturati, permettono una discreta circolazione idrica; in ogni caso tale formazione non è associabile ad acquiferi significativi.

3.4 Zona Finestra S. Ambrogio: assetto geologico locale

Le formazioni geologiche affioranti in corrispondenza della zona in esame sono tutte di origine sedimentaria e sulla base delle caratteristiche litologico-stratigrafiche e sedimentologiche è possibile riconoscere una successione costituita dal basso verso l'alto dalle formazioni descritte di seguito.

Detrito di falda: materiali caoticizzati, generati da fenomeni di versante e caratterizzati da blocchi di quarzarenite in matrice sabbiosa e limosa. Su di essi ricadono parzialmente le aree AS4 e CO4 (entrambi contenute nel cerchio blu in Fig. 11)

Flysch Numidico: nell'area tale formazione oligo-miocenica affiora in maniera estesa nelle litofacies pelitico-arenacee, quarzarenitiche e argillitiche. In particolare in corrispondenza del sito, sotto la discontinua copertura dei detriti di falda (in bianco puntinato di rosso in Fig. 11), si riscontrano le argille spesso scagliettate, ben stratificate, di colore bruno, variabile dal grigio scuro al rossastro, con spessori notevoli. In intercalazione si ritrovano le arenarie quarzose, grigio-giallastre.

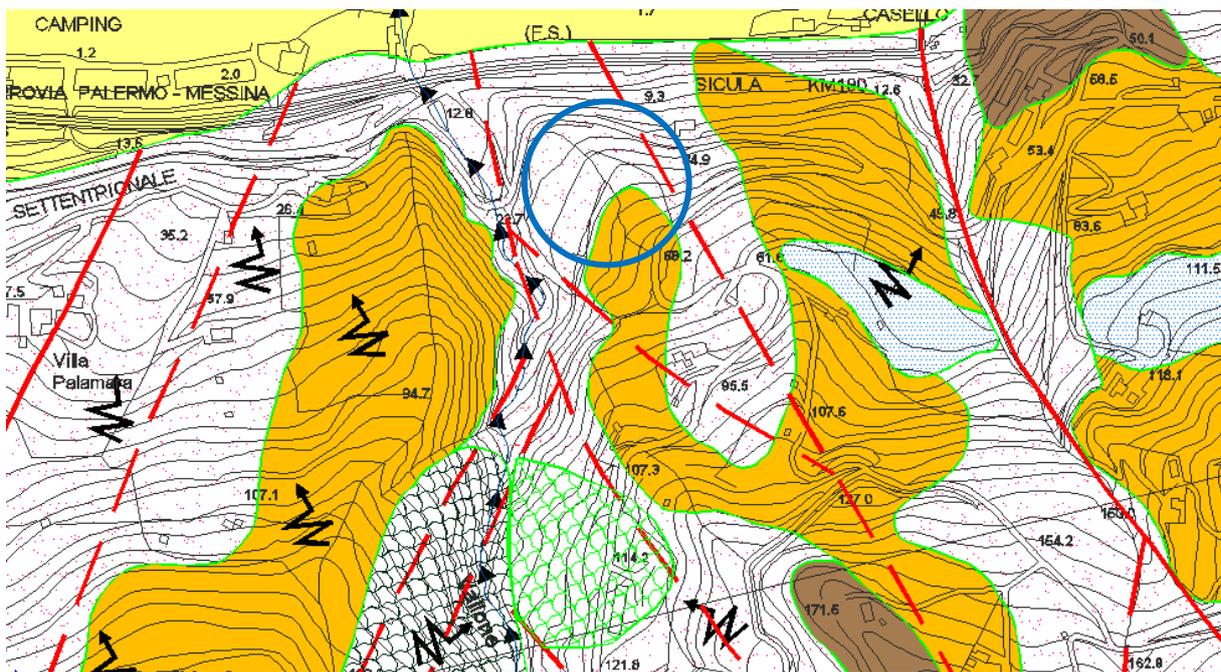


Figura 11 – Stralcio della “Carta Geologica”, elaborato progettuale di riferimento per la presente relazione; l'ubicazione delle aree AS4 e CO4 è evidenziata dal cerchio blu.

Per quanto riguarda le **caratteristiche idrogeologiche** dei terreni in cui ricade il sito, i detriti di falda presentano una permeabilità medio-bassa, ma non sono acquiferi di rilevanza dati gli esigui spessori riscontrabili. La formazione pelitica fliscioide sottostante presenta una permeabilità di basso grado con qualche discontinuità in corrispondenza degli orizzonti quarzarenitici che, laddove fratturati, permettono una discreta circolazione idrica; in ogni caso tale formazione non è associabile ad acquiferi significativi.

3.5 Zona Malpertugio/Stazione Castelbuono: assetto geologico locale

Le formazioni geologiche affioranti in corrispondenza della zona in esame sono tutte di origine sedimentaria e sulla base delle caratteristiche litologico-stratigrafiche e sedimentologiche è possibile riconoscere una successione costituita dal basso verso l'alto dalle formazioni descritte di seguito.

Alluvioni fluviali recenti ed attuali: sabbie e ghiaie in matrice fine talora limosa, con spessori anche oltre la decina di metri.

Detrito di falda: materiali caoticizzati, generati da fenomeni di versante e caratterizzati da blocchi di quarzarenite in matrice sabbiosa e limosa.

Tufiti di Tusa: Alternanze di arenarie azzurro-verdastre, spesso poco cementate, arenarie tufitiche grigio-nerastre, argille marnose, marne e calcari marnosi.

Flysch Numidico: nell'area tale formazione oligo-miocenica affiora in maniera estesa nelle litofacies pelitico-arenacee, quarzarenitiche e argillitiche. In particolare in corrispondenza del sito, sotto la sottile copertura del riporto, dei detriti di falda (in bianco puntinato di rosso in Fig. 12) e delle alluvioni, si riscontrano le argille spesso scagliettate, ben stratificate, di colore bruno, variabile dal grigio scuro al rossastro, con spessori notevoli. In intercalazione si ritrovano le arenarie quarzose, grigio-giallastre.

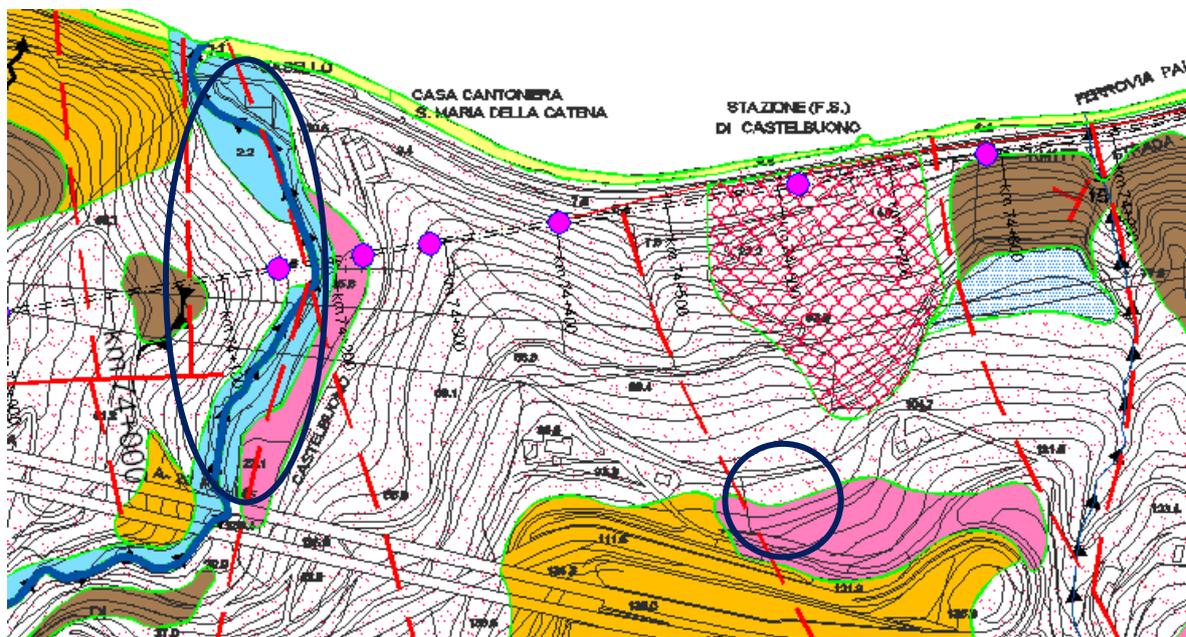


Figura 12 – Stralcio della “Carta Geologica”, elaborato progettuale di riferimento per la presente relazione; l’ubicazione della aree AS5 e CO5 è evidenziata dall’ellisse blu, mentre l’eventuale area di stoccaggio dal cerchio blu.

Dall’esame della Fig. 12 si evidenzia che le aree AS5 e CO5 ricadono in zone parzialmente interessate dalle alluvioni, dalle tufiti e dal detrito sovrastante il flysch, mentre l’eventuale area di stoccaggio sopra la Stazione ricade tra le tufiti e il detrito.

Dall’esame di Fig. 13, che raffigura la zona posta più a monte, si evidenzia che le aree AI1 e CB2

ricadono su terreni alluvionali, sovrastanti la formazione del Flysch Numidico.

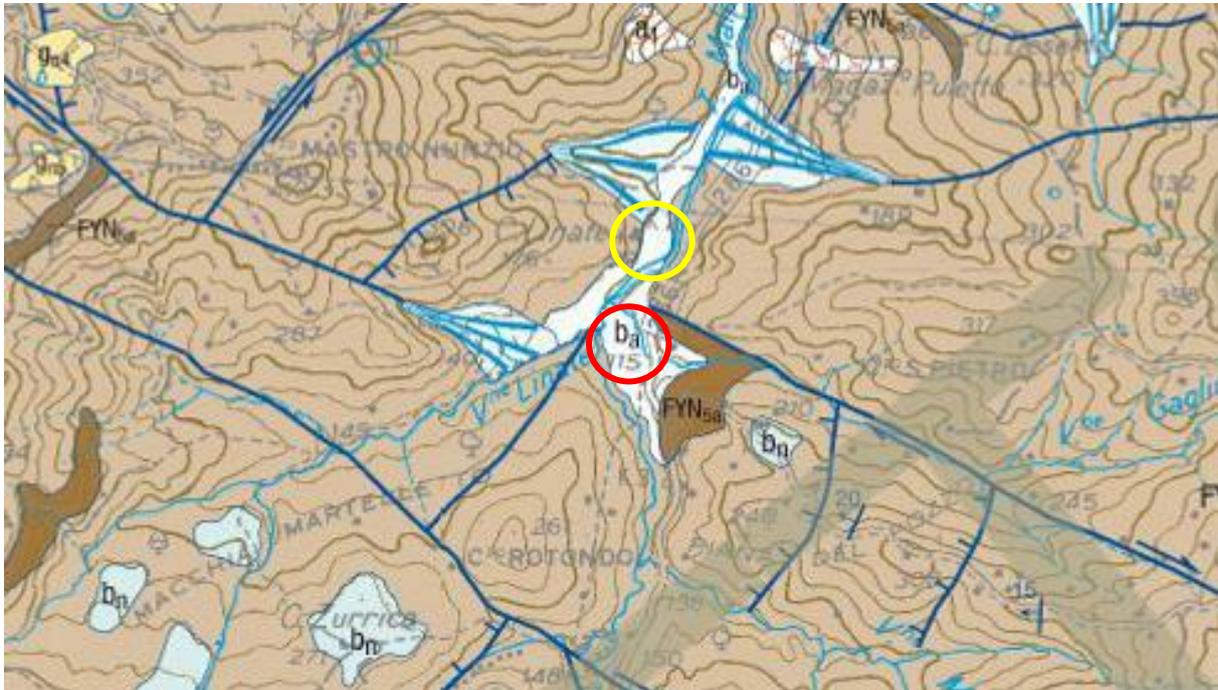


Figura 13 – Stralcio della “Carta Geologica Cefalù-Castelbuono - Fg 597-610” redatta in scala 1:50.000 dal Servizio Geologico d’Italia, Progetto CARG; il cerchietto rosso evidenzia l’ubicazione dell’area AI1 e dell’adiacente eventuale area di stoccaggio, mentre in giallo è evidenziata l’area CB2 e l’adiacente eventuale area di stoccaggio; in azzurro chiaro i depositi alluvionali, mentre le formazioni affioranti circostanti sono del Flysch Numidico.

Per quanto riguarda le **caratteristiche idrogeologiche** dei terreni in cui ricade il sito, le coperture presentano una permeabilità variabile da media a medio-bassa in funzione della granulometria riscontrabile, sebbene non siano acquiferi di rilevanza dati gli esigui spessori riscontrabili. La formazione pelitica fliscioide sottostante presenta una permeabilità di basso grado con qualche discontinuità in corrispondenza degli orizzonti quarzarenitici che, laddove fratturati, permettono una discreta circolazione idrica; in ogni caso tale formazione non è associabile ad acquiferi significativi.

4 PIANO DI CAMPIONAMENTO E ANALISI ANTE INTERVENTI

L'esecuzione delle indagini sulle matrici ambientali delle aree in esame è finalizzata alla acquisizione di dati di tipo qualitativo (evidenze ambientali) e quantitativo (esiti analisi chimiche) da valutare, interpretare ed elaborare, al fine di ottenere una restituzione degli stessi utile all'accertamento della sussistenza dei requisiti di qualità ambientale del substrato di tali aree e di verificare i valori di fondo ancor prima dell'avvio della cantierizzazione, in accordo con i criteri di definizione di sito contaminato ai sensi del Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 (cd. Testo Unico Ambientale).

Il presente Piano delle Indagini comprende la descrizione delle indagini dirette e dei campionamenti da eseguire per determinare la presenza e la concentrazione di eventuali inquinanti nelle matrici interessate, le metodologie dell'esecuzione dell'investigazione e il piano delle analisi chimico-fisiche da svolgere in laboratorio.

4.1 Criteri adottati

Ai fini della caratterizzazione ambientale dei terreni in cui ricadono le Aree di Stoccaggio (AS1, AS3, AS4, AS5 ed eventuali altre 7 aree), considerato l'ambito in cui si inseriscono gli interventi progettuali da effettuare su di essi, dato che in esse transiteranno i materiali da scavo da utilizzare in siti esterni al sito di produzione, sono stati adottati i criteri di esecuzione riferiti all'Allegato 2 al D.M. 161/2012. Si procederà, pertanto, mediante scavi esplorativi (trincee) la cui densità è basata su criteri di tipo statistico e sulla base dell'estensione dell'area, come esposto nella seguente tabella.

Dimensione dell'area	Punti di prelievo
Area < 2.500 mq	Minimo 3
2.500 mq < Area < 10.000 mq	3 + 1 ogni 2.500 mq
Area > 10.000 mq	7 + 1 ogni 5.000 mq

Tabella 1 – Criteri di definizione della densità areale di punti di campionamento (DM 161/2012, Allegato 2)

I punti di indagine sono localizzati in posizione opportuna (ubicazione sistematica casuale).

La profondità di indagine è determinata in maniera tale da captare gli orizzonti più significativi del suolo e sottosuolo, sebbene le aree ricadono in zone agricole non intensive o in aree residenziali (*cfr.* § 2.1), non sono stati oggetto di attività produttive particolarmente inquinanti e non vi sono state evidenziate presenze di sorgenti puntuali di contaminazione, in atto o pregresse. I campionamenti saranno effettuati, pertanto, sino a 3 m di profondità (sufficiente a captare eventuali contaminazioni provenienti dall'alto, dato che non si hanno evidenze di sorgenti contaminanti sepolte (quali serbatoi, vasche interrato, condotte), interessando le matrici solide incoerenti e con frazioni minori di 2 cm (ai sensi dell'Allegato 4 al D.M. 161/2012). Nel caso di riscontro di evidenze organolettiche di contaminazione al fondo scavo, si procederà ad approfondire lo scavo sino al rinvenimento di terreno evidentemente non contaminato.

Per ogni scavo si procederà alla descrizione stratigrafica ed alla redazione di una dettagliata documentazione fotografica. Nel caso in cui si riscontri la presenza di materiali di riporto si dovrà procedere alla valutazione percentuale in massa degli elementi di origine antropica.

Nel seguito, applicando i criteri di Tabella 1, si definisce il numero di punti di campionamento per ogni area di stoccaggio. In appendice si riportano gli stralci planimetrici per le zone dove ricadono le aree, con ubicazione dei punti effettuata adottando criteri di campionamento sistematico casuale.

Area di Stoccaggio	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Eventuale Area di Stoccaggio zona artigianale Cefalù	43.000 mq	43.000 mq	14 x 3 m	42
Eventuale Area di Stoccaggio Ovest - Zona Ogliastrillo	8.300 mq	8.300 mq	5 x 3 m	15
Eventuale Area di Stoccaggio Est - Zona Ogliastrillo	8.000 mq	8.000 mq	5 x 3 m	15
AS1	14.600 mq	14.600 mq	8 x 3 m	24
AS3	800 mq	800 mq	3 x 3 m	9
Eventuale Area di Stoccaggio Zona Carbone	10.100 mq	10.100 mq	6 x 3 m	18
AS4				
Piazzale 1	1.450 mq	1.450 mq	3 x 3 m	9
Piazzale 2	5.400 mq	5.400 mq	4 x 3 m	12
AS5	9.000 mq	9.000 mq	6 x 3 m	18
Eventuale Area di Stoccaggio Zona Stazione Castelbuono	5.000 mq	5.000 mq	4 x 3 m	12
Eventuale Area di Stoccaggio adiacente CB2	20.300 mq	20.300 mq	9 x 3 m	27
Eventuale Area di Stoccaggio adiacente A11	18.300 mq	18.300 mq	9 x 3 m	27
TOT.			76	228

Tabella 2 – Definizione del numero di punti di prelievo e di campioni per ogni Area di Stoccaggio; la caratterizzazione delle aree eventuali, evidenziate in grigio, è da decidersi.

Per quanto riguarda le altre tipologie di aree di cantierizzazione (campi base, cantieri operativi a area industriale), solo alcune di esse saranno oggetto di riutilizzo dei materiali da scavo in ambiti esterni al cantiere: CB1, CO1, CO2, CO4 e CB2.

In tali casi si applicheranno i medesimi criteri delle aree di stoccaggio, con riferimento alla Tabella 1 in merito al numero di punti di campionamento.

Anche in questi casi la profondità di indagine è determinata in maniera tale da captare gli orizzonti più significativi del suolo e sottosuolo, sebbene le aree ricadono in zone agricole non intensive (cfr. § 2.1), non sono stati oggetto di attività produttive particolarmente inquinanti e non vi sono state evidenziate presenze di sorgenti puntuali di contaminazione, in atto o pregresse. I campionamenti saranno

effettuati, pertanto, sino a 3 m di profondità (sufficiente a captare eventuali contaminazioni provenienti dall'alto, dato che non si hanno evidenze di sorgenti contaminanti sepolte), interessando le matrici solide incoerenti e con frazioni minori di 2 cm (ai sensi dell'Allegato 4 al D.M. 161/2012).

Fa eccezione l'area corrispondente al Cantiere Base CB2, già utilizzata come area di cantiere in occasione della realizzazione dell'Autostrada ME-PA. In tal caso le indagini saranno spinte sino a 4 m di profondità da piano campagna, con eventuali approfondimenti nel caso di riscontro di evidenze organolettiche.

Nei casi delle aree non oggetto di prelievo di materiali da scavo per riutilizzi esterni (CO3, CO5 e AI1), si applicano criteri differenti, calibrati in funzione degli usi cui sono destinate tali aree e delle condizioni *ante operam*, che non danno riscontro della presenza di attività produttive particolarmente inquinanti e non sono state evidenziate presenze di sorgenti puntuali di contaminazione, in atto o pregresse. Si precisa che l'area CO5 ricade in un contesto territoriale (incisione valliva del Torrente Malpertugio) di difficile praticabilità ai fini di eventuali campionamenti, ma, comunque, già oggetto di indagini in sede di caratterizzazione dei materiali da scavo. Non sarà, pertanto, oggetto di ulteriori indagini.

Ne consegue che, per queste ultime aree si possa applicare il criterio di indagine preliminare, ossia una ubicazione casuale di punti di indagine con numero ridotto, ma comunque con l'obiettivo di rilevare eventuali anomalie, tramite l'esecuzione di scavi spinti sino a 3 m di profondità.

Nel seguito, applicando i summenzionati criteri, si definisce il numero di punti di campionamento per ogni area di stoccaggio. In appendice si riportano gli stralci planimetrici per le zone dove ricadono le aree, con ubicazione dei punti effettuata adottando criteri di campionamento sistematico casuale.

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Campo Base CB1	6.500 mq	6.500 mq	5 x 3 m	15
Cantiere Operativo CO1	37.600 mq	37.600 mq	13 x 3 m	39
Cantiere Operativo CO2	3.600 mq	3.600 mq	4 x 3 m	12
Cantiere Operativo CO3	11.000 mq	11.000 mq	5 x 3 m	15
Cantiere Operativo CO4				
Piazzale 1	2.800 mq	2.800 mq	3 x 3 m	9
Piazzale 2	6.000 mq	6.000 mq	4 x 3 m	12
Cantiere Operativo CO5	20.400 mq	20.400 mq	Area già indagata con problemi di praticabilità	-
Campo Base CB2	19.200 mq	19.200 mq	9 x 4 m	27
Area Industriale AI1	38.400 mq	38.400 mq	6 x 3 m	18
TOT.			49	147

Tabella 3 – Definizione del numero di punti di prelievo e di campioni per le indagini preliminari da effettuare sulle Aree di Cantierizzazione, escluse le aree di stoccaggio; le righe evidenziate in arancio corrispondono alle aree in cui parte dei materiali da scavo è destinato all'utilizzo in siti esterni.

4.2 Esecuzione delle indagini

Nei siti oggetto delle indagini, alla luce delle condizioni evidenziate ed illustrate nel precedente capitolo, i punti su cui focalizzare le indagini sono:

- l'eventuale presenza di superamenti delle CSC (di cui alle colonne A e B della Tabella 1 dell'Allegato 5 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.) per i parametri indagati (cfr. § 5.3);
- i valori di fondo naturali di eventuali sostanze/composti con superamenti oltre le suddette CSC.

A tal fine e premettendo che tutte le indagini e i campionamenti andranno eseguiti in accordo a quanto descritto negli Allegati 2 e 4 al D.M. 161/2012, in tale fase sono previste le seguenti attività:

- Indagini dirette sui terreni (caratterizzazione geostratigrafica e campionamento)
- Indagini sulle acque sotterranee (verifica freaticometrica e campionamento)
- Analisi chimiche

4.2.1.1 Indagini dirette sui terreni

L'indagine dovrà essere effettuata tramite l'esecuzione di **scavi**, dimensionati 1 m (larghezza) x 2 m (lunghezza) x 3 m (profondità massima, che raggiunge i 4 m solo nel caso dell'area di cantierizzazione CB2), tramite escavatore a benna rovescia di dimensioni opportune, al fine di realizzare delle trincee esplorative geognostiche e verificare qualitativamente e quantitativamente lo stato del terreno e l'eventuale presenza, nello stesso, di contaminazione.

All'interno di ogni scavo si provvederà al prelievo di n° 3 campioni di terreno:

- uno rappresentativo del primo metro, ad esclusione dello strato di terreno vegetale,
- il secondo rappresentativo dell'orizzonte compreso tra il primo metro e l'ultimo metro;
- il terzo rappresentativo della zona di fondo scavo.

Le modalità di prelievo saranno le seguenti:

- dopo il raggiungimento della profondità di 1 m (o anche meno se prima si riscontra il substrato lapideo), si preleveranno di n. 5 campioni elementari per ogni parete dello scavo; tali campioni saranno tutti depositi su un telo nuovo in PE per procedere alla loro omogeneizzazione e quartatura; ogni singolo campione composito, derivante dalla omogeneizzazione e quartatura dei campioni elementari, si denominerà “**SCX/1**”, dove per X si intende il numero dello scavo e per 1 si intende il numero di campione del punto indagato;
- al raggiungimento della profondità di 3 m (o 4 m dove prevista), si procederà al prelievo di n. 5 campioni elementari da ogni parete nell'intervallo tra -1 m e il fondo scavo; tali campioni saranno depositi su un telo pulito in PE per procedere alla loro omogeneizzazione e quartatura; ogni singolo campione composito, derivante dalla omogeneizzazione e quartatura dei campioni elementari, si denominerà “**SCX/2**”, dove per X si intende il numero dello scavo e per 2 si intende il numero di campione del punto indagato;
- si procederà, inoltre, al prelievo di n. 10 campioni elementari dal fondo scavo; tali campioni saranno depositi su un telo pulito in PE per procedere alla loro omogeneizzazione e quartatura; ogni singolo campione composito, derivante dalla omogeneizzazione e quartatura dei campioni

elementari, si denominerà "SCX/3", dove per X si intende il numero dello scavo e per 3 si intende il numero di campione del punto indagato.

Nel caso in cui a livello organolettico si evidenzia la presenza di contaminazione sul fondo dello scavo, si procederà, se possibile, per altri 0,5 m, con le stesse modalità sopra riportate, al campionamento di terreno, e così via sino a non avere più evidenze di contaminazione.

I terreni rimossi saranno riposti all'interno dello scavo eseguito con lo stesso ordine di estrazione. A fine operazione si porrà sullo scavo un paletto segnaletico con sigla dello stesso.

Dettagli sulle modalità di campionamento

Il prelievo dei campioni del terreno da sottoporre ad analisi quantitativa, sarà effettuato in accordo ai criteri contenuti nella norma **UNI 10802**, nell'Allegato 4 al D.M. 161/2012 e nell'Allegato 2 al Titolo V della Parte Quarta del D.Lgs. 152/2006, alla sezione "Campionamenti terreni e acque sotterranee".

La formazione dei campioni per le analisi sarà effettuata secondo la seguente sequenza operativa:

- Prelievo e preparazione dei campioni per l'analisi dei composti non volatili. Il terreno sarà prelevato e collocato in un contenitore di vetro a chiusura ermetica del volume di circa 1000 ml. I contenitori saranno conservati in ambiente refrigerato a 4°C;
- Prelievo e preparazione dei campioni per l'analisi dei composti volatili. Il terreno sarà prelevato e collocato in un contenitore di vetro a chiusura ermetica tipo vial del volume di circa 40 ml. I contenitori saranno conservati in ambiente refrigerato a 4°C.

Ogni campione composito sarà prelevato in triplice aliquota:

- una da inviare al laboratorio incaricato;
- due da consegnare, alla Toto Costruzioni, per necessità di eventuale ulteriori verifiche o ai fini di invio ad ARPA ST di Palermo, in caso di rilevanze, per come concordato durante l'incontro tecnico del 7.11.13.

4.3 Determinazioni analitiche

I campioni di terreno da portare in laboratorio saranno privi della frazione maggiore di 2 cm (da scartare in campo) e le determinazioni analitiche in laboratorio dovranno essere condotte sull'aliquota di granulometria inferiore a 2 mm. La concentrazione del campione dovrà essere determinata riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensiva anche dello scheletro campionato (frazione compresa tra 2 cm e 2 mm).

Il set di parametri analitici da ricercare è stato definito in base alle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte sul sito o nelle sue vicinanze, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici legati all'esecuzione dell'opera. I parametri e le metodiche da considerare sono i seguenti:

PROVA ANALITICA	METODO DI PROVA
SCHELETRO (2 mm – 2 cm)	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met II.1
RESIDUO A 105°C	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
RESIDUO A 105°C DELLA FRAZIONE FINE SECCA ALL'ARIA	CNR IRSA 2 Q 64 Vol 2 1984
ARSENICO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CADMIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
COBALTO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO TOTALE	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
CROMO ESAVALENTE	UNI EN ISO 15192:2007
MERCURIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
NICHEL	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
PIOMBO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
RAME	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
SELENIO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
STAGNO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
ZINCO	DM 13/09/1999 SO n° 185 GU n° 248 21/10/1999 Met XI.1 + EPA 6010C 2007
SOLVENTI ORGANICI AROMATICI	EPA 5035 A 2002 bassa concentrazione + EPA 8260C 2006
<i>Benzene</i>	
<i>Etilbenzene</i>	
<i>Stirene</i>	
<i>Toluene</i>	
<i>o-xilene</i>	
<i>(m + p)-xilene</i>	
<i>Xileni (Somma Medium Bound)</i>	
<i>Sommatoria medium bound solventi organici aromatici (da 20 a 23)</i>	
IDROCARBURI POLICICLICI AROMATICI	EPA 3545A 2007 + EPA 8270D 2007
<i>Benzo(a)antracene</i>	
<i>Benzo(a)pirene</i>	
<i>Benzo(b)fluorantene</i>	
<i>Benzo(k)fluorantene</i>	
<i>Benzo(g,h,i)perilene</i>	
<i>Crisene</i>	
<i>Dibenzo(a,e)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,l)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,i)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,h)pirene</i>	
<i>Dibenzo(a,h)antracene</i>	
<i>Indeno(1,2,3-cd)pirene</i>	
<i>Pirene</i>	
<i>Sommatoria medium bound idrocarburi policiclici aromatici (da 25 a 37)</i>	
<i>Naftalene</i>	
<i>Acenaftilene</i>	
<i>Acenaftene</i>	
<i>Fluorene</i>	
<i>Fenantrene</i>	
<i>Antracene</i>	
<i>Fluorantene</i>	
IDROCARBURI PESANTI C > 12	+ UNI EN ISO 16703:2011
AMIANTO	DM 06/09/94 GU n° 288 10/12/1994 All. 1 Met B



I risultati delle analisi sui campioni saranno confrontati con le Concentrazioni soglia di contaminazione di cui alle colonne A e B tabella 1 all'Allegato 5, al Titolo V della Parte IV del Decreto Legislativo n. 152 del 2006 e s.m.i., con riferimento alla specifica destinazione d'uso urbanistica del sito di destinazione.

Le analisi chimico-fisiche saranno condotte adottando le metodiche sopra indicate o, comunque, con metodiche ufficialmente riconosciute e tali da garantire l'ottenimento di valori 10 volte inferiori rispetto ai valori di concentrazione limite.



Piano della Caratterizzazione Ambientale delle aree di cantierizzazione afferenti gli interventi progettuali sulla “Linea ferroviaria Palermo-Messina - Raddoppio Fiumetorto-Cefalù-Castelbuono - Tratta Ogliastrillo-Castelbuono”

APPENDICE

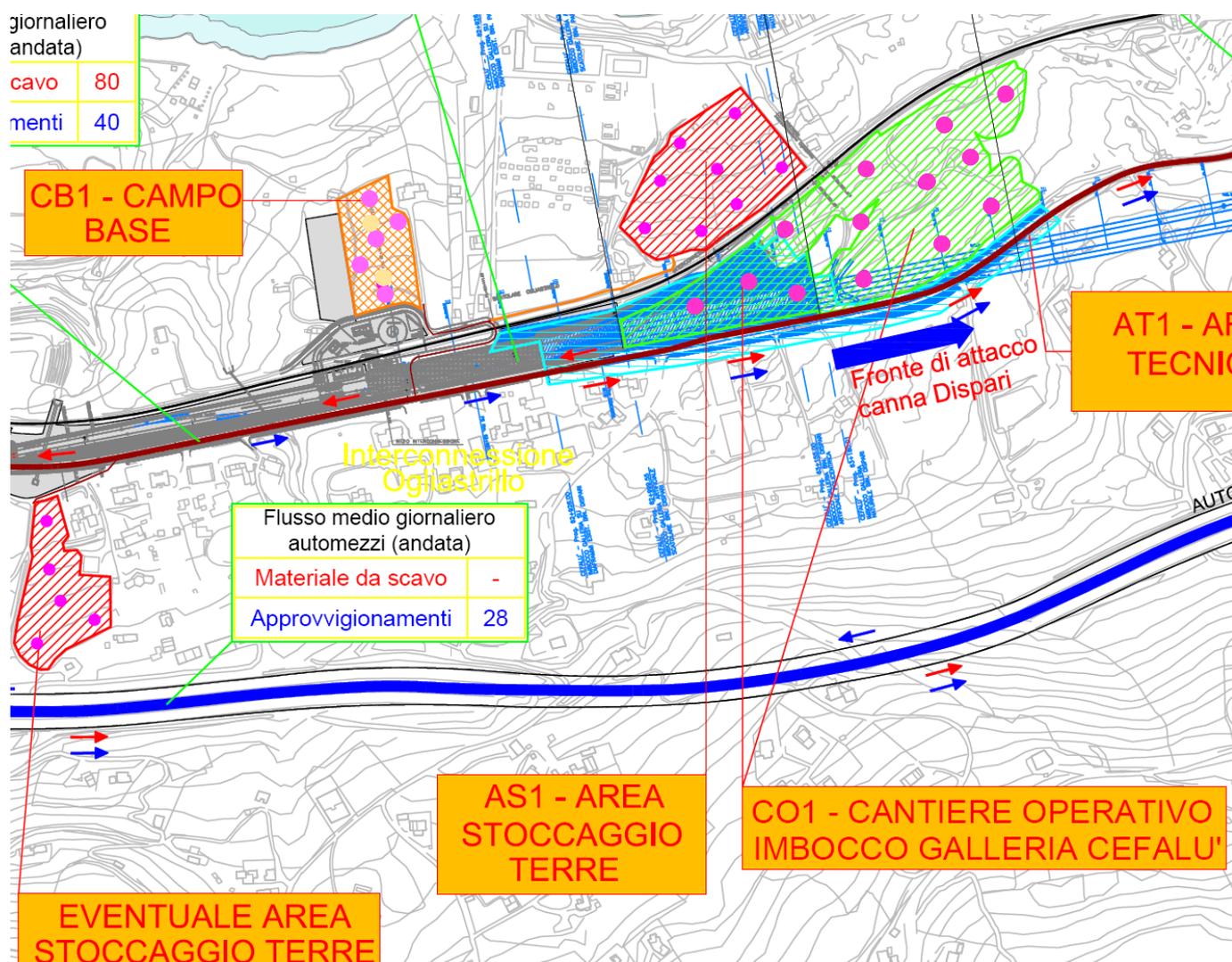
STRALCI PLANIMETRICI CON UBICAZIONE DEI PUNTI DI CAMPIONAMENTO

STRALCIO PLANIMETRICO - 1

ZONA OGLIASTRILLO

AREE AS1 - CB1 - CO1

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
AS1	14.600 mq	14.600 mq	8 x 3 m	24
Campo Base CB1	6.500 mq	6.500 mq	5 x 3 m	15
Cantiere Operativo CO1	37.600 mq	37.600 mq	13 x 3 m	39

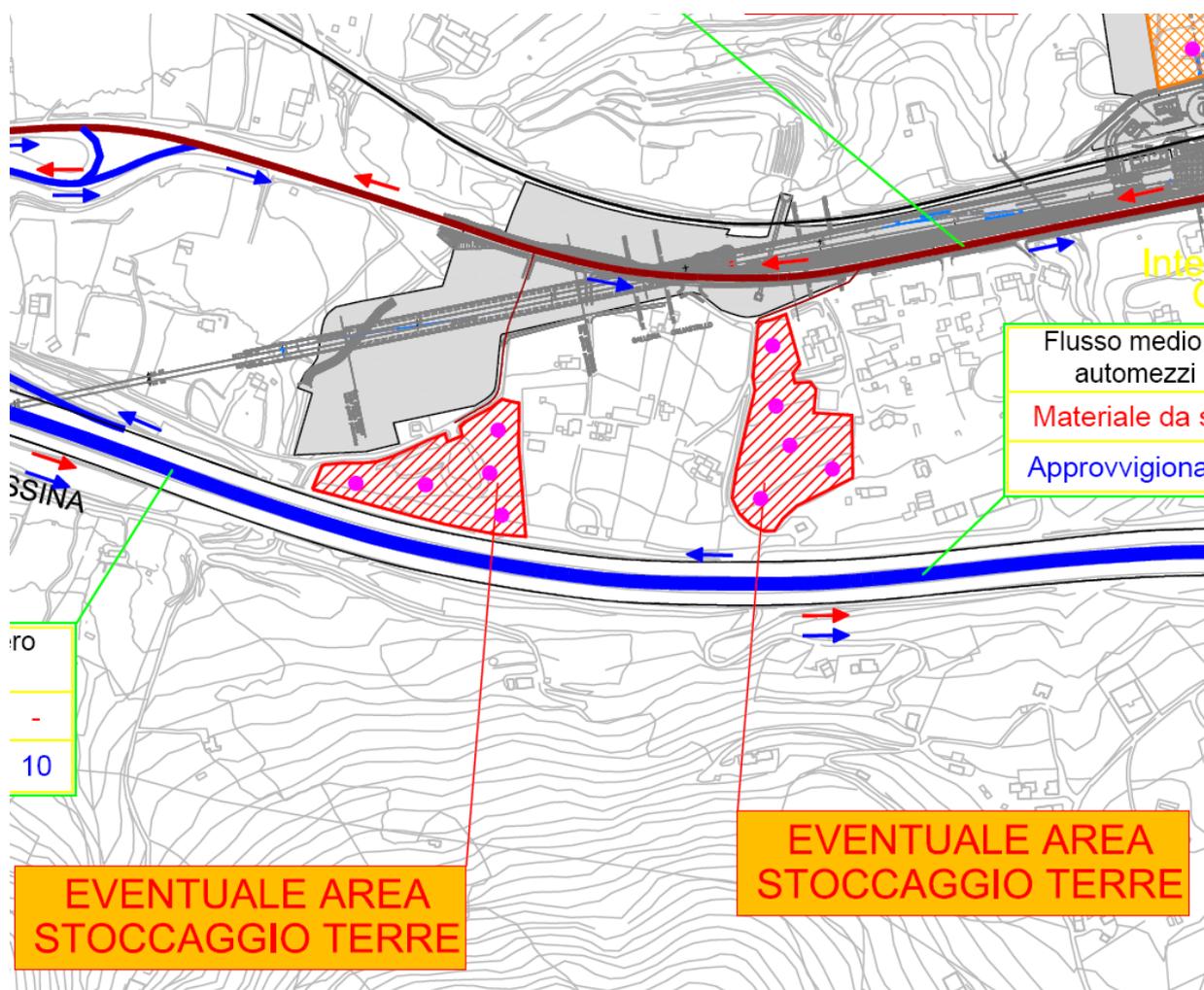


STRALCIO PLANIMETRICO – 2

ZONA OGLIASTRILLO

EVENTUALI AREE STOCCAGGIO ZONA OGLIASTRILLO

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Eventuale Area di Stoccaggio Ovest - Zona Ogliastrillo	8.300 mq	8.300 mq	5 x 3 m	15
Eventuale Area di Stoccaggio Est - Zona Ogliastrillo	8.000 mq	8.000 mq	5 x 3 m	15

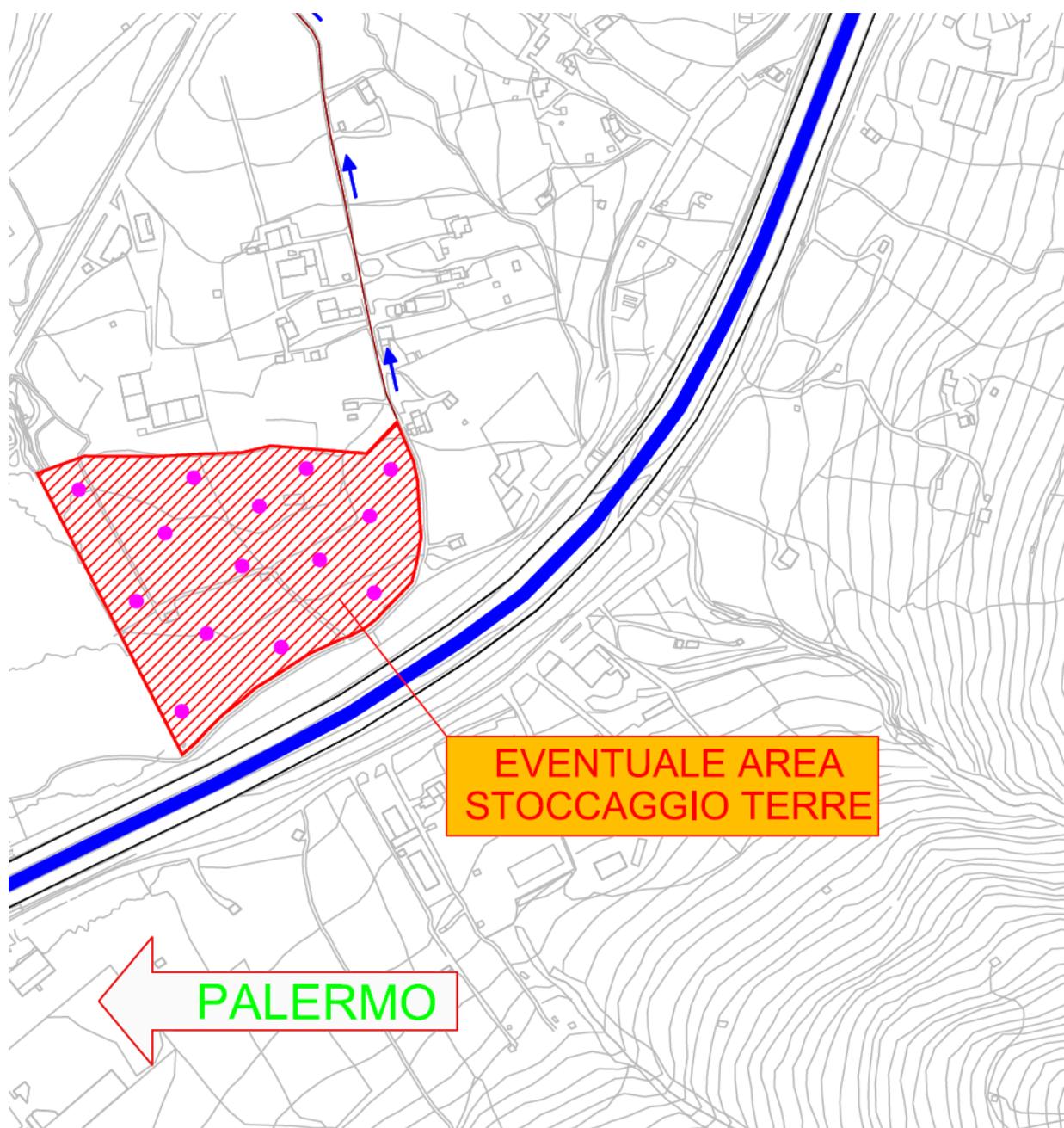


STRALCIO PLANIMETRICO - 3

ZONA OGLIASTRILLO

EVENTUALE AREA STOCCAGGIO ZONA ARTIGIANALE CEFALÙ

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Eventuale Area di Stoccaggio zona artigianale Cefalù	43.000 mq	43.000 mq	14 x 3 m	42

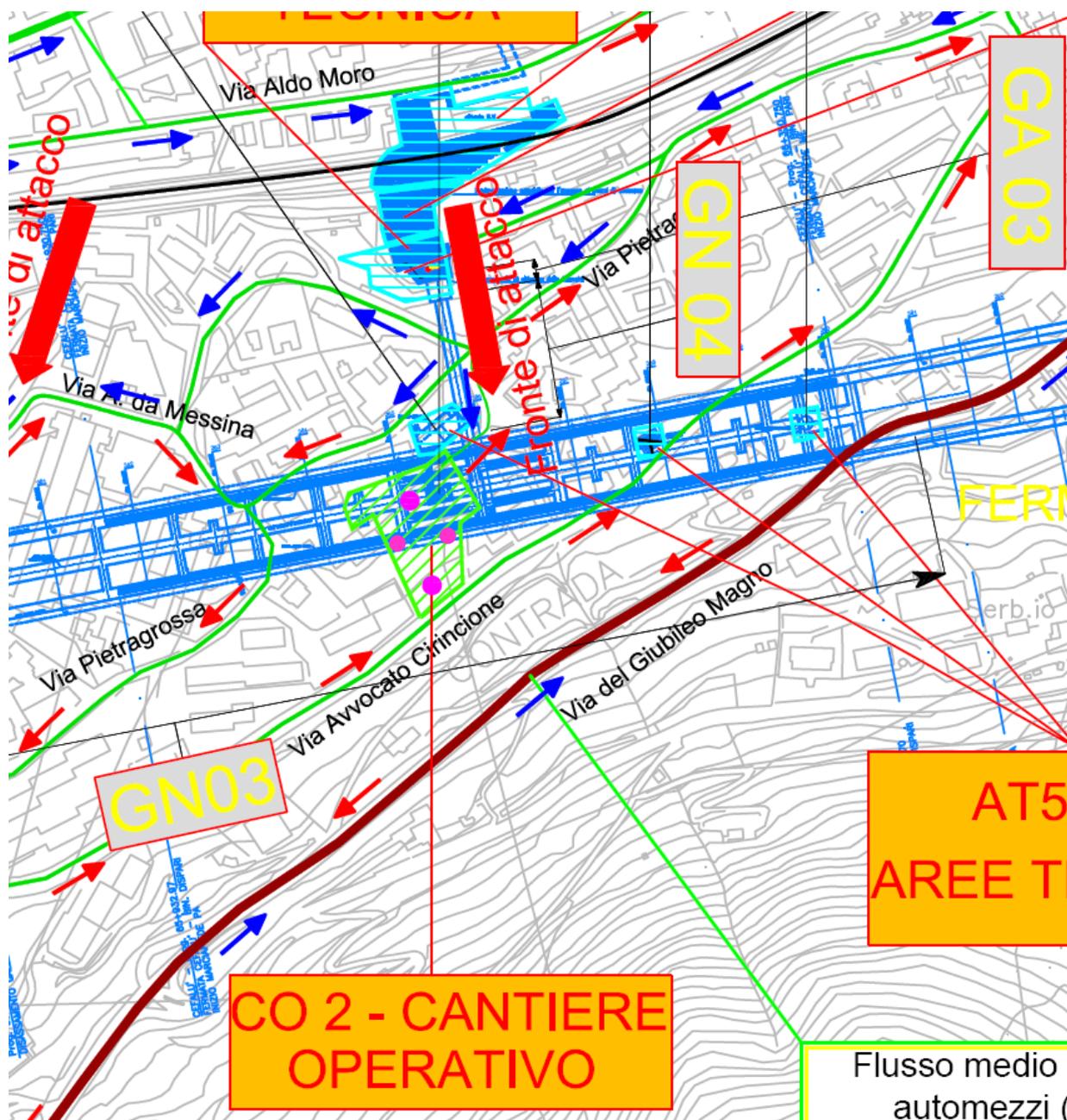


STRALCIO PLANIMETRICO - 4

ZONA FERMATA CEFALÙ

AREA CO2

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Cantiere Operativo CO2	3.600 mq	3.600 mq	4 x 3 m	12

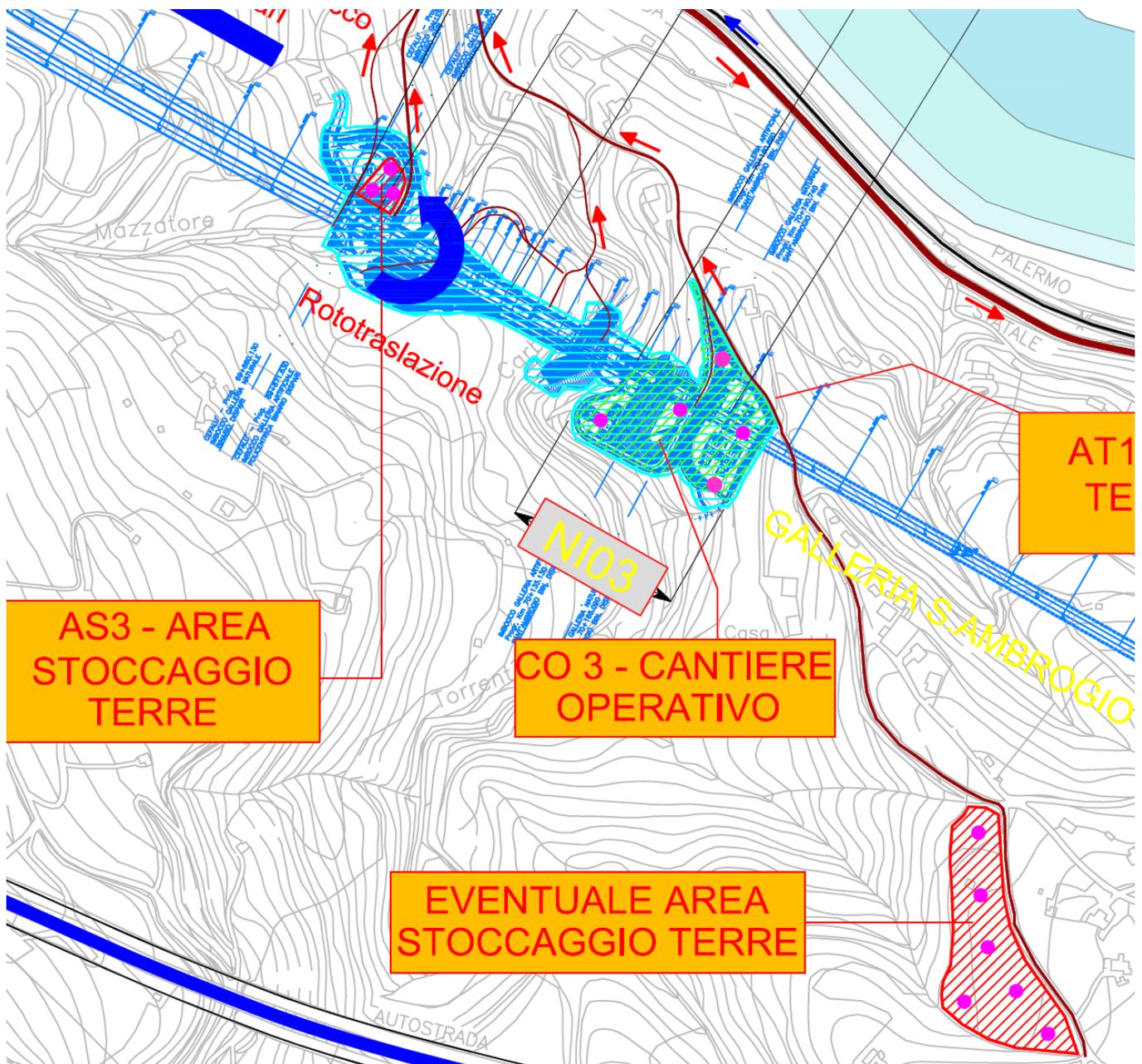


STRALCIO PLANIMETRICO - 5

ZONA CARBONE

AREE CO3 - AS3 - EVENTUALE AREA STOCCAGGIO

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
AS3	800 mq	800 mq	3 x 3 m	9
Cantiere Operativo CO3	11.000 mq	11.000 mq	5 x 3 m	15
Eventuale Area di Stoccaggio Zona Carbone	10.100 mq	10.100 mq	6 x 3 m	18

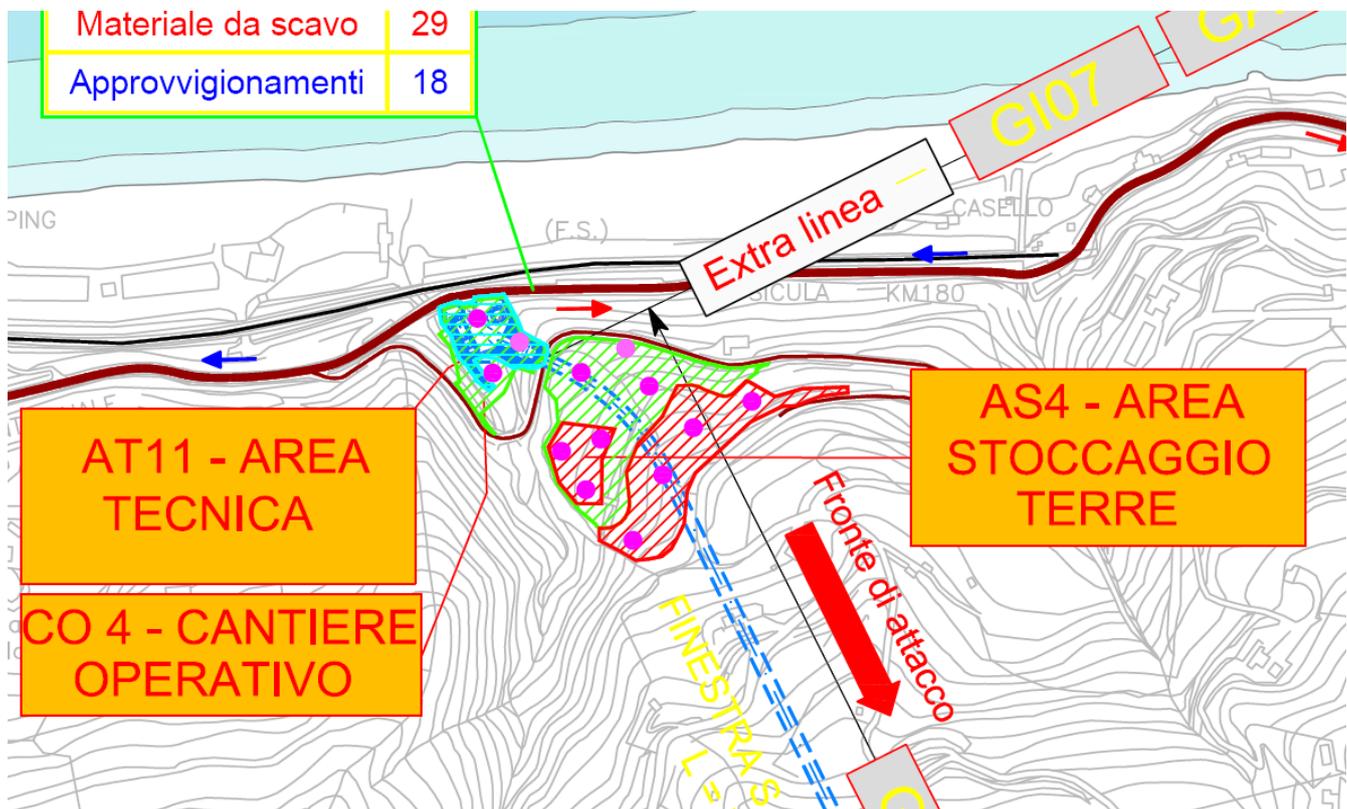


STRALCIO PLANIMETRICO - 6

ZONA FINESTRA S. AMBROGIO

AREE CO4 - AS4

Area di Stoccaggio	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
AS4				
Piazzale 1	1.450 mq	1.450 mq	3 x 3 m	9
Piazzale 2	5.400 mq	5.400 mq	4 x 3 m	15
Cantiere Operativo CO4				
Piazzale 1	2.800 mq	2.800 mq	3 x 3 m	9
Piazzale 2	6.000 mq	6.000 mq	4 x 3 m	15

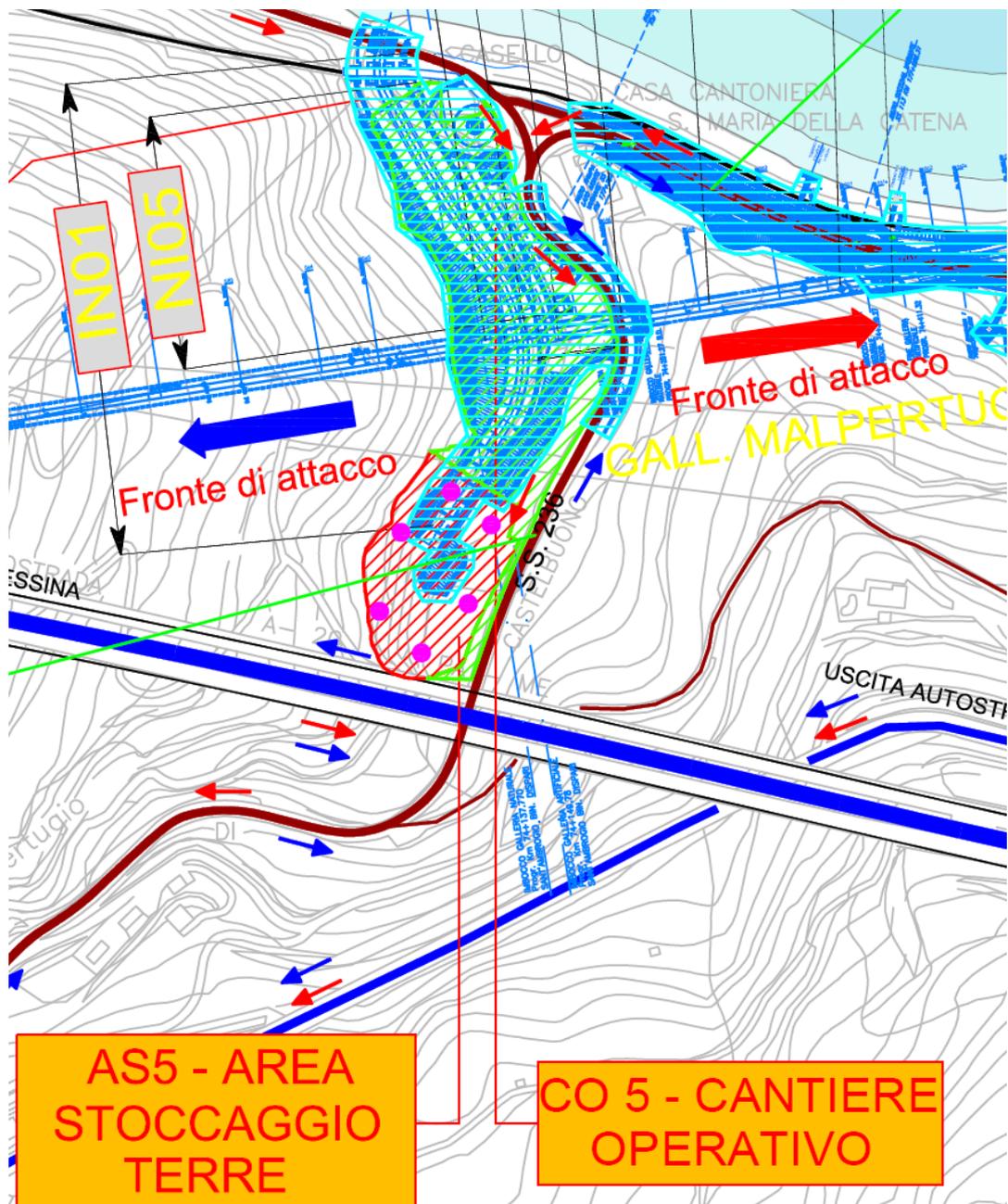


STRALCIO PLANIMETRICO - 7

ZONA MALPERTUGIO / STAZIONE CASTELBUONO

AREE AS5 - CO5

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
AS5	9.000 mq	9.000 mq	6 x 3 m	18
Cantiere Operativo CO5	20.400 mq	20.400 mq	Area già indagata con problemi di praticabilità	-

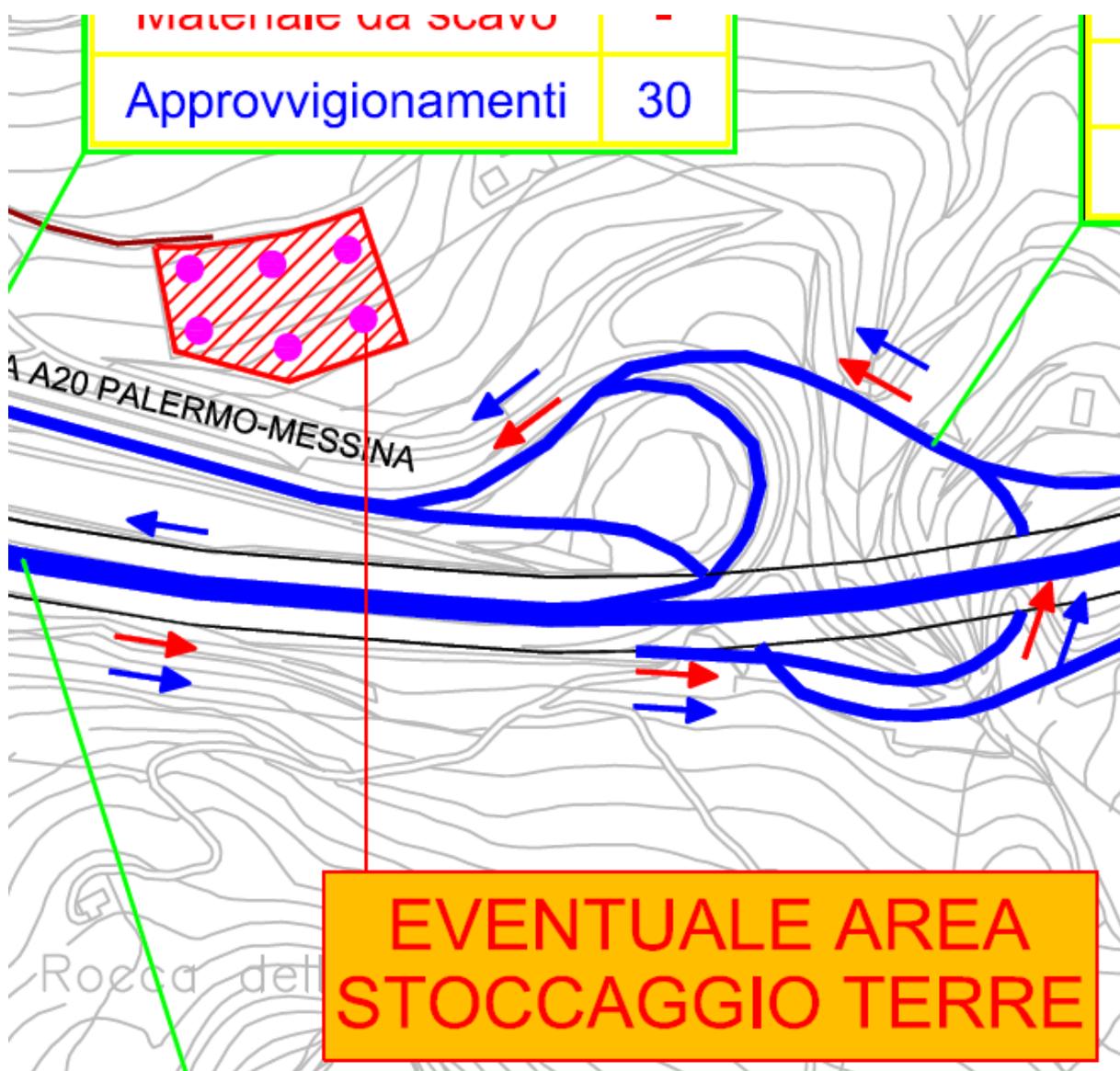


STRALCIO PLANIMETRICO - 8

ZONA MALPERTUGIO / STAZIONE CASTELBUONO

EVENTUALE AREA STOCCAGGIO

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Eventuale Area di Stoccaggio Zona Stazione Castelbuono	5.000 mq	5.000 mq	4 x 3 m	12



STRALCIO PLANIMETRICO - 9

ZONA MALPERTUGIO / STAZIONE CASTELBUONO

AREE CB2 – EVENTUALE AREA STOCCAGGIO

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Campo Base CB2	19.200 mq	19.200 mq	9 x 4 m	27
Eventuale Area di Stoccaggio adiacente CB2	20.300 mq	20.300 mq	9 x 3 m	27



STRALCIO PLANIMETRICO - 10

ZONA MALPERTUGIO / STAZIONE CASTELBUONO

AREE A11 – EVENTUALE AREA STOCCAGGIO

Area di Cantierizzazione	Estensione Area di intervento	Estensione Area di indagine	N. punti campionamento	N. campioni
Area Industriale A11	38.400 mq	38.400 mq	6 x 3 m	18
Eventuale Area di Stoccaggio adiacente A11	18.300 mq	18.300 mq	9 x 3 m	27

