

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI	Ing. Andrea Spinosa ALCOTEC S.r.l.	Ing. PIETRO MAZZOLI Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

### PROGETTO ESECUTIVO

## ITINERARIO NAPOLI-BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

PROGETTO AMBIENTALE – GESTIONE DEI MATERIALI DI RISULTA  
Piano integrativo di caratterizzazione ambientale Terre e Acque da scavo

APPALTATORE	SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. Bianchi 12/03/2018	<input type="text" value="-"/>

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

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	R	G	T	A	0	0	0	0	0	0	1	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	M.Bechini	12/03/2018	S. Di Giacomo	12/03/2018	P. Mazzoli	12/03/2018	A.Spinosa
								12/03/2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.RG.TA.00.0.0.001.A.doc	n. Elab.:
--	-----------

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>2 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	2 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	2 di 24								

## Indice

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE DA SCAVO .....</b>	<b>4</b>
DEFINIZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE .....	5
SOSTANZE INDICATRICI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE .....	8
<b>3. CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE DA SCAVO .....</b>	<b>11</b>
DEFINIZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE .....	12
SOSTANZE INDICATRICI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	15
SPECIFICHE TECNICHE PER LE ATTIVITA' DI CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE .....	18
<b>4. RIEPILOGO SONDAGGI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE ED ACQUE DA SCAVO .....</b>	<b>24</b>

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>3 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	3 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	3 di 24								

## 1. PREMESSA

La presente relazione contiene le indicazioni progettuali per l'esecuzione delle attività integrative al piano di caratterizzazione ambientale terre ed acque da scavo, propedeutico alla redazione del Piano di Utilizzo Terre di Progetto Esecutivo, in recepimento delle prescrizioni riportate nelle ordinanze di approvazione dei progetti definitivi dell' "Asse ferroviario Napoli-Bari, raddoppio tratta Canello-Benevento, 1° Lotto funzionale Canello-Dugenta/Frasso Telesino e Variante alla linea storica Roma-Napoli, via Cassino, nel Comune di Maddaloni" e delle "Interconnessioni nord su linea esistente Roma-Napoli, via Cassino, nel Comune di Maddaloni".

Il piano integrativo dovrà permettere di acquisire i dati necessari "per una completa e corretta gestione delle terre e rocce da scavo ai fini di una piena assunzione di responsabilità progettuale e realizzativa".

Per la definizione del piano di caratterizzazione ambientale delle terre e delle acque da scavo si è tenuto conto dei dati acquisiti con le indagini eseguite nelle precedenti fasi di progettazione e contenuti nella specifica documentazione allegata al progetto a base di gara.

Il Piano integrativo ha tenuto conto delle prescrizioni sulle terre e sulle acque riportate nelle ordinanze di approvazione del Progetto Definitivo così come formulate nel Parere n. 2024 del 18/03/2016 della Commissione Tecnica di Verifica dell'Impatto Ambientale, Provvedimento Direttoriale prot. 0000103/DVA del 24/03/2016 – VIA e VAS del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, e nel parere CTVIA n.2221 dell'11/11/2016 relativo alle Interconnessioni nord, Provvedimento Direttoriale prot. 0000416/DVA del 24/11/2016.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>4 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	4 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	4 di 24								

## 2. CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE DA SCAVO

La normativa vigente prescrive che nel caso di opere infrastrutturali lineari, il campionamento è effettuato almeno ogni 500 metri lineari di tracciato ovvero ogni 2.000 metri lineari in caso di studio di fattibilità o di progetto di fattibilità tecnica ed economica, salva diversa previsione del piano di utilizzo, determinata da particolari situazioni locali, quali, la tipologia di attività antropiche svolte nel sito; in ogni caso è effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.

Nel caso di scavi in galleria, la caratterizzazione è effettuata prevedendo almeno un sondaggio e, comunque, un sondaggio indicativamente ogni 1.000 metri lineari di tracciato ovvero ogni 5.000 metri lineari in caso di studio di fattibilità o di progetto di fattibilità tecnica ed economica, con prelievo, alla quota di scavo, di tre incrementi per sondaggio, a formare il campione rappresentativo; in ogni caso è effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.

La profondità d'indagine è determinata in base alle profondità previste degli scavi. I campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno:

- campione 1: da 0 a 1 m dal piano campagna;
- campione 2: nella zona di fondo scavo;
- campione 3: nella zona intermedia tra i due.

Per scavi superficiali, di profondità inferiore a 2 metri, i campioni da sottoporre ad analisi chimico-fisiche sono almeno due: uno per ciascun metro di profondità. Nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo.

Qualora si preveda, in funzione della profondità da raggiungere, una considerevole diversificazione delle terre e rocce da scavo da campionare e si renda necessario tenere separati i vari strati al fine del loro riutilizzo, può essere adottata la metodologia di campionamento casuale stratificato, in grado di garantire una rappresentatività della variazione della qualità del suolo sia in senso orizzontale che verticale.

**I campioni volti all'individuazione dei requisiti ambientali delle terre e rocce da scavo sono prelevati come campioni compositi per ogni scavo esplorativo o sondaggio in relazione alla tipologia ed agli orizzonti individuati.** Nel caso di scavo esplorativo, al fine di considerare una rappresentatività media, si prospettano le seguenti casistiche:

- campione composito di fondo scavo;
- campione composito su singola parete o campioni compositi su più pareti in relazione agli orizzonti individuabili e/o variazioni laterali.

Nel caso di sondaggi a carotaggio il campione è composto da più spezzoni di carota rappresentativi dell'orizzonte individuato al fine di considerare una rappresentatività media.

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

Il set di parametri analitici da ricercare è 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. Fermo restando che la lista delle sostanze da ricercare deve essere modificata ed estesa in considerazione delle attività antropiche pregresse, il set analitico minimale<sup>1</sup> da considerare è il seguente:

- Arsenico;

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>5 di 24</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	5 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	5 di 24								

- Cadmio;
- Cobalto;
- Nichel;
- Piombo;
- Rame;
- Zinco;
- Mercurio;
- Idrocarburi C>12;
- Cromo totale;
- Cromo VI;
- Amianto.

BTEX e IPA sono da eseguire solo nel caso in cui l'area da scavo si collochi a 20 m di distanza da infrastrutture viarie di grande comunicazione e ad insediamenti che possono aver influenzato le caratteristiche del sito mediante ricaduta delle emissioni in atmosfera.

## DEFINIZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE

Le prescrizioni impartite in fase di approvazione del progetto definitivo riguardano soprattutto la necessità di indagare ed approfondire le tematiche geologico-tecniche ed idrogeologiche della Galleria Monte Aglio. I punti di indagine per la caratterizzazione delle terre sono dunque sostanzialmente concidenti con quelli previsti nella campagna di indagini geonostiche integrative per la Galleria Monte Aglio ed in particolare:

SONDAGGI												
n.	Opera d'arte	Sondaggio	Progressiva (appr.)	Sondaggio		Piezometro tubo aperto		Piezometro Casagrande		Caratterizzazione terre		Caratterizzazione acque
				Lunghezza totale	Lunghezza carotaggio	Lunghezza totale	Lunghezza tratto finestrato	Si/No	lunghezza	Si/No	Campioni/incrementi	Si/No
		n.	Km	m	m			n.	m.			
6	Galleria Monte Aglio	PE-S14	3+310	40	40	30	25			Si	1/3	Si
7	Galleria Monte Aglio	PE-S05	3+300	90	90					Si	1/3	no
8	Galleria Monte Aglio	PE-S04	4+400	295	105	295	100			Si	1/3	no
9	Galleria Monte Aglio	PE-S03	5+325	345	115	345	100			Si	1/3	no
10	Finestra Galleria (pk0+44 discenderia)	PE-S06	5+325	25	25	25	20			Si	1/3	Si
11	Finestra Galleria (pk0+183-0+230 disc.)	PE-S07	5+500	135	135					Si	1/3	no
12	Galleria Monte Aglio	PE-S02	6+090	95	95			2	35-75	Si	1/3	Si
13	Galleria Monte Aglio	PE-S08	6+240	80	80			2	35-75	Si	1/3	no
14	Galleria Monte Aglio	PE-S01	6+850	40	40	40	35			Si	1/3	Si

**Tabella 1 – Sondaggi e prelievi previsti in corrispondenza della galleria Monte Aglio**

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>6 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	6 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	6 di 24								

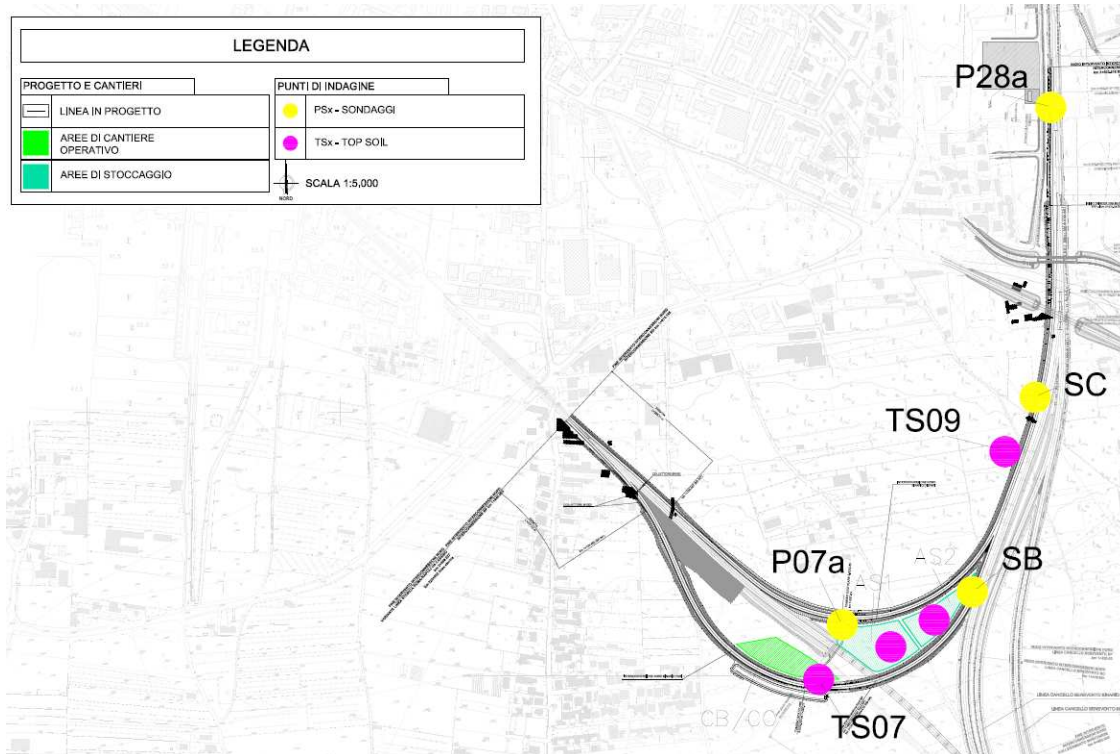
Il campionamento dei terreni effettuato in corrispondenza dei precedenti sondaggi permette di acquisire una esaustiva ricostruzione della qualità chimico-fisica delle terre e di aggiornare il Piano di Utilizzo Terre del Progetto Esecutivo alla luce delle sue risultanze. Si rileva che le terre della Galleria Monte Aglio non erano state preventivamente caratterizzate e dunque la campagna integrativa da condurre in fase di Progetto Esecutivo intende colmare la carenza di informazioni riguardo alla qualità dei terreni che saranno oggetto di scavo per la realizzazione della Galleria Monte Aglio fornendo anche gli elementi per integrare ed approfondire le necessità di caratterizzazione in corso d'opera degli smarini provenienti dalla galleria naturale.

In aggiunta ai sondaggi sopra riportati, dopo un'attenta analisi di quanto realizzato nell'ambito del PUT del Progetto Definitivo delle Interconnessioni Nord si è ravvisata la necessità di integrare il piano di caratterizzazione delle terre per garantire una distribuzione coerente con quanto richiesto dalla normativa, ovvero di un campionamento ogni 500 metri, prevedendo un nuovo sondaggio in corrispondenza del tratto di trincea ferroviaria sul binario pari al km 1+709.

Si rileva che in fase di Progetto Definitivo l'ultimo sondaggio effettuato sul tracciato risultava essere il P07a al km 1+297 e che dunque è necessario prevedere un'ulteriore verticale di prelievo prima del termine dell'interconnessione nord al Km 1+948 e più precisamente al km 1+709 in corrispondenza della trincea ferroviaria. Il profilo longitudinale mostra in tale punto quota terreno a 51,7 mt e quota progetto a 47,7 mt, pertanto si prevede un sondaggio di lunghezza 5 mt ed il prelievo di tre campioni alle seguenti profondità:

- C1: 0-1 mt;
- C2: 2-3 mt;
- C3: 4-5 mt.

Il set di parametri da considerare per le analisi di laboratorio è lo stesso che si utilizzerà per la Galleria Monte Aglio e riportato di seguito. A seguire uno stralcio di quanto previsto nel PD e quanto integrato in PE.



**Figura 1 – Stralcio verticali di prelievo effettuate nel Progetto Definitivo Interconnessione Nord**

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO TA0000 001	REV. A

Tabella 4-1: Elenco dei campioni di terreno prelevati durante la campagna di indagine ai sensi del D.M. 161/2012

ID indagine	Prelievo campioni	
	Caratterizzazioni Ambientali terreni set esteso (Tab. 1 All. 5 Titolo V, Parte IV D.Lgs. 152/06 e s.m.i.)	Caratterizzazioni Ambientali terreni set ridotto (Tab. 4.1 D.M. 161/2012 estesa)
P07a	1 (2-3 m)	2 (0-1 m, 4-5 m)
SB	-	3 (0-1 m, 2-3 m, 4-5 m)
SC	-	3 (0-1 m, 2-3 m, 4-5 m)
P28a	1 (2-3 m)	2 (0-1 m, 4-5 m)

Tabella 4-4: Prelievo campioni di top soil

ID indagine	Caratterizzazioni Ambientali top soil
TS07	1 (0-20 cm)
TS09	1 (0-20 cm)
AT8.L3 (AS.1 – AS.2)	2 (0-20 cm)

Figura 2 – stralcio tabelle riepilogative verticali di indagine Progetto Definitivo Interconnessione

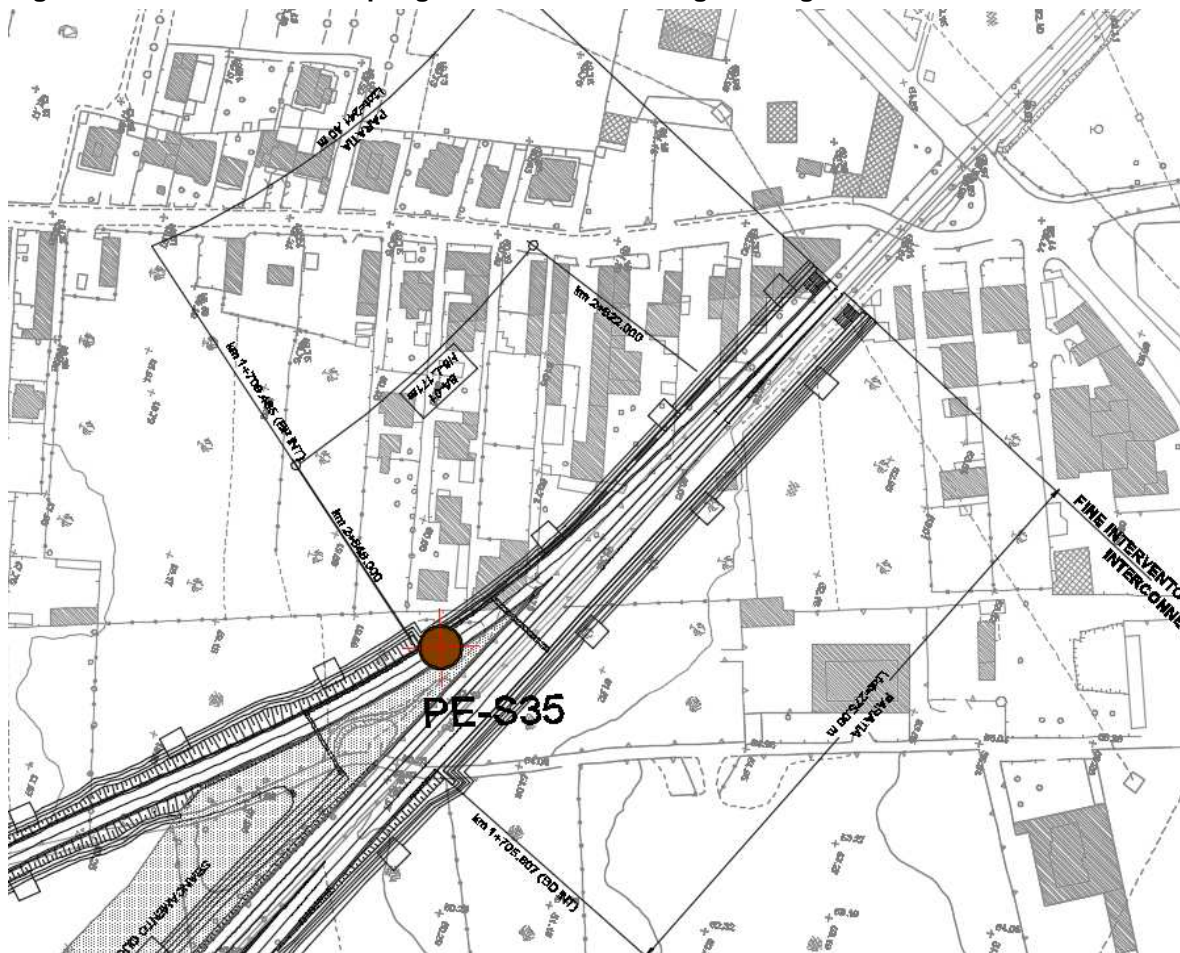


Figura 3 – Stralcio verticale di prelievo integrativa Progetto Esecutivo Interconnessione nord

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>8 di 24</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	8 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	8 di 24								

Codice Sondaggio	P.K.	Coordinate	Quota	Lunghezza sondaggio	n° campioni
PE-S35	1+709	EST - 2469102,2137 NORD - 4541814,982	51,7 m s.l.m	5 metri	C1 [0-1 mt] C2 [2-3 mt] C3 [4-5 mt]

## SOSTANZE INDICATRICI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE

Per quanto concerne il set analitico si ritiene opportuno confermare il set già previsto nel PUT del Progetto Definitivo conforme alla Tabella 4.1 (set minimo esteso a IPA e BTEX) dell'Allegato 4 al DM 161/12 così come confermata dal nuovo DPR 120/2017. Tale scelta deriva dalla necessità di dare continuità rispetto a quanto già approvato dagli enti di controllo e confrontabilità dei dati acquisiti a distanza di tempo rispetto al Progetto Definitivo. Il set e le metodiche analitiche sono riportate nella tabella seguente.

Trattandosi di caratterizzazione di terre e rocce derivanti da scavo in galleria si è ritenuto sufficiente prevedere per tutti i campioni il set minimo, esteso a IPA e BTEX, di cui alla Tabella 4.1 dell'Allegato 4 al DM 161/12 piuttosto che il set esteso di cui alla Tabella 1, Allegato 5, Titolo V, Parte IV del D.Lgs. 152/06 e s.m.i. che nel PUT del Progetto Definitivo era stato adottato per alcuni campioni prelevati in verticali realizzate in corrispondenza di opere lineari all'aperto sia "per il contesto territoriale di riferimento che per esperienze pregresse acquisite dalla scrivente in appalti in corso di realizzazione."

Di seguito si riporta la tabella con il set minimo esteso a IPA e BTEX.

**Tabella 10: Caratterizzazione ambientali dei terreni Set Ridotto**

<u>Analisi caratterizzazione terreni D.Lgs. 152/06</u>	<u>Metodo di analisi</u>	<u>Unità di misura</u>
Arsenico	EPA3051 6020	mg/kg
Berillio	EPA3051 6020	mg/kg
Cadmio	EPA3051 6020	mg/kg
Cobalto	EPA3051 6020	mg/kg
Cromo totale	EPA3051 6020	mg/kg
Cromo (VI)	EPA3060 7199	mg/kg
Mercurio	EPA3051 6020	mg/kg
Nichel	EPA3051 6020	mg/kg
Piombo	EPA3051 6020	mg/kg



Piano integrativo di caratterizzazione ambientale  
terre e acque da scavo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	9 di 24

<u>Analisi caratterizzazione terreni D.Lgs. 152/06</u>	<u>Metodo di analisi</u>	<u>Unità di misura</u>
Rame	EPA3051 6020	mg/kg
Selenio	EPA3051 6020	mg/kg
Zinco	EPA3051 6020	mg/kg
Benzene	EPA5021 8015	mg/kg
Etilbenzene	EPA5021 8015	mg/kg
Stirene	EPA5021 8015	mg/kg
Toluene	EPA5021 8015	mg/kg
Xilene	EPA5021 8015	mg/kg
Sommatoria organici aromatici da 20 a 23 All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	EPA5021 8015	mg/kg
Benzo (a) antracene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Benzo (a) pirene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Benzo (b) fluorantene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Benzo (k) fluorantene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Benzo (g,h,i) perilene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Crisene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Dibenzo (a,e) pirene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Dibenzo (a,l) pirene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Dibenzo (a,i) pirene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Dibenzo (a,h) pirene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Dibenzo (a,h) antracene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Indenopirene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Pirene	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Sommatoria IPA (da 25 a 37) All 5 Tab 1 DLgs 152/06 (Calcolo)	EPA3545 3640 8270	mg/kg
PCB totali (Aroclor 1242,1248,1254,1260)	EPA3545 3640 8270	mg/kg
Idrocarburi C<12	EPA5021 8015	mg/kg
Idrocarburi C>12	ISO16703	mg/kg
Amianto (ricerca quantitativa)	DM 06/09/1994 All 1	mg/kg
Amianto (ricerca qualitativa)	DM 06/09/1994 All 3	Presente-Assente
Amianto (Crisotilo)	DM 06/09/1994 All 1 + M.U.1978	%p/p
Frazione granulometrica < 2 mm	DM 13/09/1999 Met II.1	%p/p
Frazione granulometrica > 2 mm e < 2 cm	DM 13/09/1999 Met II.1	%p/p

Tabella 2 – Set minimo, esteso a IPA e BTEX, per le analisi di laboratorio sulle terre

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>10 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	10 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	10 di 24								

Il set delle sostanze indicatrici riportate nella precedente tabella 2 consentono di definire in maniera esaustiva le caratteristiche delle terre e rocce da scavo al fine di escludere che tale materiale sia un rifiuto ai sensi della normativa vigente e rappresenti un potenziale rischio per la salute pubblica e l'ambiente.

La colonna sulla destra, nella tabella 1, indica il numero di campioni e di incrementi per campione da eseguire per ciascun sondaggio, la normativa indica infatti che *“nel caso di scavi in galleria, la caratterizzazione e' effettuata prevedendo almeno un sondaggio.....con prelievo, alla quota di scavo, di tre incrementi per sondaggio, a formare il campione rappresentativo”*, ciò significando che per ogni spezzone di carota prelevata alla quota della galleria, per un'estensione pari al diametro della calotta della galleria, sarà necessario prelevare tre incrementi, uno in corrispondenza della base della calotta della galleria, uno a 3 metri circa da questo, in mezzeria, e l'ultimo a circa 6 metri dal primo incremento, in testa alla calotta della galleria, tali incrementi formeranno il campione rappresentativo delle terre che verranno scavate per la realizzazione della galleria in tale sezione, da analizzare in laboratorio.

Fondamentale è annotare attentamente l'uso di additivi e fluidificanti utilizzati nei sondaggi per documentare eventuali contaminazioni in corso d'opera.

Per quanto concerne il numero e la distribuzione dei sondaggi in cui si prevede la caratterizzazione delle terre si è fatto riferimento alla normativa che riporta i seguenti requisiti minimi: *“Nel caso di scavi in galleria, la caratterizzazione e' effettuata prevedendo almeno un sondaggio e, comunque, un sondaggio indicativamente ogni 1000 metri lineari di tracciato.....in ogni caso e' effettuato un campionamento ad ogni variazione significativa di litologia.”*.

La Galleria Naturale Monte Aglio ha una estensione lineare di 3.858 mt e dunque sarebbero stati sufficienti 4 verticali di campionamento ma nel presente piano integrativo sia per tenere conto delle variazioni litologiche presenti che per garantire un'adeguata distribuzione e rappresentatività dei punti lungo l'asse si sono previste 9 verticali di prelievo di cui almeno 2 sono rappresentative della finestra della Galleria naturale.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>11 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	11 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	11 di 24								

### 3. CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE DA SCAVO

Così come per la caratterizzazione delle terre anche per la caratterizzazione delle acque provenienti dalle attività di scavo si è reso necessario il recepimento delle prescrizioni contenute nelle ordinanze di approvazione dei progetti definitivi ed in particolare:

#### Ordinanza 22

Punto 7. Prevedere l'adeguamento del PUT per ciò che riguarda le modalità di campionamento e di caratterizzazione chimico-fisica dei materiali di scavo e dei depositi temporanei e definitivi, conformemente agli allegati del DM 161/2012 aggiornato con:

- la realizzazione di almeno un ulteriore piezometro tra il Km 12+500 e il Km 14+500 (oltre i realizzati P22 e P26a ubicati tra il Km 14+500 ed il Km 16+500), con caratterizzazione delle acque sotterranee intercettate dagli interventi, vista la rilevazione, nella tratta "Cancello - Dugenta Frasso" tra il Km 12+500 ed il Km 16+500, di una falda con superficie piezometrica variabile tra 1 e 7,2 m dal p.c.;
- la previsione, considerato che la galleria naturale Monte Aglio intercetta corpi idrici sotterranei all'interno degli orizzonti sabbioso-limosi del "Tufo Grigio Campano", dell'esecuzione di almeno 2 sondaggi a carotaggio continuo da attrezzare a piezometri (monte-valle idrogeologico), con effettuazione della caratterizzazione delle acque di falda interessate dagli interventi;
- le campagne di monitoraggio dovranno essere eseguite nelle varie fasi di Ante Operanti, Coso d'Operam e Post Operam (e inserite nel Piano di monitoraggio Ambientale) (riferimento 1/MATTM - Piano di Utilizzo allegato 2).

Le prescrizioni formulate lasciano intendere che si ritiene indispensabile già in fase di progetto esecutivo indagare le caratteristiche geologico-tecniche, geomorfologiche ed idrogeologiche delle formazioni geologiche che sono attraversate dalla galleria Monte Aglio. Si rileva che tale necessità di approfondimento, ribadita in sede di approvazione di Progetto Definitivo ed esplicitamente richiesta nell'Ordinanza 22, era stata già evidenziata anche nell'ambito dell'approvazione del Progetto Preliminare cui il punto 5 dell'Ordinanza 7. Quest'ultima prescrizione viene qui riportata solo per restituire maggiore completezza al quadro prescrittivo su tale aspetto.

#### Ordinanza 7

Punto 5. Eseguire indagini specifiche sia dirette che indirette in corrispondenza della galleria del Monte Aglio, in maniera tale da definire in maniera compiuta l'andamento del sovrascorrimento, al fine di arrivare a un quadro esaustivo circa l'interferenza dell'opera con la falda del Monte Aglio e quindi attuare tutte le misure necessarie al fine di preservare la risorsa (riferimento 05/MATTM allegato 2).

In questo senso si rileva che la campagna di indagini geognostiche integrative a supporto del Progetto Esecutivo permette di completare in modo esaustivo anche la caratterizzazione qualitativa (chimico-fisica) delle terre oggetto dello scavo della galleria naturale Monte Aglio che mancava in fase di progetto definitivo.

E' evidente che il recepimento di tali prescrizioni, unitamente alla corretta applicazione della normativa vigente sulla gestione delle terre, ha comportato la necessità di prevedere in corrispondenza dei sondaggi geognostici integrativi attrezzati a piezometri sulla galleria Monte Aglio anche il campionamento delle acque sotterranee per la sua caratterizzazione qualitativa (chimico-fisica).

Le integrazioni alla caratterizzazione qualitativa delle acque sotterranee ha seguito dunque i seguenti criteri e le seguenti necessità espresse dalle prescrizioni:

1. in corrispondenza dei sondaggi geognostici attrezzati a piezometri a tubo aperto in corrispondenza della galleria Monte Aglio in cui si prevede la caratterizzazione chimica dei terreni si è sempre cercato di prevedere anche il campionamento ambientale delle acque sotterranee, la normativa sulla gestione delle terre prevede infatti che "nel caso in cui gli scavi interessino la porzione satura del terreno, per ciascun sondaggio, oltre ai campioni sopra elencati, è acquisito un campione delle acque sotterranee e, compatibilmente con la situazione locale, con campionamento dinamico. In presenza di sostanze volatili si procede con altre tecniche adeguate a conservare la significatività del prelievo." Tale campionamento si è previsto solo lì dove fosse tecnicamente realizzabile alle condizioni date (diametri e prevalenze) l'utilizzo di pompe sommergibili adatte allo spurgo ed al campionamento dinamico in low-flow delle acque;

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">TA0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">12 di 24</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	12 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	12 di 24								

2. le prescrizioni richiedono anche la realizzazione di una coppia di piezometri monte-valle idrogeologica per la caratterizzazione ed il monitoraggio della falda presente negli orizzonti sabbioso-limosi del “*Tufo Grigio Campano*”; tali formazioni geologiche sono presenti in corrispondenza di entrambi gli imbocchi della Galleria Monte Aglio determinando la necessità di prevedere due coppie di piezometri monte-valle; la campagna di indagini geognostiche integrative prevede due piezometri in tali tratti di galleria ma posti in asse alla galleria e dunque non idonei allo scopo di monitoraggio che debbono assolvere; si prevede dunque la realizzazione di due ulteriori coppie di piezometri destinati allo scopo di monitoraggio ambientale;
3. prevedere lungo la linea un ulteriore punto di caratterizzazione delle acque, in aggiunta ai due punti di prelievo già realizzati nel Progetto Definitivo *P22 e P26a*, in corrispondenza del tratto compreso tra Km 12+500 e il Km 14+500, per la presenza di una falda superficiale.

Alla luce di tale scenario si riporta nel paragrafo successivo la distinta dei punti di caratterizzazione chimico-fisica delle acque sotterranee.

## DEFINIZIONE DEI PUNTI DI INDAGINE

I punti di indagine saranno previsti lì dove possibile in coincidenza a quanto previsto per la campagna di indagini geognostiche sulla Galleria Monte Aglio che si riporta di seguito per le valutazioni di fattibilità tecnica:

<b>SONDAGGI</b>												
n.	Opera d'arte	Sondaggio	Progressiva (appr.)	Sondaggio		Piezometro tubo aperto		Piezometro Casagrande		Caratterizzazione terre		Caratterizzazione acque
				Lunghezza totale	Lunghezza carotaggio	Lunghezza totale	Lunghezza tratto finestrato	celle	lunghezza	Si/No	Campionamenti	Si/No
				m	m	m	m	n.	m.			
6	Galleria Monte Aglio	PE-S14	3+310	40	40	30	25			Si	1/3	Si
7	Galleria Monte Aglio	PE-S05	3+300	90	90					Si	1/3	no
8	Galleria Monte Aglio	PE-S04	4+400	295	105	295	100			Si	1/3	no
9	Galleria Monte Aglio	PE-S03	5+325	345	115	345	100			Si	1/3	no
10	Finestra Galleria (pk0+44 discenderia)	PE-S06	5+325	25	25	25	20			Si	1/3	Si
11	Finestra Galleria (pk0+183-0+230 disc.)	PE-S07	5+500	135	135					Si	1/3	no
12	Galleria Monte Aglio	PE-S02	6+090	95	95			2	35-75	Si	1/3	Si
13	Galleria Monte Aglio	PE-S08	6+240	80	80			2	35-75	Si	1/3	no
14	Galleria Monte Aglio	PE-S01	6+850	40	40	40	35			Si	1/3	Si

**Tabella 3 – Tabella sondaggi Galleria Monte Aglio, in verde pz.tri tubo aperto, in arancio pz.tri Casagrande**

Dalla tabella si evince che è possibile caratterizzare le acque sotterranee nei seguenti sondaggi attrezzati con piezometri a tubo aperto:

- **PE-S14**: il sondaggio è attrezzato con piezometro a tubo aperto da 2” (alessaggio da 101 mm), data la prevalenza è possibile effettuare lo spurgo ed il campionamento dinamico in low-flow anche con diametro da 2”;

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>13 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	13 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	13 di 24								

- **PE-S06:** il sondaggio è attrezzato con piezometro a tubo aperto da 2" (alesaggio da 101 mm), data la prevalenza è possibile effettuare lo spurgo ed il campionamento dinamico in low-flow anche con diametro da 2";
- **PE-S02:** il sondaggio è attrezzato con piezometro di Casagrande dunque non campionabile a fini ambientali; si propone dunque, per garantire una distribuzione dei piezometri adeguata lungo la galleria, la realizzazione di un piezometro ambientale a tubo aperto della stessa lunghezza prevedendo la sfinestratura solo nel tratto terminale a quota galleria; tale piezometro data la significativa prevalenza dovrà essere realizzato da 3" (alesaggio da 152 mm) per permettere l'utilizzo di pompe sommergibili adeguate allo spurgo ed al campionamento dinamico in low-flow; il nuovo piezometro da realizzare nelle vicinanze del primo avrà la codifica **PE-S02bis**;
- **PE-S08:** il sondaggio è attrezzato con piezometro di Casagrande dunque non campionabile a fini ambientali;
- **PE-S01:** il sondaggio è attrezzato con piezometro a tubo aperto da 2" (alesaggio da 101 mm), data la prevalenza è possibile effettuare lo spurgo ed il campionamento dinamico in low-flow anche con diametro da 2".

Non si prevede la caratterizzazione delle acque in corrispondenza dei seguenti sondaggi:

- **PE-S05:** il sondaggio non è attrezzato a piezometro ed è comunque molto prossimo al PE-S14;
- **PE-S07:** il sondaggio non è attrezzato a piezometro ed è comunque molto prossimo al PE-S06;
- **PE-S08:** il sondaggio non è attrezzato a piezometro ed è comunque molto prossimo al PE-S02;
- **PE-S03:** il sondaggio ha una profondità considerevole che non permette, data la prevalenza, di realizzare lo spurgo ed il campionamento in low-flow con pompe sommergibili portatili;
- **PE-S04:** il sondaggio ha una profondità considerevole che non permette, data la prevalenza, di realizzare lo spurgo ed il campionamento in low-flow con pompe sommergibili portatili.

A questo proposito si rileva che la caratterizzazione delle acque della galleria in corrispondenza di almeno 4 piezometri si ritiene sufficiente in quanto adeguatamente distribuita lungo l'asse della galleria e comunque in linea con quanto richiesto dalla normativa che per le gallerie chiede un campionamento almeno ogni 1.000 mt lineari.

La Galleria Monte Aglio ha una estensione lineare di 3.858 mt e dunque sarebbero sufficienti 4 verticali di campionamento. Nel presente piano integrativo a scopo cautelativo si prevede il prelievo di terre da 9 verticali di campionamento dunque più di quanto richiesto. Dunque si ritiene che il numero di campionamenti delle acque sia in linea con la normativa e nello stesso tempo vada a recepire le prescrizioni contenute nelle ordinanze.

A questo proposito il recepimento della prescrizione relativa alla caratterizzazione ed al monitoraggio della falda presente nelle formazioni del Tugo Grigio Campano TGC localizzato in corrispondenza degli imbocchi della Galleria Monte Aglio impone, come già anticipato, di prevedere una coppia di piezometri monte-valle idrogeologico posizionati nella stessa area dei sondaggi PE-S14 ed il PE-S01.

Tali sondaggi non possono essere utilizzati in quanto previsti, per le finalità geotecniche, in asse alla galleria e dunque in posizione non compatibile con l'utilizzo che sarà necessario farne anche nel prosieguo dei lavori (corso d'opera) e dopo la fine dei lavori (Post-operam). A tale fine si prevedono dunque due ulteriori coppie di piezometri con le stesse caratteristiche dei due menzionati piezometri che si riportano nella tabella seguente:

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">TA0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">14 di 24</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	14 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	14 di 24								

SONDAGGI							
Opera d'arte	Sondaggio	Progressiva (appr.)	Sondaggio		Piezometro tubo aperto		Caratterizzazione acque
			Lunghezza totale	Lunghezza carotaggio	Lunghezza totale	Lunghezza tratto finestrato	
	n.	Km	m	m			
Galleria Monte Aglio - Imbocco sud	PE-S14bis - monte	3+310	40	40	30	25	<b>Si</b>
	PE-S14ter - valle	3+310	40	40	30	25	<b>Si</b>
Galleria Monte Aglio - Imbocco Nord	PE-S01bis - monte	6+850	40	40	40	35	<b>Si</b>
	PE-S01ter - valle	6+850	40	40	40	35	<b>Si</b>

**Tabella 4 – Tabella sondaggi integrativi imbocchi galleria Monte Aglio monitoraggio TGC**

Infine sempre per riscontrare le prescrizioni si dovrà integrare la campagna di caratterizzazione delle acque lungo linea nel tratto tra il km 12+500 e 14+500 e più precisamente in corrispondenza del piezometro a tubo aperto d 2” previsto nel sondaggio PE-PS31. Di seguito la tabella con le caratteristiche del piezometro. Si segnala che anche questo piezometro è previsto nella campagna di indagini geognostiche integrative di Progetto Esecutivo.

SONDAGGI												
n.	Opera d'arte	Sondaggio	Progressiva (appr.)	Sondaggio		Piezometro tubo aperto		Piezometro Casagrande		Caratterizzazione terre		Caratterizzazione acque
				Lunghezza totale	Lunghezza carotaggio	Lunghezza totale	Lunghezza tratto finestrato	celle	lunghezza	Si/No	Campionamenti	
		n.	Km	m	m			n.	m.			
31	Cavalcaferrovia	PE-S31	13+300	65	65	65	60			No		<b>Si</b>

**Tabella 5 – Tabella sondaggio lungo linea tra km 12+500 a km 14+500**

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa di tutti i sondaggi su cui si prevede la caratterizzazione delle acque sotterranee.

SONDAGGI										
Opera d'arte	Sondaggio	Progressiva	Sondaggio			Piezometro tubo aperto			Sondaggio integrativo	
			Lunghezza totale	Lunghezza carotaggio	Diametro [mm]	Lunghezza totale	Lunghezza tratto finestrato	Diametro ["]		
	n.	Km	m	m						
Galleria Monte Aglio	PE-S14	3+310	40	40	101	30	25	2”		

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">RG</td> <td style="text-align: center;">TA0000 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">15 di 24</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	15 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	15 di 24								

Finestra Galleria (pk0+44 discenderia)	PE-S06	5+325	25	25	101	25	20	2"	
Galleria Monte Aglio	PE-S02 bis	6+090	95	95	152	95	20	3"	si
Galleria Monte Aglio	PE-S01	6+850	40	40	101	40	35	2"	
Galleria Monte Aglio - Imbocco sud	PE-S14bis - valle	3+310	40	40	101	30	25	2"	si
	PE-S14ter - monte	3+310	40	40	101	30	25	2"	si
Galleria Monte Aglio - Imbocco Nord	PE-S01bis - valle	6+850	40	40	101	40	35	2"	si
	PE-S01ter - monte	6+850	40	40	101	40	35	2"	si
Cavalcaferrovia	PE-S31	13+300	65	65	101	65	60	2"	

**Tabella 6 – Riepilogo piezometri ambientali per la caratterizzazione delle acque sotterranee**

In merito alle attività di caratterizzazione previste nei piezometri PE-S02bis, PE-S14bis, PE-S14ter, PE-S01bis, PE-S01ter, si rileva che la presenza della falda non è stata accertata nel corso del Progetto Definitivo e dunque si ritiene opportuno realizzare prima i piezometri PE-S01, PE-S14 e PE-S02, già previsti nella campagna di indagine geognostica integrativa, verificare la presenza o meno di falda e solo dopo, se accertata la presenza di falda, realizzare i piezometri integrativi.

## SOSTANZE INDICATRICI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Il set analitico viene allargato rispetto a quanto riportato nel PUT del Progetto Definitivo e considera tutte le sostanze indicatrici di cui al D.Lgs. 152/2006, Allegato V, Tabella 2. Tale estensione del set di parametri si ritiene indispensabile in considerazione del fatto che la caratterizzazione delle acque di falda intercettate dai lavori, soprattutto in corrispondenza della galleria Monte Aglio, costituirà un valore di "bianco" cui riferirsi per valutare un'eventuale esistente contaminazione della falda che diversamente potrebbe essere imputata ai lavori di realizzazione della galleria. Di seguito i parametri analitici di cui alla Tabella 2 sopra richiamata.

N°ord	SOSTANZE	Valore limite (µ/l)
<b>METALLI</b>		
1	Alluminio	200
2	Antimonio	5
3	Argento	10
4	Arsenico	10
5	Berillio	4
6	Cadmio	5
7	Cobalto	50
8	Cromo totale	50
9	Cromo (VI)	5
10	Ferro	200
11	Mercurio	1
12	Nichel	20
13	Piombo	10
14	Rame	1000
15	Selenio	10

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>16 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	16 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	16 di 24								

16	Manganese	50
17	Tallio	2
18	Zinco	3000
<b>INQUINANTI INORGANICI</b>		
19	Boro	1000
20	Cianuri liberi	50
21	Fluoruri	1500
22	Nitriti	500
23	Solfati (mg/L)	250
<b>COMPOSTI ORGANICI AROMATICI</b>		
24	Benzene	1
25	Etilbenzene	50
26	Stirene	25
27	Toluene	15
28	para-Xilene	10
<b>POLICLICI AROMATICI</b>		
29	Benzo(a) antracene	0.1
30	Benzo (a) pirene	0.01
31	Benzo (b) fluorantene	0.1
32	Benzo (k,) fluorantene	0.05
33	Benzo (g, h, i) perilene	0.01
34	Crisene	5
35	Dibenzo (a, h) antracene	0.01
36	Indeno (1,2,3 - c, d) pirene	0.1
37	Pirene	50
38	Sommatoria (31, 32, 33, 36 )	0.1
<b>ALIFATICI CLORURATI CANCEROGENI</b>		
39	Clorometano	1.5
40	Triclorometano	0.15
41	Cloruro di Vinile	0.5
42	1,2-Dicloroetano	3
43	1,1 Dicloroetilene	0.05
44	Tricloroetilene	1.5
45	Tetracloroetilene	1.1
46	Esaclorobutadiene	0.15
47	Sommatoria organoalogenati	10
<b>ALIFATICI CLORURATI NON CANCEROGENI</b>		
48	1,1 - Dicloroetano	810
49	1,2-Dicloroetilene	60
50	1,2-Dicloropropano	0.15
51	1,1,2 - Tricloroetano	0.2



   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>17 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	17 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	17 di 24								

52	1,2,3 - Tricloropropano	0.001
53	1,1,2,2, - Tetracloroetano	0.05
<b>ALIFATICI ALOGENATI CANCEROGENI</b>		
54	Tribromometano	0.3
55	1,2-Dibromoetano	0.001
56	Dibromoclorometano	0.13
57	Bromodichlorometano	0.17
	<b>NITROBENZENI</b>	
58	Nitrobenzene	3.5
59	1,2 - Dinitrobenzene	15
60	1,3 - Dinitrobenzene	3.7
61	Cloronitrobenzeni (ognuno)	0.5
<b>CLOROBENZENI</b>		
62	Monoclorobenzene	40
63	1,2 Diclorobenzene	270
64	1,4 Diclorobenzene	0.5
65	1,2,4 Triclorobenzene	190
66	1,2,4,5 Tetraclorobenzene	1.8
67	Pentaclorobenzene	5
68	Esaclorobenzene	0.01
<b>FENOLI E CLOROFENOLI</b>		
69	2-clorofenolo	180
70	2,4 Diclorofenolo	110
71	2,4,6 Triclorofenolo	5
72	Pentaclorofenolo	0.5
<b>AMMINE AROMATICHE</b>		
73	Anilina	10
74	Difenilamina	910
75	p-toluidina	0.35
	<b>FITOFARMACI</b>	
76	Alaclor	0.1
77	Aldrin	0.03
78	Atrazina	0.3
79	alfa - esacloroetano	0.1
80	beta - esacloroetano	0.1
81	Gamma - esacloroetano (lindano)	0.1
82	Clordano	0.1
83	DDD, DDT, DDE	0.1
84	Dieldrin	0.03
85	Endrin	0.1
86	Sommatoria fitofarmaci	0.5

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>18 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	18 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	18 di 24								

DIOSSINE E FURANI		
87	Sommatoria PCDD, PCDF (conversione TEF)	4 x 10 <sup>-6</sup>
	ALTRE SOSTANZE	
88	PCB	0.01
89	Acrilammide	0.1
90	Idrocarburi totali (espressi come n-esano)	350
91	Acido para - ftalico	37000
92	Amianto (fibre A > 10 mm) (*)	da definire

## SPECIFICHE TECNICHE PER LE ATTIVITA' DI CARATTERIZZAZIONE DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Affinché le misure rilevate siano effettivamente rappresentative delle condizioni statiche della falda, è necessario accertare che, oltre al pozzo in esame, non siano presenti altri significativi punti di emungimento (es. campo pozzi) in esercizio in un raggio di almeno 150 metri, a meno che non interessino una diversa falda. Le misure piezometriche, nel caso sia necessario procedere anche al campionamento, vanno effettuate prima delle operazioni di spurgo.

La misura, in metri e in valore assoluto, va ordinariamente riferita alla bocca del pozzo/piezometro. In caso di prima ispezione, o comunque per eventuale controllo, annotare la misura del  $\Delta h$  tra bocca pozzo e piano campagna (indicare con numero positivo se il bocca-pozzo è sopraelevato rispetto al piano campagna; ovvero, al contrario, annotare la misura con numero negativo).

Come buona prassi, in caso di campionamenti in zone interessate da inquinamenti accertati e dei quali sia conosciuta la distribuzione, Ispra dice di campionare prima i pozzi meno inquinati e successivamente i più inquinati. Non è però il nostro caso in quanto non abbiamo documenti che attestino livello di inquinamento progressivi.

Occorre organizzare le operazioni di campionamento in modo che i prelievi effettuati in uno stesso acquifero, vengano effettuati nel più breve arco complessivo di tempo affinché siano rappresentativi di una precisa condizione della falda stessa. Questa modalità operativa limita i fenomeni di variabilità naturale o indotta che influenza la possibilità per i dati di essere confrontabili.

È ampiamente assodato in letteratura che l'acqua contenuta nel corpo del pozzo non rappresenti l'acqua di formazione, e che sia necessario spurgarla prima di procedere al campionamento. Nondimeno, l'acqua nella sezione fenestrata potrebbe essere rappresentativa della formazione, in funzione delle caratteristiche costruttive del pozzo e di quelle idrogeologiche del sito. I pozzi vengono spurgati in certa misura per vari motivi: la presenza dell'aria in testa alla colonna d'acqua che porta ad un gradiente di concentrazione dell'aria disciolta in funzione della profondità, la perdita di sostanze volatili dalla testa della colonna assorbiti o le perdite di sostanze dal corpo del pozzo o dal fascio filtrante, le variazioni nella natura chimica dovuti tappi di argille o infiltrazioni dalla superficie.

Pertanto, il posizionamento della pompa al centro o verso la parte superiore del filtro è consigliato. Porre la pompa presso la cima della colonna d'acqua è raccomandato solo nei casi di acquiferi non confinati, con filtri lungo tutta la sezione e se tale punto è quello desiderato per il campionamento. Lo spurgo low-flow ha il vantaggio di minimizzare la miscelazione tra lo strato superiore di acqua stagnante e quella presente nella zona fenestrata. Lo spurgo a bassa portata (low-flow) - sia che si utilizzino sistemi portatili che dedicati - deve essere effettuato posizionando l'aspirazione della pompa alla metà, o leggermente più in alto della metà, della zona fenestrata del pozzo. Posizionare la pompa troppo in basso significherebbe aspirare anche i solidi che possono essersi accumulati nel corso del tempo. Queste particelle sono il risultato dello sviluppo del pozzo, prima delle operazioni di campionamento, o depositi dovuti alla naturale sedimentazione dei colloidi trasportati dalle acque sotterranee.

In caso di precipitazioni significative, annotare tale evenienza sul verbale di campionamento. In generale, si consiglia di effettuare campionamenti a distanza di non meno di un paio di giorni dal termine delle piogge.

Le operazioni devono essere svolte secondo la seguente sequenza:

1. monitoraggio piezometrico;

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>19 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	19 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	19 di 24								

2. spurgo;
3. campionamento e misura parametri chimico-fisici;
4. attenta pulizia delle attrezzature di campionamento alla fine di ogni campionamento.

Le operazioni di spurgo dei piezometri dovranno essere effettuate seguendo un ordine predefinito (procedendo a partire dai pozzi in cui si prevedono livelli di concentrazione più bassi verso quelli a livelli di concentrazioni più alti), e per ogni postazione saranno effettuate secondo la seguente sequenza:

- stendere un telo di nylon in prossimità del piezometro per posare le attrezzature o comunque evitare che si sporchino;
- introdurre la pompa nel pozzo/piezometro fino a raggiungere il fondo foro, verificandone la profondità; quindi, risollevarla di circa 1-2 metri. Nel caso in cui sia conosciuta la profondità della zona filtrante, posizionare la pompa in corrispondenza della zona centrale di tale livello. Qualora il pozzo risulti più profondo della quota raggiungibile con le pompe portatili e non si conosca la posizione dei setti filtranti, sfruttare l'intera lunghezza dei cavi delle pompe sommerse;
- misurare col freatimetro la soggiacenza riferita alla bocca del pozzo prima di iniziare il pompaggio, annotandola come riferita al tempo iniziale  $t_0$ . Questa misura non rappresenta il livello piezometrico statico, ma il valore di riferimento per la misura degli abbassamenti durante le operazioni di spurgo; Impostare la portata della pompa, per evitare il rischio di prosciugamento del pozzo, tenendo conto del diametro del pozzo e del volume d'acqua contenuto nello stesso e delle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero;
- mettere in funzione la pompa ad una portata costante, inferiore a quella impiegata (se conosciuta) per lo sviluppo iniziale del pozzo/piezometro, controllando di tanto in tanto la soggiacenza dinamica della falda, al fine di prevenire il prosciugamento del pozzo. Nel caso il pozzo non sia mai stato ispezionato o campionato, durante le operazioni di spurgo, si deve procedere a misurare a intervalli di tempo determinati la soggiacenza dinamica della falda annotando le variazioni, utilizzando le tabelle fornite in allegato. Per pozzi di piccole dimensioni ( $D < 10/15$  cm) e/o in zone scarsamente produttive, misurare il battente d'acqua nell'opera di captazione e aver cura di non indurre un abbassamento del livello freaticometrico superiore al 50% del battente misurato;
- lo spurgo deve essere eseguito per consentire il ricambio di 3-5 volte il volume d'acqua presente al momento del sopralluogo e possibilmente fino alla "chiarificazione" dell'acqua, ossia fino a quando l'acqua non appare priva di particelle in sospensione in un tempo non superiore a 3-5 ore nel caso di piezometri. Si consiglia di verificare durante lo spurgo la stabilizzazione di alcuni parametri chimico- fisici (es. pH, conducibilità). Tre letture consecutive devono avere uno scostamento di  $\pm 0.1$  per il pH,  $\pm 3\%$  per la conducibilità e torbidità visivamente costante (i trend di stabilizzazione seguono percorsi asintotici verso un valore costante), il cui controllo può essere effettuato ad intervalli determinati in un contenitore con flusso costante, evitando gorgogliamenti.

Lo spurgo è lo stesso sia che il campionamento sia di tipo dinamico, "low-flow" oppure statico (a seconda della portata della falda). È comunque sempre preferibile il campionamento dinamico.

Fondamentale è annotare attentamente l'uso di additivi e fluidificanti utilizzati nei sondaggi per documentare eventuali contaminazioni in corso d'opera.

### **SPURGO E CAMPIONAMENTO IN LOW-FLOW**

L'aggettivo low-flow (bassa portata) è riferito alla velocità con la quale l'acqua entra nell'aspirazione della pompa, e che proviene dalle immediate vicinanze del filtro del pozzo. Non si riferisce necessariamente alla portata d'acqua scaricata alla superficie, che può essere soggetta a regolamenti e restrizioni. L'abbassamento del livello dell'acqua dà la migliore indicazione dello stress derivato da una certa portata in una certa situazione idrogeologica. L'obiettivo è di estrarre l'acqua in modo tale da minimizzare lo stress (vedi abbassamento di livello) impartito al sistema tenendo conto, in ogni caso, degli obiettivi globali del programma di campionamento. Tipicamente, viene utilizzata una portata di 0,1 – 0,5 l/minuto, anche se tale valore è legato alle condizioni idrogeologiche caratteristiche del sito. Alcune formazioni a granulometria grossolana sono state campionate con velocità anche di 1 l/min. L'efficacia di un campionamento low-flow è intimamente legato ad un corretto posizionamento della zona fenestrata, alla lunghezza della stessa e alle tecniche con cui il pozzo è stato installato e sviluppato. Il ristabilirsi dei percorsi naturali dell'acquifero in tutte le direzioni è importante per una corretta interpretazione dei risultati analitici. Se si desidera una alta risoluzione nel campionamento, è necessario utilizzare zone fenestrate non superiori al metro. Si è visto

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>20 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	20 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	20 di 24								

che la necessità di effettuare lo spurgo del pozzo prima del campionamento è dovuta, nella gran parte dei casi, all'azione di disturbo durante il passaggio del mezzo utilizzato per il campionamento. Tale attività provoca la miscelazione degli strati della colonna d'acqua, in particolare tra le zone stagnanti superiori e quelle in movimento nella zona fenestrata. In aggiunta, si crea sia un'interferenza dovuta alla movimentazione dei sedimenti depositati sul fondo che una spinta verso la formazione immediatamente adiacente alla parete di una certa massa d'acqua.

Questi fattori di disturbo, così come l'impatto negativo sulla qualità del campionamento, possono essere evitati utilizzando apparecchiature dedicate. Tali strumenti permettono di evitare l'inserimento di corpi estranei prima di effettuare spurgo e campionamento.

Utilizzando le tecniche di campionamento low-flow è possibile isolare la zona fenestrata dalla colonna d'acqua stagnante che la sovrasta. Se l'aspirazione della pompa è posizionata all'interno dell'area fenestrata, la maggior parte dell'acqua verrà aspirata direttamente dalla formazione, minimizzando così miscelazione ed interferenze con l'acqua stagnante del pozzo. In ogni caso, se il pozzo non è costruito a dovere, altre zone non previste possono venire accidentalmente campionate. In alcuni siti dove esiste una spiccata eterogeneità geologica all'interno dell'intervallo fenestrato, aree a conducibilità idraulica più elevata potrebbero dare luogo a percorsi preferenziali di campionamento. Questa è una ragione in più per utilizzare aree fenestrate più corte, in particolar modo quando l'obiettivo di campionamento è una elevata risoluzione spaziale (come emerge dalle osservazioni al progetto definitivo).

#### **PARAMETRI INDICATORI DELLA QUALITA' DELLE ACQUE**

I parametri indicatori devono attestare la qualità delle acque in modo da identificare la necessità o meno di uno spurgo prima del prelievo del campione. I parametri di stabilizzazione quali pH, conducibilità, ossigeno disciolto, potenziale redox, temperatura e torbidità devono essere monitorati per determinare il momento in cui l'acqua di formazione inizia a fluire nel campionatore. In generale, l'ordine con il quale i parametri si stabilizzano è: pH, temperatura e conducibilità, seguiti da potenziale redox, ossigeno disciolto e torbidità.

Il pH e la temperatura, pur essendo due parametri comunemente utilizzati come indicatori durante lo spurgo, non permettono quasi mai di distinguere l'acqua del corpo pozzo da quella di formazione; rimangono comunque dei fattori importanti per l'interpretazione dei dati e devono essere misurati.

I criteri di performance nella determinazione della stabilizzazione devono essere basati sul valore di abbassamento del livello, sulla portata di campionamento e sui particolari costruttivi delle attrezzature dedicate alla misura dei parametri in gioco. Sono infatti disponibili apparecchiature in grado di monitorare in continuo i suddetti parametri nel flusso in uscita dalla pompa.

È importante che l'esecutore delle indagini individui dei criteri specifici sulla stabilizzazione di ogni pozzo, ed utilizzare in seguito sempre la stessa metodica, in particolar modo in relazione all'abbassamento del livello, alla portata di campionamento e all'apparecchiatura di campionamento. In generale, il tempo o il volume richiesto per lo spurgo al fine di ottenere la stabilizzazione dei parametri è indipendente dal volume dei pozzi o dalla loro profondità. Le variabili dipendenti sono il diametro, il tipo di apparecchiature di campionamento, le condizioni idrogeologiche e chimiche, la portata della pompa e se le attrezzature sono di tipo portatile o dedicate. Se il mezzo utilizzato per il campionamento è già sul posto (apparecchiatura dedicata), allora i tempi e i volumi di spurgo sono decisamente più bassi. Altri vantaggi dei sistemi dedicati sono le minori quantità di acqua di spurgo da smaltire, meno strumenti da decontaminare, minor tempo speso nella preparazione al campionamento e, di conseguenza, minor tempo speso sul sito, un approccio più consistente al campionamento che probabilmente si traduce in una minor variabilità nei risultati. L'utilizzo di apparecchiature dedicate è fortemente raccomandato per i pozzi soggetti a campionamenti di routine nel tempo.

Se i parametri di stabilizzazione sono troppo stretti può accadere che a fronte di piccole oscillazioni i tempi di spurgo si protraggano oltre il necessario. Bisogna tener presente che la torbidità è un parametro molto conservativo in termini di stabilizzazione. La torbidità è sempre l'ultimo parametro a stabilizzarsi. Tempi di spurgo eccessivi sono invariabilmente legati all'aver stabilito criteri troppo stretti sulla stabilizzazione della torbidità. Bisogna ricordare che i livelli di torbidità naturali possono anche superare i 10 NTU (Nephelometric Turbidity Units, unità di misura della torbidimetria).

#### **PROTOCOLLO PER IL CAMPIONAMENTO**

La raccolta di dati ad un elevato livello qualitativo è essenziale per il monitoraggio degli acquiferi e per la caratterizzazione del sito. Le maggiori limitazioni alla raccolta di campioni rappresentativi sono dovuti a: miscelazione tra acqua stagnante presente nel pozzo e acqua fresca dal filtro durante l'inserimento

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>21 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	21 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	21 di 24								

dell'apparecchiatura per il campionamento, disturbi e risospensioni di solidi sedimentati sul fondo del pozzo dovute all'utilizzo di pompe ad alta portata o alla movimentazione di bailers, introduzione di gas dall'atmosfera durante la produzione o la manipolazione del campione, un utilizzo non appropriato di sistemi di campionamento a vuoto.

I campioni di fluido non devono essere presi immediatamente dopo le procedure di sviluppo pozzo. Bisogna attendere un tempo sufficiente affinché si ristabilizzi il naturale movimento dell'acquifero nelle vicinanze del pozzo di monitoraggio e che un nuovo equilibrio chimico con i materiali di costruzione venga raggiunto. Tale lasso di tempo dipende da vari fattori legati alle condizioni del sito e ai metodi di installazione, ma spesso supera la settimana.

Lo spurgo del pozzo è quasi sempre necessario per ottenere che un flusso di acqua di formazione attraversi la fenestratura del pozzo. Piuttosto che utilizzare la procedura generalizzata (ma arbitraria) di spurgare tre volumi di acqua prima del campionamento, è raccomandato l'utilizzo di strumenti di misura in linea (per esempio celle a deflusso) per identificare il tempo di stabilizzazione di alcuni parametri (pH, conducibilità, redox, ossigeno disciolto, torbidità) di ogni pozzo. I dati relativi alla portata di estrazione, abbassamento di livello e volume richiesto per la stabilizzazione dei parametri possono essere usati come guida per le successive attività di campionamento.

Le seguenti sono raccomandazioni da tenere in considerazione prima, durante e dopo le attività di campionamento:

- utilizzare basse portate (< 0,5 l/minuto) durante lo spurgo e il successivo campionamento in modo da ottenere il minimo abbassamento nel livello del pozzo;
- massimizzare lo spessore dei tubi e minimizzarne la lunghezza;
- posizionare l'aspirazione della pompa nel punto di campionamento desiderato;
- minimizzare i fattori di disturbo sulla colonna d'acqua stagnante al di sopra dell'intervallo fenestrato durante le operazioni di misura del livello e l'inserimento del mezzo campionario;
- effettuare gli aggiustamenti per stabilizzare la portata il più velocemente possibile;
- monitorare gli indicatori della qualità delle acque durante lo spurgo;
- raccogliere campioni non filtrati per valutare il carico di contaminanti e il potenziale di trasporto nel sistema sotterraneo.

Prima del campionamento, tutto l'equipaggiamento deve essere calibrato in accordo alle raccomandazioni dei produttori, delle prescrizioni progettuali e del Piano di campionamento in situ. La calibrazione del pH deve essere effettuata con almeno due soluzioni buffer che includano l'intervallo previsto. La calibrazione per l'ossigeno disciolto deve essere corretta in funzione della pressione barometrica e del livello altimetrico.

Si raccomanda che l'apparecchiatura utilizzata sia il meno possibile di disturbo all'acqua contenuta nel corpo pozzo. La profondità deve essere ottenuta dai dati del pozzo. Misurare al fondo del pozzo porta in sospensione i solidi decantati dalla formazione e richiede un tempo di spurgo più lungo a causa della torbidità indotta. Misurare la profondità del pozzo a campionamento avvenuto. La misura del livello dell'acqua deve essere effettuata relativamente ad una elevazione di riferimento fissata a priori.

Come detto, l'utilizzo di pompe a bassa portata (0,1 – 0,5 l/minuto) è consigliato per lo spurgo ed il campionamento di tutti i tipi di analiti. Tutte le pompe hanno dei limiti, e questi devono tenuti in considerazione rispetto all'applicazione in un determinato sito. I bailers, ad esempio, sono strumenti inadeguati per i campionamenti low-flow. Sono comunque disponibili una grande varietà di strumenti per lo spurgo e campionamento low-flow: le pompe peristaltiche, le pompe bladder, le elettriche sommergibili e le pompe a gas. Le apparecchiature che meglio si prestano sia ad essere strumenti dedicati (a posizionamento fisso) che a funzionare in modo consistente alle basse portate utilizzate nel low-flow sono da preferirsi. La pompa peristaltica è limitata ad applicazioni di bassa profondità, e può portare a degasamento del campione con il risultato di alterare il pH e l'alcalinità e di perdita delle sostanze volatili. Le pompe a gas devono essere del tipo che non permetta il contatto tra il fluido e il gas stesso.

### **INSTALLAZIONE DELLA POMPA**

Le apparecchiature di campionamento dedicate (fisse nel pozzo) che sono in grado di pompare e produrre campioni sono da preferirsi al di sopra di ogni altro tipo. Ogni strumento portatile deve essere calato lentamente e con attenzione fino al centro della zona fenestrata o leggermente più in alto (per es. 1,0-1,5 metri sotto la cima di una griglia di 3 metri). Ciò per minimizzare la miscelazione con la colonna di acqua stagnante superiore e, nello stesso tempo, ridurre al minimo gli effetti di una risospensione del particolato decantato sul fondo del pozzo. È dimostrato come questi due effetti di disturbo incidano direttamente sui tempi di spurgo del sistema. Sembra inoltre che ci sia una correlazione diretta tra le dimensioni dell'apparecchiatura di campionamento in rapporto al diametro

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>22 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	22 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	22 di 24								

del pozzo ed il tempo di spurgo. L'obiettivo è quello minimizzare i fattori di disturbo per l'acqua ed i solidi all'interno del corpo del pozzo.

## FILTRAZIONE

La decisione se filtrare o no un campione deve essere dettata dagli obiettivi della campagna di campionamenti piuttosto che essere un'operazione di routine dovuta ad una scarsa tecnica di campionamento, e la filtrazione in campo non può essere un intervento di default. Occorre fare delle considerazioni su cosa si vuole ottenere dalla filtrazione in campo. Per valutare le concentrazioni di elementi quali metalli in tracce realmente disciolti in acqua (in opposizione a quelli operativamente disciolti tramite per es. filtrazione a 0,45 m/minuto) sono raccomandati filtri da 0,1 m al minuto, anche se gran parte dei regolamenti prevedono quelli da 0,45 m/minuto. Campioni alcalini devono anch'essi essere filtrati se si sospetta la presenza di particolato di carbonato di calcio, visto che questa sostanza ha un impatto sui risultati della titolazione (anche se la stessa filtrazione può alterare la composizione della CO<sub>2</sub> e, di conseguenza, falsare i risultati).

Anche se la filtrazione può essere considerata una pratica appropriata, talvolta può causare una serie di inconvenienti (ossidazione, areazione...) e, di conseguenza, ad una incertezza nei risultati. Alcune modifiche nello stato del campione sono inevitabili, ma i fattori che portano ad esse devono essere noti. Alcuni effetti deleteri possono essere minimizzati con la coerente applicazione di alcune linee guida. Le linee guida devono indirizzare alla selezione del tipo di filtro, del diametro dei pori ecc., in modo da identificare e minimizzare le potenziali fonti di incertezza durante la filtrazione del campione.

La filtrazione in linea sarebbe preferibile perché porta ad una maggiore consistenza tramite una minor manipolazione del campione, oltre a minimizzare l'esposizione dello stesso all'atmosfera. I filtri in linea sono disponibili sia in formato usa e getta che riutilizzabile, oltre che in vari formati e dimensioni (0,1 – 5,0 metri al minuto). Quelli usa e getta hanno il vantaggio di avere una capacità superiore sui sedimenti rispetto ai tradizionali filtri a membrana. I filtri devono essere prelevati in accordo alle prescrizioni del produttore. Se la risciacquatura non è prevista, far scorrere un litro d'acqua di falda tra la raccolta del campione e la fine dello spurgo. Una volta iniziata la filtrazione, la massa filtrata può ostruire i passaggi a valori inferiori di quelli nominali del filtro e naturalmente diversi da quelli desiderati. Azioni correttive possono essere la pre-filtrazione con filtri a maggior luce di passaggio o la riduzione del volume da campionare.

## IL CONTROLLO DEL LIVELLO E DEI PARAMETRI INDICATORI DI QUALITA'

Controllare periodicamente l'abbassamento di livello dell'acqua del pozzo permette eventualmente di correggere la portata di spurgo. L'obiettivo è ottenere un abbassamento minimo del livello (< 0,1 m) durante lo spurgo. Ciò può essere difficile da ottenere in alcune circostanze a causa di formazioni geologiche particolarmente eterogenee incluse nella zona fenestrata, e può richiedere una regolazione del flusso particolare e una certa esperienza. I parametri indicatori della qualità dell'acqua devono essere continuamente monitorati in linea durante lo spurgo. Tali indicatori possono includere pH, potenziale redox, conducibilità, ossigeno disciolto e torbidità. Gli ultimi tre parametri sono spesso i più sensibili. I valori di portata, abbassamento di livello, tempo e volume di spurgo possono servire come linee guida per i successivi spurghi e campionamenti. I valori misurati devono essere registrati ogni 3 – 5 minuti quando vengono utilizzati i valori di portata suggeriti nei precedenti paragrafi. La stabilizzazione si può considerare raggiunta quando tutti i parametri sono stabili per tre misure successive. Al posto della misura di tutti e cinque i parametri citati precedentemente, un set minimo deve includere pH, conducibilità e torbidità o ossigeno disciolto. Le tre letture consecutive devono avere uno scostamento di  $\pm 0.1$  per il pH,  $\pm 3\%$  per la conducibilità,  $\pm 10$  mV per il potenziale redox e  $\pm 10\%$  per ossigeno e torbidità. I trend di stabilizzazione di questi indicatori sono generalmente ovvi e seguono percorsi esponenziali o asintotici verso la stabilizzazione. Ossigeno e torbidità richiedono solitamente il tempo più lungo prima della stabilizzazione. Le precedenti linee guida offrono una stima sommaria e sono basate sull'esperienza.

## CAMPIONAMENTO, CONTENITORI, CONSERVAZIONE E DECONTAMINAZIONE

A fronte della stabilizzazione dei parametri indicatori, il campionamento può avere inizio. Se viene utilizzato uno strumento di analisi in linea, questo deve essere disconnesso o by-passato durante il prelievo del campione. La portata, durante la raccolta del campione, deve rimanere la stessa utilizzata durante lo spurgo o può essere leggermente modificata in caso si debba minimizzare l'areazione, la formazione di bolle, il riempimento troppo turbolento del contenitore o la perdita di volatili dovuti a lunghi tempi di residenza nelle tubazioni. Tipicamente, portate inferiori a 0,5 l/minuto sono appropriate. La tessa apparecchiatura utilizzata per lo spurgo deve essere utilizzata per il campionamento. La campagna di campionamenti deve avvenire partendo dal pozzo meno contaminato e passare man mano a quelli con livelli di contaminazione superiori. Generalmente, volatili (ad

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale terre e acque da scavo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>RG</td> <td>TA0000 001</td> <td>A</td> <td>23 di 24</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	23 di 24
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	RG	TA0000 001	A	23 di 24								

esempio solventi e componenti di carburanti) e parametri sensibili ai gas (per es. Fe<sup>2+</sup>, CH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S/HS<sup>-</sup>, alcalinità) devono essere campionati per primi. La sequenza con cui vengono raccolti i campioni per la maggior parte dei parametri inorganici non è importante, a meno che si desiderino campioni filtrati (sostanze in soluzione). La filtrazione deve avvenire alla fine e devono essere utilizzati, come discusso precedentemente, filtri in linea. Durante tutte le fasi di spurgo e di campionamento devono essere utilizzati indumenti protettivi adatti al tipo e al livello di contaminazione.

Il contenitore del campione sarà preparato in precedenza e adatto agli analiti di interesse e includerà, quando necessario, le sostanze atte alla conservazione del campione. Il campione d'acqua deve essere versato direttamente nel contenitore dal tubo di mandata della pompa.

Immediatamente dopo essere stato riempito, il contenitore deve essere conservato come specificato dal progetto. I protocolli di conservazione dei campioni sono basati sul tipo di analisi che deve essere effettuata. Può essere consigliabile aggiungere conservanti prima di arrivare al sito in modo da ridurre il rischio di conservare in modo inadatto i contenitori o di introdurre dei contaminanti presenti nel sito durante l'aggiunta di conservanti.

I conservanti devono essere trasferiti dal loro contenitore al contenitore del campione utilizzando pipette usa e getta in polietilene. Una volta riempito il contenitore con l'acqua di falda, un tappo rivestito in Teflon (o latta) viene avvitato saldamente per evitare perdite. Il contenitore viene poi etichettato in conformità alle procedure del progetto. Il campione deve poi essere conservato capovolto alla temperatura di 4°C.

## I BIANCHI

Devono essere raccolti i seguenti bianchi:

- bianco del sito: deve essere raccolto un campione per ogni fonte d'acqua utilizzata in situ (distillata/deionizzata) per la decontaminazione delle apparecchiature o in ausilio alle attività di campionamento;
- bianchi delle apparecchiature: un campione per tipo di apparecchiatura deve essere prelevato e conservato prima dell'inizio delle attività giornaliere in situ;
- bianco da trasporto: solo nel caso di campioni contenenti volatili (non dovrebbe essere questo un caso verificabile nelle presenti azioni di progetto). Questi bianchi vengono preparati in laboratorio aggiungendo 40 ml di organici volatili all'acqua distillata.

## Prescrizione in analisi di acquiferi in roccia fratturata

Dove le portate dovessero risultare inferiore a 0,1 l/minuto e non possano essere utilizzate apparecchiature che permettano di prelevare acqua a portate così basse, la considerazione principale è quella di cercare di evitare lo svuotamento dell'area fenestrata del pozzo. Ciò può richiedere ripetute fermate durante lo spurgo, per permettere al pozzo di ricaricarsi, lasciando la pompa immersa. L'uso delle tecniche low-flow può risultare poco pratico in queste condizioni, a seconda del tempo di ricarica. In questo caso si suggerisce una comparazione tra i valori ottenuti tramite tecniche low-flow e campionamenti passivi (ad esempio con due set di campioni). La raccolta tramite campionamento passivo prevede l'acquisizione del campione senza effettuare, o effettuando in quantità modeste, lo spurgo del pozzo utilizzando un sistema di campionamento dedicato (fisso nel pozzo) o un sistema passivo di raccolta.

La letteratura indica che in formazioni di calcareniti e in genere per roccia fratturata, un approccio di tipo low-flow tendente a zero in fase di spurgo con l'utilizzo di packer. Anche sistemi passivi multistrato portano ad avere campioni rappresentativi. In queste situazioni, prima di campionare, è indispensabile identificare i percorsi dell'acqua o le fratture che erogano acqua utilizzando un'adeguata strumentazione. Dopo aver identificato le fratture che erogano acqua, installare i packer e la pompa con i suoi accessori e utilizzare il metodo low-flow in modalità dedicata. In alternativa, utilizzare un equipaggiamento per il campionamento passivo che può isolare la frattura che eroga acqua.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>					
	<b>Piano integrativo di caratterizzazione ambientale</b> <b>terre e acque da scavo</b>	COMMESSA IF1N	LOTTO 01 E ZZ	CODIFICA RG	DOCUMENTO TA0000 001	REV. A

## 4. RIEPILOGO SONDAGGI PER LA CARATTERIZZAZIONE DELLE TERRE ED ACQUE DA SCAVO

Di seguito la tabella riepilogativa dei sondaggi di PE funzionali alla caratterizzazione delle terre ed acque da scavo:

Opera d'arte	Sondaggio					Caratterizzazione terre			Caratterizzazione acque			Sondaggio integrativo
	Codice sondaggio	Progressiva [km]	Lunghezza totale [m]	Lunghezza carotaggio [m]	Diametro [mm]	Campioni/Incrementi [n]	Profondità prelievo campioni/incrementi [m] <i>La profondità è riferita alla lunghezza del carotaggio</i>	Lunghezza totale	Lunghezza tratto finestrato	Diametro piezometro ["]		
Galleria Monte Aglio	PE-S14	3+110	40	40	101	1/3	Inc1 [9,19] Inc2 [14,44] Inc3 [19,69]	30	25	2"		
Galleria Monte Aglio	PE-S05	3+300	90	90	101	1/3	Inc1 [28,29] Inc2 [33,54] Inc3 [38,79]					
Galleria Monte Aglio	PE-S04	4+400	295	105	101	1/3	Inc1 [73] Inc2 [78,25] Inc3 [83,5]					
Galleria Monte Aglio	PE-S03	5+325	345	115	101	1/3	Inc1 [72,4] Inc2 [77,65] Inc3 [82,9]					
Finestra Galleria (pk0+44 discenderia)	PE-S06	5+325	25	25	101	1/3	Inc1 [11] Inc2 [16,25] Inc3 [21,5]	25	20	2"		
Finestra Galleria (pk0+132 disc.)	PE-S07	5+500	135	135	101	1/3	Inc1 [76] Inc2 [81,25] Inc3 [86,5]					
Galleria Monte Aglio	PE-S02	6+090	95	95	101	1/3	Inc1 [64,3] Inc2 [69,55] Inc3 [74,8]					
Galleria Monte Aglio	PE-S02 bis (*)	6+090	95	95	152			95	20	3"	si	
Galleria Monte Aglio	PE-S08	6+240	80	80	101	1/3	Inc1 [49] Inc2 [54,25] Inc3 [59,5]					
Galleria Monte Aglio	PE-S01	6+850	40	40	101	1/3	Inc1 [21,5] Inc2 [26,75] Inc3 [32]	40	35	2"		
Galleria Monte Aglio - Imbocco sud	PE-S14bis – valle (*)	3+310	40	40	101			40	35	2"	si	
	PE-S14ter – monte (*)	3+310	40	40	101			40	35	2"	si	
Galleria Monte Aglio - Imbocco Nord	PE-S01bis – valle (*)	6+850	40	40	101			40	35	2"	si	
	PE-S01ter – monte (*)	6+850	40	40	101			40	35	2"	si	
Cavalcaferrovia	PE-S31	13+300	65	65	101			65	60	2"		
Paratia	PE-S35	1+709	5	5	101	3	C1 [0-1] C2 [2-3] C3 [4-5]				si	

**Tabella 7 – Tabella riepilogativa campagna integrativa di caratterizzazione terre ed acque da scavo**

**NOTA:** I sondaggi contrassegnati dal simbolo (\*), PE-S02bis, PE-S14bis, PE-S14ter, PE-S01bis, PE-S01ter, rappresentano punti di campionamento integrativi che saranno realizzati solo a valle dell'accertamento della presenza di falda nei piezometri PE-S01, PE-S14 e PE-S02, già previsti nella campagna di indagine geognostica di Progetto Esecutivo.