

AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE DI BAGNOLI - COROGLIO (NA)

D.P.C.M. 15.10.2015

Interventi per la bonifica ambientale e rigenerazione urbana dell'area di Bagnoli - Coroglio

Infrastrutture, reti idriche, trasportistiche ed energetiche dell'area del Sito di Interesse Nazionale di Bagnoli - Coroglio



Presidenza del Consiglio dei Ministri
IL COMMISSARIO STRAORDINARIO DEL GOVERNO
PER LA BONIFICA AMBIENTALE E RIGENERAZIONE URBANA
DELL'AREA DI RILEVANTE INTERESSE NAZIONALE
BAGNOLI - COROGLIO



STAZIONE APPALTANTE

INVITALIA S.p.a.: Soggetto Attuatore, in ottemperanza all'art. 33 del D.L. n. 133/2014, convertito con legge n. 164/2014, e del D.P.C.M. 15 ottobre 2015, ai fini della predisposizione ed esecuzione del Programma di Risanamento Ambientale e la Rigenerazione Urbana per il Sito di Rilevante Interesse Nazionale di Bagnoli-Coroglio

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Daniele BENOTTI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA

PROGETTAZIONE GEOTECNICA, STRUTTURALE e STRADALE
Ing. Letterio SONNESSA

RELAZIONE GEOLOGICA
Dott. Geol. Vincenzo GUIDO

GRUPPO DI LAVORO INTERNO

Collaboratori:
Geom. Gennaro DI MARTINO
Geom. Alessandro FABBRI
Ing. Davide GRESIA
Ing. Nunzio LAURO
Ing. Alessio MAFFEI
Ing. Angelo TERRACCIANO
Ing. Massimiliano ZAGNI

Supporto operativo:
Ing. Irene CIANCI
Arch. Alessio FINIZIO
Ing. Carmen FIORE
Ing. Federica Jasmeen GIURA
Ing. Leonardo GUALCO

PROGETTAZIONE IDRAULICA
Ing. Claudio DONNALOIA

PROGETTAZIONE DELLA SICUREZZA
Ing. Michele PIZZA

PROGETTAZIONE ENERGETICA e TELECOMUNICAZIONI
Ing. Claudio DONNALOIA

COMPUTI E STIME
Geom. Gennaro DI MARTINO

SUPPORTO TECNICO-SCIENTIFICO
Prof. Ing. Alessandro PAOLETTI
Ing. Domenico CERAUDO
Ing. Cristina PASSONI

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO DI PROFESSIONISTI

MANDATARIA



VIA INGEGNERIA Srl
Via Flaminia, 999
00189 Roma (RM)

COORDINAMENTO DELLA PROGETTAZIONE

Ing. Matteo DI GIROLAMO

PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI

Ing. Giovanni PIAZZA

COORDINAMENTO SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE ai sensi D.Lgs. 81/08

Ing. Massimo FONTANA

MANDANTI



QUANTICA INGEGNERIA Srl
Piazza Bovio, 22
80133 Napoli (NA)

PROGETTAZIONE OPERE STRUTTURALI SPECIALI

Ing. Francesco NICCHIARELLI

RELAZIONE GEOLOGICA

Geol. Maurizio LANZINI



WEE WATER ENVIRONMENT ENERGY Srl
Piazza Bovio, 22
80133 Napoli (NA)

PROGETTAZIONE OPERE IMPIANTISTICHE ELETTRICHE

Ing. Paolo VIPARELLI

RELAZIONE ARCHEOLOGICA

Arch. Luca DI BIANCO



AMBIENTE SPA
Via Frassinia, 21
54033 Carrara (MS)

PROGETTAZIONE OPERE DI VIABILITA' ORDINARIA

Ing. Giuseppe RUBINO

RELAZIONE ACUSTICA

Ing. Tiziano BARUZZO



HYSOMAR SOCIETA' COOPERATIVA
Corso Umberto I, 154
80138 Napoli (NA)

PROGETTAZIONE ARENA SANT'ANTONIO-HUB DI COROGLIO

Ing. Giuseppe VACCA

GIOVANE PROFESSIONISTA

Ing. Veronica NASUTI



ALPHATECH
Via S. Maria delle Libertà, 13
80127 Napoli (NA)

PROGETTAZIONE OPERE IDRAULICHE A RETE

Ing. Giulio VIPARELLI

RELAZIONE ACUSTICA

Ing. Serena ONERO



ING. GIUSEPPE RUBINO
Via Riviera di Chiaia, 53
80121 Napoli (NA)

PROGETTAZIONE OPERE A MARE E IMPIANTO TAF 3

Ing. Roberto CHIEFFI

DISEGNATORI

Geom. Salvatore DONATIELLO

Geom. Paolo COSIMELLI

Ugo NAPPI

Daniele CERULLO

COMPUTI E STIME

Per. Ind. Giuseppe CORATELLA

Geom. Luigi MARTINELLI



Funzione Servizi di Ingegneria

Direzione Area Tecnica
Opere civili:
Arch. Giulia LEONI

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato			PIANO DI INDAGINE	DATA	NOME	FIRMA
			REDATTO	MAGGIO 2023	LM	
			VERIFICATO	MAGGIO 2023	GV	
			APPROVATO		MDG	
			DATA	MAGGIO 2023	CODICE ELABORATO	
REVISIONE	DATA	AGGIORNAMENTI		SCALA	0-RT.03.02.01.03	
0	MAGGIO 2023	Emissione		1 : 4.000		
				CODICE FILE		

PIANO DI INDAGINI GEOGNOSTICHE

Relazione tecnica

Sommario

1. PREMESSA.....	6
2. INDAGINI ESEGUITE	8
2.1. Interventi prioritari in area ex Eternit	9
2.2. Campagna indagini esecuzione piano di caratterizzazione integrativa aree ex Ilva e Italsider	11
2.3. Appalto specifico n. 3 – Indagini idrogeologiche e monitoraggio acque di falda.....	14
2.4. Appalto specifico n. 5 - Indagini geotecniche finalizzate alla determinazione dei parametri fisico meccanici dei terreni	17
2.5. Appalto specifico n. 7 – Analisi chimiche acque in ingresso al TAF 1 e al TAF 2	18
2.6. Appalto specifico n. 8 - Prelievo Campioni, Analisi di laboratorio, indagini Georadar nel Sito di Rilevante Interesse Nazionale di Bagnoli Coroglio	18
3. TIPOLOGIA DI INDAGINI SUPPLETIVE DA ESEGUIRSI NEL'AREA SIN BAGNOLI-COROGLIO.....	20
4. RICERCA PREVENTIVA ORDIGNI BELLICI.....	21
4.1. Bonifica superficiale e profonda in prossimità dei punti di sondaggio	21
5. INDAGINI AMBIENTALI ACQUE DI FALDA.....	23
5.1. Sondaggi ambientali	23
5.2. Realizzazione nuovi piezometri	23
5.2.1. Attività propedeutiche alla progettazione.....	23
5.2.2. Fase di perforazione.....	24
5.2.3. Completamento dei piezometri	26
5.2.4. Casing.....	26
5.2.5. Dreno	27
5.2.6. Cementazione e completamento	28
5.2.7. Sviluppo	28

5.3. Campionamento di acque di falda dai piezometri	29
5.3.1. Operazioni preliminari	29
5.3.2. Operazioni di spurgo del piezometro	29
5.3.3. Prelievo dei campioni	30
5.3.4. Rilievi e analisi di campo	31
5.3.5. Preparazione, identificazione e conservazione dei campioni.....	31
5.1. Esecuzione dei test di portata.....	32
5.2. Campionamento di acque reflue.....	34
5.2.1. Modalità di campionamento	34
5.2.2. Preparazione dei campioni	34
5.2.3. Rilievi e analisi di campo	34
5.2.4. Campionamento di scarico superficiale.....	35
5.3. Videoispezione condotta e quantificazione sedimenti residui.....	35
5.4. Analisi chimiche di laboratorio	36
5.4.1. Analisi Chimiche delle acque sotterranee.....	36
5.4.2. Analisi Chimiche per la Caratterizzazione di rifiuti liquidi (vasche)	36
5.4.3. Analisi Chimiche per la Caratterizzazione di reflui al punto di scarico.....	37
5.5. Analisi Chimiche per la Caratterizzazione di rifiuti solidi (manufatti da demolire).....	38
5.6. Modalità di conservazione e spedizione dei campioni	38
5.7. Requisiti dei laboratori di analisi	39
5.8. Requisiti minimi di prestazione dei metodi analitici	40
5.9. Controllo di qualità	41
6. INDAGINI GEOLOGICHE.....	43
6.1. Sondaggi stratigrafici	43
7. INDAGINI GEOTECNICHE	44

7.1. SONDAGGI GEOGNOSTICI.....	44
7.2. INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO	49
7.2.1. Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)	50
7.2.2. Prove penetrometriche dinamiche (SPT)	51
7.2.3. Indagini geofisiche in foro (Down – Hole).....	52
7.3. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO	58
7.3.1. Campioni disturbati.....	58
7.3.2. Campioni indisturbati.....	58
7.3.3. Prova LEFRANC	68
7.4. Requisiti tecnici del laboratorio geotecnico	72
7.5. POZZETTI GEOGNOSTICI ESPLORATIVI	72
7.5.1. Prove di carico su piastra PLT (Plate Load Test)	73
7.5.2. Prove di compattazione e di portanza.....	75
8. VERIFICA DELLO STATO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE DA RISCHIO FRANA ESISTENTI SUL COSTONE POSILLIPO	77
8.1. Verifica dello stato di manutenzione delle reti paramassi.....	77
8.2. Verifica dello stato di manutenzione delle barriere paramassi.....	78
9. INDAGINI SU MANUFATTI ED EDIFICI IN C.A. ESISTENTI	79
9.1. PROVE SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CALCESTRUZZO	79
9.1.1. Estrazione di carote di calcestruzzo e prove a rottura in laboratorio	80
9.1.2. Individuazione armature e copriferro (Pacometriche)	82
9.1.3. Determinazione in situ della profondità di carbonatazione del calcestruzzo.....	82
9.1.4. Analisi chimica	82
9.2. PROVE SU BARRE DI ARMATURA IN ACCIAIO	83
9.2.1. Estrazione di barre di armatura e prove a trazione in laboratorio	83

9.2.2. Corrosione dei ferri con il metodo del potenziale	83
9.3. Requisiti tecnici dei laboratori sui materiali	85
9.4. UBICAZIONE DELLE INDAGINI SULLE STRUTTURE ESISTENTI.....	85
9.5. INDAGINI SULLE STRUTTURE	85
9.5.1. ASA CASE COLONICHE	86
9.5.2. COLLETRICE PIANURA.....	87
9.5.3. EMISSARIO COROGLIO	89
9.5.4. HUB COROGLIO.....	90
9.5.5. TRATTO TERMINALE ASA.....	93
10. RILIEVI ED INDAGINI PER IL PROGETTO DELLO SBOCCO A MARE DELL'ASA, DELLA TERZA CONDOTTA SOTTOMARINA A SERVIZIO DELL'IMPIANTO DI COROGLIO E DELLE CONDOTTE SOTTOMARINE A SERVIZIO DEL CRIMA	95
10.1. Indagine geomorfologica Side Scan Sonar	95
10.2. Rilievi stratigrafici mediante Sub Bottom Profiler.....	96
10.3. Rilievi magnetometrici	96
10.4. Video-ispezione del fondale marino.....	96

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Tavola ubicazione indagini

ALLEGATO 2 – Computo metrico

ALLEGATO 3 – Tabellone riepilogo sondaggi geognostici *(in fondo alla presente relazione)*

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante del Progetto Definitivo delle Infrastrutture e Servizi dell'area di Interesse Nazionale (SIN) Bagnoli-Coroglio e descrive **le indagini integrative** a quelle già eseguite nella stessa area dalla stazione appaltante, riportate nell'elaborato "Relazione indagini eseguite" (2015E051INV_FTE_INF_INE_07).

Il presente elaborato relativo alle tipologie delle indagini descritte nel presente documento è propedeutico e funzionale allo sviluppo della Progettazione Definitiva e potrà subire revisioni, aggiornamenti e integrazioni dovute ad eventuali cambi di strategia progettuale o, più semplicemente, a sopraggiunte necessità.

Poiché alcune opere infrastrutturali e idriche oggetto della progettazione non erano ancora state definite il piano di indagini era stato inizialmente suddiviso in due stralci funzionali. A seguito di indicazioni della Stazione Appaltante (nel seguito SA) e dopo la definizione del nuovo layout generale di progetto, il piano viene ora presentato unitariamente.

Per la gran parte delle indagini sussistevano infatti una serie di indeterminazioni progettuali che non consentivano la stesura di un piano indagini completo.

Sono riassumibili sinteticamente come segue:

- Collettore ASA: le indagini vanno ubicate in asse al collettore e il tracciato è stato oggetto di discussione per le interferenze con Linea 6 e la realizzazione del nuovo manufatto di grigliatura (cfr. riunioni tecniche del 14/10/21);
- Ubicazione del nuovo manufatto di grigliatura per le portate 100 mc/s: considerata la dimensione del manufatto, le indagini sono state pianificate in funzione della scelta progettuale adottata;
- Hub di Coroglio: la definizione del nuovo layout impiantistico (nuova linea trattamento acque nelle condotte sottomarine) è propedeutica alla redazione del piano di indagini geognostiche e geotecniche;
- Eventuale necessità di ripermimetrazione dell'area a rischio frana (costone Posillipo) in relazione al nuovo layout di cui al punto precedente: in caso in cui la ripermimetrazione fosse stata necessaria si sarebbe dovuto adeguare in maniera conseguente il piano di indagine, concordandolo preventivamente con l'Autorità del Distretto Appennino Meridionale. In alternativa alla ripermimetrazione potrebbero essere previsti interventi di messa in sicurezza a protezione dell'hub di Coroglio, anch'essi da concordare con la medesima Autorità;
- Bonifica di ordigni bellici: per eseguire tali indagini è stato necessario definire il tracciato dell'ASA, l'ubicazione della stazione di grigliatura e il nuovo layout dell'hub di Coroglio.

Viene di seguito descritta la campagna di indagini per la realizzazione dell'intervento e propedeutica alla redazione del progetto definitivo secondo le prescrizioni del Capitolato d'Oneri § 4.5.

Le indagini sono state organizzate in capitoli specifici mantenendo la struttura di quanto previsto nel PFTF approvato dalla Stazione Appaltante.

La presente relazione tecnica si completa con i seguenti allegati:

- **ALLEGATO 1: Tavola ubicazione indagini e prove**
- **ALLEGATO 2: Computo metrico**
- **ALLEGATO 3: Tabellone riepilogo sondaggi geognostici (in calce alla presente relazione)**

2. INDAGINI ESEGUITE

Nell’area SIN in questione sono state eseguite diverse indagini nel corso degli anni precedenti. Tali indagini vengono illustrate nella “Relazione indagini eseguite 2015E051INV_FTE_INF_INE_07” del PFTE.

APPALTO	BOB	ARCHEOLOGICHE	AMBIENTALI	GEOLOGICHE	GEOTECNICHE	INIZIO LAVORI
Interventi prioritari in area ex Eternit finalizzati al completamento della bonifica	SI	NO	SI	SI	SI	FEB 17
Campagna di indagini per l’ “Esecuzione del piano di caratterizzazione Integrativa delle aree ex ILVA ed ex ITALSIDER – SIN Bagnoli Coroglio”	SI	SI	SI	SI	SI	MAR 17
Accordo Quadro avente ad oggetto servizi di analisi di laboratorio, indagini e sondaggi nel SIN Bagnoli Coroglio	--	--	--	--	--	--
Appalto Specifico n.2 Esecuzione indagini ambientali e geotecniche da realizzarsi sull’area di colmata del SIN	NO	NO	SI	SI	SI	OTT 18
Appalto Specifico n.3 Indagini idrogeologiche e monitoraggio acque di falda	NO	NO	--	SI	SI	GEN 19
Appalto specifico n.5 Indagini geotecniche finalizzate alla determinazione dei parametri fisico meccanici dei terreni	NO	SI	SI	SI	SI	GIU 19
Appalto specifico n.7 Analisi chimiche acque in ingresso al TAF 1 e al TAF 2	NO	NO	SI	NO	NO	LUG 19
Appalto specifico n.8 Prelievo di campioni, analisi di laboratorio, indagini Georadar nel SIN	NO	NO	SI	NO	NO	SET 19

Tabella 1- Riepilogo indagini pregresse

Di tali indagini si è tenuto conto nella redazione del presente piano.

Segue una descrizione delle indagini già eseguite stralciate e riprese dal documento “2015E051INV_FTE_INF_INE_07 - relazione indagini eseguite” del PFTE.

2.1. Interventi prioritari in area ex Eternit

L’ATI composta da Natura S.r.l., Tecno In S.p.A., Fratelli Gentile S.r.l. ed Ambientale S.r.l. è risultata aggiudicatrice dell’appalto “Interventi prioritari in area ex Eternit finalizzati al completamento della bonifica” – CIG 6775583BF6 - CUP C69G15001840001 ed è stata incaricata dalla società INVITALIA S.P.A. con sede legale Via Calabria, 46 – 00187 Roma (RM) di eseguire una campagna di indagini di caratterizzazione geotecnica ed ambientale nel contesto urbano della città di Napoli, nell’ area Ex-Eternit di Bagnoli finalizzate a definire la successione stratigrafica del sottosuolo, a caratterizzare dal punto di vista geomeccanico gli orizzonti investigati ed a caratterizzare dal punto di vista chimico i terreni insaturi dell’area. Le attività di cantiere hanno avuto inizio in data 20/02/2017 e si sono concluse in data 19/04/2017 con la realizzazione delle attività di seguito elencate:

- esecuzione di n° 10 sondaggi geognostici a carotaggio continuo spinti sino a 10 m;
- esecuzione di n. 40 prove S.P.T.;
- esecuzione di n. 7 indagini MASW
- prelievo di n. 20 campioni indisturbati;
- esecuzione di n. 9 sondaggi ambientali a carotaggio continuo spinti sino a 2 m da p.c.;
- esecuzione di n. 4 sondaggi ambientali a carotaggio continuo spinti sino a 5 m da p.c.;
- prelievo di n. 39 campioni ambientali da sottoporre ad analisi chimiche;
- prelievo di n. 4 campioni rimaneggiati per la ricerca di parametri sito specifici.
- esecuzione di trincee esplorative
- prelievo di n. 6 rifiuti per caratterizzazione e smaltimento (n.2 cemento massivo, n.1 di acqua e n.1 sedimento provenienti da vasca in cemento armato presente a ridosso dell’area, n.2 da big bags presenti sul sito)
- rimozione di big bags

Alle attività di campo sono seguite prove di laboratorio per la determinazione di parametri geotecnici (granulometria, caratteristiche fisiche e limiti di consistenza, etc.) e per la determinazione di parametri chimico-fisici sulle matrici: terreni, top soil e rifiuti.

Le attività preliminari hanno riguardato la Bonifica da ordigni bellici (di seguito BOB), con attività propedeutica di decespugliamento.

Nella seguente figura è riportata la localizzazione di queste ultime.

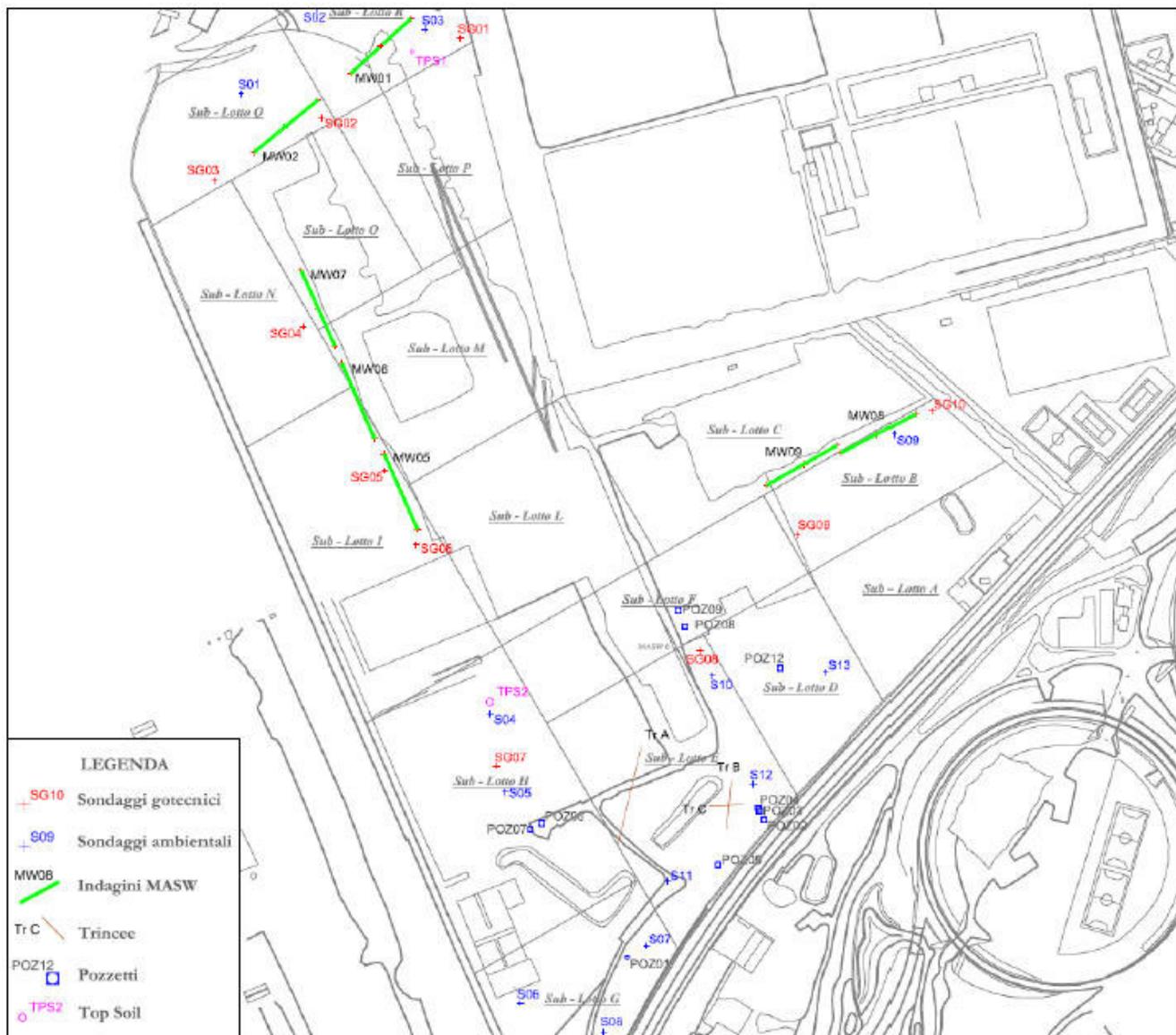


Figura 2-1 – Ubicazione indagini

Nell'immagine seguente sono stati ubicati i sondaggi con evidenza della nuova viabilità in progetto.

Di tali sondaggi è possibile utilizzare le risultanze e ridurre il numero dei nuovi sondaggi nell'area circostante.

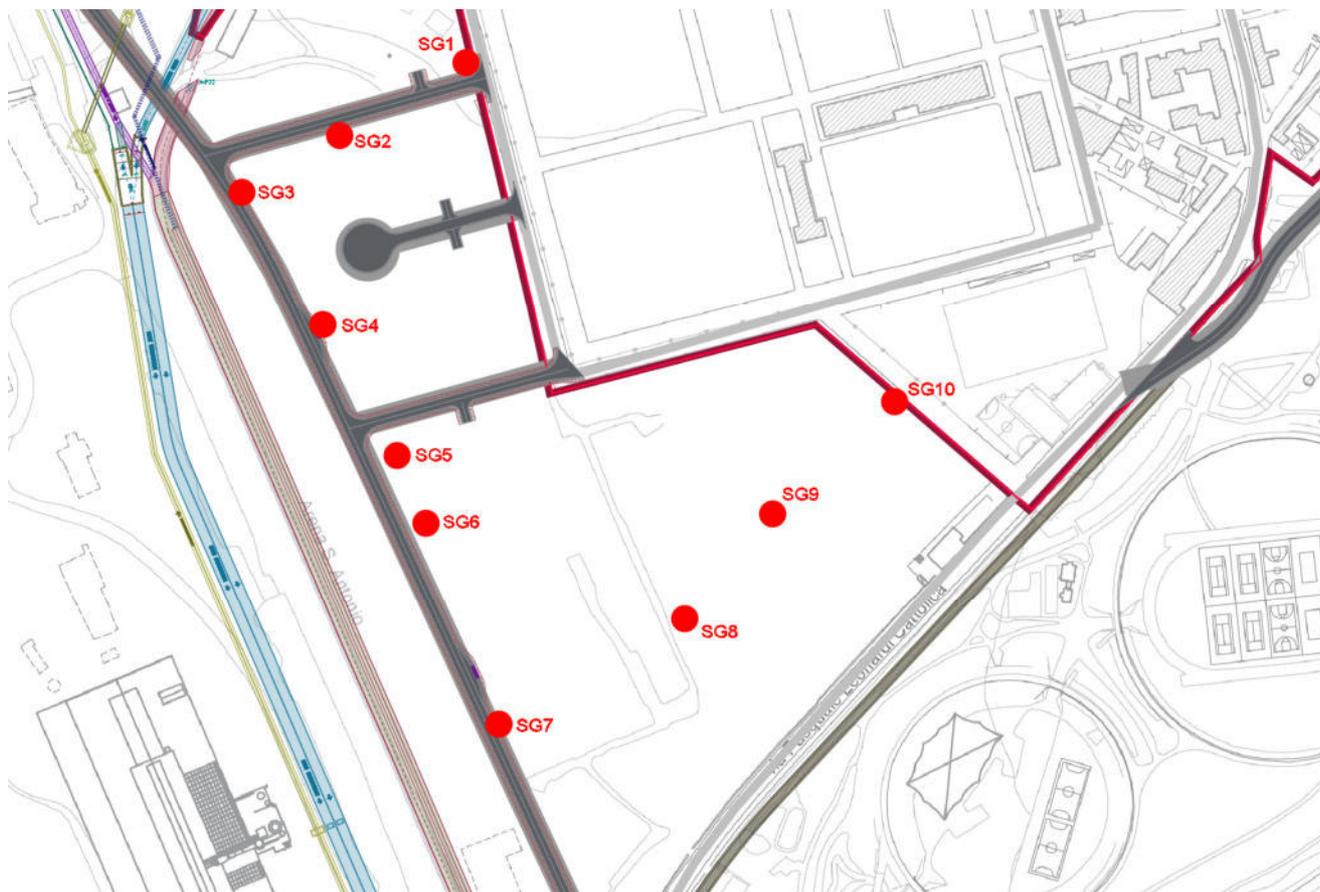


Figura 2-2 – Ubicazioni sondaggi e viabilità in progetto

2.2. Campagna indagini esecuzione piano di caratterizzazione integrativa aree ex Ilva e Italsider

I lavori del Piano di Caratterizzazione Integrativa delle aree ex ILVA ed ex ITALSIDER del Sito di Interesse Nazionale di Bagnoli – Coroglio, sono stati appaltati al Consorzio Stabile Research a seguito gara di appalto bandita dalla Amministrazione Aggiudicatrice Agenzia Nazionale per l'attrazione degli investimenti e lo sviluppo di impresa S.p.A – INVITALIA, giusto contratto 4500005930 n. rep 2/2017/BAG. La società consorziata NATURA Srl è stata designata dal Consorzio Research quale Ditta esecutrice delle opere affidate, finalizzate alla caratterizzazione ambientale dell'Area ex ILVA ed ex ITALSIDER di Bagnoli.

I lavori hanno avuto inizio in data 20.03.2017 - Verbale di Consegna aree e Verbale di inizio lavori di pari data, e sono consistiti in:

- Ricerca ordigni bellici

- Campionamento di materiale dai n. 16 cumuli presenti nelle aree non sottoposte a sequestro
- Realizzazione di n. 228 sondaggi ambientali previsti dal PdC
- Prelievo di n. 615 campioni ambientali di terreno da sottoporre ad analisi chimiche dai 228 sondaggi previsti
- Prelievo di n.137 campioni ADR di terreno insaturo/saturo da sottoporre ad analisi chimiche per la definizione di parametri sito specifici.
- Prelievo di n.49 campioni di terreno per l'esecuzione di test di cessione secondo DM 05.02.98
- Prelievo di n. 2 campioni di sedimento da sottoporre ad analisi chimiche;
- Allestimento di n. 10 piezometri
- Prelievo di n. 36 campioni di acque sotterranee, provenienti dall'allestimento di 10 nuovi piezometri e da 26 piezometri già esistenti, da sottoporre ad analisi chimiche
- Prelievo di n. 12 campioni di acque superficiali da sottoporre ad analisi chimiche
- Prelievo di n. 8 campioni indisturbati di terreno da sottoporre a prove geotecniche
- Determinazione dei livelli di falda nei piezometri
- Esecuzione di n. 6 prove SPT
- Esecuzione di n. 10 prove di permeabilità (Slug Test)
- Attività di sorveglianza archeologica
- Prelievo di n.5 campioni Top Soil.

In aggiunta alle determinazioni analitiche di cui alle attività sopra elencate, sono stati determinati alcuni parametri sito specifici anche su ulteriori 25 campioni di terreno, la cui aliquota γ è stata ritirata da ARPA presso il Laboratorio di Natura srl, con la finalità di determinare i medesimi parametri.

Le attività preliminari hanno riguardato la Bonifica da ordigni bellici (di seguito BOB), con attività propedeutica di decespugliamento.

Nelle seguenti figure sono indicati rispettivamente i sondaggi, i piezometri e gli specchi d'acqua campionati.



Figura 2-3 Ubicazione dei sondaggi



Figura 2-4 – Ubicazione dei piezometri



Figura 2-5 – Specchi d'acqua campionati

2.3. Appalto specifico n. 3 – Indagini idrogeologiche e monitoraggio acque di falda

In data gennaio 2019 c'è stata la formale Attivazione dell'Appalto Specifico 3 - Indagini idrogeologiche e monitoraggio acque di falda.

Sono state eseguite le seguenti prestazioni:

- n. 25 sondaggi a carotaggio continuo di tipo ambientale;
- n. 3 sondaggi geognostici con prelievo di campioni indisturbati per prove geotecniche di laboratorio ed esecuzione di prove penetrometriche in foro, tipo SPT;
- prove di permeabilità, tipo Lefranc, in n. 18 sondaggi;
- prove di pompaggio in n. 4 pozzi;
- indagini geofisiche MASW e GPR.

Nelle seguenti figure sono rappresentati i punti indagati.

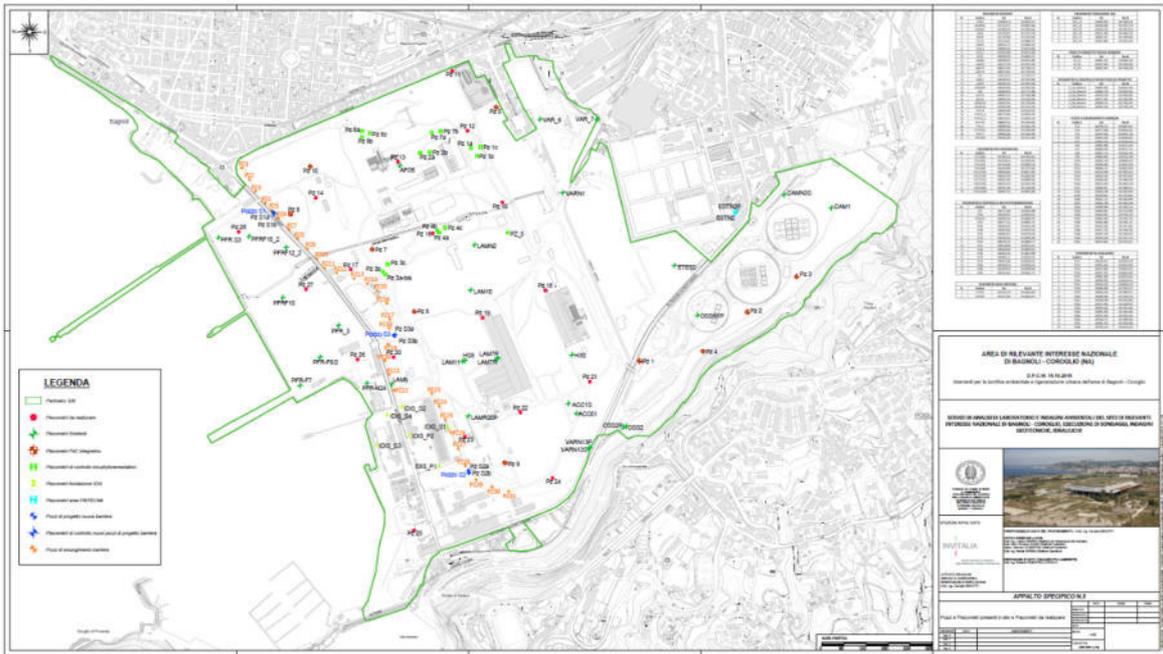


Figura 2-6: Pozzi e Piezometri presenti in sito e nuovi Piezometri

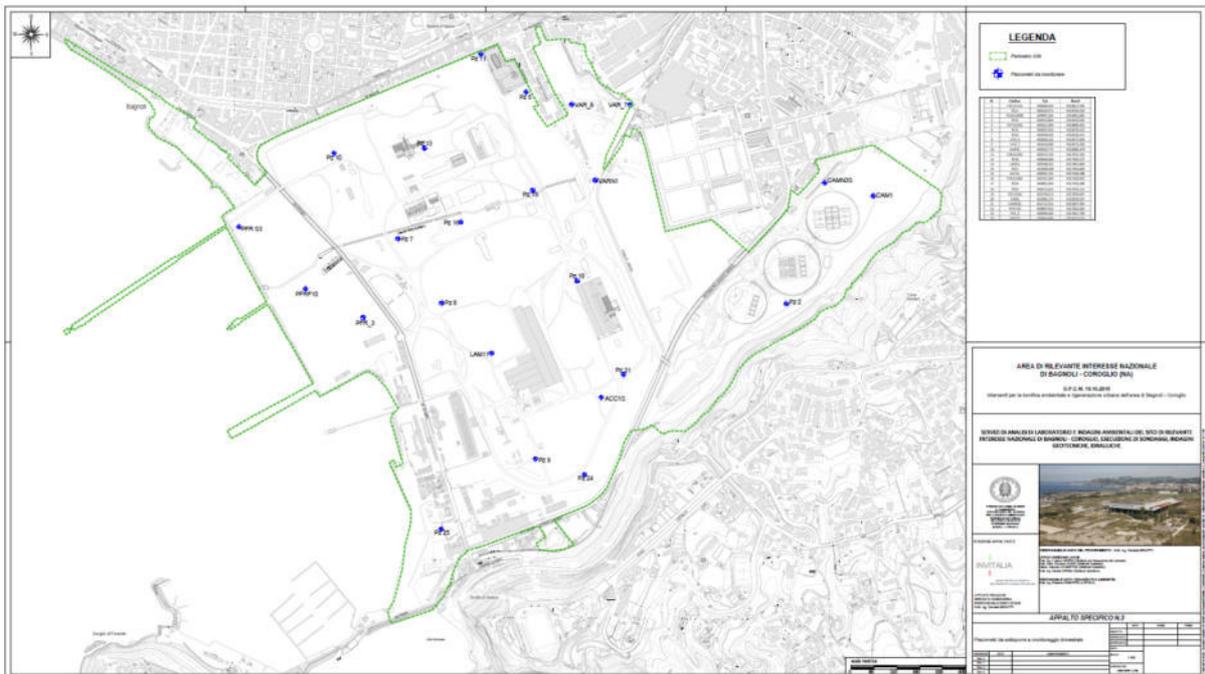


Figura 2-7: Piezometri sottoposti a monitoraggio trimestrale

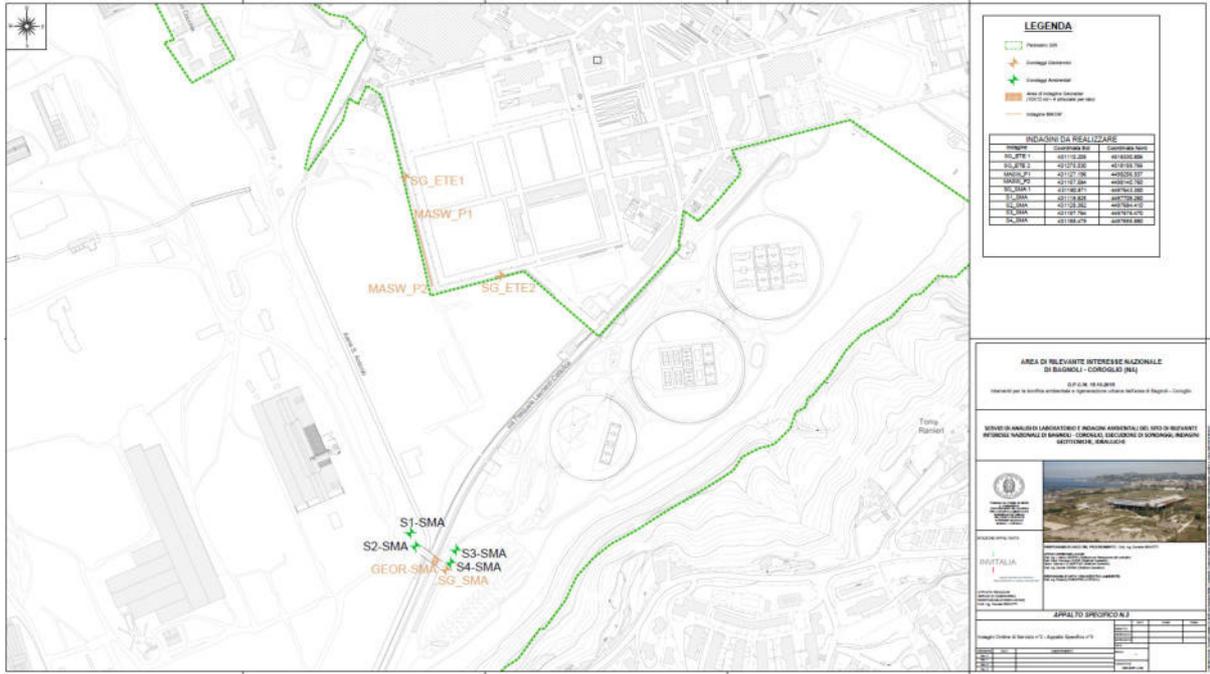


Figura 2-8: Localizzazione dei sondaggi geotecnici e ambientali

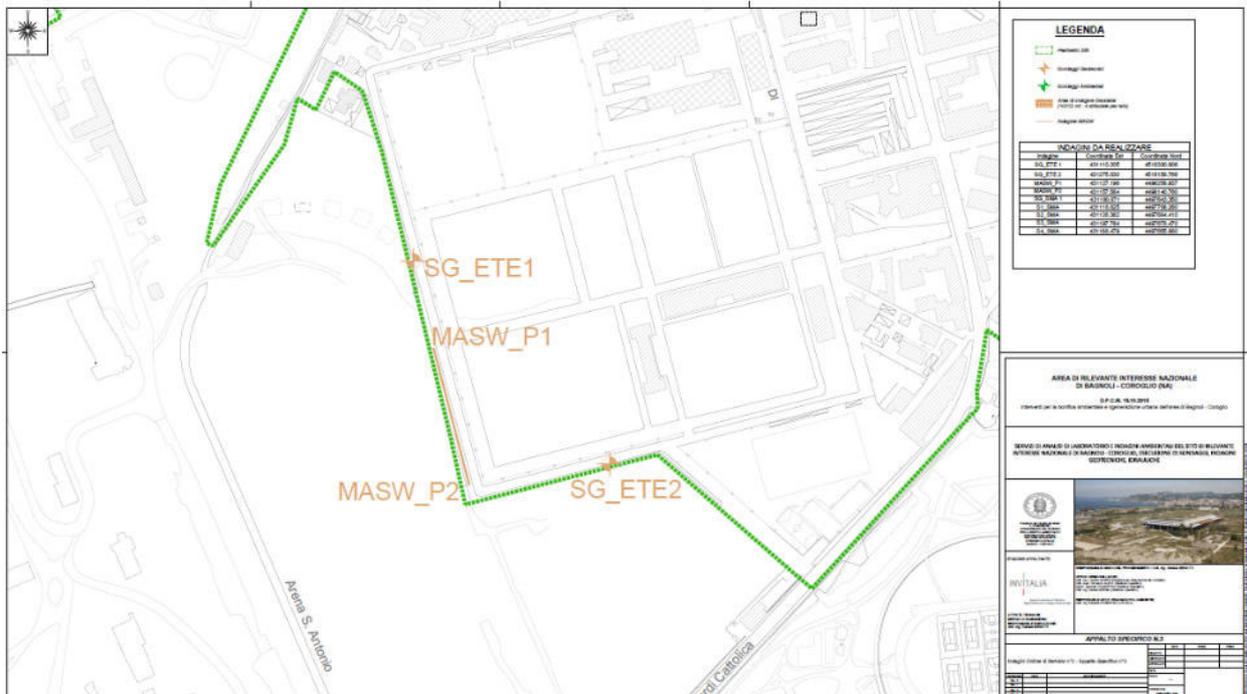


Figura 2-9: Stralcio della Localizzazione dei sondaggi geotecnici e ambientali

2.4. Appalto specifico n. 5 - Indagini geotecniche finalizzate alla determinazione dei parametri fisico meccanici dei terreni

L'avvio delle attività è avvenuto in data 03.06.2019 per concludersi in data 15 settembre 2019. Sono state eseguite le seguenti prestazioni:

- Attività di decespugliamento;
- Indagini Georadar e Magnetometrica;
- Realizzazione di n.25 sondaggi geognostici;
- Campionamenti geotecnici;
- Prove geotecniche in sito;
- Indagini geofisiche in campo;
- Campionamenti ambientali;
- Analisi chimiche di laboratorio sui campioni ambientali e attribuzione del codice CER;

Oltre alle attività sopraelencate, durante la realizzazione dell'appalto specifico in esame è stata effettuata la supervisione Archeologica in quelle aree ritenute dalla Soprintendenza Archeologica Belle Arti e Paesaggio per il Comune di Napoli di particolare interesse, della quale si allega Relazione.

Nella seguente figura sono rappresentati i punti indagati.

La presenza di tali sondaggi ha consentito di ridurre il numero dei nuovi sondaggi geotecnici.

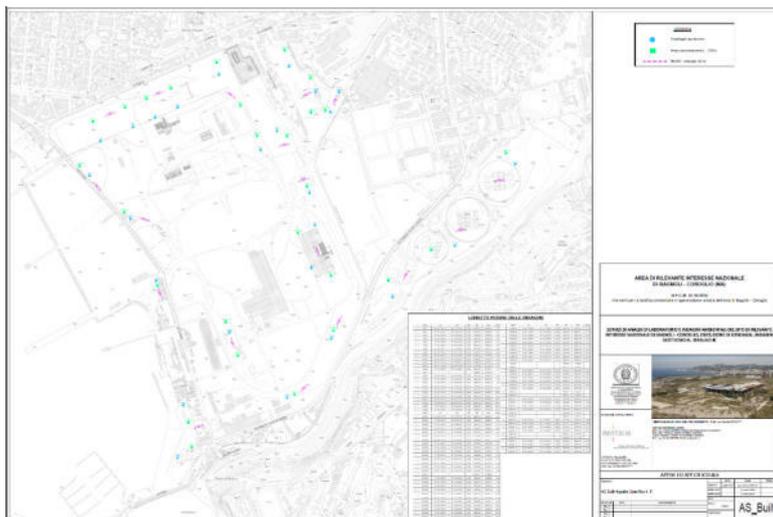


Figura 2-10: Localizzazione sondaggi, prove penetrometriche e MASW.

2.5. Appalto specifico n. 7 – Analisi chimiche acque in ingresso al TAF 1 e al TAF 2

L'avvio delle attività dell'appalto specifico n.7 è avvenuto in data 04.07.2019 per concludersi in data 16 settembre 2019. Sono state eseguite le seguenti prestazioni:

- Attività di prelievo acque in ingresso agli impianti di trattamento acque di falda TAF1 e TAF2 dai 4 rami di adduzione presenti;
- Analisi chimiche di laboratorio sui 36 campioni ambientali.

Nelle seguenti figure sono rappresentati i punti indagati.



Figura 2-11: TAF1 - a sinistra Ramo Bagnoli, a destra Ramo Posillipo.

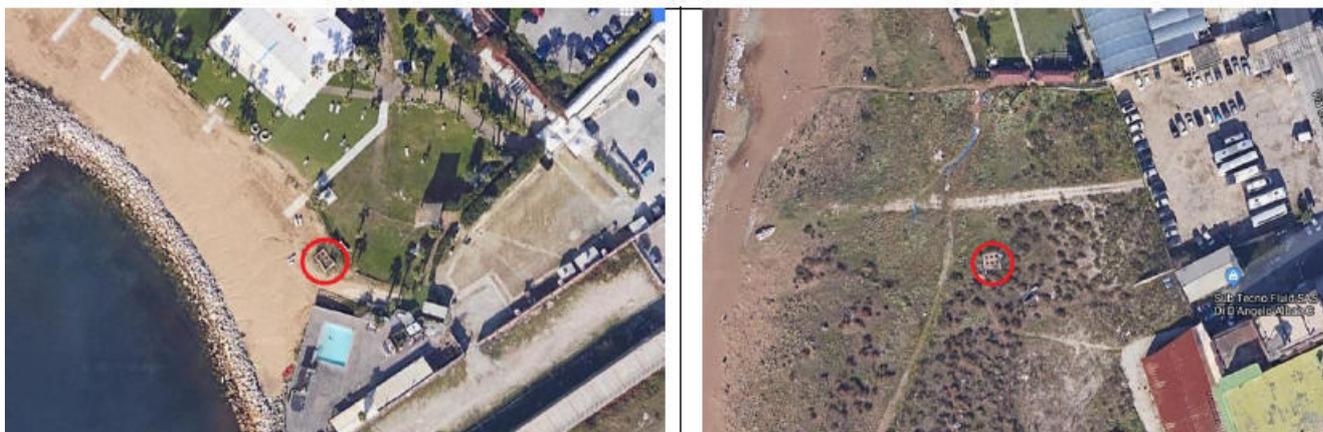


Figura 2-12: TAF 2 – a sinistra Arenile Bagnoli, a destra Arenile Coroglio.

2.6. Appalto specifico n. 8 - Prelievo Campioni, Analisi di laboratorio, indagini Georadar nel Sito di Rilevante Interesse Nazionale di Bagnoli Coroglio

L'avvio delle attività è avvenuto in data 30.09.2019 per concludersi in data 15 novembre 2019. Sono state eseguite le seguenti prestazioni:

- Decespugliamento percorso condotta premente;
- Esecuzione georadar e saggi al fine di rintracciare il percorso della condotta premente;
- Pulizia Canale Bianchettaro;
- Prelievo campioni infrastrutture in cemento mediante microcarote;
- Analisi chimiche di laboratorio.

Nella seguente figura sono rappresentati i punti indagati.

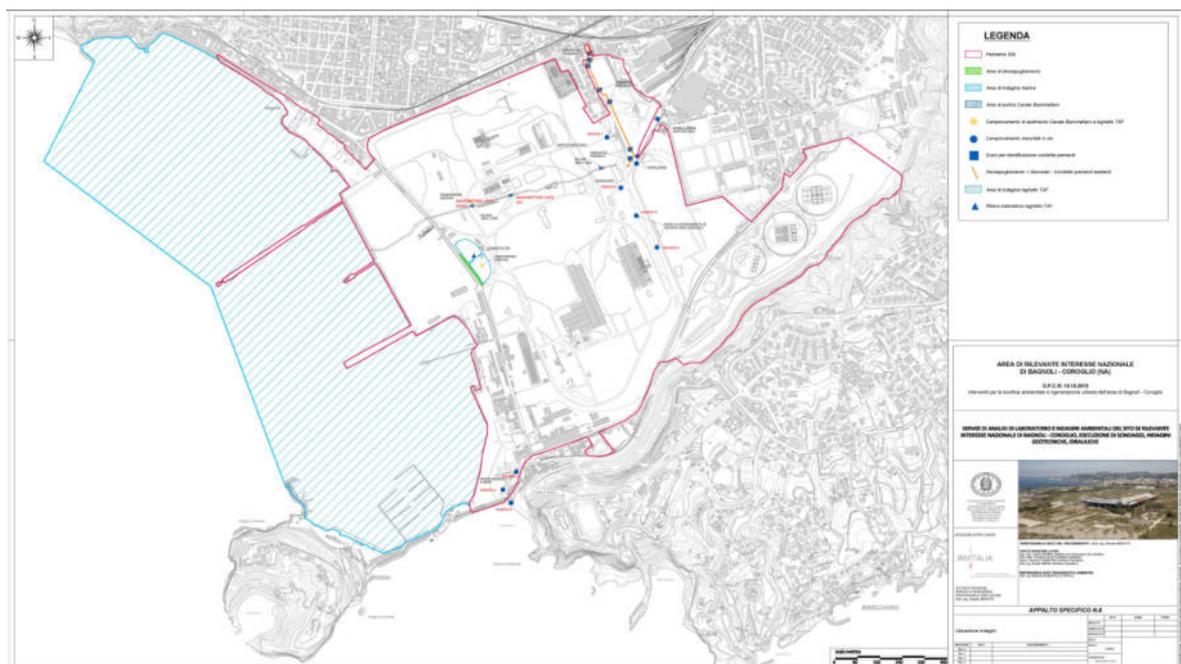


Figura 2-13: Tipologia e localizzazione delle indagini eseguite in campo.

3. TIPOLOGIA DI INDAGINI SUPPLEMENTIVE DA ESEGUIRSI NELL'AREA SIN BAGNOLI-COROGLIO

Nel dettaglio si descrivono le seguenti indagini:

1. ricerca preventiva ordigni bellici sui punti di sondaggio
2. indagini ambientali acque di falda
3. prove e analisi di laboratorio
4. indagini geotecniche;
5. indagini geologiche;
6. prove e analisi di laboratorio
7. verifica dello stato di manutenzione delle opere di mitigazione da rischio frana esistenti sul costone Posillipo
8. indagini su manufatti ed edifici in c.a. esistenti.

4. RICERCA PREVENTIVA ORDIGNI BELLICI

Tutte le attività di sondaggio o, che comunque, implicano un'interazione diretta con il sottosuolo saranno precedute da una verifica propedeutica finalizzata ad escludere la presenza di eventuali ordigni esplosivi bellici a tutela degli interessi dell'RTP, della S.A. ed a salvaguardia della pubblica incolumità e delle maestranze che dovranno operare sul luogo di lavoro.

Verranno svolte indagini propedeutiche alla eventuale bonifica da ordigni bellici tramite tecniche non invasive (metodologie indirette), impiegando "*indagine magnetometrica superficiale e profonda*". Tale metodologia di indagine consentirà di rilevare la presenza nel sottosuolo di anomalie del segnale da ricondurre, eventualmente, alla presenza di masse metalliche o sottoservizi.

Tali attività saranno realizzate attraverso modalità di ricerca superficiale e profonda nelle immediate adiacenze e nei primi metri di ciascun punto di perforazione, penetrometria o pozzetto di scavo esaminando una superficie d'intervento pari a 25mq e la colonna di terreno fino alla profondità di 5m.

Qualora l'indagine indiretta preliminare restituisse evidenza di anomalie si procederà a segnalare la criticità alla SA e ad ubicare il punto in nuova posizione previa nuova verifica magnetometrica.

4.1. Bonifica superficiale e profonda in prossimità dei punti di sondaggio

Per quel che concerne la ricerca ordigni bellici, superficiale e profonda, nelle immediate adiacenze e nell'intorno dei punti di sondaggio:

- Per ciascun punto dove è prevista la realizzazione del sondaggio, pozzetto o penetrometria, sarà delimitata un'area/piazzola con il punto di ubicazione del sondaggio, precedentemente picchettato con paline in legno, ricadente al centro della stessa;
- Ciascuna area/piazzola, così delimitata, sarà rilevata sui quattro vertici con sistema GPS; tale strumentazione avrà, pertanto, caratteristiche tecniche in grado di fornire una precisione di posizionamento planimetrico pari \pm a 3 cm;

Il rilievo così realizzato sarà restituito alla Committente attraverso planimetrie in formato cartaceo e informatizzato (dwg e shapefile) e tabelle cartacee ed informatizzate (formato excel).

Sulle aree/piazzole da investigare in corrispondenza ai punti di ubicazione dei sondaggi, saranno eseguite:

- una ricerca superficiale di sviluppo areale pari a circa 25 mq;
- in corrispondenza dei punti di ubicazione dei sondaggi sarà effettuata una ricerca profonda fino alla

profondità max di 5 m da p.c.

Delimitata l'area/piazzola si procederà dapprima, nella sua interezza, alla ricerca superficiale di masse sepolte a mezzo georadar e magnetometro. Dopo aver effettuato la bonifica superficiale la singola piazzola sarà delimitata in un quadrante aventi lato di 225 cm, baricentrico rispetto al punto dove verrà effettuato il sondaggio (diametro 127 mm). In prossimità del baricentro verrà praticato, a mezzo di trivellazione non a percussione, un foro di diametro idoneo a contenere la sonda dell'apparato rilevatore.

Detta perforazione verrà eseguita per un primo tratto con sviluppo lineare pari a 100 cm da p.c., corrispondente alla quota garantita con la bonifica superficiale precedentemente effettuata. Successivamente nel foro già praticato e fino al fondo di esso verrà calata la sonda dell'apparato rilevatore che, predisposto ad una maggiore sensibilità radiale, sarà in grado di garantire la rilevazione di masse ferrose interrato entro un raggio di 200 cm.

Per la ricerca a profondità maggiore si procederà con trivellazioni progressive di sviluppo lineare pari a 200 cm con le modalità precedentemente descritte.

Di seguito si riporta un elenco di ulteriori prescrizioni operative, sia tecniche che amministrative che saranno rispettate durante lo svolgimento del servizio di ricerca:

- ogni quadrante associato al punto di indagine sarà preventivamente numerato e trascritto sul rapportino giornaliero di attività con relativa descrizione delle attività svolte;
- qualora il terreno sia poco consistente sarà consentito l'utilizzo di un rivestimento del tubo di tipo amagnetico;
- sarà segnalato tempestivamente, previa autorizzazione della Committente, assunzioni, licenziamenti, trasferimenti ed ogni altra variazione riferita al proprio personale;
- saranno segnalate tempestivamente sospensioni, riprese e termine dei lavori;
- sarà curata la tenuta del rapportino giornaliero delle attività, riportando giornalmente la quantità del servizio eseguito, l'apparato rilevatore utilizzato e le relative modalità di impiego.

5. INDAGINI AMBIENTALI ACQUE DI FALDA

5.1. Sondaggi ambientali

Vengono descritte nel presente paragrafo le indagini ambientali funzionali a:

- Affinare il modello concettuale del sito;
- Ottenere informazioni sulle caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero.

Per le specifiche modalità di realizzazione si rimanda al paragrafo relativo ai Sondaggi geognostici.

Si fa presente quanto segue:

- Per i terreni: la stazione appaltante fornirà l'esito e la localizzazione dei sondaggi ambientali. Profondità media dei sondaggi ambientali pari a 7,00 mt;
- Per le acque di falda: saranno realizzati n. 5 piezometri per il campionamento delle acque sotterranee, da sottoporre alle analisi chimiche, e l'esecuzione di prove di portata di lunga durata, necessarie ad acquisire ulteriori dati utili all'elaborazione del modello idrodinamico della falda, al fine di simulare l'estensione della barriera idraulica in progetto fino all'area occupata dall'Ex Cementir.

Per l'ubicazione dei piezometri si rimanda alla **tavola grafica Allegato 1**.

5.2. Realizzazione nuovi piezometri

5.2.1. Attività propedeutiche alla progettazione

I punti di perforazione saranno fisicamente identificati sul campo mediante picchetto colorato. Prima dell'avvio delle attività di perforazione, sarà verificata l'assenza di possibili sottoservizi e/o linee o corpi interrati in corrispondenza di ciascun punto di perforazione, mediante:

- analisi delle planimetrie con l'ubicazione dei sottoservizi esistenti forniti dalla S.A.;
- apposito sopralluogo, se necessario, con personale tecnico incaricato dalla S.A..

Inoltre, in via cautelativa, dovrà essere eseguita un'indagine di ricerca ordigni bellici preliminarmente alle perforazioni dei n. 5 sondaggi/piezometri.

5.2.2. Fase di perforazione

Una volta identificato in sito il punto di perforazione, i piezometri dovranno essere realizzati secondo le specifiche tecniche di seguito riportate.

Tutte le macchine e le attrezzature necessarie all'esecuzione del lavoro saranno posizionate presso ogni punto di perforazione in modo da minimizzare gli ingombri e considerando che l'area di lavoro ricade all'interno di un sito il cui ingresso è garantito esclusivamente al personale autorizzato, l'area di perforazione dovrà essere segnalata esclusivamente attraverso strumenti di segnalazione ad alta visibilità.

In fase di posizionamento della macchina perforatrice presso ciascun punto di indagine saranno eseguiti opportuni controlli al fine di verificare:

- la verticalità della sonda tramite livella a bolla;
- lo stato complessivo dell'attrezzatura ed in particolare, la lunghezza delle aste, la tenuta delle tubazioni idrauliche, la decontaminazione di aste e rivestimenti; in caso di tracce di materiale estraneo o proveniente da precedenti perforazioni si procederà nuovamente alla pulizia dell'attrezzatura;
- la conformità ambientale del lubrificante utilizzato sulle filettature delle aste; non saranno utilizzati lubrificanti a base sintetica o idrocarburica.

Le perforazioni saranno realizzate come segue:

- perforazione a rotazione con distruzione di nucleo con rivestimento provvisorio avente diametro di circa 178 mm;
- considerata la ridotta soggiacenza della falda, fino al suo rinvenimento la perforazione sarà eseguita ad aria compressa; i materiali di risulta verranno convogliati (tramite apposito divelver) entro apposite vasche di decantazione, nelle quali i solidi potranno sedimentare per essere estratti e inviati a smaltimento; le acque, una volta private della frazione solida sedimentabile, saranno riciclate per avanzare con la perforazione stessa;
- al termine della perforazione su ogni punto, tutte le attrezzature a diretto contatto con i terreni saranno lavate con acqua pulita in pressione, tramite idropulitrice, presso apposita area di cantiere dedicata; tale operazione è finalizzata a limitare potenziali rischi di contaminazione incrociata tra le diverse aree di perforazione;
- le aste di raccordo saranno sempre tenute su cavalletti o adeguati supporti, per impedirne il contatto

con il terreno e con sostanze potenzialmente contaminanti;

- massima cura sarà osservata nell'ordine e nella pulizia dell'area di lavoro; inoltre, considerata la presenza di terreni contaminati, si procederà alla pulizia della sonda tra un punto di indagine ed il seguente;
- saranno redatti log stratigrafici qualitativi mediante analisi del cutting contenenti la ricostruzione della successione stratigrafica, nonché la raccolta di tutte le informazioni relative alle modalità costruttive dei pozzi;
- tutti i materiali solidi di risulta della perforazione saranno raccolti entro appositi container scarrabili a tenuta, big bags o comunque qualsiasi sistema in grado di garantirne l'isolamento, per essere caratterizzati e smaltiti in accordo alla vigente normativa. Le eventuali acque di risulta da ciascuna perforazione saranno raccolte entro apposite cisterne per essere caratterizzate e smaltite come rifiuto liquido ai sensi della normativa vigente;
- tutte le operazioni di perforazione saranno realizzate secondo procedure di buona pratica mirate ad evitare la diffusione della contaminazione in profondità ed impedire fenomeni di contaminazione incrociata.

I sondaggi, da attrezzare a piezometri, dovranno intercettare l'acquifero superficiale e saranno spinti fino alle profondità riportate nella tabella seguente, nella quale sono indicate anche le coordinate geografiche dei punti di indagine previsti. Tali profondità di installazione dovranno comunque consentire di non intercettare l'acqua salata sottostante, costituente il cuneo salino, ed essere preliminarmente verificate mediante la misura della conducibilità idraulica della falda in fase di perforazione.

PIEZOMETRO	PROFONDITÀ (m da p.c.)	COORDINATE GEOGRAFICHE UTM-33	
		X	Y
PZ29	30	430869,412	4517282,054
PZ30	30	431128,996	4517445,293
PZ31	30	431401,363	4517836,970
PZ32	17	429997,029	4518286,3619
PZ33	17	430295,637	4517721,111

5.2.3. Completamento dei piezometri

Una volta completata la perforazione fino alla profondità prevista su ciascun punto, si provvederà ad eseguire il completamento dei piezometri. Ogni piezometro deve essere completato provvedendo a dimensionare i suoi elementi principali: il casing e i materiali naturali che colmeranno lo spazio anulare del foro.

5.2.4. Casing

Considerate le caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda del SIN Bagnoli-Coroglio, ricche in ferro e manganese, oltre che di materiale particellare limo-argilloso, nonché da caratteristiche di aggressività dovute alle alte temperature e alla loro elevata mineralizzazione, si è scelto, quale materiale costituente la tubazione definitiva di rivestimento, l'utilizzo di una miscela a base di polipropilene rigido alto modulo PPHM.

Tale materiale, per le caratteristiche chimico-fisiche delle acque di falda precedentemente riportate, risulta quello più affine in quanto annovera tra le peculiarità:

- una notevole stabilità fisico-chimica nel tempo, che si estrinseca a sua volta in un'efficienza duratura dello stesso, poiché impedisce fra l'altro la proliferazione di microparticelle, muffe, alghe, batteri e fenomeni di incrostazioni calcaree lungo le pareti del casing;
- insensibilità all'aggressività di acque marine, soluzioni acide (pH < 2) e alcaline (pH > 12) diluite, gas e sostanze minerali disciolte;
- può essere adoperato in un range termico compreso tra 0° e 80° C per l'elevato punto di fusione.

Per quanto riguarda le caratteristiche dimensionali del casing, la tubazione di rivestimento avrà un diametro di 125 mm, spessore 8,4 mm e sarà stabilizzata mediante centratori.

Il collegamento tra i vari tratti della tubazione (lunghezza utile = 5 m) avverrà attraverso innesto filettato, con filettatura semitrapezoidale ricavata nella parete del tubo. Il fondo foro dovrà essere chiuso da un tappo dello stesso materiale della tubazione utilizzata.

I filtri costituiscono la porzione fenestrata del casing, ossia la frazione aperta che permette l'ingresso dell'acqua proveniente dalla formazione acquifera circostante il foro.

Nel caso specifico i filtri saranno di tipo standard, ottenuti direttamente sulla tubazione e di diametro identico a quello dei tratti ciechi.

Il tratto filtrante sarà compreso:

- tra la quota di fondo foro, considerando la natura incompleta dei piezometri in progetto, e la quota freaticometrica rinvenuta nel corso dei carotaggi, per i piezometri PZ29 ÷ PZPZ31;
- tra la quota di fondo foro e circa 1 m al di sotto della quota freaticometrica rinvenuta nel corso dei carotaggi, per i piezometri PZ32 ÷ PZPZ33. Tale soluzione, per i piezometri ubicati in prossimità della barriera idraulica, risulta utile nel non scoprire la sommità dei filtri, evitando così trascinalenti di materiali all'interno degli stessi.

In riferimento ai suddetti problemi di incrostazione dovuti alle proprietà chimico-fisiche delle acque di falda e considerate le caratteristiche granulometriche medie dei terreni (d_{30} è di circa 0,098 mm), desunte da prove granulometriche ottenute da campioni di terreno estratto a varie profondità nella campagna di indagine eseguita a settembre 2019, l'apertura degli slot scelta sarà più ampia di quella necessaria e sarà pari a 0,5 mm. La fessurazione del tubo sarà disposta in senso ortogonale rispetto alla generatrice della tubazione stessa.

5.2.5. Dreno

L'operazione di drenaggio del piezometro consiste nell'immissione di ghiaietto (gravel pack) nell'intercapedine tra le pareti del foro e l'insieme filtri/tubi di rivestimento.

Il dreno ha quindi la funzione di:

- colmare l'intercapedine perforo-colonna di produzione, in modo tale da mantenere il foro aperto e prevenire eventuali scavarnamenti di materiali fini sovrastanti i tratti fenestrati, che potrebbero occludere questi ultimi;
- ridurre o eliminare l'ingresso di sabbia/materiale fine nel piezometro durante le fasi di pompaggio;
- aumentare la permeabilità del terreno acquifero nelle immediate vicinanze del foro;
- far calare le perdite di carico idraulico, così da migliorare il rendimento e l'efficienza del piezometro stesso.

Nello spazio anulare tra foro e tubazione verrà quindi posato uno stato drenante costituito da ghiaio siliceo lavato e calibrato, fino ad almeno 1,0 m sopra il tratto fenestrato, di dimensioni compatibili con la granulometria dei terreni attraversati e con l'apertura dei filtri. Considerando che l'apertura degli slot dei filtri sarà pari a 0,5 mm, le dimensioni del ghiaio siliceo dovranno essere pari a 1,0 + 2,0 mm.

Si ricorda che, prima delle operazioni di completamento dei pozzi, è necessario prevedere l'eventuale aggiunta di dreno siliceo in caso di forti assestamenti dovuti alle operazioni di sviluppo.

5.2.6. Cementazione e completamento

Per quanto riguarda il completamento dei restanti tratti dei piezometri, il foro sarà completato con un tappo di bentonite (pellets di montmorillonite) con permeabilità $K < 10^{-8}$ m/s inserita per gravità all'esterno del casing, al di sopra del materiale drenante, e per uno spessore di almeno 1,0 m. Al di sopra del tappo di bentonite, sarà messa in opera boiaccia cementizia fino al piano campagna.

Ogni piezometro sarà completato con un pozzetto prefabbricato in cls di dimensioni idonee. Infine, la parte sommitale del pozzetto dovrà essere raccordata al piano stradale (laddove presente) e chiusa mediante apposita copertura carrabile a chiusura stagna, così da scongiurare l'ingresso di acqua all'interno del pozzetto stesso.

5.2.7. Sviluppo

La fase successiva alla costruzione prevede il reintegro della conducibilità idraulica naturale all'interno delle formazioni attraversate, rimuovendo le particelle fini in grado di intasare il dreno ed intorbidire i campioni di acqua prelevati.

Lo sviluppo dei piezometri sarà effettuato almeno 48 ore dopo la messa in opera delle cementazioni per consentire l'adeguato indurimento delle stesse ed utilizzando una pompa elettrosommersa.

Per l'azione di emungimento saranno utilizzati un campionatore in acciaio inox, PVC o PE e una pompa a portata regolabile. In un primo tempo si utilizza il campionatore per estrarre i sedimenti depositati a fondo foro ed evitare l'eventuale intasamento della pompa; di norma si estraggono almeno 20 l di acqua verificando la quantità di sedimenti presenti e l'eventuale presenza di inquinanti surnatanti. Quando si ottiene una riduzione significativa dei sedimenti, si inserisce la pompa a metà circa del tratto finestrato e la si attiva a bassa portata (<5l/min.). Con la progressiva riduzione del carico solido nell'acqua emunta si incrementa la portata fino a raggiungere valori compresi tra 10 e 20 l/min, in funzione della prevalenza. La fase di sviluppo viene protratta fino alla rimozione di un numero sufficiente di volumi d'acqua (da 30 a 50 volte) contenuti all'interno del foro (tubo piezometrico + intercapedine con ghiaietto). I tubi utilizzati per il sollevamento dell'acqua durante la fase di sviluppo del pozzo sono in genere di materiale plastico.

L'acqua emunta sarà raccolta e trasportata all'impianto di trattamento esistente (TAF 2).

5.3. Campionamento di acque di falda dai piezometri

5.3.1. Operazioni preliminari

Prima di procedere al campionamento dovranno essere effettuate le seguenti operazioni:

- se possibile, saranno identificati i pozzi/piezometri secondo un ordine di presunta contaminazione e si procederà al campionamento partendo dal meno contaminato
- sarà verificata l'integrità e la corretta identificazione del pozzo/piezometro;
- sarà misurato il livello statico della falda tramite freatometro (secondo procedure standardizzate, citando lo standard utilizzato nel giornale di campo);
- sarà misurata la profondità del pozzo;
- sarà rilevata l'eventuale presenza di sostanze non miscibili con l'acqua e i relativi spessori;
- sarà definita la quantità di acqua da prelevare in funzione del numero e della tipologia delle determinazioni analitiche da eseguire;
- sarà verificata la funzionalità e la pulizia di tutte le apparecchiature utilizzate per il campionamento.

5.3.2. Operazioni di spurgo del piezometro

Prima del campionamento delle acque sotterranee si procederà allo spurgo dell'acqua presente nel piezometro. Nelle operazioni di spurgo saranno rispettate le seguenti raccomandazioni:

- per lo spurgo è possibile utilizzare bailers, pompe peristaltiche, aria o gas inerte compresso, pompe sommerse;
- nel caso di utilizzo di pompa sommersa, posizionata ad una profondità intermedia tra il livello della falda ed il fondo del pozzo di monitoraggio, la portata di spurgo deve essere inferiore a quella utilizzata per lo sviluppo del pozzo di monitoraggio al fine di evitare, da un lato, il trascinarsi di materiale fine con rischio di intorbidimento dell'acqua, dall'altro, l'abbassamento eccessivo del livello di falda con possibile volatilizzazione dei gas disciolti, nonché di taluni composti organici;
- continuare nelle operazioni di spurgo fino al conseguimento di una almeno delle seguenti condizioni:
- eliminazione di almeno 3-5 volumi di acqua contenuta nel pozzo (calcolare preventivamente il volume di acqua contenuta nel pozzo di monitoraggio);

- venuta d'acqua chiarificata e stabilizzazione dei valori relativi a pH, temperatura, conducibilità elettrica, ossigeno disciolto misurati in continuo durante lo spurgo ($\pm 10\%$);
- sia trascorso il tempo di emungimento determinato preventivamente in funzione delle caratteristiche idrauliche dell'acquifero.

Nel caso di pozzi poco produttivi saranno utilizzate portate inferiori allo scopo di evitare il prosciugamento del pozzo e riportate nel giornale di campo le procedure utilizzate per il campionamento.

5.3.3. Prelievo dei campioni

Per il campionamento delle acque di falda è da preferirsi, se compatibile con le caratteristiche della falda, il campionamento dinamico, rispetto allo statico. Di seguito le caratteristiche dei metodi.

Campionamento statico: campione prelevato con pozzo non in emungimento, mediante metodo manuale (bailer), previo spurgo e ripristino delle condizioni originali; il campionamento statico sarà utilizzato in corrispondenza di pozzi di monitoraggio poco produttivi, per verificare la presenza di sostanze non miscibili in fase separata e/o per prelevare campioni a diverse profondità del tratto filtrato;

Campionamento dinamico: campione prelevato per mezzo di pompa sommersa, subito dopo l'effettuazione dello spurgo; il campionamento dinamico sarà utilizzato per ottenere un campione composito con acque provenienti da differenti profondità e, quindi, approssimativamente rappresentativo della composizione media dell'acquifero indagato.

Nelle procedure di campionamento saranno rispettate le seguenti raccomandazioni:

- nel caso si accerti la presenza di una fase separata, si procederà al suo campionamento;
- il campionamento dell'acqua di falda sarà condotto attraverso l'utilizzo di strumentazione che eviti il trascinarsi dell'inquinante in profondità;
- il campionamento statico può essere utilizzato per campionare sostanze a densità diversa dall'acqua: nel caso si intenda determinare sostanze o liquidi a densità minore, sarà eseguito il prelievo all'interfaccia acqua/aria e nelle porzioni superficiali dell'acquifero;
- per sostanze o liquidi a densità maggiore sarà eseguito il prelievo con strumentazione adatta a prelevare solo acqua sotterranea corrispondente allo strato inferiore in contatto con il letto dell'acquifero; si procederà al campionamento statico quando la presenza di contaminanti o le condizioni del pozzo/piezometro non rendano praticabile il campionamento dinamico;

- il campionamento statico sarà eseguito mediante campionatori manuali (bailer) monouso e corde di manovra pulite e monouso;
- a seconda della presenza di liquidi con densità maggiore o minore dell'acqua saranno utilizzati rispettivamente campionatori di profondità o di superficie;
- in tutte le altre occasioni si farà ricorso a campionatori per il prelievo a profondità definite e dovrà essere registrata la profondità di campionamento;
- nel caso di utilizzo di bailers (campionamento statico) saranno evitati fenomeni di turbolenza e di aerazione sia durante la discesa del campionatore, sia durante il travaso del campione d'acqua nel contenitore specifico;
- nel caso di utilizzo di pompe (campionamento dinamico) il prelievo avverrà con portate ridotte, mai superiori a 1 litro/minuto, al fine di ridurre i fenomeni di modificazione chimico-fisica delle acque sotterranee, quali trascinarsi dei colloidali presenti nell'acquifero o reazioni di ossidoriduzione;
- in alternativa ai metodi precedenti, al fine di garantire la maggiore rappresentatività del campione, sarà utilizzata la procedura "Low Flow Purging" (campionamento a bassa portata - EPA/ 540/S- 95/504, Aprile 1996).

Si prevede il prelievo dei campioni dai cinque (n.5) piezometri di cui sopra.

5.3.4. Rilievi e analisi di campo

Al momento del prelievo dei campioni di acque, inoltre, dovranno essere fatte determinazioni in campo di: temperatura, conducibilità, pH, potenziale redox e ossigeno disciolto.

5.3.5. Preparazione, identificazione e conservazione dei campioni

Nell'identificazione e conservazione dei campioni saranno rispettate le seguenti raccomandazioni:

Sul filtrato in campo su membrana da 0,45 µm:

- 2 barattoli monouso in PP o PET da 100 ml, di cui uno acidificato a pH<2 con acido nitrico
- 1 barattolo di vetro da 100 ml con HCl conc. (5 ml/l) sul non filtrato
- 2 litri in vetro acidificato per gli idrocarburi
- 1 litro in vetro scuro per pesticidi

-2 litri in vetro scuro per IPA e PCB (eventualmente diossine e furani in alta risoluzione) o 1 litro in ET o vetro per le analisi relative ai parametri chimico-fisici o 2 vials da 40 ml.

Il trasporto dei campioni al laboratorio d'analisi avverrà nella giornata, prevedendo di:

-procedere all'etichettatura del campione raccolto nell'idoneo contenitore (secondo i metodi IRSA - CNR, Volume 64/85) riportando il pozzo di monitoraggio, data e ora del prelievo;

-stabilizzare il campione per le analisi secondo i metodi IRSA - CNR, Volume 64/85;

-conservare il campione al buio alla temperatura di 4 °C, durante il trasporto e in attesa dello svolgimento delle analisi.

5.1. Esecuzione dei test di portata

Preliminarmente all'esecuzione delle prove di portata di lunga durata (24h), dovranno essere eseguite nei piezometri PZ29 ÷ PZ33 delle prove a gradini, indispensabili proprio a determinare le portate di esercizio da utilizzare nelle prove di lunga durata stesse.

Pertanto, nei piezometri PZ29 ÷ PZ33, saranno eseguite delle prove di portata a gradini che consistono nel misurare gli abbassamenti del livello idrico per differenti valori di portata applicati, corrispondenti a 4 gradini (20 l/min, 40 l/min, 60 l/min e 80 l/min) ciascuno avente una durata pari a 120 minuti.

I differenti livelli dinamici all'interno dei piezometri saranno registrati con osservazioni molto ravvicinate, per esempio ogni minuto per i primi 10 minuti di ciascun gradino di portata, e poi con misurazioni meno frequenti, ad esempio ogni 5 minuti/10 minuti per tutta la successiva durata di ogni gradino di portata.

Al termine di ciascun gradino di portata il pompaggio viene interrotto per tempo di pari durata (ovvero 60-90 minuti), permettendo così la risalita dell'acqua nel piezometro e la misura dell'abbassamento residuale, per poi riprendere con il gradino successivo di portata crescente.

Una volta terminate le prove a gradini, sarà necessario attendere almeno 24 ore prima di eseguire le prove di portata di lunga durata

Per l'acquisizione di ulteriori dati utili alla caratterizzazione idrodinamica dell'acquifero superficiale, saranno eseguite in Sito prove di portata di lunga durata (24h) nei piezometri PZ29 ÷ PZ33, di futura realizzazione, utilizzando i piezometri esistenti, più vicini a ciascun punto che sarà posto in pompaggio, come pozzi di osservazione.

La prova prevede l'impiego della seguente strumentazione:

- pompa elettrosommersa con possibilità di regolare la portata erogata mediante inverter, in grado di garantire una portata pari ad almeno 100 l/min per una prevalenza di 40 m;
- generatore elettrico;
- contaltri per la misura della portata erogata;
- se disponibili, sensori di livello ad alta precisione con datalogger incorporato per la misura degli abbassamenti nel piezometro in pompaggio e in quelli di monitoraggio e la registrazione dei dati;
- freatimetro per la misura del livello statico prima della prova.

Nel corso della prova gli abbassamenti indotti saranno misurati ad intervalli di tempo prestabiliti insieme alla misura della portata.

La prova di pompaggio di lunga durata sarà eseguita in corrispondenza di:

- PZ29 per una durata di circa 24 ore e con portata pari a quella di esercizio, determinata sul piezometro stesso mediante l'esecuzione della prova a gradini. I piezometri PZ24 (posto ad una distanza di circa 16 m) e VARN13S (posto ad una distanza di circa 160 m) saranno utilizzati come pozzi di monitoraggio per la misura degli abbassamenti indotti dal pompaggio;
- PZ30 per una durata di circa 24 ore e con portata pari a quella di esercizio, determinata sul piezometro stesso mediante l'esecuzione della prova a gradini. I piezometri OSS2 (posto ad una distanza di circa 16 m) e OSS2P (posto ad una distanza di circa 23 m) saranno utilizzati come pozzi di monitoraggio per la misura degli abbassamenti indotti dal pompaggio;
- PZ31 per una durata di circa 24 ore e con portata pari a quella di esercizio, determinata sul piezometro stesso mediante l'esecuzione della prova a gradini. I piezometri OSS1R (posto ad una distanza di circa 12 m) e OSSN1P (posto ad una distanza di circa 33 m) saranno utilizzati come pozzi di monitoraggio per la misura degli abbassamenti indotti dal pompaggio;
- PZ32 per una durata di circa 24 ore e con portata pari a quella di esercizio, determinata sul piezometro stesso mediante l'esecuzione della prova a gradini. Il piezometro PZ14 (posto ad una distanza di circa 22 m) e il piezometro COK4 (posto ad una distanza di circa 85 m) saranno utilizzati come pozzi di monitoraggio per la misura degli abbassamenti indotti dal pompaggio;
- PZ33 per una durata di circa 24 ore e con portata pari a quella di esercizio, determinata sul piezometro stesso mediante l'esecuzione della prova a gradini. Il piezometro PZ20 (posto ad una

distanza di circa 18 m) e il PZ26 (posto ad una distanza di circa 132 m) saranno utilizzati come pozzi di monitoraggio per la misura degli abbassamenti indotti dal pompaggio.

5.2. Campionamento di acque reflue

I campioni di acqua dovranno essere prelevati dalle vasche interrate esistenti a nord di Città della Scienza, prima dell’intervento di demolizione delle stesse. Tale demolizione è resa necessaria in quanto sulla stessa area di sedime saranno realizzate due nuove vasche interrate a servizio del nuovo TAF.

5.2.1. Modalità di campionamento

Per il prelievo di campioni di acqua superficiale è sufficiente immergere il campionatore appena al di sotto del pelo dell’acqua. A seconda delle condizioni in cui si effettua il prelievo, si può ricorrere all’ausilio di un “braccio” di adeguata lunghezza o di corde.

Prima di effettuare il campionamento è buona norma “avvinare”, cioè sciacquare 2-3 volte con l’acqua da analizzare il contenitore con cui si opera il prelievo (Manuale APAT 43/2006).

Nel prelevare i campioni dovrà essere posta particolare cura nell’evitare di prelevare sedimento in sospensione. L’obiettivo sarà di prelevare campioni d’acqua contenenti una percentuale di sedimento in sospensione inferiore al 5% del totale.

5.2.2. Preparazione dei campioni

Ogni campione sarà prelevato tre aliquote compresa quella per le controanalisi.

Al fine di stabilizzare alcuni costituenti chimici può essere necessario aggiungere al campione delle sostanze “conservanti”.

La tipologia di contenitori, i volumi di campioni da prelevare per ciascuna tipologia di analisi, l’uso di eventuali conservanti saranno indicati di concerto con il laboratorio chimico incaricato delle analisi, che fornirà anche la vetreria necessaria.

5.2.3. Rilievi e analisi di campo

Al momento del prelievo dei campioni di acque, inoltre, dovranno essere fatte determinazioni in campo di: temperatura, conducibilità, pH, potenziale redox e ossigeno disciolto.

Per ciascun campione verrà compilata una scheda riepilogativa in cui saranno registrate le seguenti

informazioni:

- identificativo del campione;
- data e ora del prelievo;
- tecnico campionatore;
- toponimo;
- coordinate geografiche (latitudine e longitudine) del sito;
- battente idraulico (utilizzando un'asta graduata);
- metodologia di prelievo;
- prelievo in duplicato;
- parametri chimico-fisici quali pH, temperatura, ossigeno disciolto, conducibilità misurati direttamente in campo tramite sonda multiparametrica;
- foto della sezione con indicato il punto di prelievo; ulteriori aspetti degni di nota.

5.2.4. Campionamento di scarico superficiale

È opportuno verificare la qualità degli scarichi mediante campionatori automatici sulle 24h tipo "ISCO", con campionamenti di tipo sequenziale o medio composito su singola bottiglia o su più bottiglie.

Come indicato dai manuali APAT/CNR IRSA e dalle norme internazionali ISO/CEN 5667, i campioni devono essere prelevati avendo la massima cura nel evitare fenomeni di alterazione o di cross contamination e, per determinazioni quali BOD, COD, ciclo dell'Azoto, etc, è necessario raffreddare i campioni a temperature tra gli 1° e i 5°C per inibire l'attività batterica e la degradazione del campione.

Il trasporto dei campioni deve avvenire scongiurando l'esposizione dei campioni ad alte temperature e alla luce, parametri che possono alterare i valori dei campioni.

5.3. Videoispezione condotta e quantificazione sedimenti residui

Si prevede l'esecuzione di una videoispezione nel collettore ASA esistente lungo via Cattolica (tratto ASA, lunghezza 800m circa) oltre che la verifica dello spessore del sedimento eventualmente presente all'interno.

5.4. Analisi chimiche di laboratorio

5.4.1. Analisi Chimiche delle acque sotterranee

Per quanto riguarda le acque sotterranee i risultati analitici sui campioni analizzati dovranno essere confrontati con le CSC riportate in Tab. 2 dell'Allegato 5 al Titolo V Parte IV del D.Lgs. 152/06 corretta con i valori di fondo individuati per il sito in esame.

I campioni destinati alla ricerca dei metalli dovranno essere filtrati in campo su membrana 0,45 µm.

L'elenco degli analiti e i rispettivi valori di riferimento sono riportati di seguito:

- Misurazione in campo, mediante idonea attrezzatura, sulle acque di campionamento prelevate, dei seguenti parametri: - ph; - potenziale redox; - conducibilità elettrica; - ossigeno disciolto; - temperatura
- Determinazione dei Metalli
- Determinazione degli Idrocarburi totali
- Determinazione degli IPA
- Determinazione dei parametri Inorganici
- Determinazione dei Composti Organici aromatici (BTEX)
- Determinazione dei PCB

5.4.2. Analisi Chimiche per la Caratterizzazione di rifiuti liquidi (vasche)

Sui Campioni di acque residue presenti nelle vasche previste in demolizione e in mancanza di informazioni sulla loro natura e provenienza, al fine di programmare le attività di recupero/smaltimento, si prevede la ricerca dei seguenti analiti (caratterizzazione di base rifiuto liquido per assegnazione codice CER):

rifiuto liquido (classificazione di base + COD)	metodica analitica
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	APAT CNR IRSA 5130 Man 29 2003
Residuo secco a 105°C	UNI EN 14346:2007
Carbonio organico totale (TOC)	UNI EN 1484:1999
Antimonio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Arsenico	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Bario	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Berillio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Boro	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Cadmio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Cobalto	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Cromo (VI)	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992
Cromo totale	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Mercurio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Molibdeno	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Nichel	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Piombo	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Rame	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Selenio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Stagno	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Tallio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Tellurio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009

Vanadio	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Zinco	UNI EN 13657:2004 + UNI EN ISO 11885:2009
Acenafte	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Acenafte	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Benzo (a) antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Benzo (a) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Benzo (b) fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Benzo (e) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Benzo (g,h,i) perilene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Benzo (j) fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Benzo (k) fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Crisene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Dibenzo (a,e) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Dibenzo (a,h) antracene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Dibenzo (a,h) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Dibenzo (a,i) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Dibenzo (a,l) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Fenantrene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Fluorantene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Fluorene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Indeno (1,2,3 - c,d) pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Naftalene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Pirene	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018
Solventi organici (da Calcolo)	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Solventi organo alogenati	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Benzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Isopropilbenzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Dipentene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
1,3 - Butadiene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Etilbenzene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Stirene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Toluene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Xilene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Esaclorobutadiene	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
1,1-dicloro-1-fluoroetano	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Bromometano	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018
Idrocarburi C<=12	EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007
Idrocarburi C>12	EPA 3510C 1996 + EPA 3620C 2014 + EPA 8015C 2007

5.4.3. Analisi Chimiche per la Caratterizzazione di reflui al punto di scarico

acqua di scarico (tabella completa per scarico in acque superficiali / pubblica fognatura)		
descrizione	metodica analitica	um
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003 - in campo	upH
Temperatura dell'acqua	APAT CNR IRSA 2100 Man 29 2003 - in campo	°C
Colore	APAT CNR IRSA 2020 A Man 29 2003	-
Odore	APAT CNR IRSA 2050 Man 29 2003	-
Materiali grossolani	DLgs 319/1976 10/05/1976 GU 141 29/05/1976 Tab A p.to 5 + APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	-
Solidi Sospesi Totali	APAT CNR IRSA 2090 B Man 29 2003	mg/l
Richiesta biochimica di ossigeno (BOD5)	APAT CNR IRSA 5120 A Man 29 2003	mg/l
Richiesta chimica di ossigeno (COD)	ISO 15705:2002	mg/l
Alluminio	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Arsenico	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Bario	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Boro	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Cadmio	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Cromo totale	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Cromo (VI)	EPA 7199 1996	mg/l
Ferro	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Manganese	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Mercurio	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Nichel	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Piombo	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Rame	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l

Selenio	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Stagno	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Zinco	EPA 3015A 2007 + EPA 6020B 2014	mg/l
Cianuri totali (come CN)	APAT CNR IRSA 4070 Cap 7.3 Man 29 2003	mg/l
Cloro attivo libero	APAT CNR IRSA 4080 Man 29 2003	mg/l
Solfuri (come H ₂ S)	APAT CNR IRSA 4160 Man 29 2003	mg/l
Solfiti	APAT CNR IRSA 4150 A cap 7.1 Man 29 2003	mg/l
Solfati	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
Cloruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
Fluoruri	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
Fosforo totale (come P)	EPA 200.7 1994	mg/l
Azoto ammoniacale (come NH ₄)	APAT CNR IRSA 4030 B Man 29 2003	mg/l
Azoto nitroso (come N)	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
Azoto nitrico (come N)	APAT CNR IRSA 4020 Man 29 2003	mg/l
Grassi e oli animali/vegetali (calcolo)	APAT CNR IRSA 5160 B1 Man 29 2003 + APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003	mg/l
Idrocarburi Totali	APAT CNR IRSA 5160 B2 Man 29 2003	mg/l
Fenoli	APAT CNR IRSA 5070 A1 Man 29 2003	mg/l
Aldeidi	APAT CNR IRSA 5010 A Man 29 2003	mg/l
Solventi organici aromatici	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	mg/l
Solventi organici azotati	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	mg/l
Tensioattivi totali	MP-02831-IT Vers.2 2021 + MP-02832-IT Vers.2 2021 + MP-02833-IT Vers.2 2021	mg/l
Tensioattivi anionici	MP-02833-IT Vers.2 2021	mg/l
Tensioattivi non ionici	MP-02831-IT Vers.2 2021	mg/l
Tensioattivi cationici	MP-02832-IT Vers.2 2021	mg/l
Pesticidi fosforati	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	mg/l
Pesticidi totali (esclusi i fosforati)	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	mg/l
Aldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	mg/l
Dieldrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	mg/l
Endrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	mg/l
Isodrin	EPA 3510C 1996 + EPA 8270E 2018	mg/l
Solventi clorurati	EPA 5021A 2014 + EPA 8260D 2018	mg/l
Conta di Escherichia coli	APAT CNR IRSA 7030 F Man 29 2003	ufc/100ml
Valutazione tossicità acuta con Daphnia magna	APAT CNR IRSA 8020 B Man 29 2003	1% - 24h

5.5. Analisi Chimiche per la Caratterizzazione di rifiuti solidi (manufatti da demolire)

Saranno prelevati campioni dai manufatti oggetto di demolizione sui quali si prevedono le seguenti determinazioni analitiche:

matrice	descrizione	metodica analitica	um
Rifiuti solidi	cloruri e solfati		
	Solfati	EPA 300.0 1993 part A	mg/kg
	Cloruri	EPA 300.0 1993 part A	mg/kg
matrice	descrizione	metodica analitica	um
Rifiuti solidi	amianto SEM		
	Amianto (determinazione quantitativa mediante SEM)	DM 06/09/1994 GU n° 288 10/12/1994 All 1 B	mg/kg

5.6. Modalità di conservazione e spedizione dei campioni

I campioni di suolo, specie vegetali e acqua raccolti saranno prelevati in tre aliquote e stoccati, fino alla consegna al laboratorio incaricato, in luogo appropriato per proteggerne l'integrità, per evitare fenomeni di contaminazione incrociata e per assicurarne la sicurezza in accordo alle norme vigenti.

Come indicazioni minime, tutti i campioni da sottoporre ad analisi chimiche saranno conservati, subito dopo la raccolta, in appositi frigo box portatili ad una temperatura di 4 °C e saranno inviati al laboratorio d'analisi entro 48 ore dal campionamento. In ciascun frigo box sarà inserita la catena di custodia.

Tutti i contenitori dovranno essere provvisti d'etichetta sulla quale saranno apposte le seguenti informazioni:

- identificativo del campione;
- data e ora di prelievo.

Gli oneri relativi al trasporto, così come la fornitura dei contenitori (fustelle, barattoli, supporti in fibra di vetro, schiuma poliuretana/resina, frigo box etc.), saranno a cura dell'appaltatore.

I duplicati dei campioni dovranno essere conservati alla temperatura di +4 °C mentre quelli destinati all'analisi delle sostanze volatili alla temperatura di -20 ± 2 °C.

5.7. Requisiti dei laboratori di analisi

I parametri da analizzare per i terreni, le acque sotterranee, le specie vegetali e i terreni agronomici sono quelli indicati nei capitoli relativi alle indagini.

Le analisi dovranno essere effettuate da laboratori in possesso dei seguenti requisiti:

- accreditamento ACCREDIA del Laboratorio, o di altro organismo internazionale di Accreditazione che abbia stipulato con ACCREDIA accordi di mutuo riconoscimento, rispetto alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17025;
- accreditamento delle prove su suoli o acque sotterranee o rifiuti per Metalli o Idrocarburi
- disponibilità di strumentazione e personale tali da garantire la restituzione dei risultati analitici entro 10 gg lavorativi, per ogni batch di 50 campioni;
- il laboratorio dovrà assicurare la disponibilità dell'attrezzatura tecnica adeguata per il corretto svolgimento delle attività.
- effettuare le analisi per la determinazione delle concentrazioni delle diossine, furani e PCB dl in Gas Cromatografia/Spettrometria di Massa ad alta risoluzione.
- effettuare le analisi per la determinazione delle fibre di amianto in SEM (Microscopia elettronica a scansione con microanalisi).
- All'atto della presentazione dell'offerta dovrà essere presentato, inoltre, il "Piano per l'assicurazione della qualità dei dati" per lo svolgimento dell'incarico in conformità ai requisiti di qualità. Il piano dovrà contenere indicazioni relative a:

- Personale coinvolto nel progetto (qualifiche, curricula, esperienze pregresse, ecc.);
- Attrezzatura che s'intende utilizzare per l'espletamento dell'incarico (compresi i programmi di manutenzione, ecc);
- Procedure di trasporto, conservazione e gestione dei campioni (tipologia dei contenitori, volumi di matrice, holding time, temperatura di conservazione, ecc);

Per garantire l'uniformità dei risultati, nel caso in cui le analisi fossero svolte da più laboratori, le determinazioni sulla medesima matrice (suolo, sedimento, acqua) dovranno essere effettuate in un'unica struttura (esempio: campioni di suolo LABORATORIO A, campioni di acqua LABORATORIO B, ecc...).

Per le metodiche analitiche sull'analisi si possono utilizzare i seguenti riferimenti:

- Linee Guida 29/2003. Metodi analitici per le acque (APAT/CNR-IRSA)
- Metodi elaborati dall' International Organization for Standardization (ISO)
- Metodi elaborati dall' Associazione per l'Unificazione nel Settore dell'Industria Chimica (UNICHIM), su mandato dell'UNI (Ente Nazionale di Unificazione)
- Metodi elaborati dall'Environmental Protection Agency statunitense (US EPA)
- Metodi definiti dal "Gruppo di Lavoro Idrocarburi", istituito da APAT (ora ISPRA) e costituito da ARPA-ICRAM -ISS-CNR/IRSA-CRA.

5.8. Requisiti minimi di prestazione dei metodi analitici

I requisiti minimi di prestazione per i metodi di analisi sono:

- alle CSC l'incertezza estesa associata al risultato di misura non deve essere superiore al 50% del valore della CSC. L'incertezza estesa dovrà essere calcolata usando un fattore di copertura $K=2$ (intervallo fiduciale pari al 95%) dall'incertezza tipo composta. A tal fine si definisce:
- fattore di copertura: fattore numerico utilizzato come moltiplicatore dell'incertezza tipo composta per ottenere un'incertezza estesa (UNI 13005:2000)
- incertezza tipo composta: incertezza del risultato 'x' di una misurazione allorquando il risultato è ottenuto mediante i valori di un certo numero di altre grandezze (UNI 13005:2000)

- incertezza estesa: grandezza che definisce intorno al risultato di una misurazione, un intervallo che ci si aspetta comprendere una frazione rilevante della distribuzione dei valori ragionevolmente attribuibili al misurando (UNI 13005:2000)
- il limite di rilevabilità deve essere inferiore ad 1/100 dei valori delle CSC.

5.9. Controllo di qualità

Tutte le attività previste nel presente piano di indagine saranno predisposte secondo le procedure di qualità definite dalle norme UNI EN ISO 9001/2000.

Per verificare il grado di attendibilità dei risultati in ordine alla qualità dei processi di perforazione, campionamento e analisi, saranno adottati opportuni controlli di qualità da applicare sia in campo che in laboratorio (campioni QA/QC).

Tali procedure di controllo consentono di verificare il grado di attendibilità di ciascuna fase operativa attraverso la realizzazione di una serie di campioni di controllo, quali ad esempio:

- "blind duplicate": due campioni di acqua o terreno identici saranno contrassegnati con due identificativi differenti ed inviati al laboratorio. Ha lo scopo di verificare la precisione dei risultati delle analisi e verificare eventuali incongruenze;
- "field blank": campione costituito da acqua distillata con la quale sarà sciacquata l'attrezzatura di campionamento (guanti monouso, bottiglie, bailer). Ha lo scopo di verificare l'efficacia delle operazioni di decontaminazione della strumentazione di campionamento e la possibile contaminazione dei campioni durante la fase di prelievo;
- "trip blank": campione costituito da acqua ad elevata purezza che, inviato dal laboratorio chimico insieme ai contenitori per i campionamenti, rimane sigillato per tutta la durata del campionamento e poi viene rispedito al laboratorio insieme agli altri campioni. Questo bianco viene utilizzato con lo scopo di verificare la possibile contaminazione dei campioni da composti volatili durante il trasporto.

Preliminarmente all'avvio delle misure in laboratorio sarà effettuato il confronto delle metodiche analitiche adottate dal laboratorio dell'Ente di controllo e dal laboratorio incaricato di fare le analisi oggetto del presente piano. Quest'ultimo laboratorio fornirà tutte le informazioni necessarie al fine della verifica della "qualità" dei dati analitici prodotti (utilizzo di carte di controllo, utilizzo di materiali di riferimento certificati per la convalida dei metodi).

Per la verifica dell'affidabilità dei risultati analitici, il laboratorio incaricato attuerà le procedure di controllo (bianchi, duplicati, ecc...) per la calibrazione della strumentazione utilizzata e l'identificazione di potenziali interferenze.

I dati relativi ai controlli di qualità saranno utilizzati per la verifica dell'affidabilità dei risultati e come indicatori di potenziali sorgenti di cross-contamination, ma non potranno essere utilizzati per alterare o correggere i risultati analitici.

Tutti i risultati delle attività di controllo effettuate saranno riportati nei certificati analitici.

6. INDAGINI GEOLOGICHE

Le indagini geologiche saranno pianificate con la finalità di ottenere il modello geologico definitivo delle aree interessate dal progetto. Per la ricostruzione della successione stratigrafica, il riconoscimento delle litologie presenti nel sito, la loro natura deposizionale ed i rapporti stratigrafici, dovranno essere effettuati, in accordo con le esigenze del modello geotecnico, una serie di sondaggi geognostici.

Al fine di ottenere informazioni sui depositi e le strutture geologiche più profonde, sarà necessario acquisire anche informazioni attraverso indagini indirette di tipo geofisico; in particolare saranno effettuare indagini di tipo sismico attivo e passivo e sondaggi geoelettrici.

6.1. Sondaggi stratigrafici

I sondaggi geognostici avranno la duplice funzione di fornire sia i dati necessari alla caratterizzazione geotecnica sia le informazioni di natura stratigrafica dei terreni. Saranno effettuati a carotaggio continuo e dovranno essere conservati in apposita cassetta catalogatrice con indicazione della quota di prelievo. Un geologo si occuperà di descrivere la natura e l'origine dei depositi nonché i rapporti stratigrafici tra le diverse litologie rinvenute in fase di perforazione.

Per maggiori dettagli riguardo le modalità esecutive e per il numero di tali indagini si rimanda al paragrafo seguente del gruppo delle indagini geotecniche.

7. INDAGINI GEOTECNICHE

Nel presente capitolo viene rappresentato il dettaglio delle indagini geologiche e geotecniche.

Si rimanda alla tavola **ALLEGATO 1** per l'ubicazione dei vari sondaggi e prove.

7.1. SONDAGGI GEOGNOSTICI

Viene prevista l'esecuzione di **n.38 sondaggi geognostici** di cui

- n.16 sondaggi fino alla profondità di 30 metri dal piano campagna
- n.16 sondaggi fino alla profondità di 20 metri dal piano campagna
- n.1 sondaggio fino alla profondità di 15 metri dal piano campagna
- n.4 sondaggi fino alla profondità di 12 metri dal piano campagna
- n.1 sondaggio fino alla profondità di 2 metri dal piano campagna.

La lunghezza complessiva dei sondaggi è pari a **865 metri**.

Nel posizionamento dei punti di sondaggio si è tenuto anche in conto l'esecuzione di sondaggi pregressi realizzati nel corso degli anni precedenti all'interno dell'area di Bagnoli.

Nei vari fori saranno realizzate le seguenti **prove e prelievi**:

- **Prelievi di campioni disturbati** in situ alla profondità di 0,50 m e 1,20 m rispetto al p.c. per:
 - Analisi Granulometrica
 - Limiti di Atterberg

Per un totale di **n.64 prelievi** (da eseguirsi nei sondaggi S1, S3, S4, S5, S6, S11, S15, S16, S21, S24, S25, S33 e S34).

- Prelievi di campioni indisturbati per prove di laboratorio:
 - N.4 prelievi stimati nei sondaggi a 20 metri e a diverse profondità pari a 3, 5, 8 e 18 metri;
 - N.3 prelievi stimati nel sondaggio a 15 metri a 2, 10 e 15 metri;
 - N.5 prelievi stimati nei sondaggi a 30 metri a diverse profondità pari a 3, 8, 12, 18 e 25 metri

Per un totale di **n. 147 prelievi** su tutti i sondaggi geognostici.

- Prove Standard penetration Test (SPT):

- N.3 prove su foro da 15 metri alle profondità di 2, 10 e 15 metri
- N.4 prove su fori da 20 metri alle profondità di 2, 7.5, 10 e 15 metri
- N.5 prove su fori da 30 metri alle profondità di 2, 7.5, 11.5, 15 e 20 metri

Per un totale di **n. 147 prove**

- Prove Down-hole:
 - N.16 prove in tutti sondaggi spinti fino a 30 metri (rispettivamente nei sondaggi S2, S7, S8, S9, S10, S12, S17, S19, S21, S22, S24, S25, S26, S27, S28, S38)
- Prove HVSR:
 - N.11 prove in alcuni sondaggi a 30 m dove è eseguita la Down-Hole (rispettivamente nei sondaggi S12, S17, S19, S21, S22, S24, S25, S26, S27, S28, S38)
- Piezometri:
 - N.5 installazioni di piezometri a tubo aperto su alcuni sondaggi da 20 metri (rispettivamente nei sondaggi S4, S11, S14, S20, S34)

Nella tabella seguente si riporta un **riepilogo dei sondaggi previsti**, le coordinate del foro e alcune informazioni principali. Nei paragrafi seguenti viene dato invece il dettaglio completo e le indicazioni di ogni attività specifica.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Tavola in **Allegato 1**. **I punti di esecuzione delle prove potranno subire eventuali riposizionamenti valutati in fase di realizzazione.**

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2**.

Si fornisce un tabellone di riepilogo generale sui sondaggi geognostici e relative prove collegate in **Allegato 3** alla fine della presente relazione.

N. SONDAGGIO	PROFONDITA'	POSIZIONE		UBICAZIONE
	m	EST	NORD	
S 1	20	429789.9731	4518307.1706	VIABILITA' parallela via Nuova Bagnoli
S 2	30	429849.2193	4518305.1478	impianto VAS-2
S 3	20	429838.1077	4518447.9258	VIABILITA' traversa via nuova Bagnoli
S 4	20	430117.6898	4518460.8985	VIABILITA' parallela via nuova Bagnoli
S 5	20	430248.9239	4518241.2503	VIABILITA' traversa via nuova Bagnoli
S 6	20	430372.3402	4518561.8066	VIABILITA' parallela via nuova Bagnoli
S 7	30	430510.5806	4518756.1274	CONDOTTE PREMENTI porta del parco
S 8	30	430501.4555	4518787.2184	CONDOTTE PREMENTI via Nuova Agnano ^ via Diocleziano
S 9	30	430426.5598	4519084.4044	CONDOTTE PREMENTI via Nuova Agnano ^ via Beccadelli
S 10	30	430438.3266	4519125.2725	CONDOTTE PREMENTI via Nuova Agnano ^ via Beccadelli
S 11	20	430590.4457	4518378.0982	VIABILITA' strada collegam. Cabina elettrica
S 12	30	431086.8093	4518635.2574	ASA tratto iniziale case coloniche
S 13	20	430969.9914	4518413.7517	ASA tratto iniziale case coloniche
S 14	20	430932.316	4518341.6925	ASA tratto iniziale case coloniche
S 15	20	431135.2715	4518240.9217	VIABILITA' area Eternit
S 16	20	431163.6456	4518139.2354	VIABILITA' area Eternit
S 17	30	430899.0939	4518257.2137	ASA manufatto confluenza Pianura e case coloniche
S 18	15	430749.4073	4518239.3034	CONDOTTA PREMENTE verso Pianura
S 19	30	430625.3546	4518195.5414	CONDOTTE PREMENTI manufatto
S 20	20	431011.5243	4517880.5211	ASA acciaieria

N. SONDAGGIO	PROFONDITA'	POSIZIONE		UBICAZIONE
	m	EST	NORD	
S 21	30	431202.0099	4517766.8927	VIABILITA' rotatoria "C" via P.L. Cattolica
S 22	30	430922.5737	4517282.5209	ASA incrocio con Linea 6
S 23	2	431126.0098	4517608.7722	VIABILITA' carotaggio piattaforma via Cattolica
S 24	30	431098.445	4517539.3089	VIABILITA' via P.L. Cattolica
S 25	30	430944.0512	4517210.3869	VIABILITA' via P.L. Cattolica
S 26	30	430827.6516	4517085.9258	HUB TAF 3
S 27	30	430748.5277	4517055.7096	HUB nuovo manufatto trattamenti
S 28	30	430732.7432	4517145.8709	ASA nuovo manufatto grigliatura area Cementir
S 29	12	430684.8652	4517114.0889	ASA tracciato in area Cementir
S 30	12	430509.3204	4517045.1119	ASA tracciato in area Cementir
S 31	12	430409.8149	4516924.075	ASA tratto finale via Nisida
S 32	12	430389.4972	4516813.6382	ASA tratto finale via Nisida
S 33	20	430296.1454	4516833.8508	VIABILITA' via Nisida
S 34	20	430420.1353	4517133.0093	VIABILITA' via Coroglio
S 35	20	430309.9468	4517493.6566	CUNICOLO via Coroglio
S 36	20	430686.9531	4517183.0762	CONDOTTE PREMENTI interferenza con linea 6
S 37	20	430541.1293	4517666.1101	CONDOTTE PREMENTI tracciato zona ex Ilva
S 38	30	430659.8498	4516965.8001	COSTONE POSILLIPO via Discesa Coroglio
TOTALE	865			

Tabella 2 – Indicazioni sondaggi geognostici

I sondaggi geognostici consistono nella realizzazione di fori mediante carotaggio continuo a rotazione. Permettono di analizzare il suolo in profondità per conoscerne la sua stratigrafia e la valutazione delle sue caratteristiche geologiche e geotecniche.

I sondaggi saranno effettuati senza ricorrere all'ausilio di fluidi o fanghi di perforazione. Per evitare fenomeni di surriscaldamento del terreno e di volatilizzazione dei composti organici si dovrà procedere con basse velocità di rotazione del campionatore.

Nel caso in cui le operazioni di sondaggio si svolgano alla presenza di pioggia si provvederà a rivestire provvisoriamente il foro di sondaggio per impedire che le acque di dilavamento superficiale entrino in contatto con il terreno profondo.

Nel corso della perforazione sarà segnalata sul giornale di campo ogni venuta d'acqua del foro, specificando la profondità e quantificando l'entità del flusso, e saranno eseguite misure del livello piezometrico in corrispondenza delle più significative variazioni litologiche al fine di rilevare eventuali variazioni dei livelli idrici.

Nel caso di perforazioni di durata superiore alla giornata, sarà effettuata la misura del livello piezometrico a fine giornata, si provvederà a proteggere il foro da eventuali contaminazioni esterne e si provvederà a registrare il livello piezometrico anche il giorno successivo, alla ripresa delle operazioni di perforazione.

Al termine delle operazioni i fori di sondaggio saranno ritombati utilizzando materiale inerte, avendo cura di sigillare la parte più superficiale con una miscela cementizia per evitare l'infiltrazione nel sottosuolo di eventuali acque di scorrimento superficiale.

L'estrusione della carota di terreno avverrà senza utilizzo di fluidi, per battitura o, in alternativa, utilizzando campionatori apribili longitudinalmente; il terreno sarà posto in apposita cassetta catalogatrice riportante tutte le informazioni sul sondaggio (identificativo, data di esecuzione, sito, profondità iniziale e finale della carota contenuta e dei singoli spezzoni di cui è costituita, committente, ecc...).

Una volta estruse le carote saranno riposte in apposite cassette catalogatrici. Tutte le procedure dovranno essere adeguatamente documentate, anche con report fotografici che evidenzieranno l'eventuale presenza di anomalie, anche colorimetriche, nelle carote di terreni prelevati.

Tutte le operazioni di perforazione saranno coordinate da un geologo, che redigerà la stratigrafia

intercettata segnalando la presenza di livelli con evidenze di contaminazione.

Particolari attenzione e cura andranno poste nelle operazioni di decontaminazione delle attrezzature utilizzate per il prelievo dei suoli contaminati, e precisamente:

- le operazioni di prelievo dei campioni saranno compiute evitando la diffusione della contaminazione nell'ambiente circostante, nella matrice ambientale campionata o in altre matrici (cross contamination);
- sarà controllata l'assenza di perdite di oli lubrificanti e altre sostanze dai macchinari, dagli impianti e da tutte le attrezzature utilizzate durante il campionamento; nel caso di perdite sarà verificato che queste non producano contaminazione del terreno prelevato; saranno riportate comunque le informazioni nel verbale di giornata;
- alla fine di ogni perforazione si provvederà alla decontaminazione di tutti gli attrezzi e gli utensili che operano in superficie, mentre il carotiere e le aste che operano in profondità nel perforo saranno decontaminati ad ogni "battuta";
- in caso di pioggia durante le operazioni di estrazione sarà garantito che il campione non sia modificato dal contatto con le acque meteoriche; le operazioni di prelievo saranno eseguite solo nel caso si garantisca un'adeguata protezione delle attrezzature e delle aree su cui sono disposti i campioni;
- nel maneggiare i campioni saranno utilizzati guanti monouso puliti per prevenire il diretto contatto con il materiale estratto;
- per la decontaminazione delle attrezzature sarà predisposta un'area delimitata e impermeabilizzata, posta ad una distanza dall'area di campionamento sufficiente ad evitare la diffusione dell'inquinamento nelle matrici campionate; in alternativa potranno essere previsti apprestamenti tecnici mobili atti al contenimento e alla raccolta acque di lavaggio. La decontaminazione avverrà utilizzando preferibilmente acqua potabile o, in assenza di questa, acqua la cui qualità sia accertata da analisi chimiche;
- prima di ogni prelievo il carotiere e le aste saranno lavati con acqua o con vapore acqueo in pressione per evitare contaminazioni indotte.

7.2. INDAGINI GEOTECNICHE IN SITO

Pagina 49 / 98

Si prevedono misurazioni delle pressioni neutre con piezometri a tubo aperto, prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH), prove penetrometriche dinamiche (SPT), indagini geofisiche in foro, (Down – Hole).

7.2.1. Prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH)

All'interno dell'area di progetto sono previste **n.9 prove penetrometriche pesanti DPSH spinte fino alla profondità di 20 metri**. Anche in questo caso l'ubicazione delle prove ha tenuto conto delle esigenze progettuali e di sondaggi pregressi già eseguiti nell'area.

La prova penetrometrica dinamica superpesante o DPSH è una prova geotecnica puntuale che consiste nell'infissione nel terreno di una punta conica posta all'estremità di una batteria di aste d'acciaio. L'avanzamento avviene per battitura di un maglio del peso di 63,5 Kg, che viene lasciato cadere da un'altezza costante di 75 cm.

Il cono di infissione deve avere una punta con un angolo al vertice di 90° e un mantello di estensione cilindrica superiore e transizione fino alle aste.

Le aste devono essere costituite di acciaio con resistenza caratteristica idonea al tipo di lavoro e devono essere collegate tra loro a mezzo filettatura.

Il procedimento per l'esecuzione delle prove di sondaggio dinamico (DP) consiste nell'infiggere, come consuetudine, verticalmente nel terreno la batteria (punta ed aste) del penetrometro in modo continuo con una velocità di infissione mantenuta preferibilmente fra i 15 ed i 30 colpi al minuto, eccetto per le prove eseguite in sabbia ed in ghiaia, nel qual caso, la velocità di infissione può essere aumentata fino ad un massimo di 60 colpi al minuto.

Le aste devono essere ruotate di ½ giro ogni metro di avanzamento, possibilmente con chiave graduata di capacità >200 N/m e gradazioni di 5N/m.

Per diminuire l'attrito è possibile iniettare acqua o fanghi di perforazione lungo le aste.

Misurando il numero di colpi necessario alla penetrazione di tratti di asta di 20 cm è possibile ricostruire, infatti, sia la stratigrafia che le caratteristiche geotecniche del sito.

L'avanzamento della punta, e quindi la resistenza del terreno, dipende dalle caratteristiche fisico-meccaniche di quest'ultimo e, pertanto, per terreni incoerenti dipende prevalentemente dallo stato di addensamento dei granuli, mentre per terreni coesivi dipende dal contenuto di umidità naturale.

In definitiva, dalle prove penetrometriche DPSH si riesce a stimare i seguenti dati in continuo (dalla superficie al fondo foro): densità relativa, angolo di attrito efficace, modulo elastico, modulo edometrico, per mezzo di correlazioni empiriche.

Segue una tabella con le coordinate geografiche UTM33 ove eseguire le prove:

PROVA	PROF.	UBICAZIONE	EST	NORD
N	m			
DPSH-1	20	STRADE via nuova Bagnoli	430011.6251	4518414.289
DPSH-2	20	STRADE via nuova Bagnoli	430363.249	4518564.2241
DPSH-3	20	CONDOTTE PREMENTI porta del parco	430513.0144	4518746.6748
DPSH-4	20	ASA tratto case coloniche	431047.0651	4518569.2901
DPSH-5	20	STRADE prolungamento via Cocchia	430993.2614	4518191.1661
DPSH-6	20	STRADE rotatoria C	431172.9854	4517806.8095
DPSH-7	20	STRADE via Cattolica	431047.5898	4517428.9161
DPSH-8	20	STRADE strada collegam. Cabina elettrica	430733.6772	4517802.2258
DPSH-9	20	CUNICOLO via Coroglio	430156.306	4517871.6895

Tabella 3 – Ubicazione prove DPSH

L'ubicazione delle prove è riportata nella Tavola in **Allegato 1.**

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.2.2. Prove penetrometriche dinamiche (SPT)

Verranno eseguite prove SPT nel corso della realizzazione di sondaggi geognostici. Le prove saranno in numero diverso a seconda della profondità del sondaggio. In particolare si ha:

- N.3 prove su foro da 15 metri alle profondità di 2, 10 e 15 metri
- N.4 prove su fori da 20 metri alle profondità di 2, 7.5, 10 e 15 metri
- N.5 prove su fori da 30 metri alle profondità di 2, 7.5, 11.5, 15 e 20 metri
- Per un totale di **n.147 prove**

Sul fondo foro opportunamente pulito, dovrà essere infisso a percussione un campionatore di forma e dimensioni standard, attraverso il quale, in base al numero dei colpi N necessari alla penetrazione di 45 cm (misurati separatamente in tre tratti di 15 cm ciascuno) sia possibile valutare orientativamente lo stato di consistenza dei terreni, in genere sabbiosi o limo-argillosi. La percussione dovrà essere effettuata secondo le modalità contenute nelle norme ASTM n° D1586/67. Per la prova dovrà essere usato un campionatore Raymond di lunghezza 711 mm, diametro esterno 50.8 mm, diametro interno 34.9 mm ed un dispositivo di guida e di sganciamento automatico del maglio di peso 63.5 kg (+ 0.5 kg), che assicuri una corsa a caduta libera di 0.76 m (+ 0.02 m) e aste da 10kg/m. Nelle perforazioni a circolazione di fluidi, è permesso soltanto l'impiego di scalpelli a getti laterali. Nei fori ove il terreno tendesse a franare, la stabilità delle pareti dovrà essere assicurata preferibilmente con tubi di rivestimento.

Se la prova interesserà terreni molto compatti o ghiaiosi, su parere del DEC, l'Appaltatore potrà impiegare, al posto della scarpa del campionatore sopradescritta, una punta conica di diametro esterno 51 mm ed apertura angolare di 60° e le tre fasi di penetrazione di 15 cm ciascuna andranno comunque eseguite, per ciascuna fase, in caso di rifiuto, andrà indicata la penetrazione raggiunta in cm.

La prova si intende completata in caso di rifiuto. L'esecuzione dei fori di sondaggio, con eventuali rivestimenti, sarà pagata a parte.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.2.3. Indagini geofisiche in foro (Down – Hole)

In corrispondenza dei sondaggi geotecnici spinti fino a 30 metri, saranno realizzate **n.16 prove Down-Hole.**

Nella tabella seguente si riepilogano i fori ove eseguire le prove D-H.

N. SONDAGGIO	PROFONDITA'	POSIZIONE		DOWN HOLE
	m	EST	NORD	
S2	30	429849.2193	4518305.1478	1
S7	30	430510.5806	4518756.1274	1
S8	30	430501.4555	4518787.2184	1
S9	30	430426.5598	4519084.4044	1
S10	30	430438.3266	4519125.2725	1
S12	30	431086.8093	4518635.2574	1
S17	30	430899.0939	4518257.2137	1
S19	30	430625.3546	4518195.5414	1
S21	30	431202.0099	4517766.8927	1
S22	30	431096.3627	4517665.456	1
S24	30	431098.445	4517539.3089	1
S25	30	430944.0512	4517210.3869	1
S26	30	430827.6516	4517085.9258	1
S27	30	430748.5277	4517055.7096	1
S28	30	430732.7432	4517145.8709	1
S38	30	430659.8498	4516965.8001	1
TOTALE				16

Tabella 4 – Esecuzione prove down-hole in foro

Per questo tipo di indagine si appronteranno attrezzature idonee ad eseguire prove sismiche in foro

di tipo "down hole" per la misura della velocità delle onde sismiche compressionali (VP) e di quelle trasversali (VSH) in foro di sondaggio, appositamente attrezzato con tubi a sezione circolare in ABS o PVC, di spessore maggiore o uguale a 3.0 mm, lunghezza minima degli spezzoni di 3 metri, assemblati mediante filettatura a vite ed eventuali manicotti di giunzione e muniti di tappi di testa e fondo foro. Infine il foro deve essere cementato in corrispondenza dello spazio anulare compreso tra le pareti e il tubo di rivestimento.

La strumentazione necessaria è la seguente:

1. sismografo registratore multicanale in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima. Poiché è necessario eseguire la differenza tra traccia relativa alla battuta destra e quella alla battuta sinistra (per quanto riguarda le acquisizioni in onde SH) deve essere utilizzata una strumentazione che preveda la funzione "inversione di polarità".
2. Il sistema di ricezione si deve comporre di due (o più) ricevitori, ciascuno dei quali è costituito da un trasduttore di velocità orientato secondo le componenti di una terna cartesiana ortonormale e collocati all'interno di un unico contenitore (preferibilmente di forma cilindrica) di lunghezza non superiore ai 450 mm, in modo che uno dei tre trasduttori sia orientato secondo la lunghezza del contenitore (trasduttore verticale) e gli altri ad esso perpendicolari (trasduttori orizzontali). I trasduttori devono possedere appropriate caratteristiche di frequenza e sensitività tali da potere ricevere in maniera adeguata il treno d'onde prodotto dalla sorgente. I sistemi previsti per mantenere costanti le distanze e per garantire l'isorientazione dei geofoni devono essere adatti e non produrre interazione sismica tra i due sensori. Deve essere previsto un adeguato sistema di ancoraggio per garantire un buon accoppiamento in foro tra i ricevitori e le pareti di rivestimento.
3. Il trigger, deve consistere in un circuito elettrico che, chiuso nell'istante in cui la sorgente viene attivata, consenta a un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato ad un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in modo da individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica. L'attivazione del circuito per individuare l'istante di energizzazione deve, all'atto delle sollecitazioni ripetute, consentire una differenza di chiusura non superiore a 0.5 msec.

4. cavi sismici multipolari;
5. dispositivo di energizzazione per la generazione di onde P e di onde SH. Il dispositivo di energizzazione deve essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali, ovvero con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali (ed eventualmente anche verticali). Per generare le onde di compressione P, si utilizzeranno i metodi classici quali caduta di un grave, cannoncino, mazza, etc.. Dovranno comunque essere evitati sistemi in grado di generare vibrazioni e/o rimbalzi durante la generazione del segnale, in grado di inficiare la lettura del segnale per l'intero sismogramma richiesto. Per generare le onde SH dovrà essere adottato un dispositivo adatto a generare essenzialmente delle onde elastiche di taglio polarizzate orizzontalmente, con uniformità nella polarizzazione e con una generazione di onde P anch'esso trascurabile. E' necessario un buon accoppiamento fra dispositivo e terreno anche con l'approntamento delle piazzole realizzando uno strato di materiale fine al contatto con il dispositivo energizzante. Sono da evitare come punti di energizzazione zone in cui affiorano rocce compatte e superfici bitumate.

Deve essere riprodotta la sollecitazione e quindi ripetuta la prova ad una profondità inferiore (o superiore se si procede dal basso verso l'alto) di non più di 1 m, e comunque non meno di 40-50 cm, abbassando (o sollevando) i ricevitori. Raggiunto il fondo (o la sommità) del foro, la prova viene ripetuta questa volta procedendo nel verso opposto ad intervalli di 4-5 m. Il tempo di registrazione deve essere pari ad 1 sec, mantenendo il miglior passo di campionamento possibile. Per le indagini di tipo down-hole dovrà essere fornito non solo il risultato finale, cioè la velocità di propagazione delle onde SH e P al variare della profondità, ma anche il dato grezzo che è stato misurato dai trasduttori dei ricevitori e il criterio di elaborazione e interpretazione adottato. Quindi questo tipo di prova deve essere accompagnato da una relazione comprendente:

- obiettivi delle indagini e contesto geologico delle aree investigate;
- rispondenza delle caratteristiche tecniche della prova DH a quelle previste dal capitolato;
- la descrizione delle procedure eseguite e della strumentazione utilizzata;
- le modalità di esecuzione, di rivestimento e di cementazione adottate, ed in particolare le dimensioni geometriche del rivestimento, la composizione della miscela iniettata, la massima

pressione di iniezione, la portata e l'attrezzatura utilizzata e soprattutto la quantità di miscela adoperata.

- la strumentazione adottata;
- le profondità a cui sono state effettuate le prove e la distanza superficiale tra sorgente e centro del foro;
- la planimetria per un inquadramento di massima e per una visione più generale del sito di indagine e della prova down-hole. Inoltre si richiede sulla planimetria anche il posizionamento del punto di energizzazione in superficie;
- i segnali registrati dai trasduttori dei ricevitori e il corrispondente segnale di trigger, specificando per ciascuno di essi la profondità di prova, la direzione relativa e assoluta dei trasduttori dei ricevitori e il ricevitore d'appartenenza; i segnali dovranno essere disponibili sia in forma cartacea, come grafici in cui sull'asse delle ascisse sia riportato il tempo (in ms) e sull'asse delle ordinate il segnale (in mV), sia in forma numerica su supporto digitale; in alternativa alla stampa di tutti i sismogrammi relativi alle diverse profondità di misura sarà possibile allegare la stampa delle tracce assemblate attraverso apposito software di elaborazione geofisica, di cui andrà fornita una accurata descrizione delle caratteristiche in relazione; l'opzione di fornire il dato in forma aggregata è vivamente consigliata poiché permette la visualizzazione globale dell'andamento dei segnali in funzione della profondità, agevolando l'interpretazione ed elaborazione dati ed il relativo controllo di qualità; sebbene sia richiesta una lunghezza di registrazione pari ad 1 secondo, il sismografo dovrà essere settato in visualizzazione con una lunghezza tale da permettere il chiaro riconoscimento del trend dei primi arrivi (di tale materiale se ne richiedono le stampe originali di campagna);
- una tabella che riporti i tempi d'arrivo originali di arrivo ai geofoni delle onde P ed SH e corretti in funzione della distanza del punto di battuta dal foro di sondaggio, cioè i tempi di propagazione dell'onda elastica secondo l'asse del perforo, in funzione della profondità cui è collocato il sensore;
- un diagramma che riporti le dromocrone ricavate, dove sull'asse delle ascisse è riportato il tempo di arrivo corretto (in s) e sull'asse delle ordinate la profondità di misura in funzione della profondità (in m), con indicazione dei segmenti interpolanti i punti di misura, dalla cui pendenza si ricava la velocità di propagazione (da riportare chiaramente);

- un diagramma ad istogrammi in cui vanno riportate le velocità calcolate (in m/s) in funzione della profondità (in m);
- la documentazione fotografica relativa alle fasi di esecuzione della prova down-hole. Sarà opportuno che risultino visibili gli strumenti di energizzazione e il contesto ambientale.

L'ubicazione delle prove è riportata nella Tavola in **Allegato 1.**

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.3. PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO

7.3.1. Campioni disturbati

Nella quasi totalità dei n.38 fori, nel corso dei sondaggi, dovranno essere prelevati dei **campioni disturbati** in situ alla profondità di 0,50 m e 1,20 m rispetto al p.c. Su tali prelievi si dovranno eseguire unicamente le seguenti prove:

- Analisi Granulometriche
- Limiti di Atterberg

Si avranno un totale di **n.64 prelievi**.

Non saranno effettuati prelievi di campioni disturbati unicamente nei sondaggi S23, S18, S29, S30, S31 e S32.

7.3.2. Campioni indisturbati

In contemporanea alla realizzazione dei sondaggi si procede al prelievo di campioni indisturbati, che saranno sottoposti a prove di laboratorio.

I campioni indisturbati sono

- N.3 prelievi nel sondaggio S18 a 15 m alle rispettive profondità di 2, 10 e 15 metri;
- N.4 prelievi nei 16 sondaggi a 20 m alle rispettive profondità di 3, 5, 8 e 18 metri dal piano campagna
- N.5 prelievi nei 16 sondaggi a 30 metri alle rispettive profondità di 3, 8, 12, 18 e 25 metri dal piano campagna

Si avranno un totale di **n. 147 prelievi indisturbati** su tutti i n.38 sondaggi geognostici.

In particolare si effettueranno:

- analisi granulometriche
- peso di volume
- limiti di Atterberg di liquidità e di plasticità

- contenuto d'acqua naturale
- peso di volume allo stato naturale
- peso specifico dei granuli
- prova di taglio diretto CD
- prova di compressione edometrica
- prova triassiale consolidata drenata (C.I.D.)

Una volta esaminate le stratigrafie, potranno eventualmente essere modificate le prove necessarie da eseguire. Le prove di riconoscimento fisico vanno eseguite invece su tutti i campioni.

Si veda **Allegato 3** a fine relazione per un riepilogo delle prove e analisi previste.

7.3.2.1. Analisi granulometrica

Per le analisi granulometriche dovranno essere impiegati setacci o crivelli della serie C.N.R., U.N.I. o A.S.T.M.

Il campione da sottoporre ad analisi, una volta essiccato e pesato, verrà immerso in acqua fino al completo distacco della frazione fine dai granuli e la completa disgregazione dei grumi, favorendo l'operazione mediante agitazione meccanica.

Per le terre con grana di dimensioni maggiori di 0.075 mm l'analisi per vagliatura meccanica dovrà essere effettuata per "via secca". Se la terra presenta una non trascurabile percentuale di limi ed argille, di difficile separazione dalla frazione grossa, si dovrà ricorrere all'analisi granulometrica "umida", per l'allontanamento del passante al setaccio U.N.I. 0.075 (A.S.T.M. 200).

Alla frazione di terre passanti al setaccio suddetto, l'analisi dovrà, invece, essere effettuata con il metodo della sedimentazione mediante densimetro calibrato.

La relazione illustrativa contenente le informazioni sul sito e sui campioni, i risultati delle granulometrie riportati in appositi diagrammi e copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati.

Si prevedono prove su tutti i campioni indisturbati di terreno ottenuti.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2**.

7.3.2.2. Determinazione del peso di volume

Le prove consisteranno nella determinazione della massa volumica apparente di un terreno, ottenuto come rapporto tra la massa di un provino ed il suo volume (peso di volume naturale) e determinazione del rapporto tra la massa della frazione solida di un terreno ed il suo volume (peso specifico dei grani).

Il peso di volume naturale o massa volumica apparente dovrà essere ottenuto unicamente su provini indisturbati, avendo cura di non alterare in alcun modo le caratteristiche del campione durante il confezionamento del provino.

Per il confezionamento dei provini dovrà di norma essere impiegato un apposito tornietto da laboratorio, al fine di minimizzare il disturbo al campione; l'uso del tornietto potrà essere evitato per terreni a bassa consistenza, per i quali è possibile l'infissione a pressione di una fustella tarata mediante l'impiego di un idoneo campionatore.

In nessun caso la fustella sarà infissa manualmente nel terreno da campionare.

Il peso specifico dei grani o massa volumica reale dovrà essere ottenuto come valore medio di due determinazioni eseguite col metodo del picnometro calibrato su materiale omogeneo. Per l'eliminazione dell'aria intrappolata si dovrà impiegare una pompa per vuoto con pressione non superiore a 100 mm Hg.

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione sottoposto a prova;
- risultato della determinazione espresso in unità SI [Mg/m³] con definizione della terza cifra decimale;
- documentazione delle pesate eseguite e delle dimensioni dei provini;
- note sulla eventuale disomogeneità del campione ed indicazione della porzione a cui si riferisce la determinazione;
- valore medio del peso specifico dei grani;
- documentazione delle misure effettuate;

- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo impiegati (bilancia) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Si prevedono prove su tutti i campioni indisturbati di terreno ottenuti.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.3.2.3. Determinazione dei limiti di liquidità e di plasticità

Esiste una procedura standardizzata per la determinazione del limite di liquidità w_L . Un campione di terreno viene rimaneggiato con l'aggiunta di acqua distillata e successivamente mescolato. La prova consiste nel disporre tale miscela sul cucchiaio di Casagrande all'interno del quale viene praticato un solco. Il cucchiaio di Casagrande è conformato in modo tale da poterlo sollecitare con dei colpi; vengono contati i colpi necessari a far richiudere il solco per 13 mm di lunghezza. La prova viene ripetuta più volte con la stessa miscela in modo tale da ottenere dei risultati poco variabili. Successivamente viene ripetuto il tutto aggiungendo acqua all'impasto e si determina in questo modo un nuovo valore dei colpi necessari. Quando la prova è stata ripetuta più volte in un diagramma possono essere riportati i valori del contenuto d'acqua w in funzione dei colpi necessari. Il limite di liquidità convenzionalmente viene assunto pari a quello per il quale sono necessari 25 colpi.

Per la determinazione del limite plastico w_P vengono realizzati manualmente dei bastoncini dello spessore di 3,2mm sfruttando una lastra di vetro come appoggio. In corrispondenza del limite di plasticità tali bastoncini cominciano a fessurarsi. Generalmente la definizione del w_P viene fatta assumendo la media di 3 misurazioni.

Al di sotto del limite di plasticità il materiale non risulta più lavorabile e si entra nella zona in cui le caratteristiche sono di tipo semisolido.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.3.2.4. Determinazione del contenuto d'acqua naturale

Il contenuto d'acqua naturale è di norma indicato nei certificati con il simbolo "W" o "Wn".

Questa prova definisce il contenuto medio d'acqua del campione in analisi (espresso come valore percentuale di peso) e, nel caso in cui il campione fosse indisturbato, può essere adottato dal progettista come caratteristico del terreno in sito.

La determinazione del contenuto d'acqua medio del campione viene eseguita con tre misure su punti diversi della carota: da una serie di pesate del materiale umido e secco, è ricavabile la percentuale d'acqua per ognuna delle misure, per poi mediare i tre valori calcolati.

Quello che viene ottenuto sono valori percentuali di peso, da indicare nel certificato con approssimazione alla prima cifra decimale (questo vale per la stragrande maggioranza dei contenuti d'acqua).

Il dato può essere ben descritto dalla deviazione standard dei valori ottenuti o da altro indice statistico riportato nel certificato.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2**.

7.3.2.5. Determinazione del peso di volume allo stato naturale

La prova si articola nei seguenti punti:

- selezionare 3 parti di campione omogenee ed uguali tra loro
- per ogni campione sezionarne una parte di circa 30-40 mm. di altezza
- pesare la fustella dell'edometro o altra di volume noto
- mettere la fustella sul materiale ed applicare pressione tramite fustellatrice
- quando il materiale è penetrato per circa metà, sovrapporre altra fustella edometrica
- continuare ad applicare pressione fino ad essere certi che il materiale abbia completamente riempito la prima fustella
- levare la fustella superiore ed eliminare il materiale in eccesso con il filo di ferro e con molta accuratezza, servendosi di spatole ed altro
- indicare il volume della fustella (edometrica 40 cmc)
- estrarre il materiale dalla fustella e conservarlo per la determinazione del peso di volume secco
- il valore del peso di volume viene eseguita sulla media di tre provini, qualora la differenza del peso di volume tra i singoli provini è maggiore del 1% la prova viene ripetuta

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico allegato 2.

7.3.2.6. Determinazione del peso specifico dei granuli

Il peso specifico deve essere determinato ogni qual volta viene effettuata l'analisi granulometrica poiché rientra nei parametri di calcolo per l'elaborazione di diametri e percentuali della frazione fine (sedimentazione).

La prova si articola nei seguenti punti:

- prelevare 200 g di materiale essiccare in forno per almeno 12 h a $105\pm 5^{\circ}\text{C}$
- lasciare raffreddare a temperatura ambiente in essiccatoio
- pestellare il materiale essiccato
- numerare un picnometro di capacità nota (100 - 500 cmc)
- pesare una quantità di materiale secco pestellato
- mettere il materiale nel picnometro e versare acqua fino a circa $\frac{3}{4}$
- lasciare il materiale in acqua per 4h agitando di tanto in tanto
- far bollire il picnometro per far uscire l'aria in eccesso o servirsi della pompa a vuoto
 - versare nel picnometro altra acqua deareata fino a raggiungere la linea di fede
 - posizionare il tappo smerigliato
 - asciugare accuratamente il picnometro
 - pesare il picnometro con acqua e materiale
 - registrare la temperatura dell'acqua del picnometro
 - vuotare il picnometro e riempirlo di sola acqua deareata
 - pesare il picnometro con la sola acqua deareata ed indicarlo sul modulo della prova
 - misurare la temperatura
 - conservare altro materiale secco

Per terreni a granulometria più grossa eseguire le stesse procedure con picnometro da 1000 cc

Per terreni a granulometria molto grossa utilizzare il volumometro di acciaio

Il valore del peso specifico dei grani viene eseguito sulla media di due determinazioni.

Qualora la differenza del peso specifico dei grani ottenuto dalle due determinazioni (ρ_s) è maggiore del 0.5% la prova viene ripetuta.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.3.2.7. Prova di taglio diretto

La prova si effettua con l'impiego di speciali macchine costituite da un sistema di applicazione della pressione verticale, un sistema di applicazione dello sforzo tangenziale e da un sistema di misura di forze e deformazioni.

Il provino viene posizionato in una speciale cella detta scatola di Casagrande, che è costituita da due semiscatole per consentire lo scivolamento della parte superiore rispetto a quella inferiore. La prova viene condotta su almeno tre provini appartenenti allo stesso campione di terreno, preventivamente consolidati a tre valori di pressione differenti. Alla fine della fase di consolidazione, documentata attraverso la lettura dei cedimenti nel tempo, si procede con la fase del taglio imponendo una velocità di deformazione e registrando lo sforzo che ne consegue. Per determinare i parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate, la velocità di taglio deve essere sufficientemente contenuta affinché durante la fase di rottura non si riproducano sovrappressioni nei pori. Tale velocità dipende dalla permeabilità del suolo in esame ed è quindi correlata con la velocità di consolidazione. Per ogni provino si ottengono tre diversi valori di resistenza al taglio, proporzionali alle tre diverse pressioni di consolidazione applicate.

I valori di pressione ottenuti vengono utilizzati per stimare l'involuppo di rottura nel diagramma $\sigma - \tau$.

Sono previste un totale di **n. 81 prove di taglio diretto**. Si veda **Allegato 3** in fondo alla presente relazione per maggior dettaglio su numero e sondaggi in cui vanno eseguite.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.3.2.8. Prova di compressione edometrica

La prova edometrica consiste nell'applicare una pressione verticale ad un provino cilindrico di terreno in situazione di espansione laterale impedita, in modo da permettere il drenaggio dell'acqua

nella sola direzione verticale attraverso due pietre.

Dall'istante di applicazione della pressione verticale vengono misurati i cedimenti verticali che ne conseguono. Poiché i granuli della parte solida del campione e l'acqua che ne occupa gli spazi interstiziali si possono ritenere incompressibili, la variazione di volume registrata durante la fase di compressione è dovuta esclusivamente all'espulsione dell'acqua intergranulare ovvero alla riduzione dei pori. Prova eseguita secondo UNI CEN ISO/TS 17892

Nell'ambito della stessa prova e sullo stesso provino, si ripetono più fasi di compressione con pressioni che aumentano in maniera geometrica, lasciando ciascun carico per il tempo necessario affinché i cedimenti del provino si stabilizzino.

In questo modo si conducono più gradini di carico e, per ciascuno di essi, è possibile determinare una curva di consolidazione edometrica, ossia la curva cedimenti-tempo. Dall'analisi di questa curva, condotta secondo quanto previsto dalle teorie della consolidazione (Casagrande e Taylor), è possibile ricavare parametri che esprimono la velocità di consolidazione, ottenere l'entità dei cedimenti e determinare le caratteristiche di compressibilità di un suolo.

I valori di cedimento ottenuti per ciascun gradino di carico sono inoltre utili per tracciare il diagramma dell'indice dei pori in funzione della pressione, dal quale si possono inoltre dedurre il coefficiente di compressione e la pressione di consolidazione.

I dati ottenuti dalla prova edometrica sono di estrema importanza per ipotizzare il comportamento di un terreno sottoposto al carico di una fondazione o in qualsiasi situazione di sollecitazione di tipo edometrico.

Sono previste un totale di **n. 33 prove edometriche**. Si veda **Allegato 3** in fondo alla presente relazione per maggior dettaglio su numero e sondaggi in cui vanno eseguite.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2**.

7.3.2.9. Prova triassiale consolidata drenata (C.I.D.) e consolidata non drenata (C.I.U.)

La prova consiste nella determinazione dei parametri di resistenza al taglio in condizioni drenate e non, di campioni di terreno sottoposti a sollecitazioni di taglio. Le modalità operative delle prove si differenziano per la sola componente di drenaggio del contenuto d'acqua all'interno del campione prelevato.

Si effettueranno unicamente prove consolidate drenate.

La prova sarà eseguita su tre provini cilindrici o a sezione quadrata di diametro o lato non inferiore a 50 mm e rapporto diametro/altezza compreso tra 2 e 2.5 preparati con apposito tornietto campionatore a partire da campioni indisturbati; per materiali poco consistenti si potrà infiggere a pressione direttamente nel campione da analizzare apposita fustella calibrata; in nessun caso sarà possibile infiggere a mano la fustella. L'altezza dei provini dovrà in ogni caso essere maggiore di 6 volte il diametro massimo delle particelle costituenti il materiale in prova. Le facce terminali dei provini dovranno essere perfettamente piane e perpendicolari all'asse dei provini. La preparazione del provino dovrà avvenire in ambiente ad umidità controllata in modo da evitare qualsiasi variazione al contenuto d'acqua iniziale.

La prova si articolerà nelle due distinte fasi di consolidazione e di taglio.

Fase di consolidazione: nella fase di consolidazione verrà gradualmente incrementato il carico assiale applicato al provino fino al raggiungimento della pressione di consolidazione indicata dal DEC per ciascun provino. Durante la fase di consolidazione si monitoreranno le deformazioni assiali in funzione del tempo, in modo da poter stabilire la fine della fase di consolidazione primaria prima di ciascun incremento di carico, ad incrementi di carico controllati. I valori delle deformazioni assiali in funzione del tempo relativi all'ultimo gradino di carico saranno registrati e diagrammati in funzione del logaritmo o della radice quadrata del tempo per la determinazione del t100 di fine consolidazione assunto come parametro base per il calcolo della velocità di rottura.

Fase di rottura: nella fase di rottura verrà gradualmente incrementato il carico orizzontale fino ad ottenere deformazioni orizzontali non inferiori al 20% del diametro iniziale del provino. Al fine di evitare l'insorgere di sovrappressioni idrauliche conseguenti l'incremento tensionale, la velocità di deformazione V_r sarà stabilita sulla base del t100 di fine consolidazione.

Durante la fase di rottura si monitoreranno e si registreranno ad opportuni intervalli temporali i valori di spostamento orizzontale, deformazione verticale e resistenza al taglio.

Ove indicato, al termine della fase di rottura si procederà alla determinazione della resistenza residua effettuando almeno cinque cicli completi di andata e ritorno della scatola di taglio fino a fondo corsa alla medesima velocità di scorrimento adottata per la determinazione della resistenza di picco (procedura completa), controllando in ogni caso che si sia raggiunta la completa stabilizzazione della curva resistenza al taglio - scorrimento orizzontale.

La resistenza residua potrà essere determinata anche attraverso l'esecuzione di 5 cicli di taglio veloci, condotti a velocità di scorrimento compresa tra 1 e 2 mm/min. fino a deformazioni del 20% per ciascun ciclo, e di un ciclo di taglio finale con misura della resistenza al taglio in funzione dello scorrimento orizzontale, condotto alla medesima velocità di scorrimento adottata per la determinazione della resistenza di picco.

La documentazione minima da fornire dovrà comprendere:

- identificazione completa del campione e dei provini sottoposti a prova;
- dimensioni iniziali dei provini;
- peso di volume naturale, contenuto d'acqua e grado di saturazione iniziale e finale dei provini;
- tabella con la progressione di carico adottata in fase di consolidazione per ciascun provino;
- tabella con i valori della variazione di altezza e dei relativi tempi di acquisizione durante la fase di consolidazione per ciascun provino;
- diagramma deformazione verticale - logaritmo del tempo, o in alternativa deformazione verticale - radice quadrata del tempo per ciascun provino;
- valore del tempo di fine consolidazione t_{100} di ciascun provino;
- altezza dei provini al termine della fase di consolidazione;
- velocità di deformazione adottata nella fase di rottura;
- tabella di sintesi con i valori di resistenza al taglio, scorrimento orizzontale e deformazione verticale registrati per ciascun provino in fase di rottura;
- diagramma resistenza al taglio - scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- diagramma deformazione verticale - scorrimento orizzontale per ciascun provino;
- eventuale diagramma cumulato resistenza al taglio - scorrimento orizzontale per la determinazione della resistenza residua;
- valori della resistenza al taglio e dello scorrimento orizzontale a rottura per ciascun provino;
- eventuali valori della resistenza al taglio residua e del relativo scorrimento orizzontale per ciascun provino;

- rappresentazione dello stato di sollecitazione a rottura ed eventualmente allo stato residuo di tutti i provini sottoposti a prova espresso in termini di sforzi efficaci nel piano σ/τ con indicazione dell'involuppo di rottura;
- indicazione del valore di resistenza al taglio di picco ed eventualmente residua del campione esaminato espresso in termini di tensioni efficaci dai parametri c' e ϕ' ;
- documentazione delle misure effettuate;
- copia del certificato di taratura degli strumenti di misura e controllo (bilancia, comparatori millesimali o trasduttori lineari di spostamento, anelli dinamometrici o trasduttori di carico) di data non anteriore di sei mesi alla data di prova.

Sono previste un totale di **n. 49 prove triassiali consolidate drenate**. Si veda **Allegato 3** in fondo alla presente relazione per maggior dettaglio su numero e sondaggi in cui vanno eseguite.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico Allegato 2.

7.3.3. Prova LEFRANC

La prova è destinata a misurare la conducibilità idrica del terreno; a seconda della geometria realizzata in corrispondenza del tratto di foro prescelto e quindi della direzione del flusso che si instaura durante la prova, la permeabilità misurata sarà quella orizzontale (K_h), quella vertical (K_v) o una media tra le due ($K_h * K_v$).

Si esegue misurando gli assorbimenti di acqua, facendo filtrare quest'ultima attraverso un tratto di foro predeterminato.

E' una prova di permeabilità da eseguirsi in fase di avanzamento della perforazione in terreni non rocciosi, sotto falda o fuori falda, in quest'ultimo caso dopo avere saturato con acqua il terreno.

Nel caso di terreni a conducibilità non elevata si esegue a carico idraulico variabile; a carico idraulico costante nel caso di una elevata conducibilità.

Per l'esecuzione della prova è necessario che le pareti del foro siano rivestite con tubo di rivestimento per tutto il tratto non interessato alla prova.

La preparazione del tratto di terreno sarà effettuata secondo il tipo di schema (a,b,c) prescelto:

a. prova su fondo filtrante piano:

- perforazione con carotiere fino alla quota di prova;
- infiggere il rivestimento a secco negli ultimi 20-30 cm, per bloccare l'eventuale flusso dell'acqua;
- eseguire la pulizia del foro;

b. prova con filtro cilindrico:

- perforazione con carotiere fino alla quota di prova;
- rivestimento del foro fino alla quota raggiunta dalla perforazione, senza uso di fluido di circolazione almeno negli ultimi 100 cm di infissione;
- inserimento, nella colonna di rivestimento, di ghiaia molto lavata, fino a creare uno spessore di 60cm dal fondo del foro (solo nel caso di terreni che tendono a franare o a rifluire);
- sollevamento della batteria di rivestimento di 50cm, con solo tiro della sonda o comunque senza fluido di circolazione;
- misura ripetuta più volte del livello d'acqua nel foro;

c. determinazione del coefficiente di permeabilità verticale:

sarà necessario utilizzare una seconda colonna di rivestimento, interna a quella di sondaggio, alla cui estremità viene avvitato un cilindro di acciaio a pareti sottili sagomato a tagliente (tipo fustella per campioni indisturbati) da poter infiggere a pressione a fondo del foro, per un tratto pari a circa 2 diametri; tutta la batteria interna, cilindro terminale compreso, deve essere a tenuta.

Per la determinazione della permeabilità al di sopra del livello della falda freatica, le prove da eseguirsi dovranno essere precedute da una fase di saturazione, da considerarsi conclusa quando si raggiunga, in condizioni di portata immessa costante, la stabilità del livello dell'acqua all'interno del foro.

Tale fase di saturazione dovrà comunque avere una durata non inferiore a 30 minuti.

A) Metodo a carico idraulico variabile

Il metodo a carico idraulico variabile sarà eseguito mediante:

- riempimento con acqua fino alla estremità del rivestimento;

- misura del livello dell'acqua all'interno del tubo (senza ulteriori immissioni) a distanza di 15", 30", 1', 2', 4', 8', 15', 20', 25', 30', 45', 60' dall'inizio dell'abbassamento, fino all'esaurimento del medesimo o al raggiungimento del livello di falda.

Le prove a carico variabile al di sotto del livello della falda possono essere eseguite abbassando il livello dell'acqua nel foro di un'altezza nota e misurando la velocità di risalita del livello (prove di risalita), oppure riempiendo il foro d'acqua per un'altezza nota e misurando la velocità di abbassamento del livello (prova di abbassamento).

Il coefficiente di permeabilità K (m/s) può essere determinato utilizzando la seguente formula:

$$K = A / (F \cdot T)$$

Dove:

- A = area della sezione trasversale del foro al livello dell'acqua, cioè la sezione del rivestimento (m^2)
- F = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m);
- T = tempo di riequilibrio (basic time-lag) (s)

Il calcolo del fattore di forma F viene eseguito con la soluzione analitica indicata da Hvorslev (1951), scelta in base alla geometria della prova.

Per la determinazione di T si devono diagrammare i valori del rapporto h/h_0 , in scala logaritmica, con i corrispondenti valori di tempo t in scala decimale ($t = 0$ all'inizio della prova quando $h/h_0 = 1$, essendo h l'altezza misurata e h_0 l'altezza iniziale).

Si traccia poi la retta che meglio collega i punti sperimentali diagrammati.

In qualche caso, i punti sperimentali per valori di h/h_0 vicini ad 1 possono seguire una curva; ciò deve essere trascurato e la linea retta va tracciata attraverso i restanti punti.

Si disegna quindi una retta parallela a quella precedente, ma che passa per l'origine degli assi ($h/h_0 = 1$; $t = 0$).

Il valore del tempo t letto in corrispondenza del rapporto $h/h_0 = 0.37$ è il valore richiesto del tempo di riequilibrio T .

B) Metodo a carico idraulico costante

Il metodo a carico idraulico costante sarà eseguito mediante:

- immissione di acqua pulita nella batteria di rivestimento, fino alla determinazione di un carico idraulico costante, cui corrisponde una portata assorbita dal terreno costante e misurata;
- controllo della portata immessa a regime idraulico costante che sarà determinato con contaltri di sensibilità pari a 0.1 litri. La taratura del contaltri deve essere verificata in situ riempiendo un recipiente di volume noto e di capacità superiore a 100 litri;
- le condizioni di immissione a regime costante devono essere mantenute, senza variazione alcuna, per 10 - 20min;
- a partire dal momento dell'interruzione della prova, si misureranno gli abbassamenti progressivi del livello dell'acqua all'interno del rivestimento a distanza di 15", 30", 1', 2', 4', 8', 15', proseguendo fino all'esaurimento dell'abbassamento o al raggiungimento del livello della falda.

La prova di abbassamento e la prova a carico costante possono essere eseguite anche nel terreno al di sopra del livello della falda.

Il coefficiente di permeabilità K (m/s) viene determinato utilizzando la seguente formula:

$$K=Q/(F*h)$$

Dove:

- Q = portata immessa o emunta (m^3/sec);
- F = fattore di forma che dipende dalla geometria della prova (m);
- h = differenza di altezza del livello dell'acqua provocato dall'immissione dall'emungimento (m).

La documentazione di ciascuna prova comprenderà:

- informazioni generali;
- schema geometrico della prova;
- livello di falda;
- tempo di saturazione (se eseguita);
- portata a regime;

- letture degli abbassamenti in relazione ai tempi progressivi;
- interpretazione dei dati ottenuti e calcolo della permeabilità.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

7.4. Requisiti tecnici del laboratorio geotecnico

Le prove e le indagini geotecniche dovranno essere eseguite e certificate presso laboratori di cui all'art.59 del DPR 380/2001, del DM 17 gennaio 2018, Circolare 8/09/2010 n. 7618/STC del C.S.LL.PP.

7.5. POZZETTI GEOGNOSTICI ESPLORATIVI

Nelle immediate vicinanze di alcuni sondaggi, al fine di ottenere maggiori informazioni utili alla progettazione stradale, si realizzeranno tramite escavatore di pozzetti geognostici di profondità circa 2 metri.

I pozzetti da eseguire, stimati attualmente, sono in **totale n.10**. In corrispondenza di tali pozzetti si eseguiranno:

- Prova di carico su piastra
- Prelievo terreno per prova Proctor
- Prelievo terreno per determinazione CBR

In ogni pozzetto andranno eseguiti quindi n.4 prelievi di circa 15-20 kg di terreno ciascuno a profondità rispettivamente di 0,70 e 1,50 metri. In totale quindi si avranno **n.40 prelievi di terreno disturbato**.

POZZETTO	EST	NORD	PROF.	UBICAZIONE	PROVE LABORATORIO - Proctor mod e indice portanza CBR				PROVA CARICO SU PIASTRA (diam. 300 mm)
					N. Proctor	N. CBR	PROFONDITA' m	N. CAMPIONI (circa 40 kg terreno)	
N.			m						
P1	429794.5452	4518301.8041	2	Parallela via Nuova Bagnoli	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P2	429853.7959	4518416.0462	2	trav. Parallela via Nuova Bagnoli	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P3	430121.4373	4518455.0332	2	Parallela via Nuova Bagnoli	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P4	430241.6276	4518241.1228	2	trav. Parallela via Nuova Bagnoli	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P5	430471.9744	4518608.4924	2	Parallela via Nuova Bagnoli	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P6	430673.2107	4518464.2977	2	strada tra Rot. A e Rot. B	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P7	430610.834	4518306.8733	2	nuova strada collegamento Cabina	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P8	431035.9083	4518106.5139	2	prolung via Cocchia	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P9	431210.3584	4517766.3236	2	Rotatoria C	2	2	0,70 - 1,50	4	1
P10	430418.4092	4517140.2772	2	via Coroglio	2	2	0,70 - 1,50	4	1
TOTALE					20	20		40	10

Tabella 5 – Pozzetti geognostici esplorativi

7.5.1. Prove di carico su piastra PLT (Plate Load Test)

La prova consiste nella determinazione di una curva carico-cedimento e relativo modulo di deformazione, del terreno sottostante tramite una piastra metallica di dimensioni standard. Il carico sulla piastra viene applicato mediante un martinetto oleodinamico contrastato da una apposita struttura di contrasto.

È prevista l'esecuzione di **n.10 prove di carico su piastra** di diametro 30 cm nei punti di esecuzione dei pozzetti geognostici.

L'apparecchiatura dovrà essere composta da:

- Piastra circolare in acciaio di spessore non minore di 20 mm e del diametro di 300 mm, irrigidita con apposite nervature o mediante altra piastra in acciaio, sempre di spessore non minore di 20 mm e del diametro di 160 mm sovrapposta coassialmente ad essa;
- Una cerniera sferica per il centramento del carico, da posizionare immediatamente al di sopra della piastra;
- Un martinetto meccanico o idraulico di circa 50 kN di portata;

- Un dinamometro meccanico o idraulico della portata di circa 50 kN, con sensibilità di 0,5 kN;
- Prolunga di aste cilindriche per consentire diverse altezze;
- Tre comparatori centesimali con capacità di misura di 10 mm, sensibilità di 1/100 di mm;
- Tre bracci metallici snodabili porta-comparatori, muniti di dispositivo a vite micrometrica per l'azzeramento del comparatore;
- Un sostegno porta-comparatori costituito da due travi, sufficientemente rigide, di uguale lunghezza di almeno 1,2 metri ciascuna, incernierati tra loro da disporsi in opera su tre supporti;
- Sabbia (passante al setaccio da 2mm), Cazzuola, Contasecondi;
- Un filo a piombo, Termometro con scala da – 10 a + 60 °C.

La prova verrà eseguita secondo le seguenti fasi:

- Individuazione della zona da sottoporre a prova il più piana possibile, previo scotico e pulizia della vegetazione e rimozione di eventuali ostacoli all'approntamento dell'attrezzatura, avendo cura che non ci siano ciottoli o blocchi superiori a 10cm;
- Predisposizione del contrasto (ad es. parte posteriore di un autocarro) in grado di garantire un carico almeno doppio del carico di prova (ad es. 5000kg);
- Posa di un sottile strato di sabbia per eliminare le eventuali irregolarità superficiali;
- Montaggio dell'attrezzatura verificando che non ci siano interferenze tra appoggi del contrasto e comparatori posti a 120° e a 5mm da bordo della piastra;
- Compressione totale dei comparatori;
- Liberata la cerniera si applica un carico di 0,02N/mm² e si attende che i cedimenti si esauriscano;
- Il ciclo: Carico a 0,05N/mm² e prima lettura dei tre comparatori;
- Incrementi successivi di carico di 0,05 N/mm² fino a raggiungere 0,25 N/mm² (1 ogni minuto);
- Ad ogni incremento dovrà essere eseguita la lettura dei comparatori.
- Letto il cedimento relativo al carico massimo si esegue lo scarico completo;

- Il Ciclo: Incrementi successivi di carico di 0,05 N/mm² fino a raggiungere 0,20 N/mm² (1 ogni minuto);
- Lo sperimentatore misurerà la temperatura più volte nel corso della prova e alla fine della prova, ad attrezzatura rimossa verrà prelevato un campione di terreno per uno strato di 15cm con lo scopo di determinarne l'umidità relativa.

La prova dovrà essere elaborata in apposita relazione, consegnata al DEC ed all'Appaltante in n.3 copie cartacee e trasmessa anche in digitale, che dovrà contenere:

- Descrizione del sito, area di lavoro, delle condizioni (compresa temperatura e umidità ambiente) e posizione delle prove;
- Descrizione dell'attrezzatura;
- Determinazione dei moduli MD (N/mm²) come $\Delta P / \Delta S \times D$ dove ΔP incremento di pressione, ΔS incremento di cedimento, D diametro della piastra;
- Tabella delle letture che contenga l'assestamento iniziale ed i due cicli, indicando tempi, incrementi di carico, letture sui tre comparatori e media delle stesse;
- Diagramma delle prove su piano pressioni-cedimenti.

L'ubicazione dei pozzetti e delle prove è riportata nella Tavola in Allegato 1.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico Allegato 2.

7.5.2. Prove di compattazione e di portanza

La prova PROCTOR (in alcuni capitolati ANAS è anche denominata AASHTO Modificata) è uno dei caposaldi della geotecnica, e viene eseguita sia sui terreni di base dei rilevati e sia su quelli destinati a formare corpo dei rilevati di nuova costruzione. Serve a determinare la densità massima che quel terreno può presentare, se trattato in laboratorio con un procedimento (sostanzialmente di successive compattazioni) ben descritto dalle Norme e che ben conoscono tutti i laboratori geotecnici.

L'importanza di tale prova sussiste in quanto ripetutamente, in tutti i capitolati tecnici, si chiedono nelle costruzioni che riguardano le terre elementi qualitativi riscontrabili sotto forma di densità (eventualmente dopo compattazione) non minore di una certa percentuale della densità PROCTOR di quella determinata terra.

Il valore CBR, come definito dalla Norma CNR-UNI 10009 (Prove sui materiali stradali), è un indice di portanza.

L'ubicazione dei pozzetti e delle prove è riportata nella Tavola in **Allegato 1.**

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

8. VERIFICA DELLO STATO DI MANUTENZIONE DELLE OPERE DI MITIGAZIONE DA RISCHIO FRANA ESISTENTI SUL COSTONE POSILLIPO

La realizzazione delle opere a valle del costone Posillipo, quali nuovo TAF, adeguamento idraulico dell'esistente impianto di pretrattamento di Coroglio, sarà comunque subordinata alla progettazione, realizzazione e collaudo di opere di mitigazione del rischio idrogeologico/messa in sicurezza (es. opere attive di consolidamento, che integreranno le opere già esistenti in maniera diffusa sulla parte alta del versante, ovvero opere integrative passive di difesa delle strutture). Per cui in via preliminare, ai fini della progettazione definitiva ed esecutiva, si rende necessario verificare lo stato di manutenzione delle opere di mitigazioni esistenti, quali reti e barriere paramassi.

Siccome l'entità dei danneggiamenti a cui possono essere sottoposti i componenti delle opere di difesa proposti in progetto è di fatto estremamente variegata, risulta complesso definire con precisione, sia dal punto di vista qualitativo che quantitativo, le risorse necessarie per gli interventi di manutenzione.

Allo stato attuale si propone una stima indicativa delle attività e che potranno subire modifiche o integrazioni.

Per quanto su descritto si stima un importo complessivo, il cui valore è riportato, unitamente a quello delle altre indagini, nel computo metrico Allegato 2.

8.1. Verifica dello stato di manutenzione delle reti paramassi

Con riferimento alla reti paramassi utilizzate per la realizzazione degli interventi attivi in parete, si osserva che le principali anomalie da verificare nel corso delle ispezioni sono principalmente:

- lacerazione della rete dovuta a crolli (rete stirata o strappata);
- scuciture della rete nelle zone di sovrapposizione e giuntura;
- fenomeni di corrosione dei fili metallici e degli ancoraggi;
- crescita di piante e arbusti all'interno delle reti;
- fuoriuscita dell'ancoraggio dal foro;
- allentamento e diminuzione della tensione di reti ed ancoraggi.

8.2. Verifica dello stato di manutenzione delle barriere paramassi

Per quanto riguarda le barriere paramassi, le principali anomalie da verificare nel corso delle ispezioni sono principalmente:

- diminuzione della tensione delle funi;
- rotture o non buono stato dei pannelli di rete, ad esempio a seguito di un impatto;
- malfunzionamenti di agganci, redancie, snodi, freni, viteria, etc..

9. INDAGINI SU MANUFATTI ED EDIFICI IN C.A. ESISTENTI

Alcuni manufatti in c.a. esistenti sono oggetto di interventi di adeguamento oltre che di tipo funzionale, anche di tipo strutturale, pertanto, così come prescritto dalle norme vigenti, "Norme Tecniche per le Costruzioni" approvate con D.M. 17.01.2018, "Istruzioni per l'Applicazione dell'Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni" Circolare CSLPP n. 7 del 21.01.2019, "Linee guida per la valutazione delle caratteristiche del calcestruzzo in opera" approvate con Decreto del Presidente del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici n. 361 del 26.09.2017, su di essi dovranno eseguirsi prove distruttive (prelievo di carote di calcestruzzo, barre d'armatura, microcarote, etc.) per la caratterizzazione dei materiali. I manufatti di cui sopra sono:

- Canale Arena Sant'Antonio, in corrispondenza della sezione di collegamento col nuovo tratto a farsi (in corrispondenza del deposito ANM e case coloniche);
- Collettrice di Pianura, in corrispondenza dell'innesto con Arena Sant'Antonio in progetto;
- Deviazione emissario Coroglio per grigliatura reflui
- Impianto di pretrattamento di Coroglio (vasca di confluenza innesto e finestra laterale);
- Connessione a muro esistente recinzione hub Coroglio
- Inizio galleria Seiano

In corrispondenza, inoltre, dei manufatti per i quali è prevista la demolizione (canale ASA e collettrice di Pianura) dovranno essere eseguiti inoltre:

- Carotaggi e prelievi ambientali per la caratterizzazione a rifiuto dei calcestruzzi;
- Misura dello strato di sedimenti sul fondo dei canali esistenti e analisi qualitativa del sedimento.

Si veda **Allegato 1** per l'ubicazione delle prove.

9.1. PROVE SUGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN CALCESTRUZZO

Le procedure da applicare sono quelle indicate nelle "LINEE GUIDA PER LA VALUTAZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEL CALCESTRUZZO IN OPERA" edite dal Servizio Tecnico Centrale del C.S.LL.PP. del settembre 2017.

A titolo puramente indicativo e non esaustivo si riportano alcune delle prove a farsi sul calcestruzzo in

opera.

Prove distruttive mediante:

9.1.1. Estrazione di carote di calcestruzzo e prove a rottura in laboratorio

Il campionamento dei calcestruzzi da sottoporre alle indagini deve essere effettuato in sito da personale esperto mediante preliminare esame visivo, finalizzato alla individuazione della tipologia di calcestruzzo presente e delle forme apparenti di alterazione.

Le procedure per l'estrazione, la lavorazione dei campioni estratti per ottenere i provini e le relative modalità di prova a compressione sono descritte nelle UNI EN 12504-1 ("Prove sul calcestruzzo nelle strutture – Carote – Prelievo, esame e prova di compressione"), UNI EN 12390-1 ("Prova sul calcestruzzo indurito – Forma, dimensioni ed altri requisiti per provini e per casseforme"), UNI EN 12390-2 ("Prova sul calcestruzzo indurito – Confezionamento e stagionatura dei provini per prove di resistenza") e UNI EN 12390-3 ("Prova sul calcestruzzo indurito – Resistenza alla compressione dei Provini").

Si devono prendere in considerazione le seguenti avvertenze:

- il diametro delle carote deve essere almeno superiore a tre volte il diametro massimo degli aggregati (i diametri consigliati sono compresi tra 75 e 150 mm);
- le carote destinate alla valutazione della resistenza non dovrebbero contenere ferri d'armatura (si devono scartare i provini contenenti barre d'armatura inclinate o parallele all'asse). Qualora ciò non potesse essere evitato ci si deve aspettare che si verifichi una riduzione nella resistenza;
- le carote che presentano difetti devono essere valutate con cautela e separatamente. Le imperfezioni possono essere dovute, ad esempio, alla presenza di microfessurazioni, vuoti e disomogeneità, generate da segregazione nella posa in opera;
- il rapporto altezza/diametro (snellezza) dei provini deve essere possibilmente pari ad 1 o 2; si deve generalmente evitare, salvo casi particolari, che i provini abbiano snellezza inferiore a 1 o superiore a 2. Possono essere considerate carote con rapporto nominale 2 quelle con rapporto h/d compreso nel range $1,95 \div 2,05$ mentre possono essere considerate carote con rapporto nominale 1 quelle con rapporto h/d compreso nel range $0,95 \div 1,05$;
- è consigliabile effettuare i controlli su carote di snellezza pari a 1 quando si vuole operare in termini di resistenza cubica e quindi effettuare il confronto con R_c , mentre si suggerisce una snellezza pari

a 2 quando si vuole operare in termini di resistenza cilindrica e quindi effettuare il confronto con fc.;

- i campioni estratti devono essere protetti nelle fasi di lavorazione e di deposito rispetto all'essiccazione all'aria (condizioni ottimali sono la vasca o la camera di maturazione). Prima della rottura i campioni devono essere tenuti per almeno 24 ore all'aria;
- nel programmare l'estrazione dei campioni, si deve tener conto che la resistenza del calcestruzzo dipende dalla posizione o giacitura del getto.

È necessario, inoltre, verificare accuratamente, prima di sottoporre i campioni alla prova di compressione, il rispetto delle tolleranze previste dalla UNI EN 12390-1 come, ad esempio, la planarità delle superfici d'appoggio (0.0006 d [mm]) e l'ortogonalità fra le basi e le generatrici (0.5 mm).

Il rispetto delle prescrizioni previste dalla UNI EN 12504, dal prelievo fino alla preparazione dei provini prima delle prove, consente la riproducibilità e la ripetibilità dei risultati; un approccio grossolano ed inadeguato nel prelievo, nella lavorazione o nella preparazione dei provini, comporta in genere risultati non coerenti, dispersi, non significativi. Per tale ragione è sempre necessario che l'utensile di taglio sia periodicamente affilato, che la carotatrice sia rigidamente ancorata alla struttura, che l'asportazione dei detriti sia continua e che venga sempre effettuata la rettifica delle superfici terminali. È opportuno rammentare che per i calcestruzzi a bassa resistenza, tanto l'estrazione che la successiva manipolazione, taglio e rettifica in laboratorio possono compromettere l'integrità del campione; inoltre, con calcestruzzi di queste caratteristiche, è sempre opportuno evitare la rettifica sostituendola con la meno invasiva cappatura (capping).

La dispersione (variabilità) dei valori di resistenza tende ad aumentare al ridursi della dimensione dei campioni in prova ed all'aumentare del diametro massimo dell'aggregato. Si può minimizzare l'effetto della dispersione dei risultati aumentando il numero dei campioni di prova e quindi la loro rappresentatività statistica.

I campioni opportunamente catalogati, con indicazione dell'ubicazione di prelievo, verranno sigillati in appositi contenitori ed inviati al laboratorio petrografico specializzato.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2**.

prove per la determinazione di altre proprietà:

9.1.2. Individuazione armature e copriferro (Pacometriche)

Le prove pacometriche consistono nella misura del campo magnetico determinato dalla presenza di armature di acciaio in vicinanza della superficie del calcestruzzo degli elementi strutturali (travi, pilastri, pareti). Tali prove consentono di "leggere", in proiezione sulla superficie di calcestruzzo, la posizione delle armature, così da consentire una stima della misura dell'interferro e del copriferro delle armature longitudinali, presenti nel piano parallelo al piano d'indagine, e del passo delle staffe. L'utilizzo del pacometro, come strumento di prova non distruttivo, è regolato dalle norme BS 1881:204. Su ogni faccia delle superfici di calcestruzzo è individuabile la posizione delle barre di armatura. Ripetendo l'operazione su più sezioni dell'elemento, e disegnando sulla superficie dello stesso, mediante una matita o altro, una retta che passi per i punti individuati, sarà possibile tracciare il reticolo delle armature presenti in vicinanza della superficie indagata.

La prova pacometrica nel caso in esame sarà utilizzata solo per individuare le zone dell'elemento prive di armatura nelle quali eseguire il prelievo delle carote.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2**.

9.1.3. Determinazione in situ della profondità di carbonatazione del calcestruzzo

Nel corso delle operazioni di prelievo delle carote estratte sarà misurata la profondità di carbonatazione del calcestruzzo, così da valutare il potenziale grado di protezione alla corrosione delle barre di armatura. La misura della profondità di carbonatazione è regolata dalla norma UNI 9944. Essa avviene osservando il viraggio della fenoftaleina che, in ambiente basico, e quindi in assenza di carbonatazione, si colora di rosso – violetto. Pertanto, spruzzando sulla superficie cilindrica del campione, immediatamente dopo l'estrazione, una soluzione di fenoftaleina all'1% in alcol etilico, è osservabile il calcestruzzo carbonatato come quella parte che non mostra una colorazione rosso-violetto. La profondità di carbonatazione andrà misurata con la precisione del millimetro.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2**.

9.1.4. Analisi chimica

L'analisi chimica dovrà essere eseguita secondo la norma UNI EN 1744:2013.

Viene eseguita per la determinazione della presenza di cloruri e solfati su tutti i campioni prelevati dalle

microcarote.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

9.2. PROVE SU BARRE DI ARMATURA IN ACCIAIO

A titolo puramente indicativo e non esaustivo si elencano alcune delle prove a farsi su barre di armatura in acciaio in opera:

9.2.1. Estrazione di barre di armatura e prove a trazione in laboratorio

Si tratta della prova di trazione su barre d'armatura, così come regolata dalle NTC18 e dalla norma UNI EN 10002/1.

Contrariamente al calcestruzzo, l'acciaio, essendo un prodotto industrializzato, possiede una elevata stabilità di comportamento e le sue caratteristiche, all'epoca della realizzazione della struttura, sono accertate già presso lo stabilimento di produzione. È sembrato, pertanto, opportuno limitare il numero di prelievi, data la notevole invasività dell'operazione e, per quanto detto, l'usuale buona costanza di caratteristiche dell'acciaio.

Lo spezzone di barra da prelevare deve avere una lunghezza pari a circa 450 mm, per poter essere sottoposto alla prova di rottura per trazione in conformità alla norma UNI EN 10002/1.

È importante che il prelievo sia effettuato su elementi poco sollecitati. È inoltre preferibile che la barra, se prelevata dalla pila, non sia una barra d'angolo, essendo la sua funzione strutturale sicuramente più importante di quella delle eventuali barre intermedie. Analogamente, se si opera su una trave, sarà opportuno prelevare barre non sollecitate a trazione.

Particolare cura dovrà essere posta nel ripristino della capacità resistente originaria dell'elemento strutturale, verificando la saldabilità delle barre in opera, adottando l'opportuno tipo di elettrodo ed effettuando la saldatura tra il nuovo spezzone e la barra esistente con cordoni d'angolo di adeguata lunghezza, in ogni caso non mediante saldatura di testa.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

9.2.2. Corrosione dei ferri con il metodo del potenziale

La mappatura di potenziale è un metodo elettrochimico utilizzato per valutare lo stato di corrosione

delle armature. La tecnica prevede la misura del potenziale delle armature attraverso un elettrodo di riferimento (Cu/CuSO₄), appoggiato sulla superficie del calcestruzzo mediante una spugna umida per garantire il contatto elettrolitico. Questa caratteristica consente di definire estensione e intensità del fenomeno corrosivo sulle barre dell'armatura causato da diminuzione dell'alcalinità del calcestruzzo dovuta a fenomeni di carbonatazione o attacchi di sostanze aggressive.

La procedura prevede i seguenti passaggi:

- Preparare l'elettrodo con un'apposita soluzione ed inumidirlo almeno 12 ore prima della prova;
- Individuare la presenza di ferri di armatura con pacometro e segnare la loro presenza con un gesso colorato;
- Liberare le zone scelte dall'intonaco o quant'altro non faccia parte integrante del materiale in esame;
- Tracciare un reticolo con spaziatura 25 cm x 25 cm al fine di rilevare sui nodi i valori del potenziale;
- Scapitozzare il calcestruzzo superficiale sino a liberare il ferro d'armatura per una lunghezza di circa 15 cm o maggiore se richiesti dal Laboratorio;
- Collegare un polo del millivoltmetro ad una barra d'armatura e l'altro polo ad un elettrodo di riferimento che viene trascinato sulla superficie del materiale seguendo il reticolo tracciato;
- Spruzzare leggermente la superficie per renderla umida;
- Misurare il potenziale nei nodi del reticolato.

Dopo ogni rilevamento deve essere effettuata almeno una coppia di misure per effettuare la correlazione tra il potenziale misurato e la diminuzione percentuale di diametro delle armature. In questo modo è possibile, utilizzando rilievi precedentemente eseguiti ed elaborati, definire una legge lineare di correlazione tra potenziale e corrosione correggendo opportunamente i parametri di pendenza e intersezione.

Il riferimento è la Norma ASTM C876.

Le quantità previste sono riportate nel computo metrico **Allegato 2.**

9.3. Requisiti tecnici dei laboratori sui materiali

Ai sensi dell'articolo 100, co. 1 del Codice dei Contratti, relativo ai requisiti richiesti per l'esecuzione del contratto, è necessario che l'operatore disponga delle autorizzazioni ministeriali ai sensi dell'art. 59 co 1 e 2 del D.P.R. 6 giugno 2001 n. 380 ed, in particolare, di quelle relative ai seguenti servizi:

- Laboratorio per l'esecuzione e la certificazione delle prove sui materiali da costruzione di cui alla Circolare 8/09/2010 n. 7617/STC del C.S.LL.PP;
- Laboratori per prove e controlli sui materiali da costruzione su strutture e costruzioni esistenti di cui alla Circolare 3/12/2019 n. 633/STC del C.S.LL.PP.

9.4. UBICAZIONE DELLE INDAGINI SULLE STRUTTURE ESISTENTI

A seguito del sopralluogo del 23/02/2022 presso le aree interessate dai lavori e di un confronto ulteriore sul progetto da parte del gruppo di progettazione, si è resa necessaria una revisione - approfondimento sull'ubicazione delle indagini sulle strutture esistenti

A tal proposito, di seguito, si riepilogano i punti in corrispondenza dei quali effettuare le indagini sulle strutture e, per ciascun punto, il piano completo delle indagini nelle more di valutare ulteriormente il superamento di impedimenti legati al contesto urbano e all'ambiente non igienico in cui si opera, nonché alle limitazioni dovute ad esempio nel cercare di evitare movimenti di terra che, nell'aria di Bagnoli, risulta altamente inquinata.

9.5. INDAGINI SULLE STRUTTURE

Le indagini sulle strutture esistenti riguardano:

- il tratto "ASA case coloniche" esistente, laddove si innesta l'inizio del nuovo tratto "ASA case coloniche";
- il tratto "collettrice pianura" esistente, laddove si innesta una nuova deviazione della "collettrice pianura" poco prima del nuovo manufatto di confluenza "ASA – collettrice pianura";
- il tratto di "emissario Coroglio" esistente, laddove si innesta una nuova deviazione di "emissario Coroglio" che si innesta nel nuovo "ASA";
- "HUB Coroglio" esistente; in particolare la vasca di confluenza, la galleria Seiano (le pareti del

canale di emergenza) e il muro fuori terra;

- il tratto terminale "ASA" fuori terra

9.5.1. ASA CASE COLONICHE

Le indagini sulle strutture esistenti riguardano:

L'inizio del nuovo tratto "ASA case coloniche" si innesta laddove l'attuale canale da tombato diventa a cielo aperto.

A tal proposito, occorre conoscere la geometria e le caratteristiche dei materiali del tratto finale dell'attuale canale tombato.

In particolare, con riferimento alle foto 1 e 2, occorre:

- ✓ ricostruire la geometria interna;
- ✓ rilevare la tipologia (geometria) e il passo delle travi in acciaio del solettone di copertura;
- ✓ definire gli spessori della soletta di copertura, delle pareti e del solettone di fondo attraverso n° 3 microcarotaggi;
- ✓ definire l'armatura, con relativo copriferro, della soletta di copertura e delle pareti attraverso n° 3 pacometriche (nell'estradosso della soletta di copertura, nell'intradosso della soletta di copertura e nella parete verticale);
- ✓ definire le caratteristiche del calcestruzzo, attraverso il prelievo di n° 3 carote di calcestruzzo (uno nella soletta e due nelle due pareti), sulle quali effettuare prove dischiacciamento e di carbonatazione;

definire la presenza di cloruri e solfati, attraverso il prelievo di n° 3 carote di calcestruzzo (uno nella soletta e due nelle due pareti), sulle quali analisi chimiche;

- ✓ definire le caratteristiche dell'acciaio per c.a., attraverso il prelievo di n° 2 barre di armatura (uno nella soletta e una nelle pareti), sulle quali effettuare prove di trazione;
- ✓ valutare lo stato di corrosione dei ferri della soletta di copertura e dei pareti attraverso il metodo del potenziale.



Foto 1 – Vista sezione finale del tratto tombato nel quale si innesta il nuovo tratto iniziale



Foto 2 – Vista dall'alto del tratto finale tombato nel quale si innesta il nuovo tratto iniziale

9.5.2. COLLETRICE PIANURA

Nella parte finale dell'attuale collettoria pianura si innesta una nuova deviazione.

A tal proposito, occorre conoscere la geometria e le caratteristiche dei materiali del

trattofinale dell'attuale collettore pianura.

In particolare, con riferimento alle foto 3 – 4 – 5, occorre:

- ✓ ricostruire la geometria interna;
- ✓ definire gli spessori della soletta di copertura, delle pareti e del solettone di fondo attraverso n° 3 microcarotaggi;
- ✓ definire l'armatura, con relativo copriferro, della soletta di copertura e delle pareti attraverso n° 3 pacometriche (nell'estradosso della soletta di copertura, nell'intradosso della soletta di copertura e nella parete verticale);
- ✓ definire le caratteristiche del calcestruzzo, attraverso il prelievo di n° 3 carote di calcestruzzo (uno nella soletta e due nelle due pareti), sulle quali effettuare prove dischiacciamento e di carbonatazione;
- ✓ definire la presenza di cloruri e solfati, attraverso il prelievo di n° 3 carote di calcestruzzo (uno nella soletta e due nelle due pareti), sulle quali analisi chimiche;
- ✓ definire le caratteristiche dell'acciaio per c.a., attraverso il prelievo di n° 2 barre di armatura (uno nella soletta e una nelle pareti), sulle quali effettuare prove di trazione;
- ✓ valutare lo stato di corrosione dei ferri della soletta di copertura e dei pareti attraverso il metodo del potenziale.



Foto 3 – Vista dall'alto del tratto finale della collettore pianura



Foto 4 e 5 – Vista dall'alto di un piccolo tratto scoperto di solettone di copertura dal quale concentrare ed estendere le indagini sulle strutture

9.5.3. EMISSARIO COROGLIO

Nell'emissario Coroglio, ad una certa distanza dal HUB Coroglio, si innesta una nuova deviazione.

A tal proposito, occorre conoscere la geometria e le caratteristiche dei materiali del trattofinale dell'attuale emissario Coroglio.

In particolare, calandosi da una botola posta su via Pasquale Leonardi Cattolica, occorre:

- ricostruire la geometria interna;
- definire gli spessori della soletta di copertura, delle pareti e del solettone di fondo attraverso n° 3 microcarotaggi;
- definire l'armatura, con relativo copriferro, della soletta di copertura e delle pareti attraverso n° 3 pacometriche (nell'estradosso della soletta di copertura, nell'intradosso della soletta di copertura e nella parete verticale);
- definire le caratteristiche del calcestruzzo, attraverso il prelievo di n° 3 carote di calcestruzzo

(uno nella soletta e due nelle due pareti), sulle quali effettuare prove dischiacciamento e di carbonatazione;

- definire la presenza di cloruri e solfati, attraverso il prelievo di n° 3 carote di calcestruzzo (uno nella soletta e due nelle due pareti), sulle quali effettuare analisi chimiche;
- definire le caratteristiche dell'acciaio per c.a., attraverso il prelievo di n° 2 barre di armatura (uno nella soletta e una nelle pareti), sulle quali effettuare prove di trazione;
- valutare lo stato di corrosione dei ferri della soletta di copertura e dei pareti attraverso il metodo del potenziale.

9.5.4. HUB COROGLIO

Nell'area di HUB Coroglio occorre indagare la vasca di confluenza esistente, l'inizio della galleria Seiano e il muro esterno esistente.

In particolare, nelle foto 6 – 7 – 8 – 9 – 10, di seguito riportate, sono indicati i punti in corrispondenza dei quali indagare.



Foto 6 – Vista dall'alto della vasca di confluenza (lato canale di emergenza) con indicazione punti da indagare



Foto 7 – Vista dall'alto della vasca di confluenza con indicazione punti da indagare



Foto 8 – Vista dall'alto della vasca di confluenza con indicazione punti da indagare



Foto 9 – Vista interno canale di emergenza



Foto 10 – Vista muro esterno

Per quanto riguarda le tipologie di indagini, occorre:

- ✓ definire gli spessori attraverso microcarotaggi;
- ✓ definire l'armatura attraverso pacometriche;
- ✓ definire le caratteristiche del calcestruzzo, attraverso il prelievo di carote di calcestruzzo, sulle quali effettuare prove di schiacciamento e di carbonatazione;
- ✓ definire la presenza di cloruri e solfati, attraverso il prelievo di carote di calcestruzzo, sulle quali analisi chimiche;
- ✓ definire le caratteristiche dell'acciaio per c.a., attraverso il prelievo di barre di armatura, sulle quali effettuare prove di trazione;
- ✓ valutare lo stato di corrosione dei ferri della soletta di copertura e delle pareti attraverso il metodo del potenziale.

Le quantità sono riportate nella tabella seguente:

OPERA	UBICAZIONE	PRELIEVI			INDAGINI					
		IMPIANTO CANTIERE	ESTRAZIONE CAROTA	ESTRAZIONE BARRA	ANALISI CHIMICA	PACOMETRO	CARBONATAZIONE	MISURA POTENZIALE	PROVA DI TRAZIONE	PROVA SCHIACCIAM.
HUB COROGLIO										
Indagini su C.A.	Vasca di confluenza esistente - finestra laterale	1	6	3	3	6	3	3	3	3
Indagini su C.A.	Vasca di confluenza esistente - innesto	1	6	3	3	6	3	3	3	3
Indagini su C.A.	Connessione a muro esistente	1	6			6	1			3
Indagini su C.A.	Inizio galleria Seiano	1	6	1		6	1		1	3
<i>Totale</i>		4	24	7	6	24	8	6	7	12

9.5.5. TRATTO TERMINALE ASA

Per il tratto terminale "ASA", riportato nella foto 11, occorre ricostruire la sola geometria e, con eventuali microcarotaggi, gli spessori della struttura per definire le quantità nel piano di demolizione, dato che tale tratto andrà demolito.



Foto 11 – Tratto finale ASA da demolire

10. RILIEVI ED INDAGINI PER IL PROGETTO DELLO SBOCCO A MARE DELL’ASA, DELLA TERZA CONDOTTA SOTTOMARINA A SERVIZIO DELL’IMPIANTO DI COROGLIO E DELLE CONDOTTE SOTTOMARINE A SERVIZIO DEL CRIMA

Nel presente documento vengono illustrate le indagini che verranno eseguite negli specchi acquei interessati dalla realizzazione delle opere di progetto e nello specifico:

- specchio acqueo ubicato immediatamente a Sud dell’istmo di Nisida ove si prevede lo sbocco a mare del nuovo collettore ASA;
- specchio acqueo antistante la “Cala Badessa” ove si prevede la realizzazione della terza condotta sottomarina ad integrazione delle n. 2 esistenti a servizio dell’impianto di pre-trattamento di Coroglio; tale specchio acqueo è inoltre interessato dallo scarico a mare della galleria scolmatrice esistente, anche essa a servizio dell’impianto di pre-trattamento di Coroglio;
- specchio acqueo antistante il futuro arenile di Bagnoli, nell’area posta in adiacenza al pontile Nord, ove si prevede la realizzazione delle condotte di carico e scarico del Centro di ricerca denominato CRIMA;

Come più dettagliatamente illustrato nel seguito, le indagini sono finalizzate ad acquisire gli elementi utili alla progettazione dei suddetti interventi (batimetria, stratigrafia dei fondali di posa, presenza di masse metalliche e/o di reperti archeologici, etc.).

10.1. Indagine geomorfologica Side Scan Sonar

Le indagini geomorfologiche previste a copertura dell’intera area di indagine avranno l’obiettivo di individuare l’eventuale presenza di biocenosi protette, a definire la morfologia del fondale presente (sabbioso o roccioso) e ad individuare la presenza di eventuali target.

L’attrezzatura proposta per il rilievo si compone del sonar a scansione laterale (towfish) EDGETECH 4125 ULTRA HIGH RESOLUTION 1.600 KHz che acquisisce il dato (sonogramma) che viene trasmesso tramite il cavo (tow cable) al pc portatile (laptop computer) attraverso il collegamento ethernet dal laptop.

Il risultato del rilievo geomorfologico Side Scan Sonar è un mosaico georeferenziato caratterizzato da immagini digitali dove ciascun pixel rappresenta una cella di fondale, ottenendo pertanto un sonogramma che corrisponde ad una pseudo-fotografia del fondale risultante dalla “mosaicatura” di tante strisce corrispondenti a successivi segnali ricevuti dal fondale in seguito all’invio di un impulso.

Si prevede di eseguire tale indagine per una fascia di ampiezza 50 m sia lungo il tracciato della terza condotta sottomarina di Coroglio (per uno sviluppo di circa 1300 m) che lungo il tracciato delle condotte CRIMA (per uno sviluppo di circa 900 m).

10.2. Rilievi stratigrafici mediante Sub Bottom Profiler

I rilievi sub-bottom verranno eseguiti lungo preassegnati transetti in direzione ortogonale alla linea di costa nell'area interessata dai tracciati delle nuove condotte sottomarine (terza condotta sottomarina a servizio dell'impianto di Coroglio e condotte di carico e scarico CRIMA). Il Sub Bottom Profiler (SBP) restituirà il profilo stratigrafico del fondale ad alta risoluzione (comprensivo di profilo batimetrico), considerando che le profondità di penetrazione variano a seconda del sedimento presente.

Per la realizzazione del rilievo stratigrafico sarà utilizzato il sistema KONGSBERG EA40, interfacciato al sistema di posizionamento PDS2000, sul quale saranno visualizzati i tracciati delle condotte da realizzare.

Si prevede di eseguire n. 3 transetti ciascuno di sviluppo complessivo pari a 2200 m (di cui circa 1300 m lungo il tracciato della terza condotta sottomarina di Coroglio e circa 900 m lungo il tracciato delle condotte CRIMA).

10.3. Rilievi magnetometrici

L'uso del magnetometro permetterà l'identificazione di target metallici sepolti e non, e l'interfacciamento con l'unità DGPS/RTK ne fornirà la perfetta localizzazione. Di ogni punto e di ogni misura per la ricerca di ordigni bellici, masse ferrose sepolte sarà riportata specifica indicazione nel verbale di campionamento (ora di misura, coordinate esatte, nonché tutte le eventuali annotazioni, etc.).

Il magnetometro utilizzato sarà il Geometric G882 interfacciato al sistema di navigazione PDS 2000 e posizionamento DGPS.

Anche in tal caso si prevede di eseguire n. 3 transetti ciascuno di sviluppo complessivo pari a 2200 m (di cui circa 1300 m lungo il tracciato della terza condotta sottomarina di Coroglio e circa 900 m lungo il tracciato delle condotte CRIMA).

10.4. Video-ispezione del fondale marino

Ispezione subacquea di dettaglio in corrispondenza del punto di connessione della terza condotta sottomarina alla condotta DN1200 esistente.

Per ubicazione e computo indagini si vedano **Allegati 1 e 2.**

ALLEGATO 3 – Tabellone riepilogo sondaggi geognostici e prove

ALLEGATO 3 - Tabellone riepilogo sondaggi geognostici

N. SONDAGGIO	PROFONDITA' m	POSIZIONE		UBICAZIONE	PRELIEVO CAMPIONI				PROVE LABORATORIO							PROVE IN FORO Standard Penetration Test		PIEZOMETRI TUBO APERTO (20 m)	PROVA HVSR	PROVA DOWN HOLE (30 m)	Cassette catalogatrici	
		EST	NORD		CD = camp. DISTURBATO profondità prelievo (m)	N.	CI = camp. INDISTURBATO profondità prelievo (m)	N.	ANALISI GRANULOM.	LIMITI ATTERBERG	PESO SPECIFICO	CONT. ACQUA PESO VOLUME	PROVA EDOMETRICA	PROVA DI TAGLIO DIRETTO	PROVA TRIASSIALE C.I.D.	N. SPT	PROFONDITA' m					
S 1	20	429789.9731	4518307.1706	VIABILITA' parallela via Nuova Bagnoli	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15			4		
S 2	30	429849.2193	4518305.1478	impianto VAS-2	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20			1	6	
S 3	20	429838.1077	4518447.9258	VIABILITA' traversa via nuova Bagnoli	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15				4	
S 4	20	430117.6898	4518460.8985	VIABILITA' parallela via nuova Bagnoli	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15	1			4	
S 5	20	430248.9239	4518241.2503	VIABILITA' traversa via nuova Bagnoli	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15				4	
S 6	20	430372.3402	4518561.8066	VIABILITA' parallela via nuova Bagnoli	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15				4	
S 11	20	430590.4457	4518378.0982	VIABILITA' strada collegam. Cabina elettrica	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15	1			4	
S 15	20	431135.2715	4518240.9217	VIABILITA' area Eternit	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15				4	
S 16	20	431163.6456	4518139.2354	VIABILITA' area Eternit	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15				4	
S 21	30	431202.0099	4517766.8927	VIABILITA' rotatoria "C" via P.L. Cattolica	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1	6	
S 23	2	431126.0098	4517608.7722	VIABILITA' carotaggio piattaforma via Cattolica	--		--										--				1	
S 24	30	431098.445	4517539.3089	VIABILITA' via P.L. Cattolica	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1	6	
S 25	30	430944.0512	4517210.3869	VIABILITA' via P.L. Cattolica	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1	6	
S 33	20	430296.1454	4516833.8508	VIABILITA' via Nisida	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15				4	
S 34	20	430420.1353	4517133.0093	VIABILITA' via Coroglio	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15	1			4	
S 35	20	430309.9468	4517493.6566	CUNICOLO via Coroglio	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15				4	
S 7	30	430510.5806	4518756.1274	CONDOTTE PREMENTI porta del parco	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20				1	6
S 8	30	430501.4555	4518787.2184	CONDOTTE PREMENTI via Nuova Agnano ^ via Diocleziano	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20				1	6
S 9	30	430426.5598	4519084.4044	CONDOTTE PREMENTI via Nuova Agnano ^ via Beccadelli	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20				1	6
S 10	30	430438.3266	4519125.2725	CONDOTTE PREMENTI via Nuova Agnano ^ via Beccadelli	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20				1	6
S 18	15	430749.4073	4518239.3034	CONDOTTA PREMENTE verso Pianura	--		2 - 10 - 15	3	6	3	6	3	1	1	1	3	2 - 10 - 15					3
S 19	30	430625.3546	4518195.5414	CONDOTTE PREMENTI manufatto	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
S 36	20	430686.9531	4517183.0762	CONDOTTE PREMENTI interferenza con linea 6	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15					4
S 37	20	430541.1293	4517666.1101	CONDOTTE PREMENTI tracciato zona ex Ilva	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15					4
S 12	30	431086.8093	4518635.2574	ASA tratto iniziale case coloniche	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
S 13	20	430969.9914	4518413.7517	ASA tratto iniziale case coloniche	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15					4
S 14	20	430932.316	4518341.6925	ASA tratto iniziale case coloniche	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15	1				4
S 17	30	430899.0939	4518257.2137	ASA manufatto confluenza Pianura e case coloniche	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
S 20	20	431011.5243	4517880.5211	ASA acciaieria	0,50 - 1,20	2	3 - 5 - 8 - 18	4	10	6	10	4	1	2	1	4	2 - 7,5-10 - 15	1				4
S 22	30	430922.5737	4517282.5209	ASA incrocio con Linea 6	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
S 28	30	430732.7432	4517145.8709	ASA nuovo manufatto grigliatura area Cementir	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
S 29	12	430684.8652	4517114.0889	ASA tracciato in area Cementir	--		--										--					3
S 30	12	430509.3204	4517045.1119	ASA tracciato in area Cementir	--		--										--					3
S 31	12	430409.8149	4516924.075	ASA tratto finale via Nisida	--		--										--					3
S 32	12	430389.4972	4516813.6382	ASA tratto finale via Nisida	--		--										--					3
S 26	30	430827.6516	4517085.9258	HUB TAF 3	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
S 27	30	430748.5277	4517055.7096	HUB nuovo manufatto trattamenti	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
S 38	30	430659.8498	4516965.8001	COSTONE POSILIPO via Discesa Coroglio	0,50 - 1,20	2	3 - 8 - 12 - 18 - 25	5	12	7	12	5	1	3	2	5	2 - 7,5-11,50 - 15 - 20		1	1		6
TOTALE	865					64		147	358	211	358	147	33	81	49	147		5	11	16		176