

**S.S. 268 "DEL VESUVIO"
RADDOPPIO DA DUE A QUATTRO CORSIE DELLA STATALE
dal Km 19+550 al Km 29+300
IN CORRISPONDENZA DELLO SVINCOLO DI ANGRÌ**

1° Lotto, dal Km 19+554 al Km 23+100

PROGETTO DEFINITIVO

COD. NA234

**PROGETTAZIONE: R.T.I.: PROGER S.p.A. (capogruppo mandataria)
PROGIN S.p.A. - INTEGRA CONSORZIO STABILE
IDROESSE Engineering S.r.l. - Prometeoengineering.it S.r.l. - ART S.r.l.**

RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Prof. Ing. Antonio GRIMALDI (Progin S.p.A.)

CAPOGRUPPO MANDATARIA:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Stefano PALLAVICINI

GEOLOGO:

Dott. Geol. Giosafatte NOCERINO (Prometeoengineering.it S.r.l.)

MANDANTI:



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Lorenzo INFANTE



Direttore Tecnico:
Prof. Ing. Franco BRAGA

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Nicola SCIARRA (Proger S.p.A.)



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alberto CECCHINI



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Alessandro FOCARACCI

PROJECT MANAGER DELL'R.T.I.:

Dott. Ing. Carlo LISTORTI (Proger S.p.A.)

VISTO: RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. Antonio SCALAMANDRÈ



Direttore Tecnico:
Dott. Ing. Ivo FRESIA

**STUDI GENERALI
GEOLOGIA, IDROGEOLOGIA E GEOTECNICA**

Piano delle indagini geognostiche e geofisiche

CODICE PROGETTO

NOME FILE

REVISIONE

SCALA:

T01SG00GETORE01_A.d

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

DPNA0234 D 19

DICEMBRE
ELAB.

T01SG00GETRE01

A

-

A

Emissione

15/07/2020

Mattozzi

Focaracci

Nocerino

REV.

DESCRIZIONE

DATA

REDATTO

VERIFICATO

APPROVATO

1	INTRODUZIONE	2
2	INDAGINI GEOGNOSTICHE DEL 1986 LOTTI 1 E 2	2
3	INDAGINI DI PRIMA FASE ESEGUITE LOTTO 1 E 2.....	2
4	APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	4
5	PROPOSTA DI INDAGINI	5
6	RACCOMANDAZIONI	6
7	ALLEGATI	9

T01SG00GETRE01_A

1 INTRODUZIONE

La presente nota illustra il piano di indagini geognostiche ad integrazione e completamento di quanto realizzato (prima fase) e denominato piano di indagine di seconda Fase in riferimento alle attività di progettazione definitiva dell'intervento di raddoppio da due a quattro corsie della statale dal km 19+550 al km 29+300 in corrispondenza dello svincolo di Angri della S.S. 268 "del Vesuvio" 1° e 2° lotto.

D'accordo con la Committente si è proceduto ad una prima fase di indagini geognostiche per la individuazione delle principali formazioni geologiche e delle loro caratteristiche meccaniche preliminari nonché di un profilo anch'esso di prima fase, che deve essere necessariamente dettagliato da indagini specifiche sulle singole opere d'arte e che va ad integrare e completare quando realizzato in fase 1. Inoltre le indagini devono essere tali in termini di numerosità da coprire le molte opere d'arte presenti lungo il tracciato, come richiesto dalla normativa vigente.

2 INDAGINI GEOGNOSTICHE DEL 1986 LOTTI 1 E 2

Sono state reperite le stratigrafie di n. 14 sondaggi a carotaggio continuo realizzati nel 1986 a cui sono associate n. 148 SPT.

3 INDAGINI DI PRIMA FASE ESEGUITE LOTTO 1 E 2

Nell'ambito del progetto summenzionato è stata effettuata una sola campagna di indagini relativa al lotto 1 e al lotto 2. Le indagini sono finalizzate alla determinazione delle caratteristiche geotecniche e alla definizione stratigrafica in chiave geolitologica e hanno previsto la realizzazione di:

- n. 14 sondaggi geognostici verticali a carotaggio continuo finalizzati alla definizione della sequenza stratigrafica e condizionati con tubo piezometrico (sigla Sn-PZ) o con tubazione per prova down-hole (sigla Sn-DH), ad eccezione dei sondaggi S09-DH e S11-DH.
- n. 64 prove penetrometriche SPT;
- n. 28 prelievi di campioni indisturbati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n. 67 prelievi di campioni rimaneggiati da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n. 18 prelievi di campioni litoidi da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");

T01SG00GETRE01_A

- n. 13 pozzetti esplorativi spinti alla profondità di 2 m dal p.c..
- n. 13 prelievi di campioni rimaneggiati prelevati dai pozzetti esplorativi, da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico (cfr. "Documentazione prove di laboratorio geotecnico");
- n. 14 prove penetrometriche statiche C.P.T.U. per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;
- n. 13 prove penetrometriche dinamiche DPSH per la caratterizzazione dei terreni del sottosuolo;
- n. 13 prove di carico su piastra in corrispondenza dei pozzetti esplorativi
- n. 8 prove di permeabilità di tipo Lefranc;

Sono state realizzate inoltre:

- n. 6 prove down hole
- n. 2 prove masw.

I depositi rinvenuti possono essere inquadrati nei seguenti tipi litologici:

- A. Depositi piroclastici sciolti a prevalente componente di cenere con variabili ma
- B. Subordinate frazioni di elementi pomicei, litici o scoriacei
- C. Depositi piroclastici sciolti pomicei e litici privi di matrice o con matrice subordinata
- D. Lava.
- E. Depositi piroclastici coerenti a variabile grado di cementazione (tufo).

Sono inoltre presenti depositi eterogenei di rilevati stradali.

T01SG00GETRE01_A

**PROGER****PROGIN****PROMETEO****INTEGRA****IDROESSE**
ENGINEERING

4 APPROCCIO METODOLOGICO ALLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nella campagna di indagine di prima fase sono state individuate le formazioni litologiche tipiche della zona in esame e la loro possibile sequenza stratigrafica.

Spesso a causa di problematiche di accesso ai luoghi stabiliti per il posizionamento delle indagini e dei relativi permessi dei proprietari è stato necessario adattare la distribuzione alle reali particolarità dell'area oggetto dell'intervento ed in alcuni casi il risultato è stato un distanziamento ulteriore delle verticali di indagine che dovrà essere colmato in seconda fase.

Dalla prima ricostruzione della sequenza stratigrafica risulta necessario un approfondimento,

- sulla sequenza piroclastica che è risultata abbastanza complessa e variabile sia dal punto vista granulometrico, che dei contatti
- sulla posizione del substrato roccioso, sia per il corretto dimensionamento delle fondazioni profonde, sia per l'esatta classificazione delle categorie di sottosuolo ai fini della caratterizzazione sismica dell'area che influenza a sua volta il dimensionamento delle opere d'arte ed in particolare dei viadotti, certamente quelli nuovi in variante ma soprattutto l'adeguamento degli esistenti.
- sulla idrogeologia in generale, è stato individuato un livello di falda che dal punto di vista delle quote sale da circa -10m fino a circa -2.0m dal p.c. procedendo da Napoli verso Angri, ma soprattutto tra la parte iniziale e quella centrale del primo lotto non è stato registrato in alcuni sondaggi, un definito livello falda. Tale situazione necessita di una integrazione dei dati a disposizione nella seconda fase di indagini poiché, le condizioni idrogeologiche influenzano la capacità portante delle fondazioni su pali e il dimensionamento delle opere idrauliche di smaltimento delle acque di piattaforma.
- La caratterizzazione geotecnica preliminare ha individuato in via preliminare 7 unità geotecniche in funzione delle proprietà geolitologiche, granulometriche e di deposizione, le cui caratteristiche di resistenza e deformabilità sono state dedotte dalle prove SPT, CPTU, DPSH e di laboratorio effettuate, che hanno mostrato fino ad ora dal punto di vista geotecnico una bassa variabilità, in rapporto alla marcata anisotropia di tipo geologico, soprattutto dovuta al disomogeneo grado di addensamento delle formazioni attraversate. Le ulteriori indagini dovranno confermare o meno questa prima ipotesi progettuale.
- La presenza lungo il tracciato di importanti rilevati in termini di altezza ed estensioni in molti casi in affiancamento agli esistenti necessita di una corretta individuazione delle caratteristiche di deformabilità al variare della profondità indagata. Infatti è noto che prove in situ la cui caratteristica fondamentale è quella di portare il terreno a rottura, vedi le prove penetrometriche

T01SG00GETRE01_A



PROGER

PROGIN



INTEGRA



IDROESSE
ENGINEERING

sia statiche che dinamiche, sono meno precise nella determinazione della deformabilità, caratteristiche che si sviluppa prima della rottura e che viene quindi persa con questa tipologia di prove, seppur utilissime poiché continue, poco costose e realizzabili in grandi quantità. La deformabilità può essere utilmente ricavata dalle curve sforzi deformazioni, ricavata dalle prove di laboratorio quando è possibile ottenere provini indisturbati. In ultima analisi è opportuno associare alle indagini citate delle prove di deformabilità specifiche a cui associare un'analisi generale di tipo critico.

5 PROPOSTA DI INDAGINI

Per quanto specificato al paragrafo precedente si propongono le seguenti tipologie di indagine ad integrazione dei dati a disposizione.

1. Sondaggi a carotaggio continuo attrezzati con piezometro a tubo aperto Sxx-**PZ** al fine di definire il livello di falda che interagisce con le opere in progetto.
2. Sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di Down – hole Sxx-**DH** al fine di un dettaglio della categoria di sottosuolo come previsto dalla normativa vigente.
3. In corrispondenza dei rilevati realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove pressiometriche tipo Menard Sxx-**PMT**. Alcuni di questi saranno infine attrezzati con piezometro a tubo aperto Sxx -**PMT-PZ**.
4. Intervallati ai sondaggi con pressiometriche, sempre in corrispondenza dei rilevati, si prevede la realizzazione di prove dilatometriche **DTM-xx** che permettono recando il minimo disturbo al terreno, una misura diretta di un parametro di deformabilità, che può essere poi associato ad un modulo di deformabilità utile nelle analisi (analogamente al caso delle pressiometriche che però avvengono in maniera maggiormente puntuale).
5. Realizzazione di prove CPTU o il alternativa DPSH , nelle zone che richiedono un approfondimento delle caratteristiche geotecniche o dove sono presenti viadotti estesi, in modo da poter aumentare il numero delle verticali indagate e di conseguenza aumentando il grado di conoscenza poter calibrare i coefficienti di sicurezza come previsto dalla normativa vigente.
6. Realizzazione di prove SPT pari ad almeno una per ogni cassetta nei sondaggi tipo Sxx – PMT e Sxx-PMT-PZ ed almeno 2 per ogni cassetta nei sondaggi tipo Sxx -PZ e Sxx-DH
7. Prelievo di n. 3 campioni indisturbati e 4 rimaneggiati da sottoporre ad indagini di laboratorio, secondo il riepilogo allegato.

T01SG00GETRE01_A

8. Realizzazione di stese sismiche a rifrazione per la determinazione delle velocità equivalenti, la possibilità associata ai sondaggi di ottenere una traccia per il profilo complessivo, la posizione del bedrock e la stima generalizzata dei moduli elastici.

6 RACCOMANDAZIONI

In base alle indagini proposte si suggeriscono le seguenti ulteriori raccomandazioni rispetto a quanto previsto dal capitolato speciale ANAS per le indagini geotecniche:

● In generale

- si suggerisce di procedere prima alla realizzazione della campagna di prove CPTU, DPSH - DMT e con un minimo di distanza temporale alla partenza della campagna di sondaggi a carotaggio continuo. Questo permetterà di valutare ed eventualmente aggiornare in corso d'opera la disposizione e la tipologia delle indagini.
- Registrare in tutti i sondaggi il livello di falda incontrato durante la perforazione.

● Prova dilatometrica.

Il dilatometro sarà spinto verticalmente nel terreno arrestando la penetrazione ad intervalli di 20 cm per l'esecuzione delle misure. Durante l'infissione il segnale acustico (o audiovisivo) sarà sempre attivato e la valvola di sfiato dovrà essere aperta. Raggiunta la quota di prova, si arresta l'infissione e si scarica la spinta sulle aste. Entro 20 secondi dall'arresto si invia gas alla membrana misurando, tramite la centralina elettropneumatica di superficie: la pressione alla quale si ha il distacco della membrana (lettura A – il segnale cessa), da rilevarsi a circa 15 secondi dall'inizio della immissione del gas; – la pressione necessaria per espandere di 1.1 mm il centro della membrana (lettura B – il segnale si riattiva), da rilevarsi a circa 15 secondi dalla lettura A. Se richiesto, verrà anche misurato ed annotato il valore C della pressione che agisce sulla membrana quando, durante lo scarico del gas (dapprima immesso per ottenere le letture A e B), la membrana si richiude sulla posizione A di riposo riattivando il segnale acustico (pressione di "richiusura" o closing pressure). Il tempo di scarico deve essere di circa 30 secondi. Qualora la natura del terreno impedisca l'infissione del dilatometro fino alla profondità prefissata, si devono estrarre aste e dilatometro, si deve eseguire un preforo di diametro adeguato (ad es. 100 mm) fino alla profondità prescritta, quindi si re-immette il dilatometro per proseguire la prova.

● CPTU o DPSH

- La macchina dovrà essere predisposta per la doppia configurazione e cioè tale da poter realizzare sia la CPTU che DPSH.

T01SG00GETRE01_A



PROGER

PROGIN



INTEGRA



IDROESSE
ENGINEERING

- Il dispositivo di spinta (20t) deve essere ancorato e/o zavorrato adeguatamente in modo tale da poter usufruire per intero della propria capacità di spinta totale
 - La prova sarà eseguita fino alla profondità definita dal programma delle indagini, o interrotta per rifiuto in uno dei seguenti casi: raggiungimento del fondo scala per uno dei sensori relativi a resistenza qc. fs o pressione interstiziale; raggiungimento della massima capacità di spinta del penetrometro; deviazione della punta della verticale di 10°, se repentina, o di 15° se progressiva. Nel caso di rifiuto sarà predisposta la ripresa della prova dopo preforo a quota maggiore di 1m rispetto a quella dell'interruzione della prova stessa.
 - Se ancora si incontrassero difficoltà nell'esecuzione della prova si potrà procedere all'esecuzione di una prova DPSH. Un numero di colpi superiore a 100 per affondamento di 30cm, della punta o dei rivestimenti testimonierà l'impossibilità di proseguire alla prova. Qualora si raggiungesse il rifiuto prima della profondità finale prestabilita, la prova dovrà essere proseguita, previa riperforazione dal p.c. sino ad attraversare lo strato di materiale che ha determinato il rifiuto, per mezzo di opportuno preforo, analogamente al caso precedente.
 - Nel caso ancora che non si riesca ad eseguire la prova, si procederà nelle immediate vicinanze ad una perforazione a carotaggio continuo con esecuzione di SPT a partire dalla quota di rifiuto ogni 2 m.
- Prelievo di campioni indisturbati

Di seguito lo schema di prelievo per i campioni indisturbati e rimaneggiati

Definizione di classi di qualità secondo AGI (1977) e EC7 (1997)

Caratteristiche geotecniche determinabili	COSTITUZIONE		PROPRIETÀ FISICHE		PROPRIETÀ MECCANICHE	
	AGI	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
	EC7	C		B		A
Profilo stratigrafico ¹	*	*	*	*	*	*
Composizione granulometrica ²			*	*	*	*
Contenuto d'acqua naturale ³				*	*	*
Peso dell'unità di volume ⁴					*	*
Caratteristiche meccaniche ⁵						*
Campioni rimaneggiati				A disturbo limitato		Indisturbati

T01SG00GETRE01_A

Classi di qualità ottenibili con vari campionatori (AGI, 1977)

Tipo di campionatore	Tipo di terreno				
	Grana fine			Grana grossa	
	Poco consistenti	Mediamente consistenti	Molto consistenti	Fuori falda	In falda
A parete grossa infisso a percussione	-	Q3 (4)	Q2 (3)	Q2	Q1
A parete sottile infisso a percussione	Q3	Q4	Q3 (4)	Q3	Q2
A parete sottile infisso a pressione	Q4	Q5	Q5 *	Q3	Q2
A pistone infisso a pressione	Q5	Q5	-	Q3 (4)	Q2 (3)
A rotazione a doppia parete con scarpa avanzata	-	-	Q5	-	-

In grigio: tecnica di prelievo ottimale per il tipo di terreno

Tra parentesi: qualità ottenibili con campionamento molto accurato

* → Può risultare impossibile prelevare campioni di adeguata lunghezza

T01SG00GETRE01_A

7 ALLEGATI

7.1 Riepilogo indagini in situ ed in laboratorio lotto 1

T01SG00GETRE01_A



P19022
15/07/2020

Rev. A

Pag. 9 di 13

SS 268 del Vesuvio

CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI SECONDA FASE

LOTTO	DETTAGLIO OPERA	TIPOLOGIA PROVA	CODICE			SONDAGGI a C.C.							PROVE DIRETTE			PROVE DI LABORATORIO												
						LUNGHEZZA (m)	LUNGHEZZA oltre 130 metri (m)	SPT	PRELIEVO CAMPIONI INDISTURBATI	PRELIEVO CAMPIONI RIMANGIATI	LEFRANC	PRESSIONI METRICHE	CPTU	DPSH	DILATOMETRICA	TERRE							ROCCE					
																ELL	TX UU	TX CU	TX CD	TAGLIO DIRETTO CD	TAGLIO RESIDUO	EDOMETRICA	GRANULOMETRIA	LIMITI ATTERBERG	PARAMETRI FISICI	RICONOSCIMENTO E PARAMETRI FISICI	TRX	COMPRESSIONE, SEMP.
L1	VI00	SONDAGGIO	S	15	PMT	PZ	35	5	7	3	4		7						2	1			7	2	7			1
L1	RI01N	DILATOMETRICA	DMT	1										35														
L1	RI01N	DILATOMETRICA	DMT	2										35														
L1	RI01N	SONDAGGIO	S	16	PT	PZ	35	5	7	3	4		7					2	1			7	2	7			1	
L1	SV01C	SONDAGGIO	S	17	DH		35	5	14	3	4							2	1			7	2	7			1	
L1	RI02N	SONDAGGIO	S	18	PMT	PZ	35	5	7	3	4		7					2	1			7	2	7			1	
L1	RI02N	DILATOMETRICA	DMT	3										35														
L1	RI02N	CPTU	CPTU	18	DPSH								35															
L1	VI02N	SONDAGGIO	S	19	PZ		35	5	14	3	4	3						2	1			7	2	7			1	
L1	VI03N	SONDAGGIO	S	20	DH		35	5	14	3	4							2	1			7	2	7			1	
L1	RI04N	SONDAGGIO	S	21	PMT		35	5	7	3	4		7					2	1			7	2	7			1	
L1	RI04N	DILATOMETRICA	DMT	4										35														
L1	VI04N	SONDAGGIO	S	22	DH		35	5	14	3	4							2	1			7	2	7			1	
L1	RI05N	CPTU	CPTU	19	DPSH								35															

T01SG00GETRE01_A

SS 268 del Vesuvio
CAMPAGNA GEOGNOSTICA DI SECONDA FASE

LOTTO	DETTAGLIO OPERA	TIPOLOGIA PROVA	SONDAGGI a C.C.										PROVE DIRETTE		PROVE DI LABORATORIO												
															TERRE					ROCCE							
															ELL	TX UU	TX CU	TX CD	TAGLIO DIRETTO CD	TAGLIO RESIDUO	EDOMETRICA	GRANULOMETRIA	LIMITI ATTERBERG	PARAMETRI RISCI	RICONOSCIMENTO E PARAMETRI FISICI	TRX	COMPRESSIONE, SEMP.
LUNGHEZZA (m)	LUNGHEZZA oltre i 30 metri (m)	SPT	PRELIEVO CAMPIONI INDISTURBATI	PRELIEVO CAMPIONI RIMANEGGIATI	LEFRANC	PRESSIOMETRICHE	CPTU	DPSH	DILATOMETRICA																		
L1	RI05N	DILATOMETRICA	DMT	5																							
L1	RI05N	SONDAGGIO	S	23	PMT	PZ	35	5	7	3	4	3	7					2	1			7	2	7			1
L1	RI05N	DILATOMETRICA	DMT	6																							
L1	VI05N	SONDAGGIO	S	24	DH		35	5	14	3	4							2	1			7	2	7			1
L1	RI07	SONDAGGIO	S	25	PMT	PZ	35	5	7	3	4	3	7					2	1			7	2	7			1
L1	RI07N	DILATOMETRICA	DMT	7																							
L1	VI06N	SONDAGGIO	S	26	DH		35	5	14	3	4							2	1			7	2	7			1
L1	RI08N	DILATOMETRICA	DMT	8																							
L1	RI08N	SONDAGGIO	S	27	PMT	PZ	35	5	7	3	4		7					2	1			7	2	7			1
L1	RI08N	DILATOMETRICA	DMT	9																							
L1	RI09N	SONDAGGIO	S	28	PMT	PZ	35	5	7	3	4		7					2	1			7	2	7			1
L1	RI09N	DILATOMETRICA	DMT	10																							
L1	VI07N	CPTU	CPTU	20	DPSH									35													

T01SG00GETRE01_A

CAMPAGNA GEOFISICA

TIPOLOGIA PROVA	INDAGINI GEOFISICHE			
	TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE			
	CODICE	PROFONDITA' OBIETTIVO (m)	LUNGHEZZA (m)	
RIFRAZIONE	SR	1	35	990
RIFRAZIONE	SR	2	35	438
RIFRAZIONE	SR	3	35	401
RIFRAZIONE	SR	4	35	455
RIFRAZIONE	SR	5	35	152
RIFRAZIONE	SR	6	35	320
RIFRAZIONE	SR	7	35	451
RIFRAZIONE	SR	8	35	604
RIFRAZIONE	SR	9	35	138
RIFRAZIONE	SR	10	35	196
RIFRAZIONE	SR	11	35	305
RIFRAZIONE	SR	12	35	98
RIFRAZIONE	SR	13	35	215

L1

T01SG00GETRE01_A