

COMMITTENTE



COMUNE DI GENOVA

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO
ALBERTO BITOSSO
IL DIRETTORE ESECUTORE DEL CONTRATTO
ANTONIO ROSSA

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER
IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE
CONNESSE)**

PROGETTAZIONE

MANDANTARIA



MANDANTE

MANDANTE

MANDANTE



GEOTECNICA

Relazione geotecnica Sottostazioni elettriche

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Alessandro Peresso

SCALA:

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

E 2 1 D 0 2 D Z 1 G E G E 0 0 0 6 0 0 5 C

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C. Crinelli	09/2021	A. Rizzo	09/2021	M. Marinelli	09/2021	A. Peresso 09/2021
B	EMISSIONE SECONDO STRALCIO	C. Crinelli	12/2021	A. Rizzo	01/2022	M. Marinelli	01/2022	A. Peresso 01/2022
C	VARIAZIONE TEAM DI COMMESSA	C. Crinelli	05/2022	A. Rizzo	05/2022	M. Marinelli	05/2022	A. Peresso 05/2022

File: E21D 02 D Z1 GE GE0006 005 C

n. Elab.: 25

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>2 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	2 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	2 di 28								

Sommario

1.1	OGGETTO E SCOPO	3
1.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	4
1.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
1.2	ELABORATI DI PROGETTO.....	5
2.3.	BIBLIOGRAFIA.....	5
1.3	STRUTTURE PER LE SSE	6
	<i>1.3.1. Verifiche di capacità portante.....</i>	<i>7</i>
1.4	CAMPAGNA INDAGINI.....	14
1.5	SSE1.....	16
1.6	SSE2.....	16
1.7	SSE3.....	17
1.8	SSE4.....	17
1.9	SSE6 DEGOLA	18
1.10	SSE7 SAMPIERDARENA.....	20
1.11	SSE8 CARICAMENTO	21
1.12	SSE10 CARLINI.....	21
1.13	RICARICA AVB OPPORTUNITY CHARGING - FIERA.....	22
1.14	RICARICA AVB+AVB / OPPORTUNITY CHARGING DI SOCCORSO - STAGLIENO.....	23
1.15	RICARICA AVB OPPORTUNITY CHARGING - MOLASSANA	23
1.16	RICARICA AVB OPPORTUNITY CHARGING - PRATO.....	24
1.17	RICARICA AVB OPPORTUNITY CHARGING - BRIGNOLE.....	25
1.18	PR001 - RICARICA ICM DI SOCCORSO - CAMPI.....	26
1.19	PR002 - RICARICA ICM DI SOCCORSO - FERRARIS.....	27
1.20	PR003 - RICARICA ICM DI SOCCORSO - NERVI.....	28

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>3 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	3 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	3 di 28								

1.1 OGGETTO E SCOPO

La presente relazione ricade nell'ambito del Progetto Definitivo per la realizzazione degli Assi di forza per il Trasporto Pubblico Locale del Comune di Genova.

Il sistema di trasporto pubblico si sviluppa su tre linee filoviarie distribuite su tre assi principali:

- ASSE LEVANTE
- ASSE PONENTE
- ASSE CENTRO

La presente relazione riguarda la caratterizzazione e la modellizzazione geotecnica per la creazione di Sottostazioni Elettriche di Conversione (SSE).

Le tratte infatti saranno alimentate in maniera bilaterale da coppie di SSE adiacenti. Ciò consente ovviamente una riduzione delle cadute di tensione a parità di condizioni di carico e, ovviamente, una migliore ridondanza e riserva di rete nel caso di degrado di una SSE.

Vengono previste anche delle ricariche AVB opportunity charging e delle ricariche ICM di soccorso.

In quest'ipotesi progettuale si prevede di realizzare 8 SSE, 5 ricariche AVB opportunity charging e 3 ricariche ICM di soccorso. Per quanto attiene alle 4 SSE esistenti (SSE-A, SSE-B, SSE-C, SSE-D), esse dovranno essere assoggettate ad un adeguamento della potenza erogabile.

Ciascuna SSE contiene gli equipaggiamenti elettromeccanici e gli impianti elettrici di potenza, ausiliari e servizi vari all'interno di un box prefabbricato trasportabili o in locali dedicati di nuova realizzazione aventi le stesse dimensioni e caratteristiche dei box.

La sottostazione è composta da un box prefabbricato doppio ed un box prefabbricato singolo di tipo speciale, che può essere trasportato su mezzo gommato e posizionato su platee in calcestruzzo.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>4 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	4 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	4 di 28								

1.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

1.1 Normativa di riferimento

- [1] AGI (1994) Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio. Associazione Geotecnica Italiana
- [2] AGI (1997) Raccomandazioni sui pali di fondazione. Associazione Geotecnica Italiana
- [3] AGI (1997) Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche. Associazione Geotecnica Italiana
- [4] ASG (2016). Linee guida per indagini geofisiche. Associazione Italiana di Geofisica
- [5] Circolare 02/01/2019 n.7 C.S.LL.PP. recante le istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"
- [6] D.G.R. IX/2616 del 30/11/2011 Parte I, Allegato B "Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art.57, comma 1, della l.r. 11 Marzo 2005, n.12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n.8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 Maggio 2008, n.8/7374"
- [7] D.M. 17/01/2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni"
- [8] EN 1997 Eurocode 7: Geotechnical design
- [9] EN 1998 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance
- [10] OPCM 3519/2006. "Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria. Deliberazione della Giunta Regionale 17/03/2017 n. 216"

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>5 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	5 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	5 di 28								

1.2 Elaborati di progetto

- E21D00D69SGGE0000001A_Report indagini geognostiche e prove in situ
- E21D00D69IGGE0001001A_Report indagini geofisiche

2.3. Bibliografia

- Brinch Hansen, J. (1970) "A revised and extended formula for bearing capacity", The Danish Geotechnical Institute, Bull. N. 28, Copenhagen.

1.3 STRUTTURE PER LE SSE

Per le SSE sono previste strutture di tipo prefabbricato come indicato nella seguente figura: si tratta di container di cui uno di dimensioni 2.5 x 6.7 m circa con un peso complessivo di 200 kN circa e due più grandi di dimensioni 3 x 13.7 m circa con peso complessivo leggermente superiore pari a 350 kN.

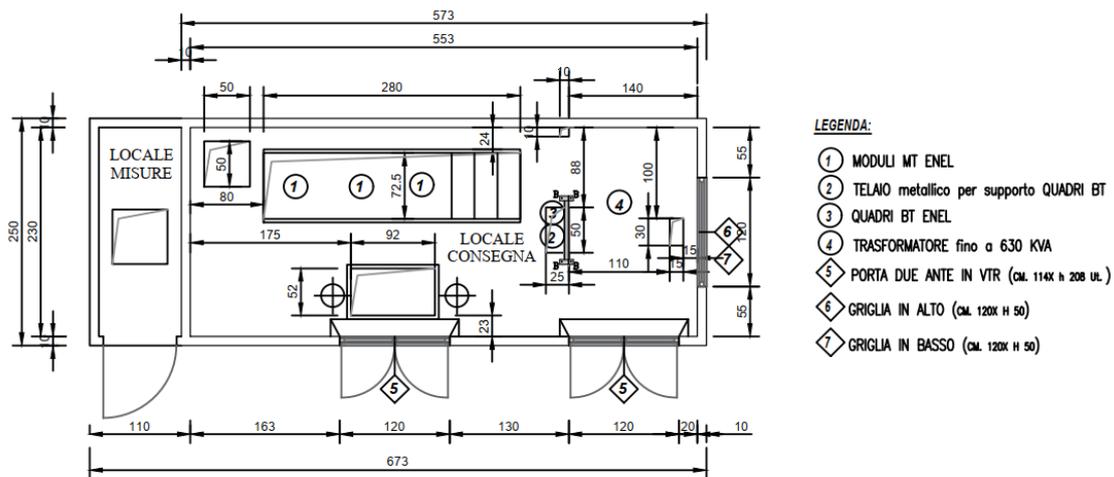


Figura 1: Pianta del container con carico complessivo di circa 200 kN

		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)			
COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA GE	DOCUMENTO GE000 005	REV. C	FOGLIO 7 di 28

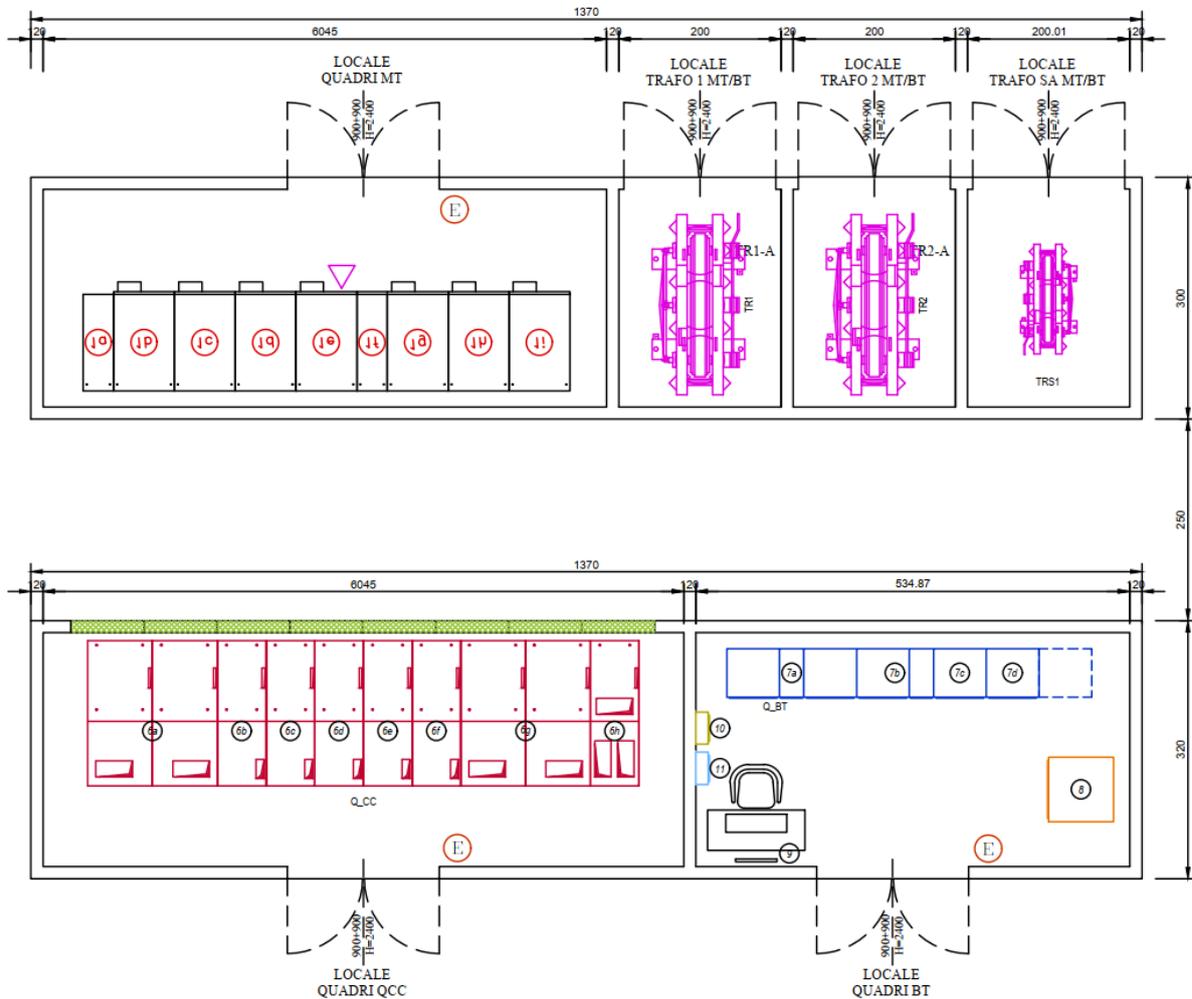


Figura 2: Pianta dei due container con carico complessivo di circa 350 kN per ciascuno

Si tratta in ogni caso di strutture leggere che trasmettono ai terreni di fondazione carichi modesti e quasi trascurabili, si tratta infatti di pressioni in condizioni di esercizio dell'ordine di 9-11 kPa.

1.3.1. Verifiche di capacità portante

Per tali strutture sono previste fondazioni di tipo diretto. Di seguito sono riportate le verifiche geotecniche di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno. Tali verifiche sono state condotte con la combinazione A1+M1+R3 secondo quanto previsto dalle NTC 18.

		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)			
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	8 di 28

Coefficienti di sicurezza parziali

In accordo ai criteri definiti dalle Norme Tecniche per le Costruzioni del 17/01/2018, nelle elaborazioni si farà riferimento ai seguenti coefficienti di sicurezza parziali:

	EFFETTO	COEFF. PARZIALE γ_F (o γ_E)	EQU	(A1)	(A2)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti G_2 (1)	Favorevole	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

(1) Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{G1} .

Tabella 1 - Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni (tabella 6.2.I delle NTC).

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFF. PARZIALE	COEFF. PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1.0	1.0

Tabella 2 - Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno (tabella 6.2.II delle NTC).

		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)			
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	9 di 28

VERIFICA	COEFFICIENTE. PARZIALE (R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2.3$

Tabella 3 - Coefficienti parziali γ_R per le verifiche degli stati limite ultimi di fondazioni superficiali in assenza di sisma (tabella 6.4.I delle NTC).

Analisi di capacità portante in terreni granulari

Le analisi di capacità portante sono state svolte facendo riferimento alla formulazione generale di Brinch Hansen (1970), che consente di tenere conto della forma della fondazione, dell'inclinazione del carico, e della profondità del piano di posa. Il carico limite è calcolato mediante l'espressione:

$$R_d = \frac{R_{lim}}{\gamma_r} = \frac{B' \cdot L' \cdot \left(N_q \times s_q \times i_q \times d_q \times q + \frac{\gamma' \times B'}{2} \times N_\gamma \times s_\gamma \times i_\gamma \times d_\gamma \right)}{\gamma_r}$$

dove:

R_{lim} = resistenza limite

B ed L = dimensioni minore e maggiore della fondazione;

B' ed L' = dimensioni ridotte per tenere conto delle eccentricità (e_B ed e_L) del carico ($B' = B - 2 \times e_B$, $L' = L - 2 \times e_L$, Meyerhof);

γ' = peso di volume del terreno al netto della sottospinta idrostatica

q' = q la pressione efficace agente sul piano di fondazione ($q = \gamma \times D$, con D profondità del piano di posa e γ peso di volume del terreno) che dipende dallo spessore di terreno che insiste sul piano di posa ai lati del plinto;

N_γ , N_q = fattori di capacità portante

s_γ , s_q = fattori di forma della fondazione

i_γ , i_q = fattori di inclinazione del carico

d_γ , d_q = fattori di profondità del piano di posa

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>10 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	10 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	10 di 28								

Fattori di capacità portante

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_\gamma = 2(1 + N_q) \tan \phi$$

Fattori di forma della fondazione

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan \phi$$

$$s_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

dove B e L sono rispettivamente la larghezza e la lunghezza della fondazione.

Fattori di profondità

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 k$$

$$d_\gamma = 1.0 \quad \text{per qualsiasi valore di } \phi;$$

dove:

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \tan^{-1} \frac{D}{B} \quad \text{se } \frac{D}{B} > 1 \quad (\text{rad});$$

D è la profondità del piano di fondazione dal piano campagna

B è la larghezza della fondazione.

Fattori di inclinazione del carico

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A \cdot c \cdot \cot \phi} \right)^m$$

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>11 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	11 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	11 di 28								

$$i_{\gamma} = \left(1 - \frac{H}{V + A \cdot c \cdot \cot \phi} \right)^{m+1}$$

$$m = m_B = \frac{2 + \frac{B}{L}}{1 + \frac{B}{L}} \quad H \text{ parallelo a } B$$

$$m = m_L = \frac{2 + \frac{L}{B}}{1 + \frac{L}{B}} \quad H \text{ parallelo a } L$$

dove:

- A è l'area della fondazione;
- H è la componente parallela alla fondazione del carico trasmesso;
- V è la componente normale alla fondazione del carico trasmesso;
- c è l'aderenza alla base pari alla coesione del terreno o a una sua frazione.

Analisi di capacità portante in terreni coesivi

Le analisi di capacità portante in presenza di terreni coesivi al di sotto della fondazione sono state svolte secondo la seguente formula:

$$R_d = \frac{c_u \cdot N_c \cdot s_c \cdot i_c + q \cdot N_q \cdot s_q \cdot i_q}{\gamma_r} \cdot B' \cdot L'$$

Dove i simboli non precedentemente descritti corrispondono a:

- N_c coefficiente di capacità portante pari a 5.14
- c_u valore caratteristico della coesione non drenata del terreno di fondazione;
- $s_c = \left(1 + 0.2 \cdot \frac{B'}{L'} \right)$ fattore di forma;
- $i_c = \left(1 - \frac{2\delta}{\pi} \right)^2$ fattore di inclinazione del carico;

		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)			
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	12 di 28

Le verifiche sono state condotte in base alle seguenti ipotesi cautelative:

- falda a quota piano campagna;
- quota di imposta delle fondazioni a piano campagna;
- è stato considerato un unico coefficiente amplificativo dei carichi γ pari a 1,5.

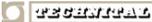
Le analisi sono state svolte al fine di definire le caratteristiche di resistenza minime del terreno di fondazione affinché le verifiche risultino soddisfatte. Le verifiche sono state condotte sia nel caso di terreni incoerenti granulari che di terreni coesivi.

Le verifiche risultano soddisfatte con:

- ϕ_k (valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio) $\geq 19^\circ$, in presenza di terreni granulari;
- c_{uk} (valore caratteristico della coesione non drenata) ≥ 8 kPa, in presenza di terreni coesivi.

	Verifica	Carico verticale	Angolo di attrito	Coesione efficace	Peso di volume del terreno sotto il piano di fondazione	Peso di volume del terreno sopra il piano di fondazione	Larghezza	Profondità	Profondità piano di imposta da p.c.
		E_d	ϕ'	c'	γ_{sotto}	γ_{sopra}	B	L	D
		[kN]	[°]	[kPa]	[kN/m ³]		[m]	[m]	[m]
326	OK	300	19,00	0,00	9,00	19,00	2,50	6,70	0,00
583	OK	525	15,00	0,00	9,00	19,00	3,00	13,70	0,00

Tabella 4 Riassunto verifiche di capacità portante in presenza di terreni incoerenti

   		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)			
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	13 di 28

	Verifica	Carico verticale	Angolo di attrito	Coesione efficace	Peso di volume del terreno sotto il piano di fondazione	Peso di volume del terreno sopra il piano di fondazione	Larghezza	Profondità	Profondità piano di imposta da p.c.
		E_d	ϕ'	c'	γ_{sotto}	γ_{sopra}	B	L	D
		[kN]	[°]	[kPa]	[kN/m ³]		[m]	[m]	[m]
322	OK	300	0,00	8,00	19,00	19,00	2,50	6,70	0,00
575	OK	525	0,00	6,00	19,00	19,00	3,00	13,70	0,00

Tabella 5 Riassunto verifiche di capacità portante in presenza di terreni coesivi.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>14 di 28</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	14 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	14 di 28								

1.4 CAMPAGNA INDAGINI

Per la caratterizzazione geotecnica dei terreni in corrispondenza delle sottostazioni elettriche sono state utilizzate delle indagini pregresse reperite sul Geoportale della Regione Liguria ed è stata condotta una campagna di indagini apposta datata luglio 2021.

La nuova campagna di indagini consiste nella realizzazione di prove penetrometriche dinamiche (DPSH) e di prove di tipo geofisico.

Le prove geofisiche che eseguite sono le seguenti:

- stendimenti geofisici di Multichannel Analysis of Surface Waves (MASW);
- stendimenti geofisici di Tomografia Elettrica di Resistività (ERT);
- prove con il metodo dell'Horizontal-to-Vertical Spectral Ratio (HVSr);
- stendimenti geofisici di sismica a rifrazione.

La tabella in seguito indica schematicamente le prove pregresse a disposizione, le prove geofisiche e le penetrometriche dinamiche eseguite per ciascuna SSE.

Sottostazione elettrica	Indagini Geoportale Reg. Liguria	Prove geofisiche	DPSH
SSE1	S1, S7, S8		
SSE2	PV1, PV2		
SSE3	SD2211, S2162, S2175, S3216, S3333		
SSE4	S3627, S3628		
SSE6 - Degola	S2588, S2589, S2590, SC1568	x	x
SSE7 - Sampierdarena	65-S102, 65-S105, 65-S3	x	
SSE8 - Caricamento	40-S6, 40-S7, 2935, 5166		
SSE10 - Carlini	S4N, S5N, S6N, S1672		
Ricarica AVB opportunity charging - Fiera	1607,2975, 5749, 3485-S6, 3875-S7	x	x
Ricarica AVB+AVB / opportunity charging di soccorso - Staglieno	2966, 2969, 2972, 2973, 2974		
Ricarica AVB opportunity charging - Molassana	S3980, S3981, 3415		
Ricarica AVB opportunity charging - Prato	4685, 4684 2894	x	x
Ricarica AVB opportunity charging - Brignole	S5211, S5921		
PR001 - Ricarica ICM di soccorso - Campi	2552, 2553, 2554, 3236	x	x
PR002 - Ricarica ICM di soccorso - Ferraris	3407	x	

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>15 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	15 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	15 di 28								

PR003 - Ricarica ICM di soccorso - Nervi	5054,5055, 5056, 3275		
--	-----------------------	--	--

Tabella 6 - Indicazione delle indagini pregresse, delle prove geofisiche e delle prove DPSH esistenti per ogni SSE (Prove geofisiche= MASW, ERT, HVSR, SISMICA A RIFRAZIONE).

Nei seguenti paragrafi sono brevemente valutati i risultati delle prove condotte, al fine di verificare che i terreni di fondazione abbiano le caratteristiche di resistenza indicate al paragrafo 1.3.1..

Le sottostazioni hanno una larghezza di 3 m massimo, il volume di terreno significativo considerato ai fini delle verifiche geotecniche si estende fino a 5-6 m di profondità.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>16 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	16 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	16 di 28								

1.5 SSE1

Dal Geoportale della Regione Liguria sono stati individuati 3 sondaggi (S1, S7, S8) situati a circa 150÷200 m di distanza dall'ubicazione della sottostazione SSE1, spinti sino alla profondità variabile di 13÷15 m dal p.c..

I sondaggi indicano, al di sotto di un primo strato di riporto di spessore variabile tra 1.5÷3 m, terreni di natura granulare e nello specifico uno strato di ghiaia con sabbia fino alla profondità variabile di 5.7÷8.4 m e successivamente sabbia con ghiaia. Nel sondaggio S1 è stato individuato uno strato di calcescisto molto alterato e frantumato dalla profondità di 10 m dal p.c. e fino alla massima profondità indagata. In ciascun sondaggio sono state eseguite 2 prove SPT, i cui valori risultano sempre maggiori di 60.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di tipo incoerente e caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k > 19^\circ$.

1.6 SSE2

Le indagini presenti nell'area dell'SSE2 sono n. 2 sondaggi (PV1, PV2), reperiti dal Geoportale della Reg. Liguria, spinti sino a profondità variabili tra 25÷35 m, eseguiti nel 2013 da Intergeo SRL.

I sondaggi evidenziano la presenza di terreni di riporto costituiti da ghiaie con limo e sabbia fino a circa 1.5 m di profondità dal p.c., seguiti da uno strato di calcescisto fino a 25 m in corrispondenza del sondaggio PV2 e da uno strato di calcescisto alterato e fratturato fino a 7.5 m dal p.c. seguito da uno strato di breccia con inclusi di varia natura (calcescisti, serpentine) in corrispondenza del sondaggio PV1.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di natura coesiva e caratterizzato da una coesione $c_{uk} \geq 8$ kPa.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>17 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	17 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	17 di 28								

1.7 SSE3

Le indagini presenti nell'area dell'SSE3 sono n. 5 sondaggi (SD2211, S2162, S2175 S3216, S3333), reperiti dal Geoportale della Reg. Liguria, spinti sino a profondità variabili tra 5÷30 m, eseguiti nel 2013 da Intergeo SRL.

I sondaggi evidenziano prevalentemente la presenza di ghiaie con ciottoli e/o sabbia fino alla profondità variabile di 5÷8 m dal p.c., seguiti da uno strato principalmente di limo sabbioso.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di tipo incoerente e caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k > 19^\circ$.

1.8 SSE4

Le indagini presenti nell'area dell'SSE4 sono n. 3 sondaggi (S2205, S2206, S6658), spinti sino a profondità variabili tra 11÷12 m e reperiti dal Geoportale della Reg. Liguria.

I sondaggi indicano, al di sotto di un iniziale strato di riporto di spessore pari a 1÷2 m, la presenza di argilla limosa e argilla sabbiosa fino a circa 8÷11 m; successivamente è stato individuato uno strato di sabbia con ghiaia ed il substrato roccioso composto da argilloscisti fratturati in corrispondenza della fine di due sondaggi.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di natura coesiva e caratterizzato da una coesione $c_{uk} \geq 8$ kPa.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>18 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	18 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	18 di 28								

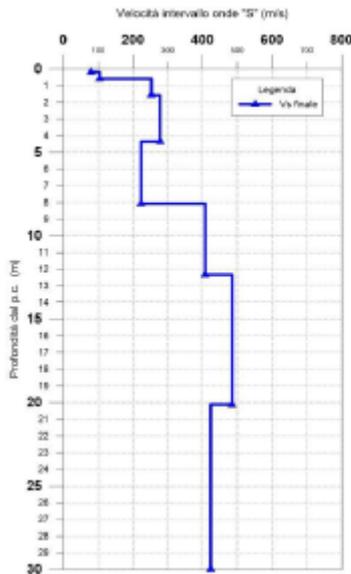
1.9 SSE6 Degola

Le indagini presenti nell'area della SSE6 Degola sono:

- n.3 sondaggi (S2588, S2589, S2590) spinti sino alla profondità variabile di 7÷47 m da p.c. (Geoportale Reg. Liguria);
- n. 2 prove penetrometriche statiche dinamiche (DPSH1 e DPSH2) spinte sino alla profondità di -5,00 m da p.c. (campagna PD 2021) eseguite a circa 150 m dall'ubicazione della SSE6;
- n. 1 sondaggio (SC1568) spinto sino a 20.5 m di profondità dal p.c. (Geoportale Reg. Liguria) eseguito in prossimità delle prove penetrometriche statiche dinamiche (DPSH) sopra citate;
- prove geofisiche: DEG_MASW, DEG_ERT, DEG_HVSR, DEG_RIFRA (campagna PD 2021) eseguite a circa 150 m dall'ubicazione della SSE6.

I sondaggi disponibili S2588, S2589, S2590 indicano, in seguito ad uno strato di riporto di circa 2÷3 m, la presenza di un'unità sabbiosa fino alla profondità variabile di 6÷8 m dal p.c. ed in seguito uno strato di limo sabbioso.

Di seguito il grafico Vs-profondità e i valori della Vs in forma tabellare della prova DEG_MASW dalla quale si ricava che il sottosuolo appartiene alla categoria C.



Numero di Strati	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c)	h/Vs
1	79	0.19	0.19	0.00236
2	104	0.40	0.59	0.00388
3	253	0.99	1.59	0.00393
4	278	2.77	4.35	0.00995
5	223	3.72	8.07	0.01667
6	408	4.28	12.34	0.01048
7	485	7.78	20.13	0.01605
8	423	9.87	30.00	0.02333

I risultati delle prove DPSH, effettuate a circa 150 m dall'ubicazione della SSE, indicano dei terreni coesivi molto poco consistenti (N_{20} medio ≈ 2 sino a 5 m da p.c.): tali prove indicano quindi terreni con caratteristiche di portanza molto limitate. I risultati di tale prova non trovano riscontro nelle altre prove condotte nell'area: il sondaggio SC1568 ha evidenziato nei primi 8 m un'alternanza di limo argilloso e argilla limosa di maggiore consistenza, caratterizzati da SPT compresi tra $8 \div 12$, per i quali si può assumere una $c_{uk} \geq 8$ kPa.

Ad ogni modo non si ritiene possibile trascurare i risultati della prova DPSH condotta e, nonostante i carichi trasmessi dalle strutture ai terreni di fondazione siano a dir poco esigui, si ritiene necessaria una campagna di indagini integrativa per verificare le caratteristiche del terreno di fondazione in corrispondenza di questa sottostazione.

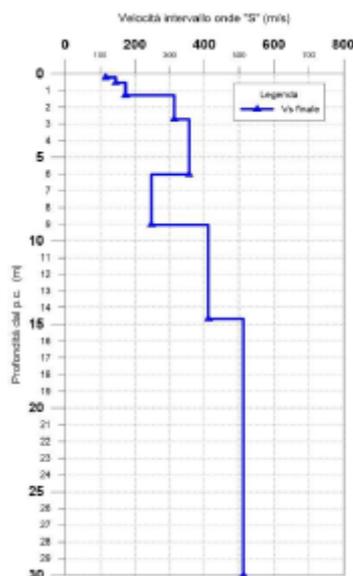
	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">02 D Z1</td> <td style="text-align: center;">GE</td> <td style="text-align: center;">GE000 005</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">20 di 28</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	20 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	20 di 28								

1.10 SSE7 Sampierdarena

Le indagini presenti nell'area della SSE7 Sampierdarena sono n.3 sondaggi 65-S102, 65-S105, 65-S3, spinti sino a profondità variabili tra 20 e 22 m da p.c., reperiti dal Geoportale della Reg. Liguria e delle prove geofisiche eseguite in occasione della campagna di indagini per il PD 2021 (SAM_MASW, SAM_ETR, SAM_HVSR, SAM_RIFRA).

I sondaggi indicano la presenza di terreni di riporto granulari per spessori da variabili da 1,8 m a 3,3 m da p.c. seguiti da uno strato di limo sabbioso tenero o sabbia con ghiaia e ciottoli.

Di seguito il grafico Vs-profondità e i valori della Vs in forma tabellare della prova SAM_MASW, dalla quale si ricava che il sottosuolo appartiene alla categoria B.



Numero di Strati	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c)	h/Vs
1	116	0.22	0.22	0.00188
2	145	0.32	0.53	0.00218
3	173	0.75	1.28	0.00434
4	313	1.43	2.71	0.00457
5	356	3.32	6.03	0.00932
6	248	3.01	9.04	0.01214
7	411	5.64	14.68	0.01372
8	511	15.32	30.00	0.02998

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione sia di tipo incoerente e possa essere caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k \geq 19^\circ$.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>21 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	21 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	21 di 28								

1.11 SSE8 Caricamento

Le indagini presenti nell'area della SSE8 Caricamento sono n.4 sondaggi 40-S6, 40-S7, 2935, 5166 spinti sino a profondità variabili tra 14.5 e 25 m da p.c. reperiti dal Geoportale delle Reg. Liguria che indicano la presenza di riporti di natura granulare almeno per i primi 5 m da p.c., per i quali si può assumere un $\phi_k \geq 19^\circ$.

1.12 SSE10 Carlini

Le indagini presenti nell'area dell'SSE Carlini sono n. 4 sondaggi (S4N, S5N, S6N, S1672), reperiti dal Geoportale della Reg. Liguria, spinti sino a profondità variabili tra 6÷30 m.

I sondaggi indicano la presenza di uno strato iniziale prevalentemente di limo argilloso fino alla profondità variabile di circa 7÷20 m dal p.c. ed il solo sondaggio S5N ha evidenziato anche la presenza di ghiaia calcarea; successivamente i sondaggi S5N e S6N hanno individuato la presenza di calcare marnoso, mentre nel sondaggio S4N al di sotto dello strato di limo argilloso, alla profondità di circa 20 m dal p.c., è presente dell'argilla marnosa.

Le prove SPT effettuate nei sondaggi S5N e S6N indicano dei valori compresi tra 7÷16, mentre quelle eseguite nel sondaggio S4N vanno tutte a rifiuto.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di natura coesiva e caratterizzato da una coesione $c_{uk} \geq 8$ kPa.

		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)			
COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA GE	DOCUMENTO GE000 005	REV. C	FOGLIO 22 di 28

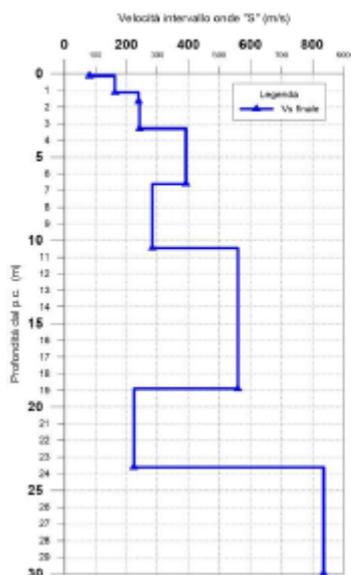
1.13 Ricarica AVB opportunity charging - Fiera

Le indagini utilizzate per lo studio geotecnico della ricarica AVB opportunity charging in oggetto sono:

- n. 3 sondaggi 1607,2975, 5749 spinti alla profondità di 20 m da p.c. (Geoportale Reg. Liguria);
- n.2 sondaggi 3485-S6 e 3875-S7 spinti sino alla profondità variabile tra 13,3 m e 20 m eseguiti da METHODODO nel 2002 (Geoportale Reg. Liguria).
- n. 1 prova penetrometrica statica dinamica (DPSH) spinta sino alla profondità di 1,80 m da p.c. (campagna PD 2021);
- prove geofisiche: KEN_MASW, KEN _ERT, KEN _HVSr, KEN _RIFRA (campagna PD 2021).

I sondaggi indicano la presenza di terreni di riporto di tipo ghiaioso in matrice limosa sabbiosa fino a circa 8,0 m da p.c. La prova penetrometrica dinamica indica un numero di colpi rappresentativo nel primo metro di 30 colpi.

Di seguito il grafico Vs-profondità e i valori della Vs in forma tabellare della prova KEN_MASW, dalla quale si ricava che il sottosuolo appartiene alla categoria C.



Numero di Strati	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c)	h/Vs
1	81	0.13	0.13	0.00158
2	163	0.98	1.11	0.00603
3	239	0.55	1.66	0.00229
4	242	1.63	3.29	0.00675
5	392	3.32	6.61	0.00848
6	283	3.84	10.45	0.01356
7	560	8.43	18.88	0.01506
8	224	4.72	23.60	0.02108
9	836	6.40	30.00	0.00766

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione sia di tipo incoerente e possa essere caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k \geq 19^\circ$.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>23 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	23 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	23 di 28								

1.14 Ricarica AVB+AVB / opportunity charging di soccorso - Staglieno

Le indagini presenti nell'area della ricarica AVB+AVB / opportunity charging di soccorso presente a Staglieno sono quelle reperite dal Portale della Reg. Liguria e sono n. 5 sondaggi 2966, 2969, 2972, 2973, 2974 spinti sino a profondità variabili tra 12 e 15 m da p.c.. Questi indicano la presenza di depositi alluvionali di tipo ghiaioso sabbiosi o con ciottoli o la presenza di limi sabbiosi e sabbia limosa.

La ricarica AVB in oggetto è situata vicino all'area in cui si prevede di realizzare il deposito di Staglieno, per il quale sono state effettuate ulteriori indagini geognostiche descritte nel documento E21D00DZ1GEGE0006003A.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di tipo incoerente e caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k > 19^\circ$.

1.15 Ricarica AVB opportunity charging - Molassana

Dal Geoportale della Regione Liguria sono stati individuati 3 sondaggi (S3980, S3981, 3415) situati a circa 200 m di distanza dall'ubicazione della ricarica AVB opportunity charging di Molassana, spinti sino alla profondità variabile di 15÷20 m dal p.c.. Questi indicano la presenza di depositi sciolti alluvionali e/o marini, e nel sondaggio 3415, al di sotto di uno strato iniziale di riporto di circa 4 m, è presente uno strato di ghiaia sabbiosa fino a circa 8 m dal p.c..

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di tipo incoerente e caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k > 19^\circ$.

		PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)			
COMMESSA E21D	LOTTO 02 D Z1	CODIFICA GE	DOCUMENTO GE000 005	REV. C	FOGLIO 24 di 28

1.16 Ricarica AVB opportunity charging - Prato

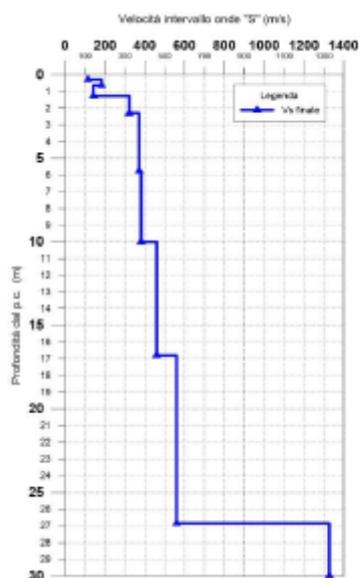
Le indagini utilizzate per lo studio geotecnico dei terreni su cui sarà posizionata la ricarica AVB opportunity charging nell'area di Prato sono:

- n.3 sondaggi 4685, 4684, 2894 spinti sino a profondità variabili tra 8,5 e 20 m da p.c. (Geoportale Reg. Liguria);
- n. 1 prova penetrometrica statica dinamica (DPSH) spinta sino alla profondità di 0,80 m da p.c. (campagna di indagini PD 2021);
- prove geofisiche: PRA_MASW, PRA _ERT, PRA _HVSR, PRA _RIFRA (campagna PD 2021).

I sondaggi indicano la presenza di depositi quali ghiaie, ciottoli con livelli poco spessi di argille e argille sabbiose fino alla profondità variabile di 3,0 e 9,0 da p.c., seguiti dal substrato roccioso composto da argilliti intervallate a calcescisti marnosi.

La prova penetrometrica dinamica per i primi 1,2 m indica un numero di colpi N_{20} tra i 20 e i 100.

Di seguito il grafico Vs-profondità e i valori della Vs in forma tabellare della prova PRA_MASW, dalla quale si ricava che il sottosuolo appartiene alla categoria B.



Numero di Strati	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c)	h/Vs
1	113	0.28	0.28	0.00245
2	181	0.36	0.63	0.00197
3	141	0.63	1.27	0.00448
4	321	1.04	2.30	0.00322
5	372	3.46	5.76	0.00930
6	381	4.25	10.01	0.01116
7	459	6.79	16.80	0.01480
8	559	10.05	26.85	0.01798
9	1327	3.15	30.00	0.00237

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di natura incoerente e caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k \geq 19^\circ$.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>25 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	25 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	25 di 28								

1.17 Ricarica AVB opportunity charging - Brignole

Le indagini presenti nell'area della ricarica AVB opportunity charging di Brignole sono n. 2 sondaggi (S5211, S5921), reperiti dal Geoportale della Reg. Liguria, spinti sino a profondità di 15 m.

I sondaggi evidenziano la presenza nei primi 5 m circa dal p.c. di terreni di riporto costituiti da ghiaie con sabbia limosa e a seguire uno strato di ghiaia in matrice argillosa e/o sabbiosa. Nello strato di riporto sono state effettuate 4 prove SPT, i cui risultati sono pari a circa 7÷8.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di tipo incoerente e caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k > 19^\circ$.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">02 D Z1</td> <td style="text-align: center;">GE</td> <td style="text-align: center;">GE000 005</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">26 di 28</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	26 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	26 di 28								

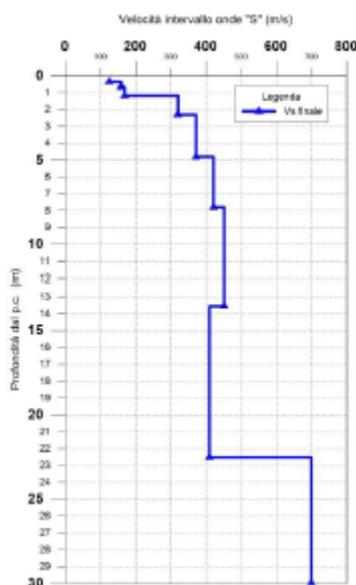
1.18 PR001 - Ricarica ICM di soccorso - Campi

Le indagini presenti nell'area della ricarica ICM di soccorso PR001 Campi sono:

- n.4 sondaggi 2552, 2553, 2554 spinti sono alla profondità di 20 m eseguiti nel 1993;
- n. 1 sondaggio 3236 spinto sino alla profondità di 15 m da p.cc eseguito nel 1999;
- n. 1 prova penetrometrica statica dinamica (DPSH) spinta sino alla profondità di -5,00 m da p.c. (campagna di indagine PD 2021);
- prove geofisiche: CAM_MASW, CAM_ERT, CAM_HVSR, CAM_RIFRA (campagna PD 2021).

I sondaggi indicano la presenza di riporti nei primi 4,5 m seguiti da ghiaie sabbiose; la prova penetrometrica dinamica indica un numero di colpi rappresentativo per i primi 2 m di 15, successivamente fino a 5 m un valore di 5 colpi.

Di seguito il grafico Vs-profondità e i valori della Vs in forma tabellare della prova CAM_MASW dalla quale si ricava che il sottosuolo appartiene alla categoria B.



Numero di Strati	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c)	h/Vs
1	126	0.36	0.36	0.00290
2	159	0.32	0.68	0.00199
3	169	0.52	1.20	0.00307
4	321	1.11	2.31	0.00345
5	372	2.51	4.81	0.00674
6	422	3.00	7.81	0.00711
7	452	5.75	13.56	0.01271
8	410	8.97	22.53	0.02187
9	700	7.47	30.00	0.01067

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione sia di tipo incoerente possa essere caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k \geq 19^\circ$.

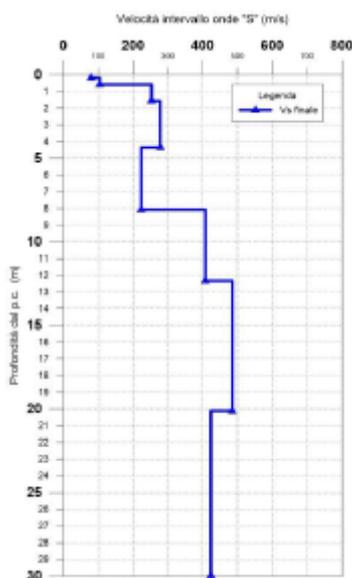
	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">E21D</td> <td style="text-align: center;">02 D Z1</td> <td style="text-align: center;">GE</td> <td style="text-align: center;">GE000 005</td> <td style="text-align: center;">C</td> <td style="text-align: center;">27 di 28</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	27 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	27 di 28								

1.19 PR002 - Ricarica ICM di soccorso - Ferraris

Le indagini utilizzate per lo studio geotecnico della ricarica ICM di soccorso PR002 Ferraris sono n. 1 sondaggio 3407, spinto sino alla profondità di 28,5 m da p.c. reperito dal portale della regione Liguria e le prove sismiche (SAR_ERT, SAR_MASW, SAR_RIFRA, SAR_HVSR), eseguite nell'ambito del PD nella campagna di indagini 2021.

Il sondaggio 3407 indica la presenza per i primi 7,5 m di ghiaia e ciottoli.

Di seguito il grafico Vs-profondità e i valori della Vs in forma tabellare della prova SAR_MASW, dalla quale si ricava che il sottosuolo appartiene alla categoria B.



Numero di Strati	Vs finale (m/s)	Spessore (m)	Profondità (m dal p.c)	h/Vs
1	72	0.18	0.18	0.00244
2	171	0.38	0.56	0.00224
3	261	0.62	1.17	0.00236
4	285	1.23	2.41	0.00432
5	409	2.06	4.47	0.00504
6	459	3.47	7.94	0.00756
7	531	4.88	12.81	0.00919
8	689	7.82	20.64	0.01135
9	1092	9.36	30.00	0.00857

Dalle prove a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di tipo incoerente e caratterizzato da un angolo di attrito $\phi_k \geq 19^\circ$.

	PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEL SISTEMA DEGLI ASSI DI FORZA PER IL TRASPORTO PUBBLICO LOCALE (RETE FILOVIARIA E STRUTTURE CONNESSE)												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>E21D</td> <td>02 D Z1</td> <td>GE</td> <td>GE000 005</td> <td>C</td> <td>28 di 28</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	28 di 28
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
E21D	02 D Z1	GE	GE000 005	C	28 di 28								

1.20 PR003 - Ricarica ICM di soccorso - Nervi

Le indagini reperite dal Geoportale delle reg. Liguria e utilizzate per lo studio geotecnico della ricarica ICM di soccorso PR002 Ferraris sono n. 3 sondaggi 5054, 5055, 5056, 3275, spinti sino alle profondità variabili tra 12 e 19 m da p.c. indicanti la presenza del substrato roccioso sub-affiorante; è possibile la presenza di un cappellaccio di alterazione.

Dalle indagini a disposizione si ritiene che il terreno di fondazione possa essere ritenuto di natura coesiva e caratterizzato da un angolo di attrito $c_{uk} \geq 8$ kPa.