

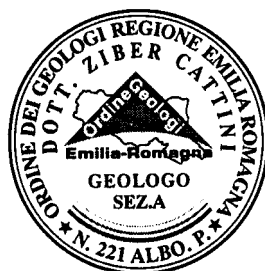
REV./ Rev.	STATO/ Status	DESCRIZIONE / Description	DATA/ Date	VERIFICATO/ Checked by	APPROVATO/ Approved by
0	FUS	EMESSO PER ITER AUTORIZZATIVO	01/09/2020	Calabro'	Citterio



B711CTKC002

PROGETTO DI RIFACIMENTO PER AGGIORNAMENTO TECNOLOGICO DELLA CENTRALE TERMOELETTRICA DI SAN QUIRICO

RELAZIONE GEOTECNICA TOMO 1 STUDIO DEL TERRENO



Angelo Garassino

Alberto Cattini



**CONSULET
SERVIZI S.R.L.**

GEOTECHNICAL ENGINEERING & GEOLOGY

COMMESSA JOB	DATA Date	IDENTIFICATIVO DOCUMENT CODE	REDATTO PREPARED	CONTROLLATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
219	09/2020	R.219.04.02	A. Garassino	C. Riva	Garassino Cattini

via Elia Lombardini, 10 – 20143 Milano
 phone: +39 02-38.24.82.30 - e-mail: geo.consulet@consulet.it

EDISON S.p.A.

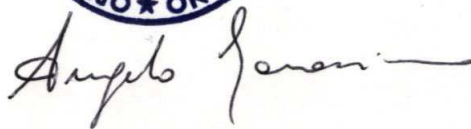
**Comune di Sissa Trecasali,
località San Quirico (PR)**

Centrale termoelettrica Edison S.p.A.

Relazione Geotecnica

Tomo 1 – Studio del terreno






Commessa Job 219
Protocollo / Rev Doc. No. 04.02

Indica le parti modificate con l'ultima revisione *Latest revision*

REV	DATA DATE	DESCRIZIONE DESCRIPTION	REDATTO PREPARED	VERIFICATO CHECKED	APPROVATO APPROVED
00	04/2020	Emissione	Garassino	Riva	Gar. / Catt.
01	05/2020	Rev. per osservazioni	Riva	Garassino	Gar. / Catt.
02	09/2020	Rev. per osservazioni	Riva	Garassino	Garassino Cattini

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
2.	DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO	5
3.	INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	6
3.1	PROGRAMMA DI NUOVE INDAGINI AGGIUNTIVE	7
4.	DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI INDAGATI.....	8
5.	PARAMETRI GEOTECNICI.....	9
5.1	PARAMETRI DA PROVE IN SITU.....	9
5.1.1	<i>Interpretazione dei risultati delle prove SPT</i>	9
5.1.2	<i>Interpretazione dei risultati delle prove CPT</i>	13
5.2	PARAMETRI DA PROVE DI LABORATORIO	21
6.	STRATIGRAFIA DI PROGETTO	26
7.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA PRELIMINARE.....	27
8.	CONCLUSIONI.....	31
	BIBLIOGRAFIA	32

DATA <i>DATE</i>	DOCUMENTO <i>DOCUMENT</i>	COMMESSA <i>JOB</i>	PROTOCOLLO <i>DOC. No.</i>	REVISIONE <i>REVISION</i>	PAG. <i>PAGE</i>	PAG. TOT. <i>TOT. PAGES</i>
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	3	33

1. INTRODUZIONE

In prossimità dell'abitato di San Quirico, in provincia di Parma, è in progetto la costruzione di un ampliamento ed un potenziamento della centrale esistente.

Oggetto della presente relazione è l'elaborazione dei dati ricavati dall'indagine geognostica condotta per la realizzazione della vecchia centrale nell'ottica del diverso regolamento normativo in vigore oggi e delle conoscenze sui terreni della zona attorno.

La caratterizzazione geotecnica è finalizzata all'esecuzione delle verifiche di calcolo necessarie al dimensionamento delle opere di fondazione degli edifici e delle strutture a servizio dei macchinari e degli impianti.

In questo documento, per una valutazione preliminare si fa riferimento alle indagini geognostiche esperite per la progettazione della centrale esistente.

Per la fase di approfondimento dello studio a livello di progettazione definitiva verranno effettuate indagini sia geognostiche, sondaggi e prove penetrometriche CPTU/dilatometriche SDMT, sia geofisiche direttamente sull'area in esame studiandone la posizione con riferimento alla disposizione dell'impianto.

Saranno effettuate anche prove di laboratorio sui campioni indisturbati di terreno recuperato dai sondaggi, tra queste anche prove dinamiche.



Figura 1.1: Ampliamento dell'area di centrale

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	4	33

2. DOCUMENTI E NORME DI RIFERIMENTO

Nel corso della presente relazione si farà riferimento ai seguenti documenti ed alle norme successivamente elencate:

- [1] **ITALGEO** – Centrale Termoelettrica di S. Quirico – *Relazione Geotecnica*, Maggio 1993 e suoi allegati:
 ITALGEO: Centrale Termoelettrica di S. Quirico – *Prove geotecniche di laboratorio*
 VINCENZETTO: Centrale Termoelettrica di S. Quirico – *Indagini geognostiche*
- [2] **PROVINCIA DI PARMA** – Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale
<http://www.provincia.parma.it/servizi-online/ptcp/il-ptcp-vigente>
- [3] **CONSULET SERVIZI S.r.l.** – Comune di Sissa Trecasali, località San Quirico. Centrale Termoelettrica Edison S.p.A. – *Modelli geologico e sismo-stratigrafico*, codifica R.219.06.00 - 2020.

Normative

- Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, Decreto 17 Gennaio 2018: Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni (NTC)».
- CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n.7 C.S.LL.PP.: Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- Deliberazione della Giunta Regionale n.1373 del 26 Settembre 2011 “Atto di indirizzo recante l'individuazione della documentazione attinente alla riduzione del rischio sismico necessaria per il rilascio del permesso di costruire e per gli altri titoli edilizi, alla individuazione degli elaborati costitutivi e dei contenuti del progetto esecutivo riguardante le strutture e alla definizione delle modalità di controllo degli stessi, ai sensi dell'art. 12, comma 1, e dell'art. 4, comma 1, della l.r. n. 19 del 2008.”.
- Deliberazione della Giunta Regionale n.1164 del 23 Luglio 2018 “Aggiornamento della classificazione sismica di prima applicazione dei Comuni dell'Emilia-Romagna”.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	5	33

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini disponibili per consultazione sono state eseguite nell'area della esistente centrale e sono:

- n° 3 sondaggi a carotaggio continuo, spinti alla profondità di 25 m da p.c.: in essi sono state eseguite prove SPT in corrispondenza dei terreni granulari mentre per i terreni coesivi sono state effettuate prove con penetrometro tascabile e/o scissometro tascabile sulle carote estratte e ricoverate in cassetta.
- n° 5 prove penetrometriche statiche elettriche CPTE delle quali 4 spinte a 25 m di profondità ed una a raggiungere i 30 m

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono stati prelevati campioni indisturbati con un campionatore tipo Osterberg ed i campioni sono stati portati ad un laboratorio geotecnico il quale ha eseguito i seguenti tipi di prove:

- peso di volume del terreno naturale,
- determinazione del contenuto naturale di acqua,
- analisi granulometrica per vagliatura,
- determinazione dei limiti di Atterberg (limitatamente al limite liquido LL ed al limite plastico LP),
- prova di compressione non confinata,
- prova edometrica ad incrementi di carico controllati.

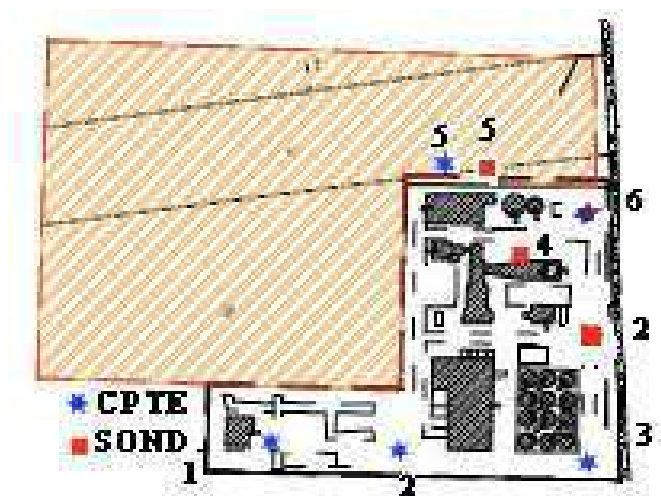


Figura 3.1: Ubicazione delle indagini disponibili

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	6	33

3.1 Programma di nuove indagini aggiuntive

Come anticipato nel capitolo introduttivo, alcune indagini integrative si renderanno certamente necessarie in una successiva fase di progetto. In particolare, si consiglia l'esecuzione minima delle seguenti prove:

- ➔ N° 4 sondaggi a carotaggio continuo con ricovero integrale del materiale in cassetta catalogatrice:
 - un foro di sondaggio spinto a 35 m sarà attrezzato con tubo per l'esecuzione di prova down-hole;
 - si richiede il prelievo di 4 campioni indisturbati a mezzo di un campionatore tipo Osterberg per ciascun sondaggio nel livello A coesivo;
 - nei livelli B e C si effettueranno prove SPT ogni 3 m;
 - nel livello C si effettueranno prove di permeabilità lefranc alle profondità di 20 m, 25 m e 30 m.
- ➔ N° 6 prove dilatometriche spinte a 25 ÷ 30 m di profondità:
 - almeno 3 prove dovranno essere condotte con la punta sismica;
 - saranno effettuate almeno 4 prove di dissipazione nel livello A.
- ➔ N° 2 stendimenti MASW
- ➔ N° 2 prove HVSR

I campioni prelevati verranno portati in un laboratorio autorizzato ove verranno sottoposti alle prove qui elencate:

- prove di classificazione su tutti i campioni indisturbati;
- prove di consolidazione edometrica (almeno 4);
- prove triassiali consolidate non drenate CIU (almeno 3);
- prove triassiali non consolidate non drenate UU (almeno 3)
- prove di taglio diretto (almeno 3, di cui 1 con determinazione del residuo);
- in aggiunta si richiede la granulometria nei livelli sabbiosi B e C (ogni 2 m in 2 sondaggi, dal materiale ricoverato in cassetta);
- prove speciali:
 - ➔ una prova di colonna risonante su un campione del livello A,
 - ➔ una prova di colonna risonante su un campione ricostituito del livello B.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	7	33

4. DESCRIZIONE STRATIGRAFICA DEI TERRENI INDAGATI

Le indagini esperite sul sito della centrale esistente, risalenti al 1993, hanno individuato in maniera sistematica i seguenti livelli:

LIVELLO A₀: strato superficiale formato da terreno agrario o di riporto. Lo spessore medio dello strato è di 0,6 m, ma localmente può presentarsi con uno spessore leggermente maggiore.

LIVELLO A: presente da 0,60 m a 11,50. Argilla debolmente limosa color nocciola (fino a 2 m, circa), consistente, poi grigio-nocciola con zonature ocracee. Presente inclusione diffusa di calcinoli e residui vegetali. Terreno sovraconsolidato con sovraconsolidazione maggiore nella parte alta.

LIVELLO B: presente da 11,50 a 13,00 m circa; si tratta di un'alternanza di livelli di sabbia fine con limo, limo argilloso e/o sabbioso, la presenza della frazione fine decresce verso il basso per adeguarsi con gradualità al livello successivo.

LIVELLO C: dalla profondità media di 13,00 m fino alla massima profondità indagata si ha sabbia media (70±5%) con frazioni fine e grossolana del 10% cad. e limosa del 5% max.

La presenza della falda è stata riscontrata mediante misure effettuate in un piezometro e risulta oscillare attorno alla profondità di 6 m dal piano campagna. Sono comunque registrate oscillazioni che suggeriscono di fissare il livello di falda di progetto a 5,50 m dal piano di campagna.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	8	33

5. PARAMETRI GEOTECNICI

5.1 Parametri da prove in situ

Sulla scorta delle informazioni acquisite tramite le indagini in situ si è proceduto alla caratterizzazione geotecnica dei terreni.

La definizione dei parametri geotecnici è basata su correlazioni empiriche di provata affidabilità ampiamente validati dalla letteratura scientifica.

5.1.1 Interpretazione dei risultati delle prove SPT

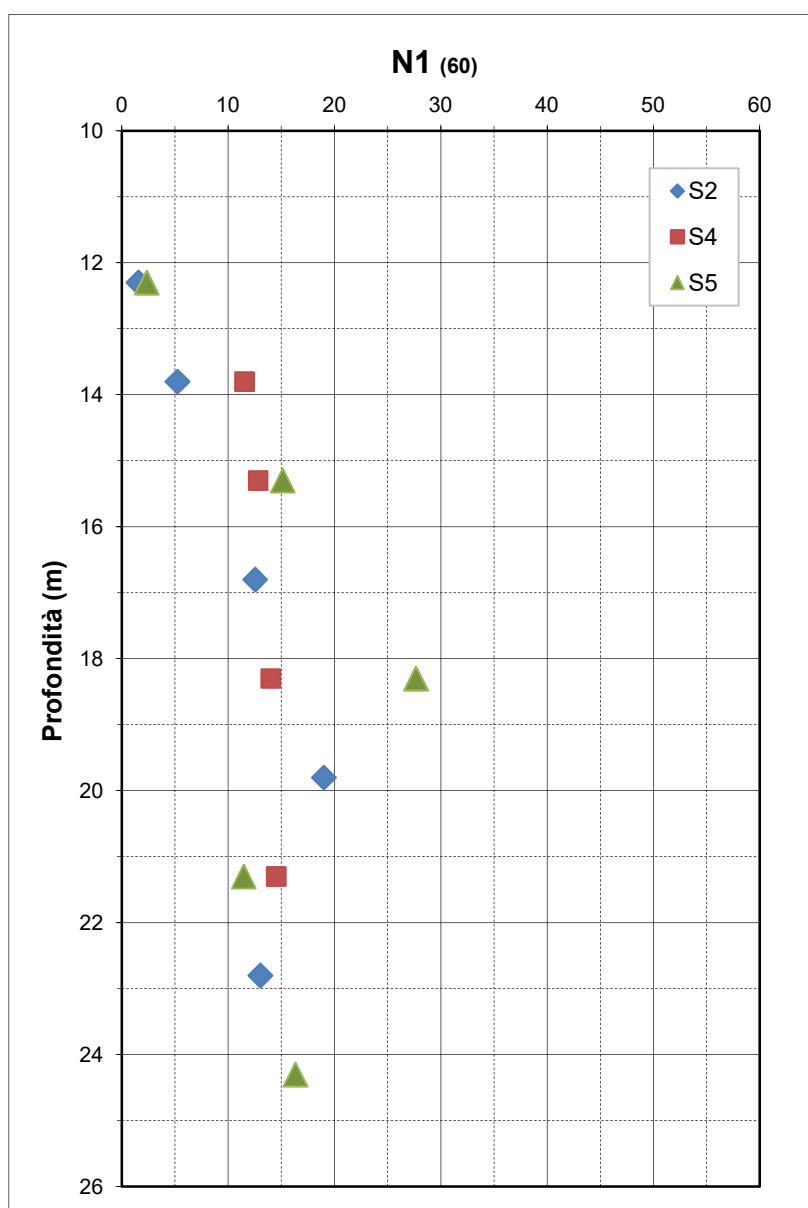


Figura 5.1.1.1: Valori di $N1_{(60)}$ per terreni granulari – a profondità maggiori di 10 m da p.c.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	9	33

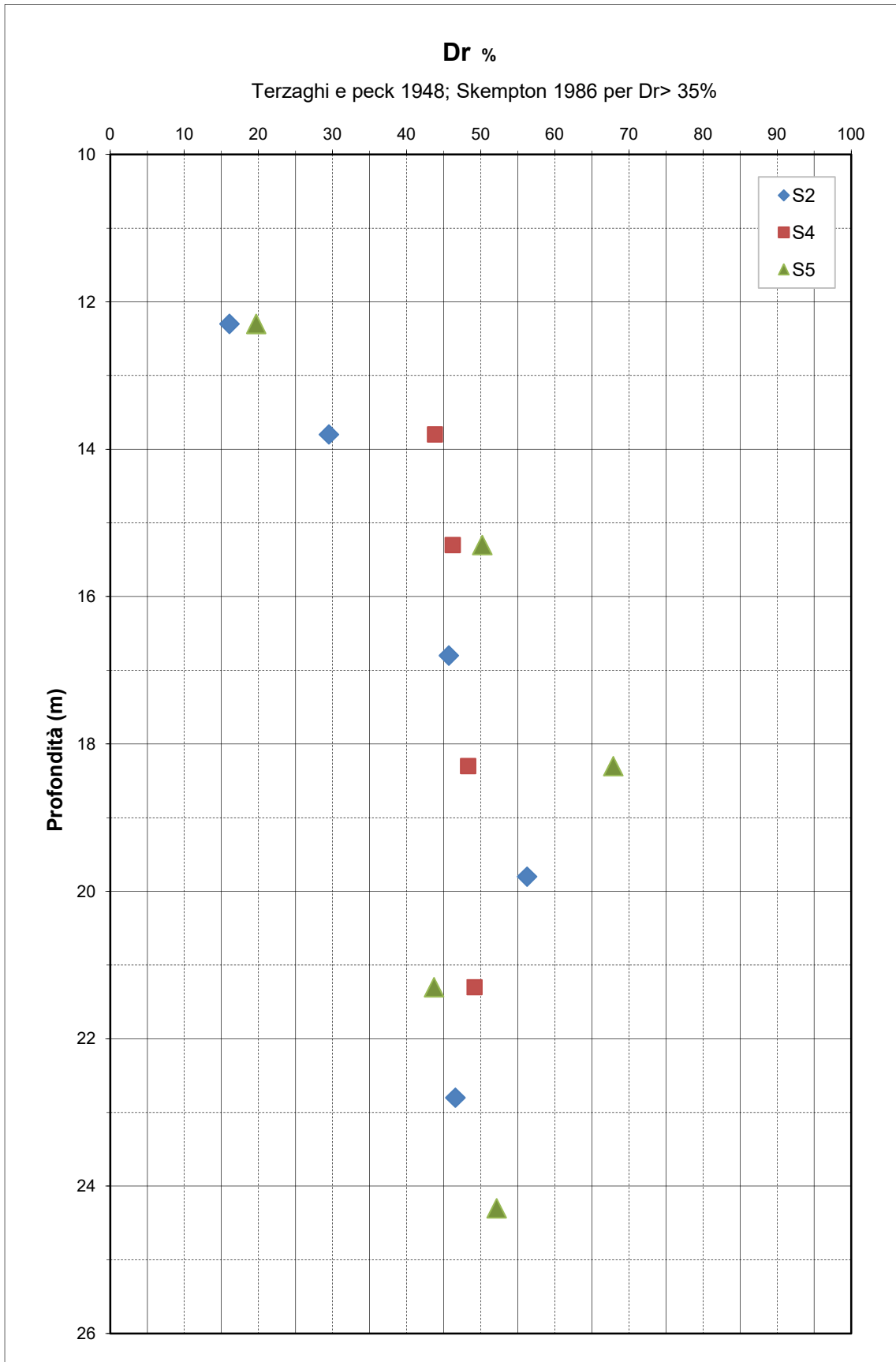


Figura 5.1.1.2: Densità relativa per terreni granulari – a profondità maggiori di 10 m da p.c.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	10	33

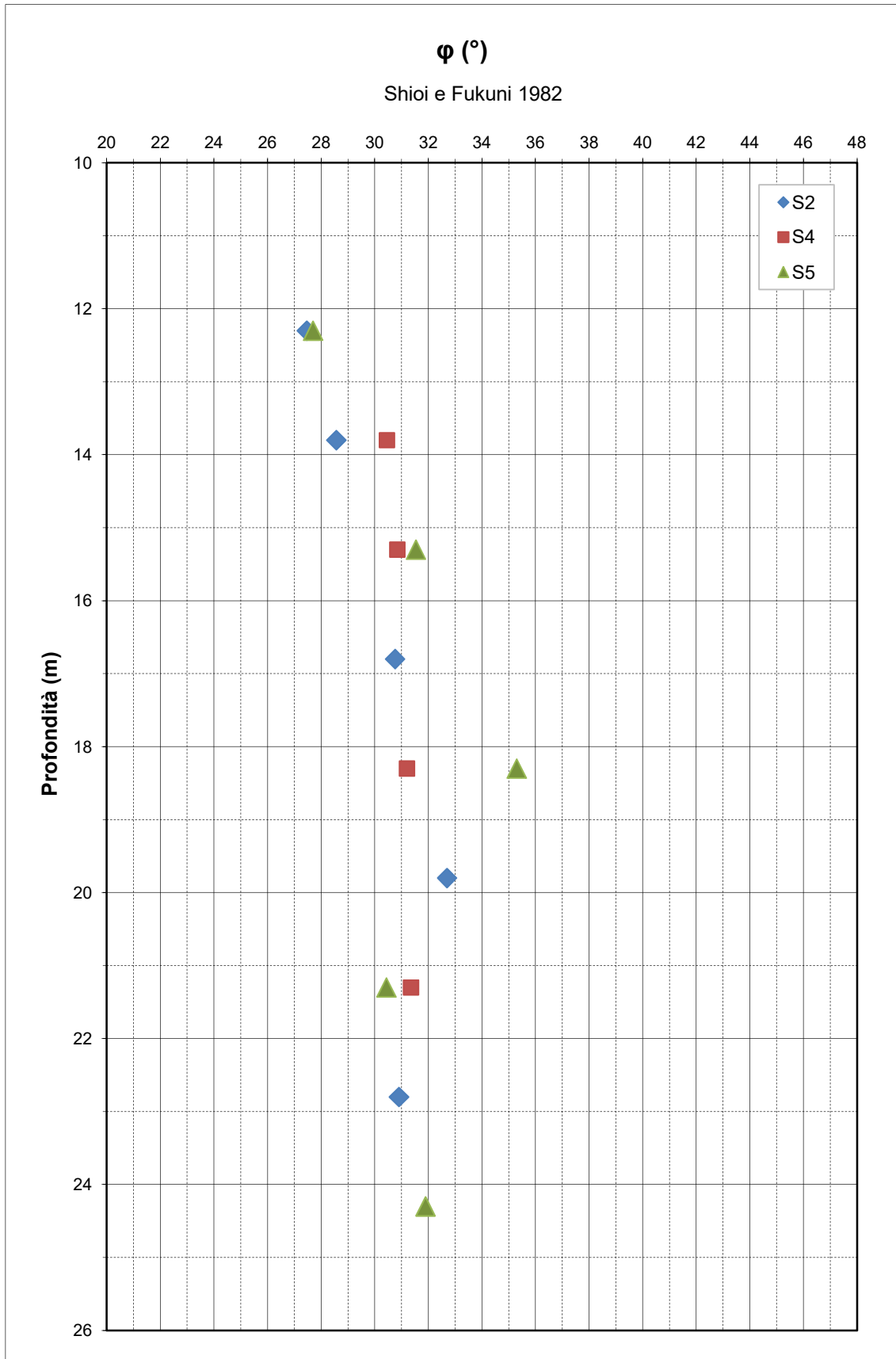


Figura 5.1.1.3: Angolo d'attrito per terreni granulari – a profondità maggiori di 10 m da p.c.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	11	33

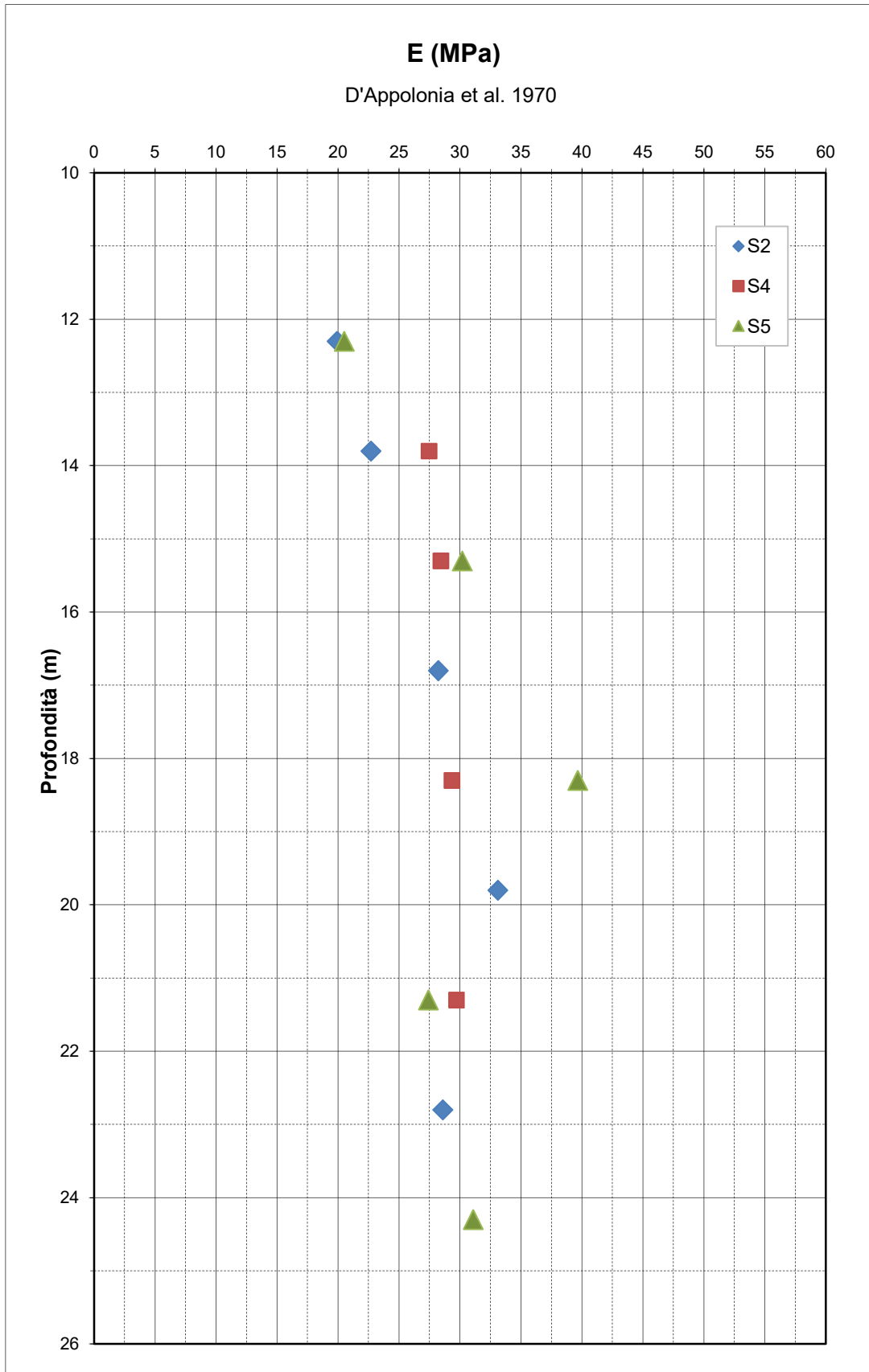


Figura 5.1.1.4: Modulo di Young per terreni granulari – a profondità maggiori di 10 m da p.c.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	12	33

5.1.2 Interpretazione dei risultati delle prove CPTE

Le prove penetrometriche elettriche sono numerate da 1 a 6, ma non è presente la prova n°4 nella documentazione raccolta.

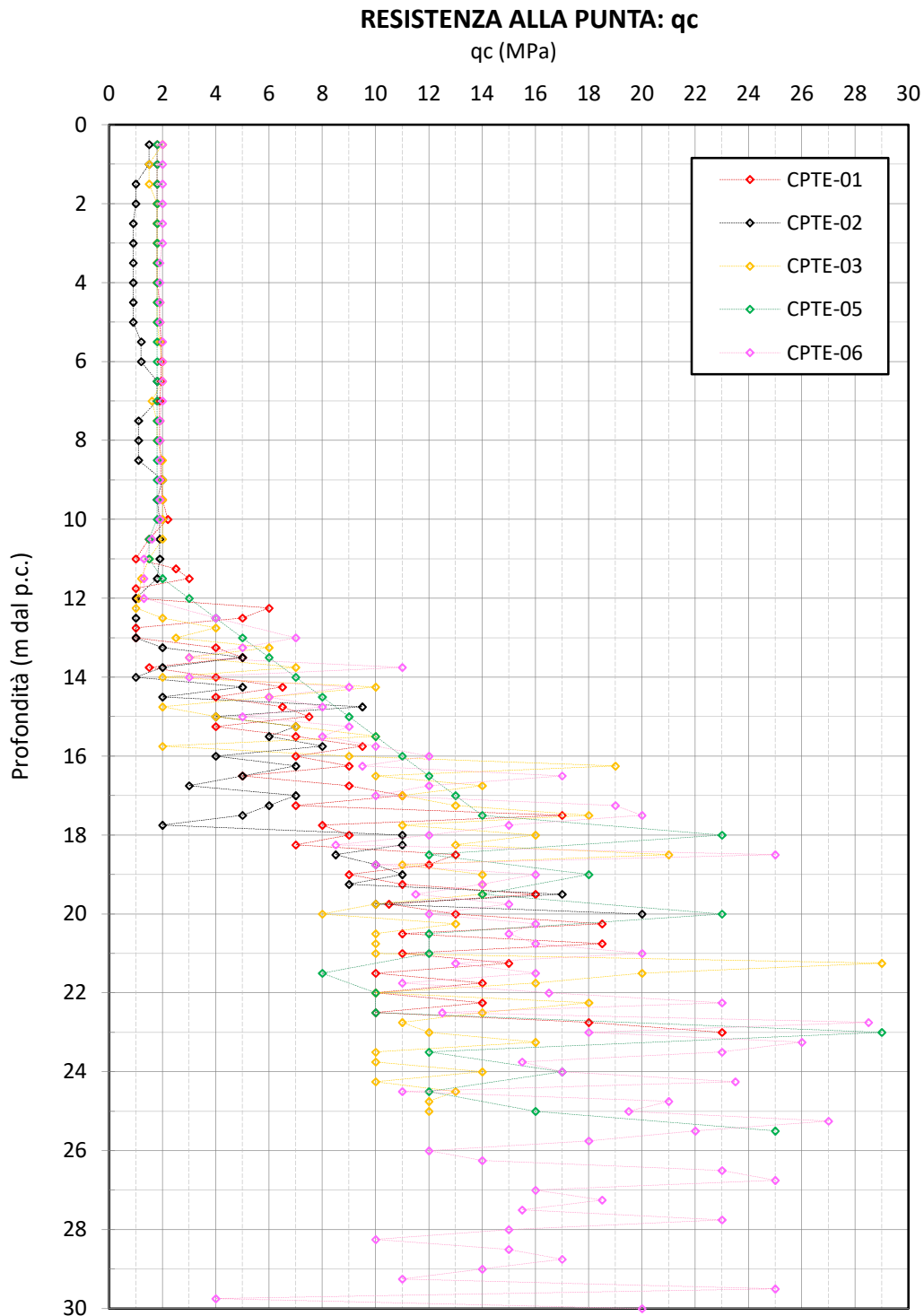


Figura 5.1.2.1: Resistenza alla punta misurata al variare della profondità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	13	33

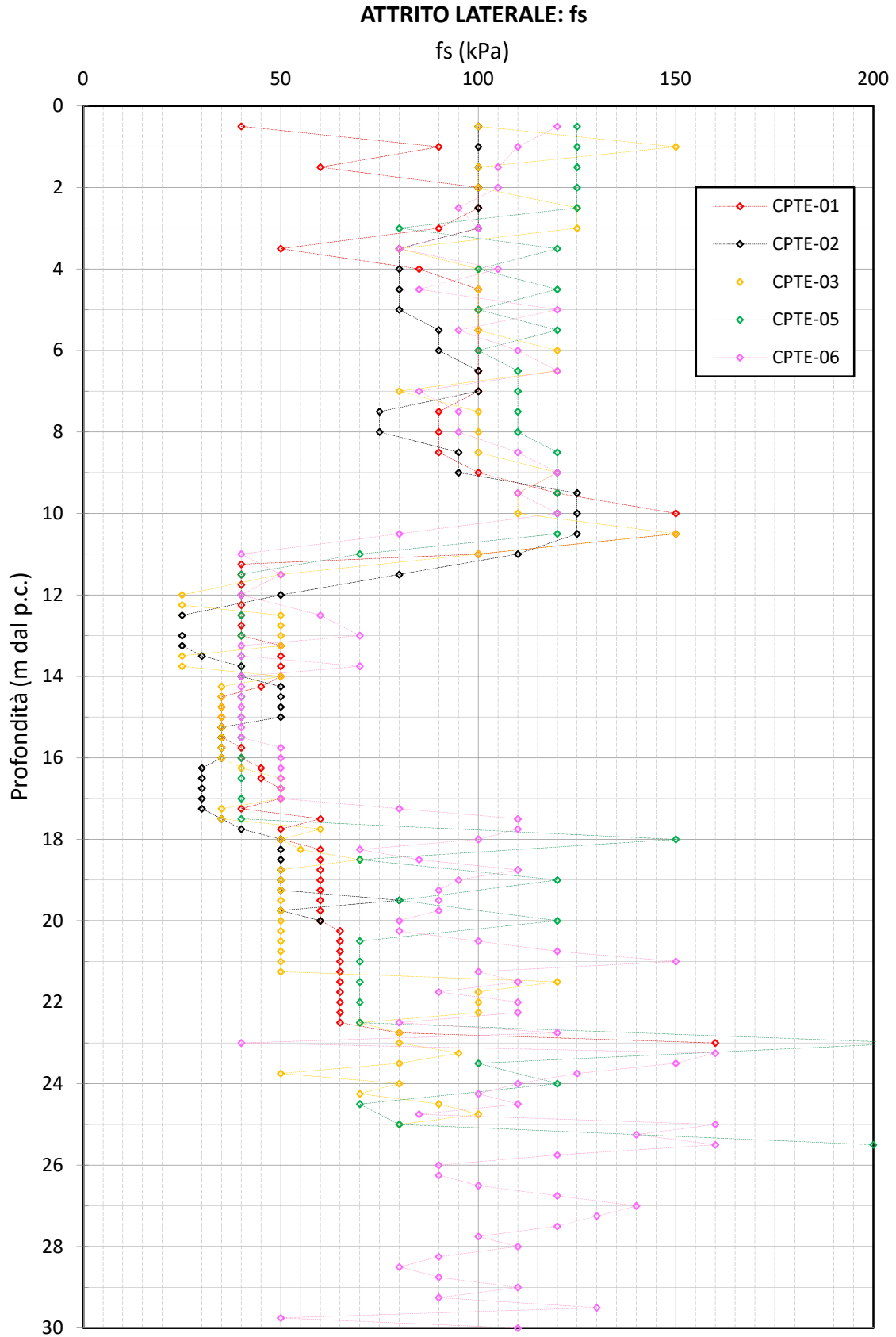


Figura 5.1.2.2: Attrito laterale misurato al variare della profondità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	14	33

DENSITA' RELATIVA per depositi granulari

$$\text{Lancellotta } D_r (\%) = 66 \text{ Log}[Q_c / (s'v)^{0.5}] - 98]$$

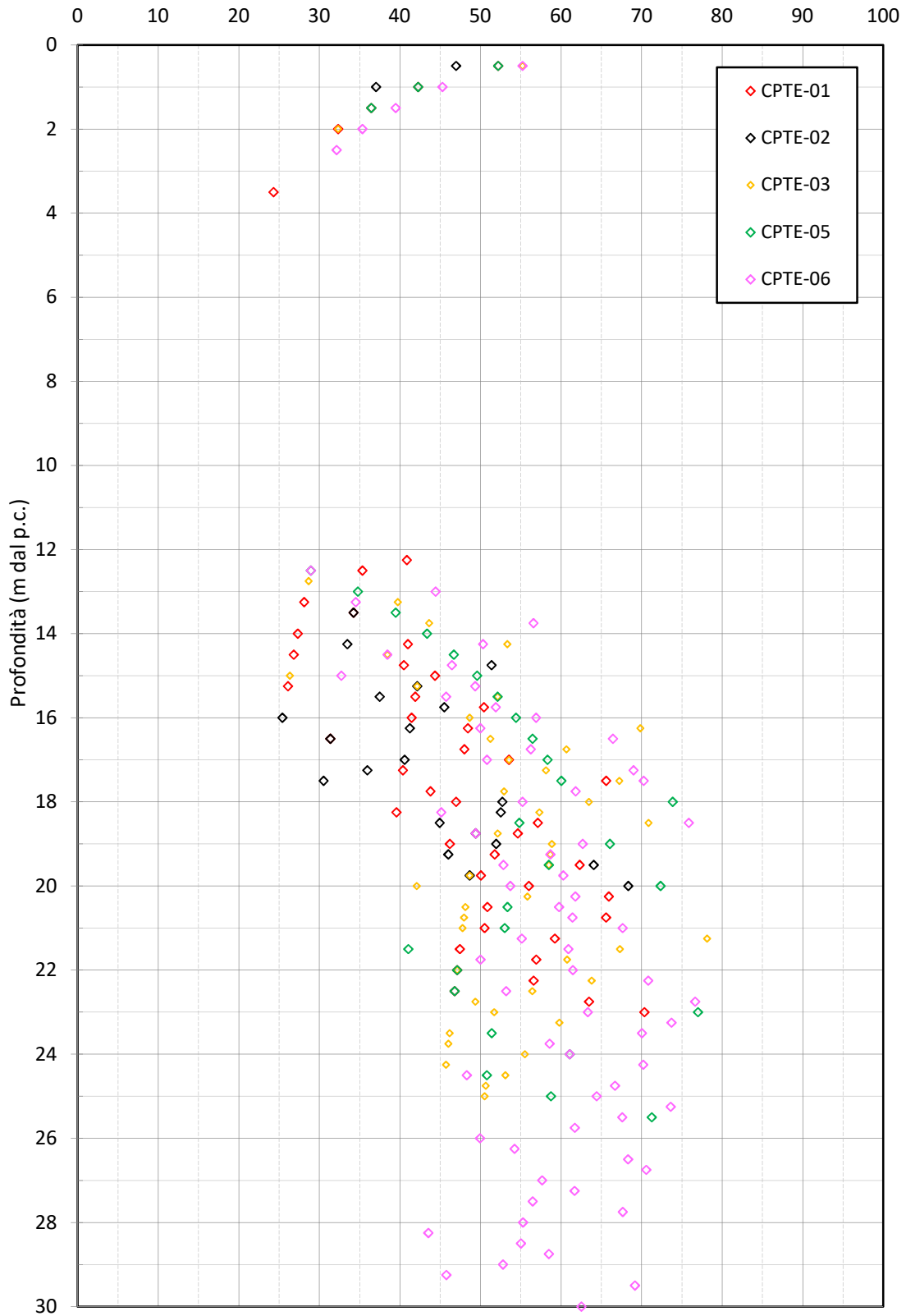


Figura 5.1.2.4: Densità relativa per terreni granulari

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	16	33

ANGOLO DI ATTRITO INTERNO per depositi granulari

$$\text{Marchetti } \phi (^{\circ}) = 17,6 + 11 \text{ Log}[(Q_c/p_a)/(\sigma'_v/p_a)^{0.5}]$$

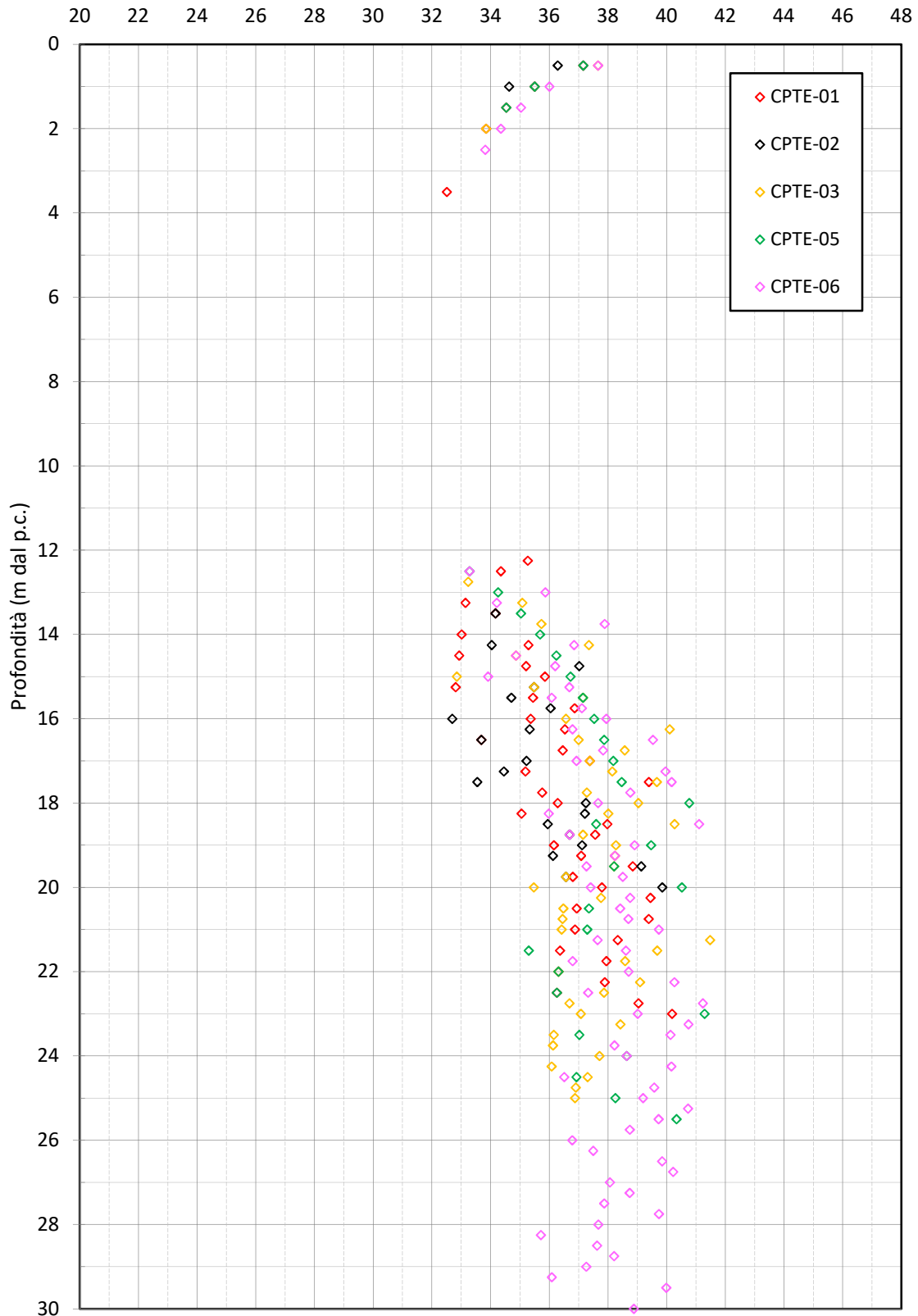


Figura 5.1.2.5: Angolo di attrito per terreni granulari

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	17	33

MODULO DI YOUNG per depositi granulari

$$\text{DENVER } E \text{ (MPa)} = 8 (Q_c / Q_0)^{0.5} \quad [Q_0 = 1 \text{ MPa}]$$

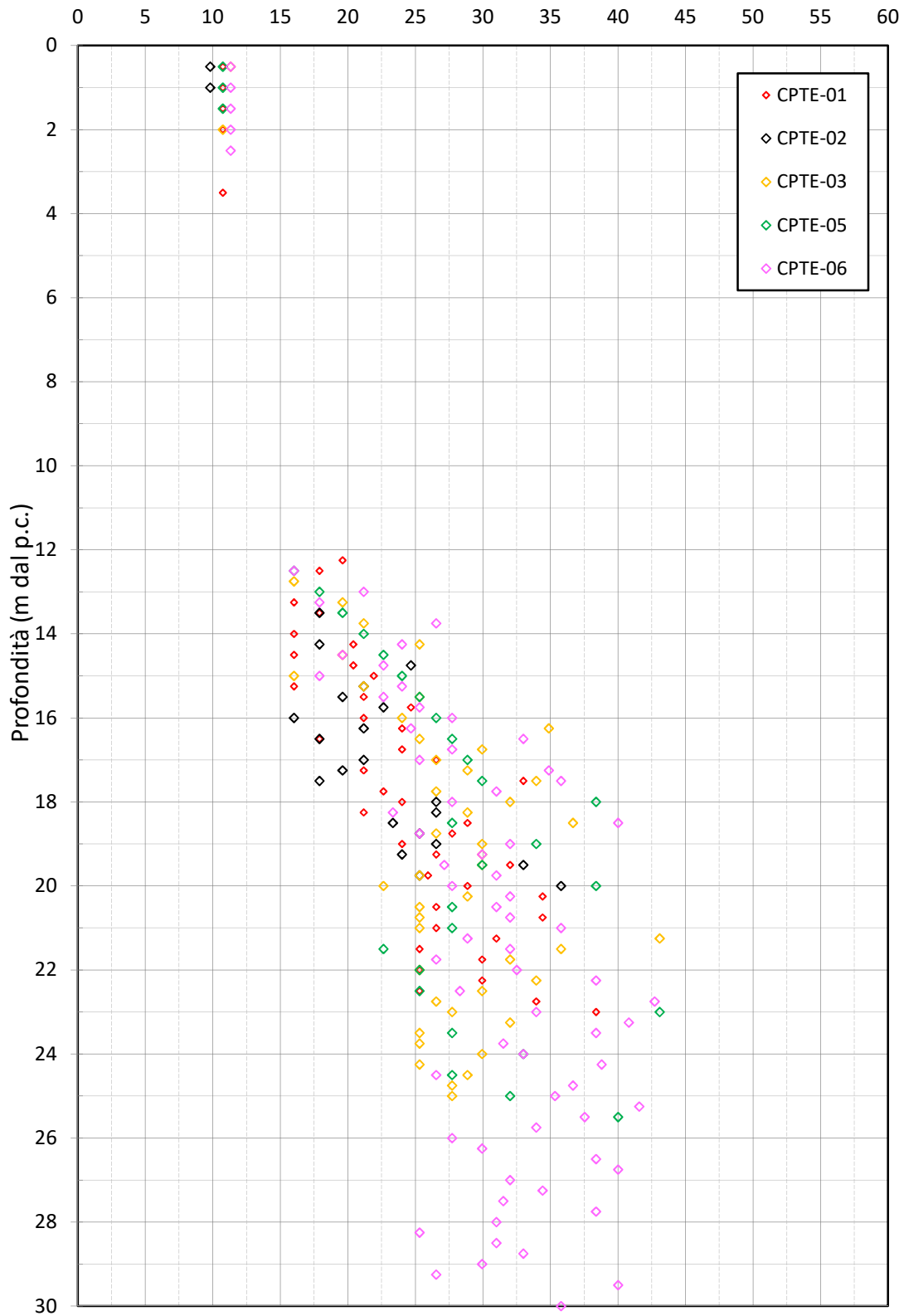


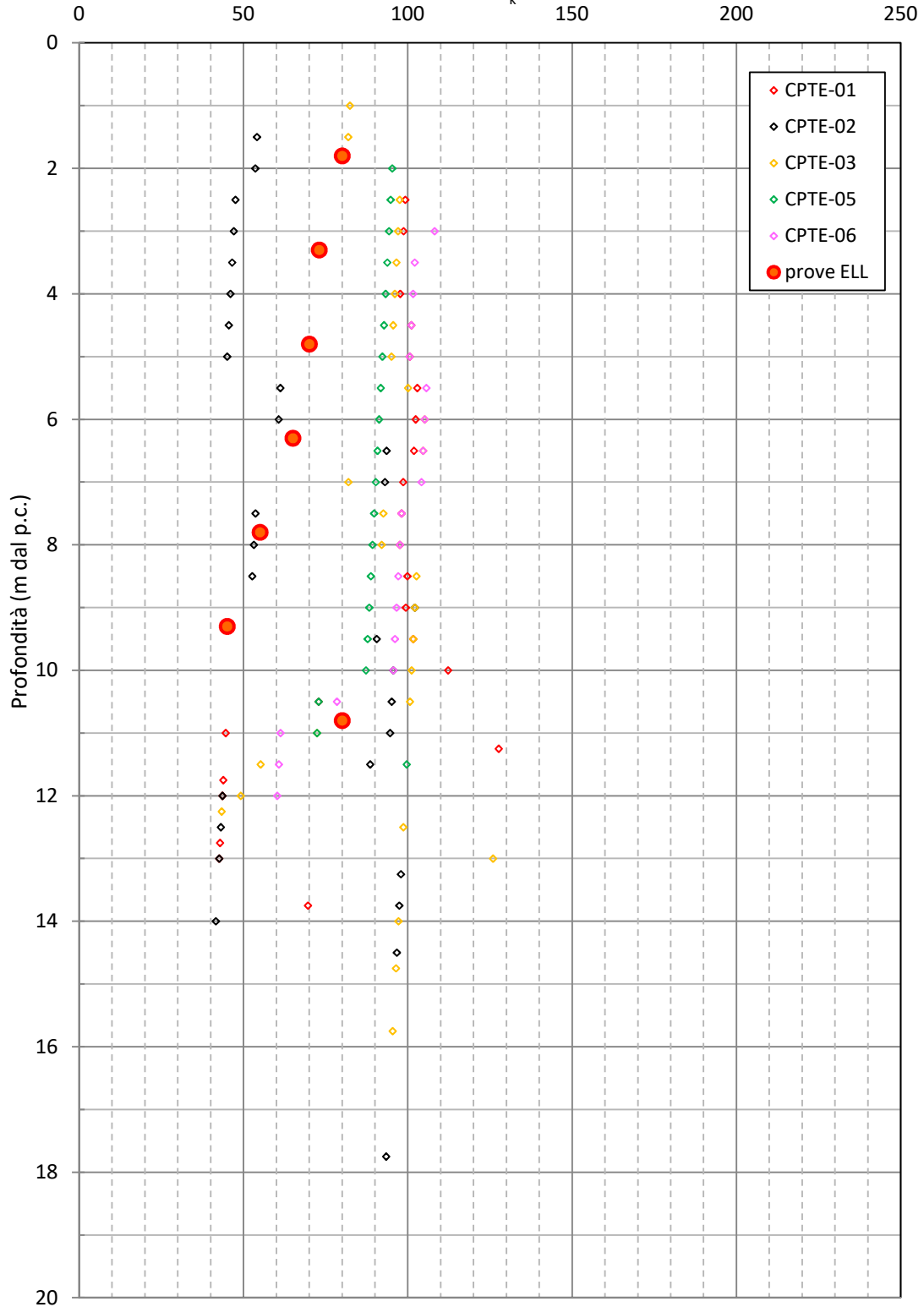
Figura 5.1.2.6: Angolo di attrito per terreni granulari

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	18	33

COESIONE NON DRENATA per depositi coesivi

$$C_u \text{ (kPa)} = (q_t - \sigma) / N_k$$

$$N_k = 18$$



*Figura 5.1.2.7: Coesione non drenata per terreni coesivi
(profondità massima rappresentata 20 m da p.c.)*

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	19	33

MODULO EDOMETRICO per depositi coesivi

Mitchell & Garder M (MPa) = $a Q_c$

$\alpha = 4$

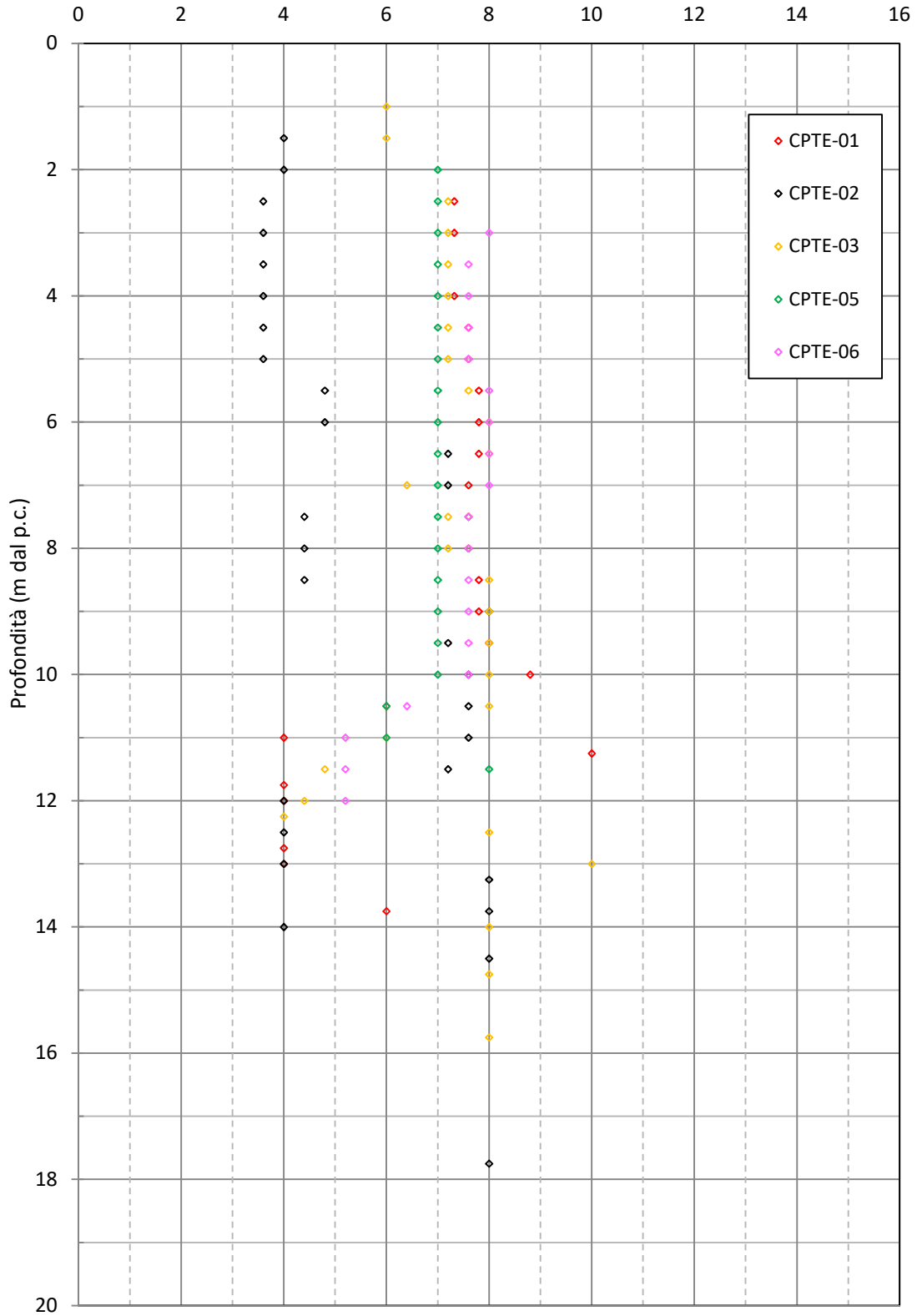


Figura 5.1.2.8: Modulo edometrico per terreni coesivi
(profondità massima rappresentata 20 m da p.c.)

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	20	33

5.2 Parametri da prove di laboratorio

I campioni prelevati nel corso del sondaggio, sono stati sottoposti a prove di laboratorio. Le analisi sui campioni del materiale coesivo del livello A hanno fornito i seguenti risultati.

SONDAGGIO	campione	profondità		γ_n	W_n	LL	LP	IP	CNC	p'_v
		da	a							
		m	m	kN/m^3	%	%	%	%	kPa	kPa
2	A	1,50	2,10	17,9	28	66	27	39	160	
	B	4,50	5,10	19,5	28	67	26	41	118 140	300
	C	7,50	8,10	18,3	35	84	32	52	99 119	250
	D	10,50	11,10	20,3	25	47	21	26	157	200
4	A	3,00	3,60	18,7	35	90	31	59	117 156	
	B	6,00	6,60	19,1	32	87	30	57	134	400
	C	9,00	9,60	19,6	30	84	28	56	121 137	
5	A	3,00	3,50	18,9	36	86	32	54	153	250
	B	6,00	6,60	19,1	33	89	31	58	143	
	C	9,00	9,60	20,1	27	82	27	55	50 47	

Tabella 5.2.I: risultati delle prove di laboratorio del 1993

Il valore del coefficiente di consolidazione c_v ricavato dalle prove edometriche si attesta in un intervallo compreso tra $c_v = 3,2 * 10^{-04}$ e $c_v = 5,7 * 10^{-04} \text{ cm}^2/\text{s}$.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	21	33

I risultati di laboratorio sono diagrammati rispetto alla profondità dal piano campagna nelle figure riportate di seguito.

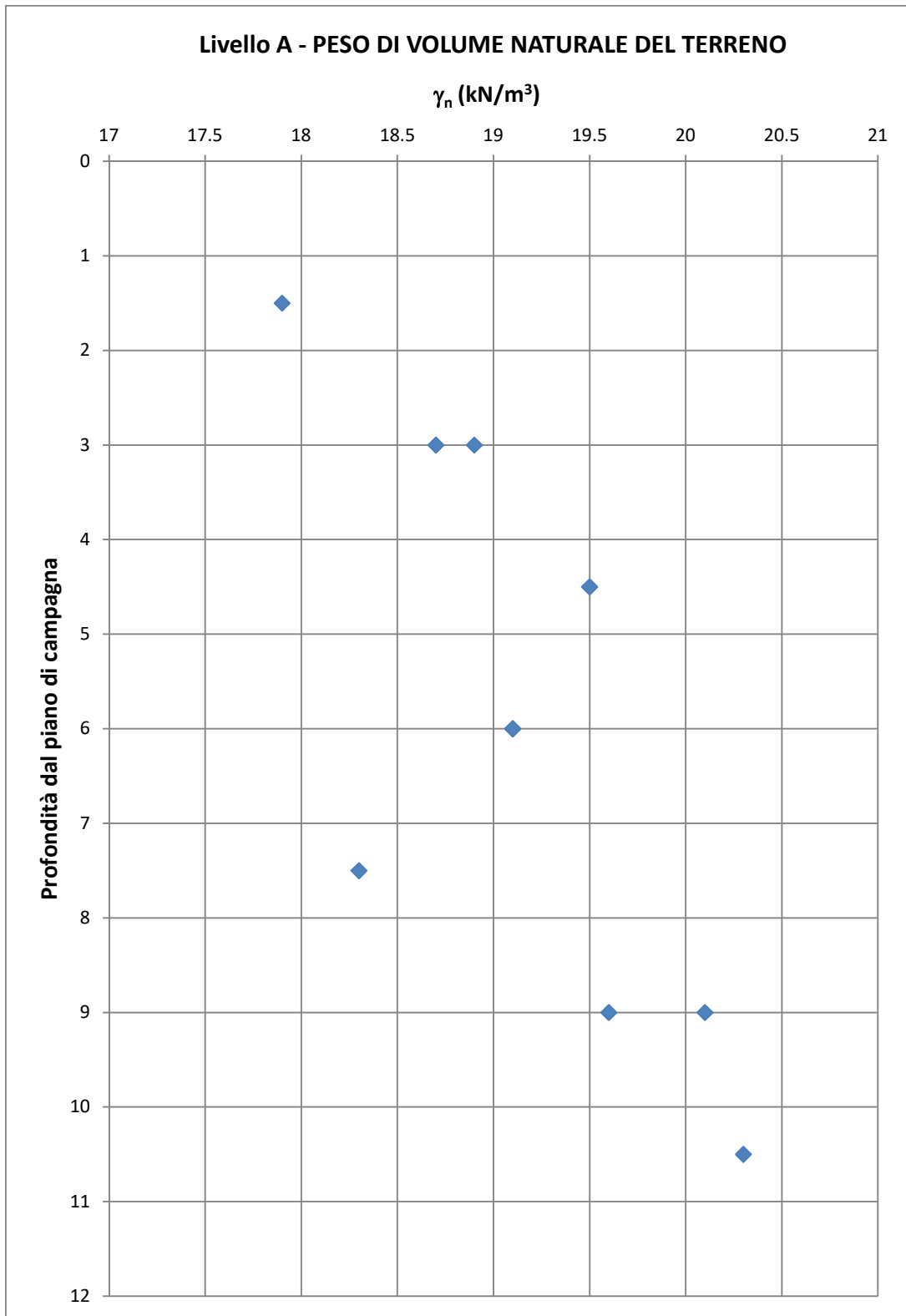


Figura 5.2.1: Peso di volume naturale del terreno

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	22	33

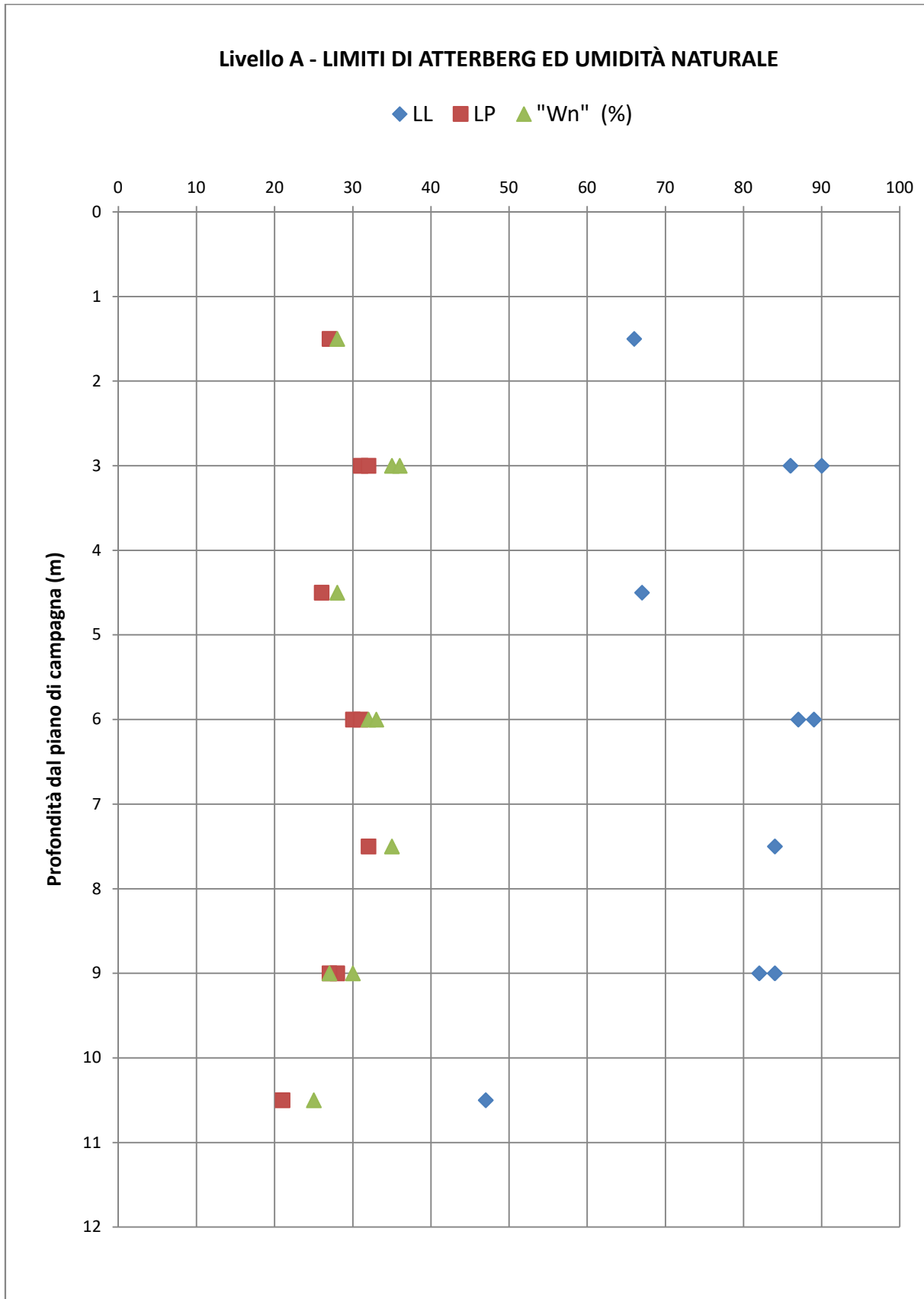


Figura 5.2.2: Limiti di Atterberg e umidità naturale

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	23	33

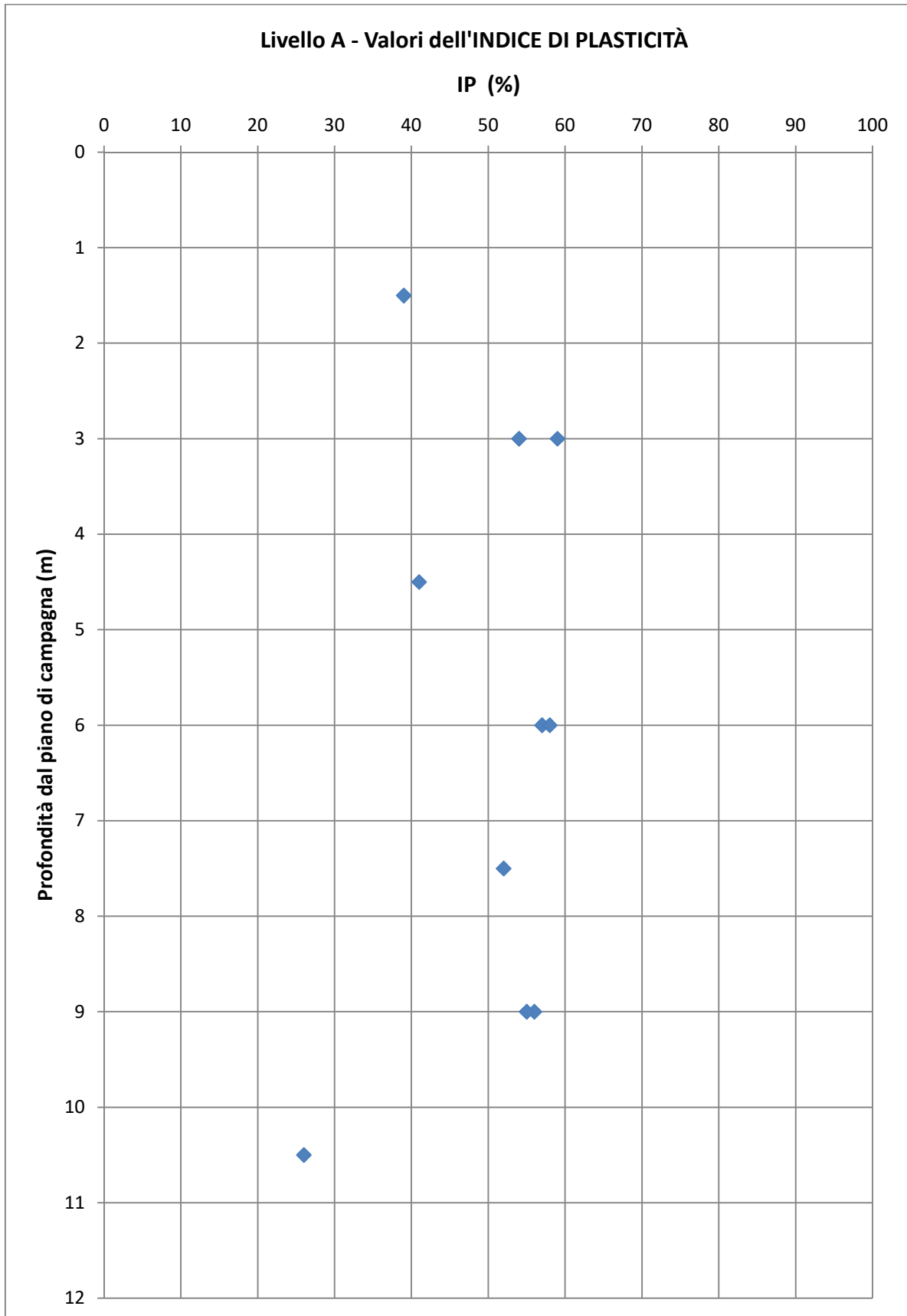


Figura 5.2.3: Indice di Plasticità

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	24	33

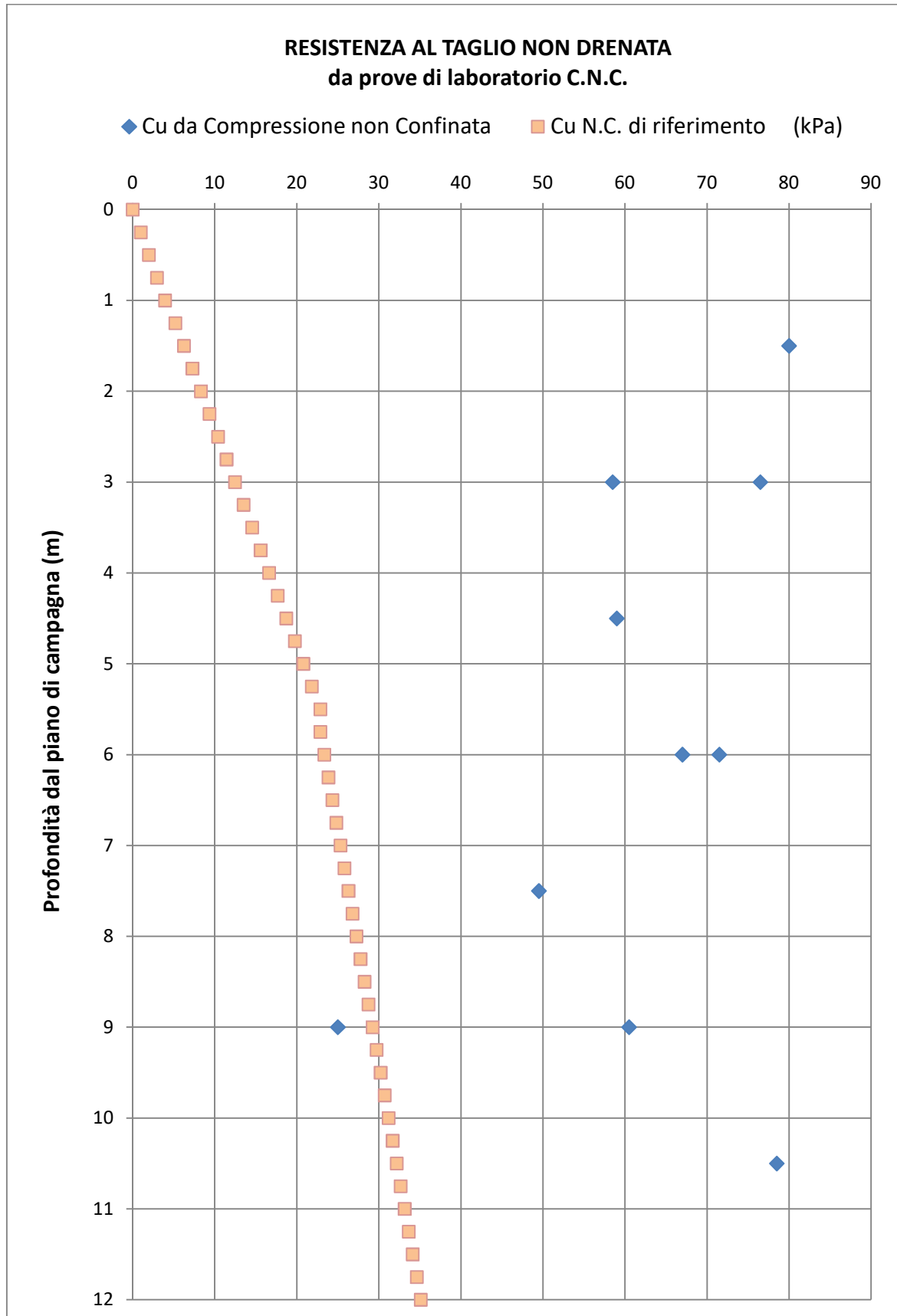


Figura 5.2.4: Resistenza al taglio non drenata - da prove di laboratorio

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	25	33

6. STRATIGRAFIA DI PROGETTO

Con riferimento a quanto esposto nei precedenti capitoli, sulla base delle indicazioni ad oggi disponibili e che verranno integrate con una indagine aggiuntiva, nell'area interessata dalle nuove costruzioni si può attribuire un'unica stratigrafia di progetto, riportata nella figura 6.1.

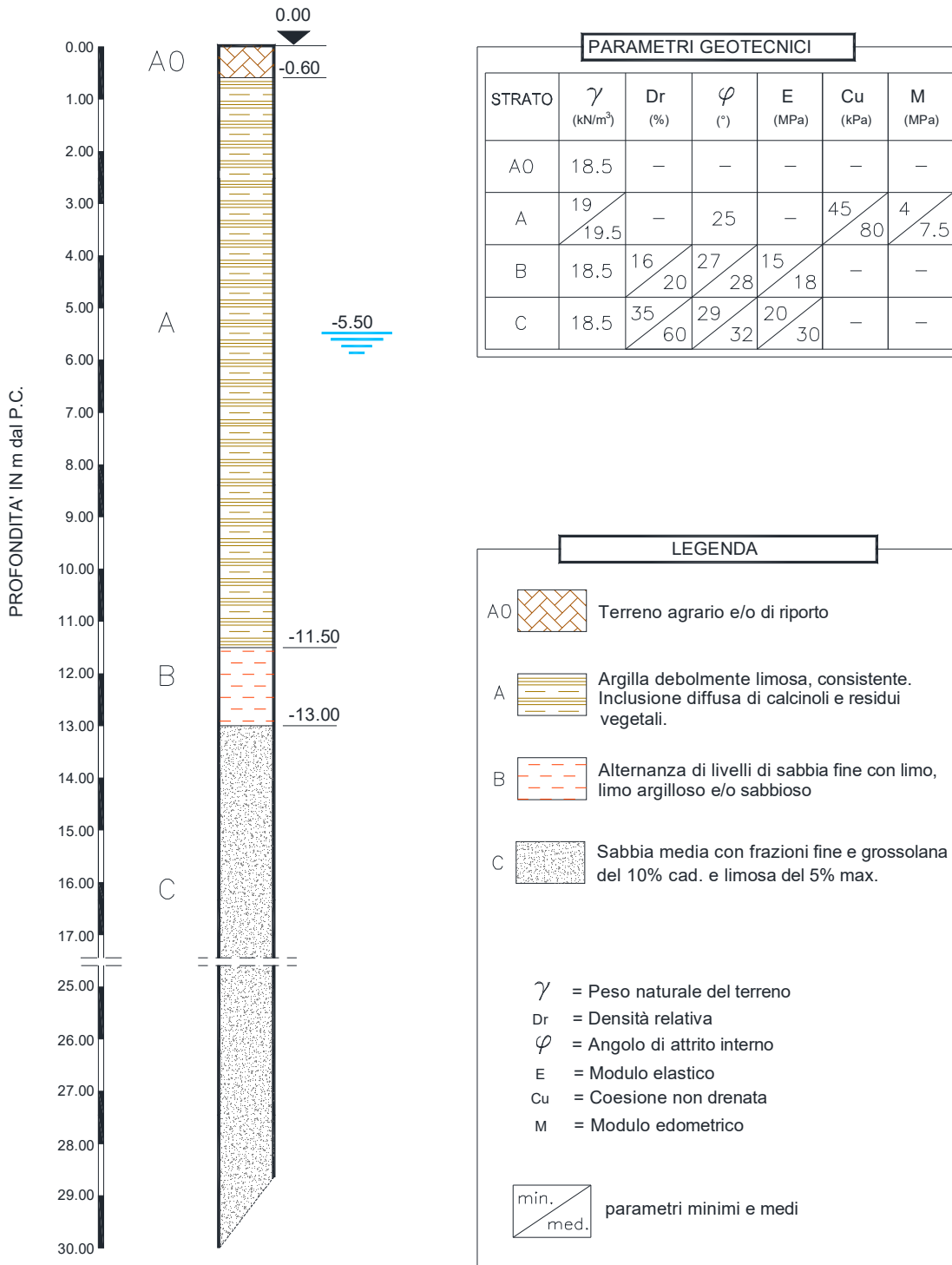


Figura 6.1: Stratigrafia di progetto e parametri geotecnici

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	26	33

7. CARATTERIZZAZIONE SISMICA PRELIMINARE

Per quanto concerne la caratterizzazione sismica dei terreni, in mancanza di indagini geofisiche, una valutazione preliminare viene qui condotta in funzione dei soli dati a disposizione, ed in particolare dei valori di NSPT misurati nei terreni granulari (mediamente maggiori di 15) e di quelli di coesione stimati per il livello A (mediamente 70-80 kPa), valori che con la vecchia normativa (NTC 2008) rappresentavano il limite sopra il quale i terreni venivano classificati in categoria C. Sempre a partire da questi dati, nello studio geologica/sismica di Rif. [3] sono stati ricavati, mediante formule empiriche, dei valori “presunti” di V_{s30} , dell’ordine di 260 m/s.

Pertanto, sulla base di queste ultime considerazioni, con riferimento alle categorie di sottosuolo individuate nelle NTC del Gennaio 2018, si ritiene che i terreni di fondazione possano essere definiti come appartenenti alla categoria C: *“Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*.

Tale classificazione andrà confermata o rivista a seguito dell’esecuzione di una appropriata indagine geofisica sull’area di interesse.

Dal punto di vista topografico, invece, l’area in esame è classificabile nella **categoria T1**: *“Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ ”*.

Il Testo Unico 2008, poi ripreso dal 2018, suddivide il territorio italiano in maglie a cui sono state attribuite accelerazioni sismiche massime su suolo rigido, definite in base alle coordinate assolute del luogo, o in base al comune; per il caso in esame, sono state scelte direttamente le coordinate della centrale elettrica stessa. Tali coordinate sono di seguito indicate.

Latitudine : 44.928

Longitudine: 10.304

Per la centrale di San Quirico l’accelerazione sismica di progetto, riferita ad un valore di vita nominale (V_N) dell’opera di 50 anni (opere ordinarie) in una classe d’uso IV (opera strategica: coefficiente $C_u=2$), risulta essere: $a_g = 0.130$ g, ove “g” è l’accelerazione di gravità. Tale accelerazione è quella caratteristica dello stato limite di salvaguardia della vita SLV, avente tempo di ritorno $T_R = 949$ anni, calcolato come segue:

$$T_R = -V_R / \ln (1-P_{VR}) = 949 \text{ anni}$$

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	27	33

in cui:

P_{VR} = probabilità di superamento nel periodo di riferimento = 10%;

V_R = periodo di riferimento = $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \text{ anni} \times 2 = 100 \text{ anni}$.

Il valore del fattore di amplificazione spettrale massima sul sito di riferimento rigido orizzontale (F_0) corrispondente è pari a 2.601.

Partendo da questi dati, sarebbe pertanto possibile ricavare i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali per l'analisi geotecnica delle opere:

$$K_h = \beta_s \frac{a_{\max}}{g} \qquad K_v = 0.5 \cdot K_h$$

in cui:

- g = accelerazione di gravità;
- $a_{\max} = S_S S_T a_g$ = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;
- $S_S = 1.00 \leq 1.7 - 0.6 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50 = 1.497$ per terreni di categoria C, è il coefficiente di amplificazione stratigrafica, tabellato in normativa (NTC 2018) in funzione della categoria di sottosuolo;
- $S_T = 1.0$ è il coefficiente di amplificazione topografica per morfologie corrispondenti alla categoria topografica T1;
- β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito dipendente dalla categoria del sottosuolo e dal tipo di opera da verificare.

Tuttavia i parametri di base sopra specificati non tengono conto di eventuali fenomeni di amplificazione geometrica e/o litologica che potenzialmente si possono verificare durante il sisma di riferimento; per questo motivo, le Regioni orientano verso calcoli più specifici che, laddove necessario, portano a modificare i parametri sismici di base in modo da mantenere un sufficiente margine di sicurezza nei confronti di tali fenomeni di amplificazione.

Per quanto concerne il caso in esame, la regione Emilia Romagna adotta regole secondo le quali il secondo livello di approfondimento risulta necessario per i depositi suscettibili di amplificazione litologica, mentre l'analisi di terzo livello viene richiesta quando si ha potenzialmente rischio di liquefazione o di cedimenti connessi al terremoto. Con rimando alla figura 7.1, stralciata dalla cartografia del PTCP della Provincia di Parma, si evince che per la centrale di S. Quirico è necessaria l'esecuzione di analisi di secondo livello.

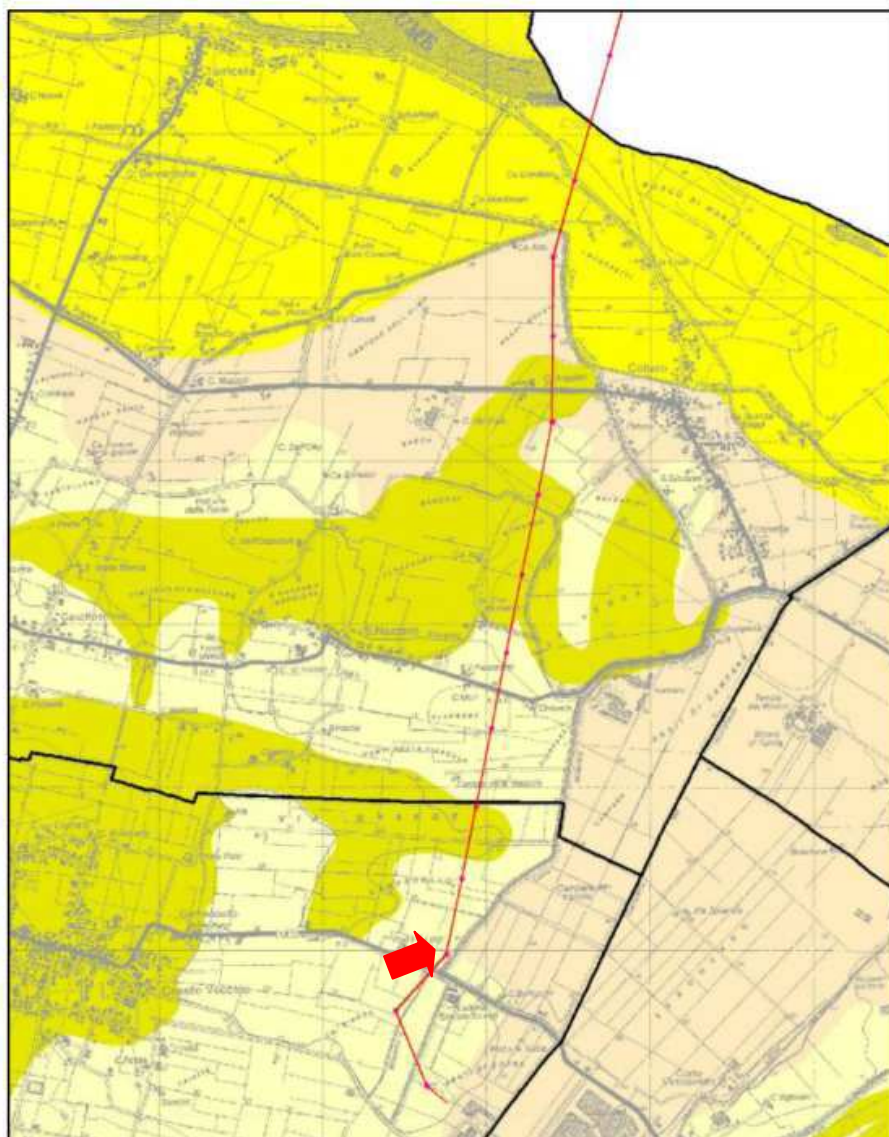
DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	28	33

Per questo tipo di analisi, però, è necessario disporre del profilo della velocità delle onde tipo S almeno entro i primi 30 metri di profondità (preferibilmente fino al raggiungimento del substrato sismico, caratterizzato da una velocità delle onde tipo S maggiore di 800 m/s); non avendo attualmente a disposizione tale profilo, si dovrà procedere al completamento della caratterizzazione sismica in una fase di progetto più avanzata.

Da ultimo si aggiunge una considerazione in merito all'eventualità che i terreni di fondazione possano essere interessati da liquefazione: storicamente non c'è riscontro di accadimenti di fenomeni di questo tipo, come attestato anche dalla cartografia di Figura 7.1.

Tuttavia, la granulometria dello strato sabbioso non consente di scongiurare a priori il rischio di liquefazione; riteniamo quindi importante effettuare una analisi dedicata in fase di progettazione più avanzata.

DATA <i>DATE</i>	DOCUMENTO <i>DOCUMENT</i>	COMMESSA <i>JOB</i>	PROTOCOLLO <i>DOC. No.</i>	REVISIONE <i>REVISION</i>	PAG. <i>PAGE</i>	PAG. TOT. <i>TOT. PAGES</i>
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	29	33



CLASSE	EFFETTI DI SITO				LIVELLI DI APPROFONDIMENTO per la pianificazione comunale
	Amplificazione per caratteristiche litologiche	Amplificazione per caratteristiche topografiche	Potenziati cedimenti	Potenziale liquefazione	
DS	×			×	III (Il se si esclude il rischio di liquefazione)
PDS	×			×	III (Il se si esclude il rischio di liquefazione)
DAA	×		×		III (Il se si esclude il rischio di cedimenti)
DAGS	×				II

Figura 7.1: Aree soggette ad effetti locali per il Comune di Sissa Trecasali
(da PTCP della provincia di Parma – Rif.[2])

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	30	33

8. CONCLUSIONI

La centrale termoelettrica di San Quirico, in provincia di Parma, è oggetto di studio per ammodernamento della stessa.

L'ammodernamento prevede l'utilizzo di alcuni edifici esistenti ed una parte dell'area attuale, ma la parte principale verrà realizzata sull'area attualmente libera adiacente all'esistente impianto.

Le considerazioni riportate ai capitoli precedenti si basano su quanto esposto nella relazione geologica di Rif.[3] e sulle indagini esperite nel 1993 finalizzate alla costruzione della centrale attuale (Rif.[1]).

Queste indagini, pur datate, descrivono in maniera abbastanza esauriente la stratigrafia nell'area della centrale esistente che si mostra relativamente uniforme, cosa che consente, con il supporto delle notizie ricavate dalla geologia dell'area, di ritenere che le caratteristiche del terreno ricavate dai dati ad oggi disponibili possano ritenersi valide in prima approssimazione anche per i terreni limitrofi.

Al disotto di uno strato di terreno humificato che ha uno spessore variabile tra 0,6 m ed 1m si possono individuare 2 livelli importanti, il livello A coesivo e suscettibile di dare origine a cedimenti che si sviluppano nel tempo ed il livello C più profondo granulare, collegati da un livello intermedio, livello B, formato da una fitta interdigitazione di limi, sabbie ed argille di spessori centimetrici.

Da una sintesi di tutte le notizie a disposizione è stata ottenuta la stratigrafia di progetto di Figura 6.1 che sarà utilizzata in questa fase progettuale.

Le notizie attualmente a disposizione dovranno essere verificate ed integrate da una campagna dedicata di indagini geofisiche e geognostiche il cui programma consigliato è indicato nel precedente paragrafo 3.1.

CONSULET SERVIZI s.r.l.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	31	33

BIBLIOGRAFIA

Baligh, M.M. (1980):

“Cone Penetration in Soil Profiling.” – Journal of the Geotechnical Engineering Division, ASCE, Vol 106, n°GT4.

D’Appollonia, D.J., D’Appollonia, E., Brisette, P.F. (1970):

“Discussion on Settlement of Spread Footing on Sand” – J. Soil Mech. and Found. Div. ASCE, Vol. 96, No. SM 2.

Denver, H. (1982):

“Modulus of Elasticity for Sand Determined by SPT and CPT”: from A.A. Balkema – “Penetration Testing” – ESOPT II, Amsterdam.

Ku C.S., Juang C.H., Ou C.Y. (2010):

“Reliability of CPT I_c as an index for mechanical behaviour classification of soil.”, Geotechnique Vol. 60 – n°11, pag. 861-875.

Lancellotta, R. (1983):

“Analisi di affidabilità in Ingegneria Geotecnica” – Atti Istituto di Tecnica delle Costruzioni, Politecnico di Torino.

Marchetti, S. (1985):

“On the Field Determination of K_0 in Sand”, Proceeding, 11th International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering”, Vol. 5, San Francisco, pp.2667-2672.

Mitchell, J.K. and Gardner, W.S. (1975):

“In-Situ Measurement of Volume Change Characteristics”, State of the Art Report, Proceedings, ASCE Specialty Conference on In-Situ Measurement of Soil Properties, Vol. 2, Raleigh.

Robertson P.K., Wride C.E. (1998):

“Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test.” Canadian Geotechnical Journal Vol. 35, n°3.

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	32	33

Shioi, Y. and Fukuni, J. (1982):

“Application of N-Value to Design of foundation in Japan” – from A. A. Balkema (1982). –
“Penetration Testing” ESOPT II, Amsterdam - 1982.

Skempton, A. V. (1986):

“Standard Penetration Test Procedure and the Effects in Sand of Overburden Pressure, Relative Density, Particle Size, Aging, and Overconsolidation”, Geotechnique, Vol. 36, N° 3.

Terzaghi, K. & Peck, R. B. (1948):

“Soil Mechanics in Engineering Practice” J.Wiley & Sons, New York

DATA DATE	DOCUMENTO DOCUMENT	COMMESSA JOB	PROTOCOLLO DOC. No.	REVISIONE REVISION	PAG. PAGE	PAG. TOT. TOT. PAGES
09/2020	Relazione geotecnica TOMO 1	219	04	02	33	33