

Indice

1. PREMESSA

2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

3. MODELLO GEOTECNICO DEL SITO

4. AZIONE SISMICA

4.1 Identificazione della categoria di sottosuolo

4.2 Verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione

4.3 Valutazione dell'azione sismica locale: spettri di risposta

5. FONDAZIONI

5.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) per carico limite

5.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) per scorrimento alla base

5.3 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE), cedimenti in fondazione

ALLEGATI

ALLEGATO 1: *prove penetrometriche statiche (CPT)*

ALLEGATO 2: *indagine sismica con microtremori*

ALLEGATO 3: *tabulati calcolo cedimenti in fondazione*

1. PREMESSA

A Luzzara tra Via Circonvallazione e Via Dalai, è in progetto un intervento di ristrutturazione edilizia (Fig. 1).

Nel rispetto della normativa vigente (D.M. 11/03/1988; 14/10/2005; 14/01/2008; PCM n° 3274 del 20/03/2003, Circ. n° 617 del 02 /01/2009, Del.Giunta Reg. RER n° 1677/2005, Del. Giunta Reg. RER n° 2131 del 02/05/2007), il presente studio è finalizzato a definire quanto segue:

- modello geologico del sito;
- modello geotecnico del sito: stratigrafia e parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione;
- Valore di V_{s30} (velocità delle onde sismiche nei primi 30 m di sottosuolo) e categoria sismica del suolo di fondazione
- stabilità del complesso terreno – opere di fondazione secondo la teoria degli stati limite come da NTC 14/01/08

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni di fondazione sono state eseguite n° 3 prove penetrometriche statiche (CPT), con penetrometro modello Pagani TG63100, spinte a profondità di:

CPT 2: 15.0 m da p.c.;

CPT 1, CPT 3: 11.0 m da p.c.;

Per la valutazione di V_{s30} è stata eseguita una indagine sismica con microtremori (metodo Nakamura H/V) a mezzo tromografo a stazione singola.

L'ubicazione delle indagini eseguite è indicata nella planimetria di Fig. 1.

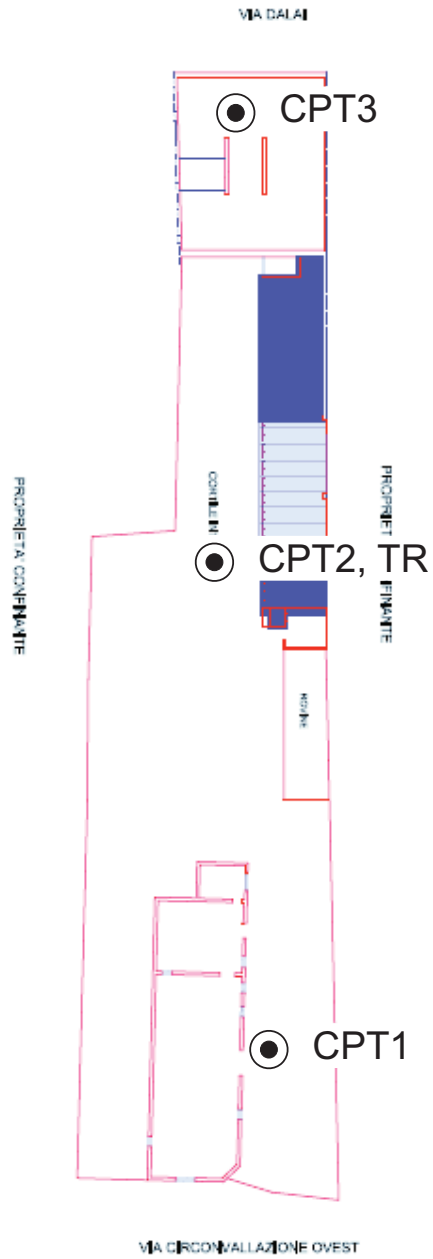


Fig. 1 - Planimetria generale di progetto con ubicazione indagini geognostiche eseguite (prove penetrometriche CPT, indagine tromografica TR)

2. MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

L'area di studio ricade in prossimità della zona assiale del Bacino Sedimentario Padano, vasta depressione delimitata a cintura dai rilievi appenninici ed alpini e colmata da un potente accumulo di depositi marini ed alluvionali di età pliocenica e quaternaria.

Nello specifico i terreni di sottosuolo che potranno influenzare direttamente o indirettamente l'opera in progetto sono rappresentati da sistemi sedimentari di pianura alluvionale ad alimentazione padana (Fiume Po) costituiti da depositi di copertura prevalentemente limoso argillosi, con possibili intercalazioni lenticolari di argille organiche, e da un substrato costituito da depositi prevalentemente sabbiosi (Fig. 2).

Il livello piezometrico, alla data di esecuzione delle indagini geognostiche, è stato rinvenuto alla profondità di 3.6 m da piano campagna. Occorre però sottolineare che le variazioni stagionali del regime idrico della falda, anche in concomitanza ad eventi di piena del Fiume Po, potrebbero determinare la risalita della superficie freatica fino alla profondità di circa 1.0 – 1.5 m da piano campagna.

Sotto il profilo morfologico l'area è da considerarsi pianeggiante, con pendenza della superficie topografica inferiore allo 0.5 %.

Nella riclassificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza PCM n° 3274 del 20/03/2003) l'area in esame risulta inserita in zona sismica 4.

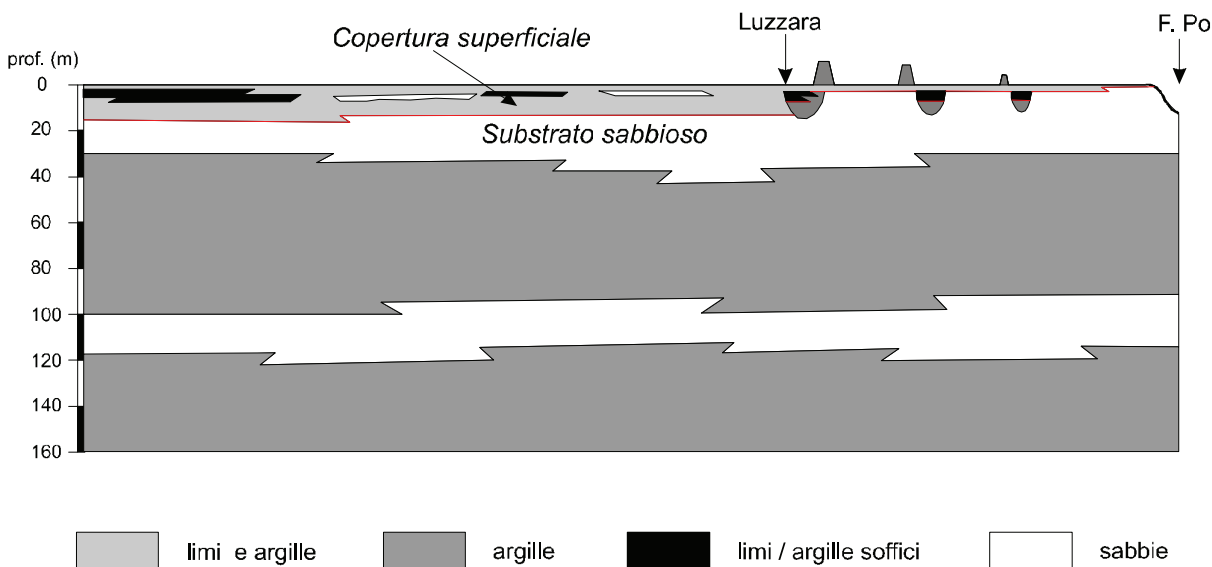


Fig. 2 - Sezione litostratigrafica schematica del territorio comunale di Luzzara

3. MODELLO GEOTECNICO

I risultati ottenuti dalle indagini eseguite sono riportati in Allegato 1 (Prove penetrometriche statiche: Letture di campagna, Diagrammi di resistenza).

Sempre in Allegato 1 (Prove penetrometriche statiche: Parametri geotecnici) sono tabulate anche le caratteristiche litostratigrafiche ed i parametri geotecnici puntuali (ogni 20 cm) dei terreni indagati, ricavati tramite le seguenti correlazioni:

- Begemann (1965) e Schmertmann (1978) per la classificazione dei terreni in base ai valori della resistenza alla punta (q_c) e della resistenza d'attrito laterale locale (f_s);
- Terzaghi e Peck (1967), Bowles (1982) per la stima del peso dell'unità di volume (γ) in base ai valori della resistenza alla punta (q_c) e alla natura litologica dei terreni;
- Schmertmann (1978), Durgunoglu e Mitchell (1975), Meyerhof (1976) per la stima dell'angolo d'attrito interno (ϕ') dei terreni incoerenti;
- Raccomandazioni A.G.I. (1977) per la stima della coesione non drenata (C_u) dei terreni coesivi;
- Schmertmann (1970 / 1978), Jamilkowski et al. (1983) per la stima del modulo di deformabilità drenato (E'_{25-50});
- Sanglerat (1972), Mitchell e Gardner (1975) per la stima del modulo di deformabilità (M_o).

Il valore dei parametri geotecnici caratteristici di ciascun strato di terreno, richiesti dalle NTC/08, è stato ricavato calcolando il 5° percentile del valore medio del parametro in esame tabulato in Allegato 1 (per la caratterizzazione geotecnica dei terreni presenti tra 15 e 30 m di profondità si è fatto riferimento ai dati di letteratura e ad indagini profonde eseguite dallo scrivente in aree prossime a quella in esame); per tale operazione è stato utilizzato opportuno foglio di calcolo presentato al: "Corso di aggiornamento professionale per geologi" - Università degli Studi di Parma, settembre 2008 (Relatore Dr. Geol. Luca Nori).

Sulla base di tutte le analisi eseguite si perviene alla parametrizzazione geotecnica del sito riportata in Tabella 1 e nei grafici presenti a fondo capitolo, aventi la dicitura DESCRIZIONE STRATIGRAFICO-GEOTECNICA.

Tabella 1: stratigrafia di sintesi e parametri geotecnici caratteristici dei terreni di fondazione

Strato	prof. (m da p.c.)	Litologia prevalente	γ (kN/m^3)	ϕ' ($^\circ$)	C_u (kPa)	C' (kPa)	M, E'_{25} (MPa)
1	0 – 3.0	limi sabbiosi	17.0	26			5.0
2	3.0 – 8.0	limi/argille poco consistenti	17.0	20	40	5	3.5
3	8.0 – 9.0	sabbie fini	18.0	28			7.0
4	9.0 – 30.0	sabbie	19.0	34			35.0

Coefficiente di sottofondo k

Per la sua determinazione si consiglia di utilizzare l'espressione di Terzaghi:

$$k = k''s[(b_0 + b)/2b]^2$$

con:

$k''s$ (kg/cm^3) coefficiente di sottofondo per una piastra di un piede quadrato cioè di lato $b_0 = 30$ cm. Per il sito in esame si può assumere $k''s = 1.3 \text{ kg/cm}^3$;

b (cm) larghezza trave;

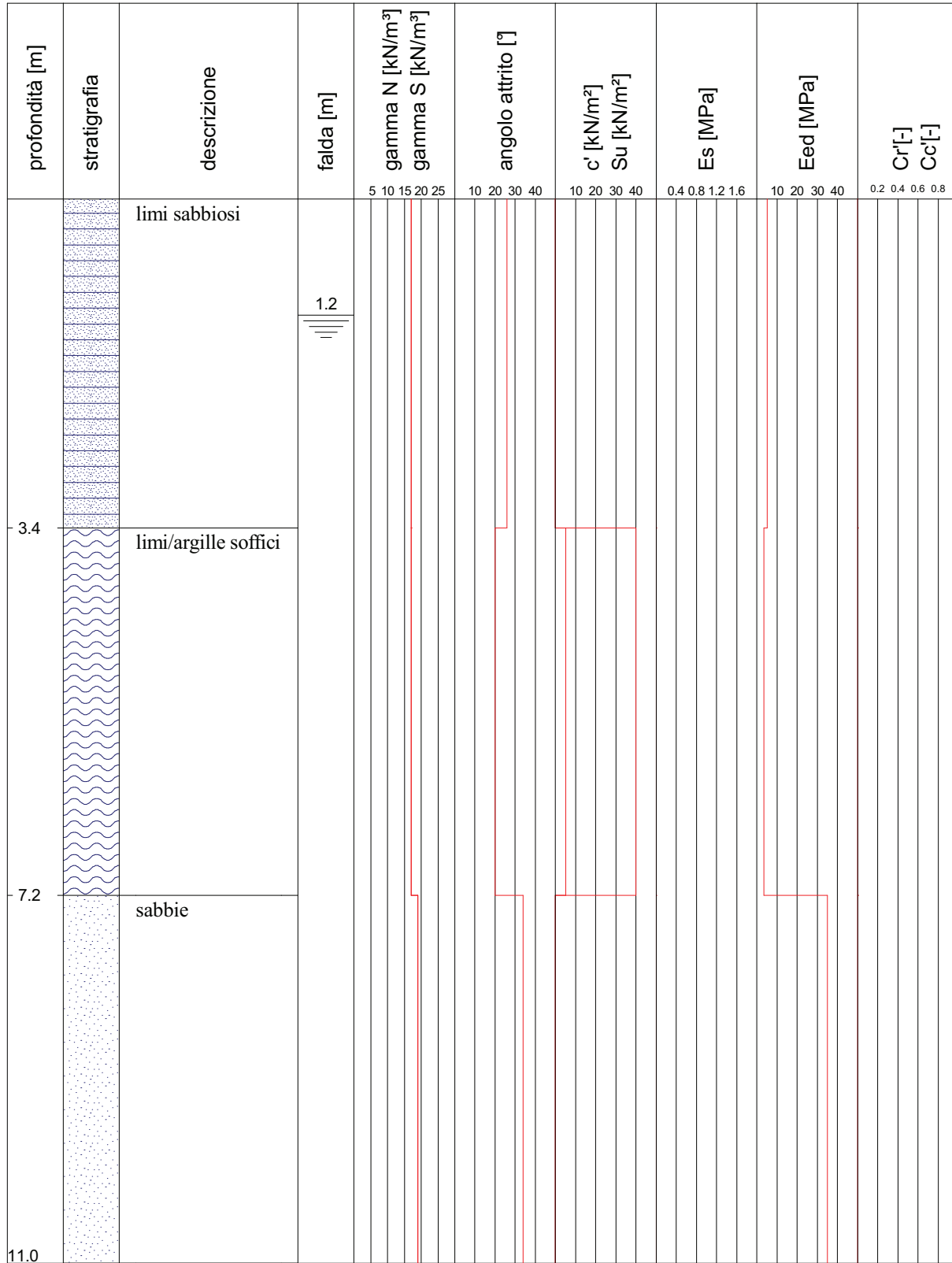
Falda freatica

Nel corso dell'esecuzione delle indagini geognostiche, la falda freatica è stata rinvenuta alla profondità di 3.6 m da p.c.

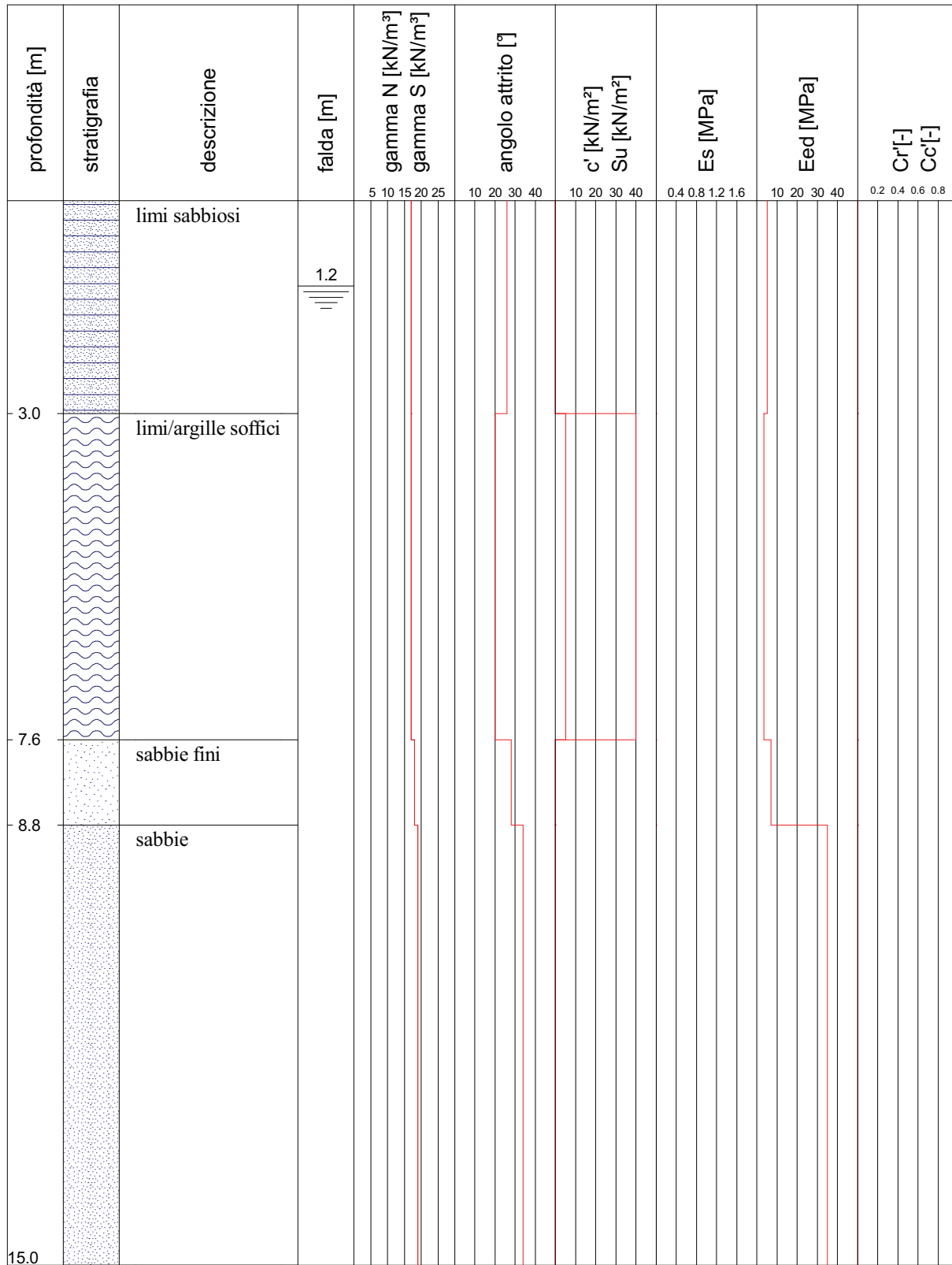
Occorre tuttavia sottolineare che le variazioni stagionali del regime idrico della falda potrebbero determinare la risalita della superficie freatica fino alla profondità di circa 1.0 – 1.5 m da piano campagna.

Prova penetrometrica CPT1
 Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)
 Committente: Sig. Zavattini

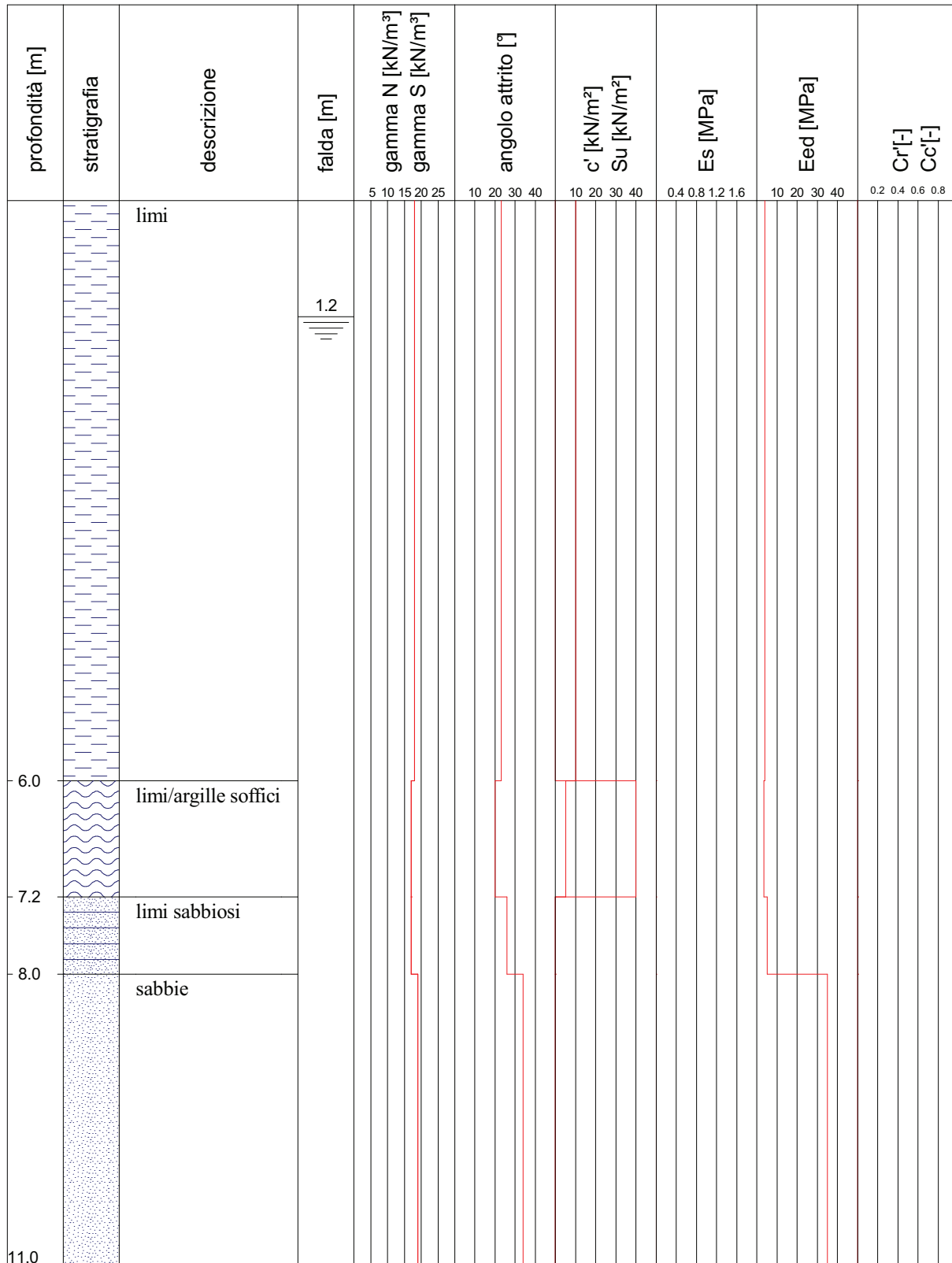
DESCRIZIONE STRATIGRAFICO-GEOTECNICA



DESCRIZIONE STRATIGRAFICO-GEOTECNICA



DESCRIZIONE STRATIGRAFICO-GEOTECNICA



4. AZIONE SISMICA

4.1 Identificazione della categoria di sottosuolo

Per la determinazione della categoria di sottosuolo del sito in esame, richiesta dalle NTC 14/01/08, è stata effettuata una indagine sismica con microtrempi a mezzo tromografo digitale (Allegato 2).

Dagli elaborati d'indagine, riportati in Allegato 2, si ricava:

$$V_{s30} = 221 \text{ m/sec}$$

Categoria di sottosuolo = C

4.2 Verifica alla liquefazione dei terreni di fondazione

In ottemperanza alla nuova normativa in materia antisismica, considerato che tutto il territorio del Comune di Luzzara rientra nella fascia di "bassa pianura", la valutazione della vulnerabilità sismica del territorio risulta essenzialmente riconducibile alla verifica di eventuali fenomeni di liquefazione in corrispondenza di strati (spessore minimo > 1.0 m) di terreni sabbiosi saturi presenti nei primi 15 metri di profondità.

Si è utilizzata la procedura di Robertson & Wride (1997b), consigliata dall'AGI, che definisce la suscettività alla liquefazione in rapporto ai valori di q_c della prova penetrometrica ed alla sollecitazione tangenziale ciclica.

La procedura si applica a strati con un contenuto in frazione fine (i.e. argilla: frazione passante al setaccio 0.005 mm) inferiore al 20%.

La magnitudo del sisma atteso è considerata, in via cautelativa, pari a $M = 4.5$.

La superficie della falda acquifera è considerata, in via cautelativa, alla profondità di 1.0 m da piano campagna.

Il coefficiente di sicurezza alla liquefazione viene determinato dalla relazione:

$$FSL = (CRR_{7.5} / CSR) \cdot MSF$$

in cui:

FSL = coefficiente di sicurezza (viene considerato non liquefacibile un deposito con: $FSL > 1$)

$CSR_{7.5}$ carico sismico ad una data profondità (sforzo di taglio indotto dal sisma) per Magnitudo pari a 7.5

CSR = carico sismico ad una data profondità per la Magnitudo del sisma atteso ($M = 4.5$)

CRR = resistenza alla liquefazione (resistenza al taglio mobilitata)

MSF = coefficiente correttivo in funzione dell'intensità del sisma atteso M (Idriss 1990)

dove:

$$CRR = 0.883 [(q_{c(in)cs} / 1000)] + 0.05 \text{ per } (q_{c(in)cs} < 50 \text{ kg/cm}^2 \text{ oppure} \\ = 93 \cdot [(q_{c(in)cs} / 1000)]^3 + 0.008 \text{ per } 50 \text{ kg/cm}^2 \leq (q_{c(in)cs} < 160 \text{ kg/cm}^2$$

$$CSR = 0.65 a_{max} / g \cdot \sigma_{vo} / \sigma'_{vo} \cdot (1 - 0.00765 z) \text{ per } z \leq 9.15 \text{ m oppure} \\ = 0.65 a_{max} / g \cdot \sigma_{vo} / \sigma'_{vo} \cdot (1.174 - 0.0267 z) \text{ per } 9.15 < z \leq 23.0$$

$(q_{c(in)cs}$ valore di resistenza alla punta normalizzato in funzione di CF (% componenti fini) e di K, funzione a sua volta di IC (indice del tipo di terreno)

a_{max} = accelerazione sismica massima

z = profondità strato di terreno considerato

Nel caso in esame la verifica, condotta relativamente alla verticale d'indagine CPT2, ha fornito i seguenti risultati:

Risultanze delle verifiche alla liquefazione eseguite

prova n°	prof. strato (m da p. c.)	litologia strato	FSL
CPT 2	7.6 – 8.8	sabbie fini	> 1.25
CPT 2	8.8 – 15.0	sabbie	> 1.25

Sulla base dei dati sopra riportati si può affermare che nell'area indagata non sono stati individuati strati di terreno suscettibili di liquefazione in corrispondenza di sollecitazione sismica di magnitudo equivalente a quella attesa ($M = 4.5$) per il territorio del Comune di Luzzara.

4.3 Valutazione dell'azione sismica locale: spettri di risposta

In accordo con le NTC 14/01/08, l'entità dell'azione sismica locale viene esplicitata attraverso gli spettri di risposta ricavati mediante il software "Afazio-redshift" partendo dalle coordinate geografiche del sito in esame (Latitudine: 44,963 - Longitudine: 10,687) e nelle seguenti condizioni:

- Vita Nominale edificio V_n : 50 anni
- Classe d'uso: II
- Categoria topografica: T1
- Categoria di sottosuolo: C
- Fattore di struttura: 3.60

Nelle pagine seguenti si riportano gli spettri di risposta necessari per la determinazione dell'azione sismica locale.

VITA DELLA STRUTTURA

Vita nominale	V_N	50	[anni]
Classe d'uso	C_U	II	
Vita di riferimento	V_R	50	[anni]

CARATTERISTICHE SISMICHE TERRENO

Topografia		T1
Coeff. topografico	S_T	1,0
Categoria suolo		C

	SL	P_{VR}	T_R	a_g	F_o	T_c^*	S	Tb	T_c	T_D	F_v
sl	Operatività	81%	30	0,345	2,57	0,22	1,50	0,13	0,38	1,74	0,64
sl	Danno	63%	50	0,409	2,59	0,26	1,50	0,14	0,43	1,76	0,71
slu	Salv. Vita	10%	475	0,914	2,55	0,32	1,50	0,16	0,49	1,97	1,04
slu	Collasso	5%	975	1,167	2,60	0,32	1,50	0,16	0,49	2,07	1,20

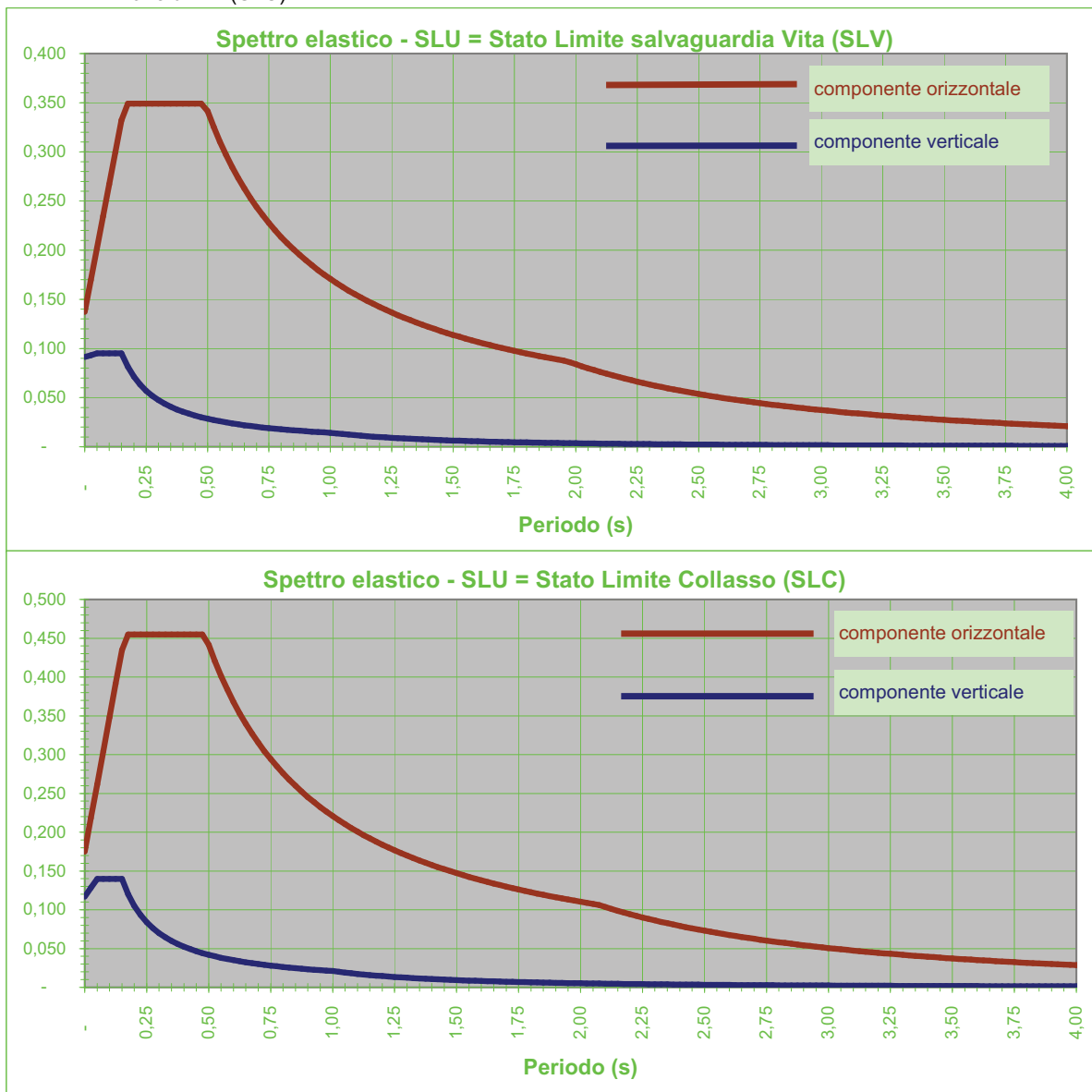
SMORZAMENTO E FATTORE DI STRUTTURA

Smorzamento viscoso equivalente : $\xi =$	5,0	
Behavior factor adottato : q =	3,60	← sisma orizzontale
Behavior factor adottato : q =	1,50	← sisma verticale

SPETTRI ELASTICI SLU

Tr = 475 anni (SLV)
Tr = 975 anni (SLC)

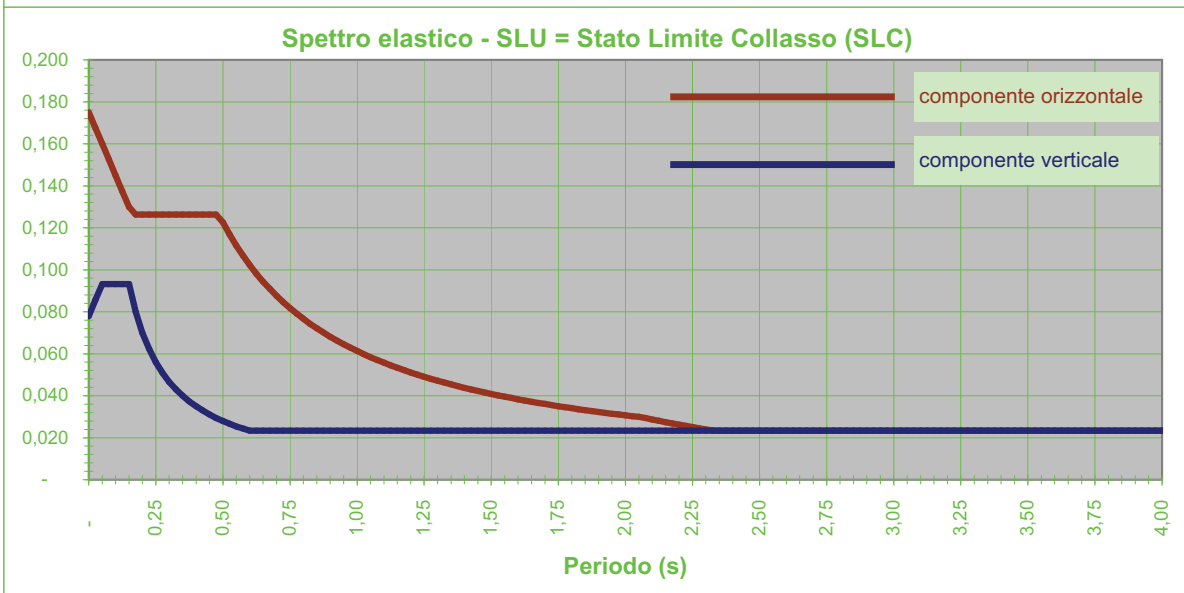
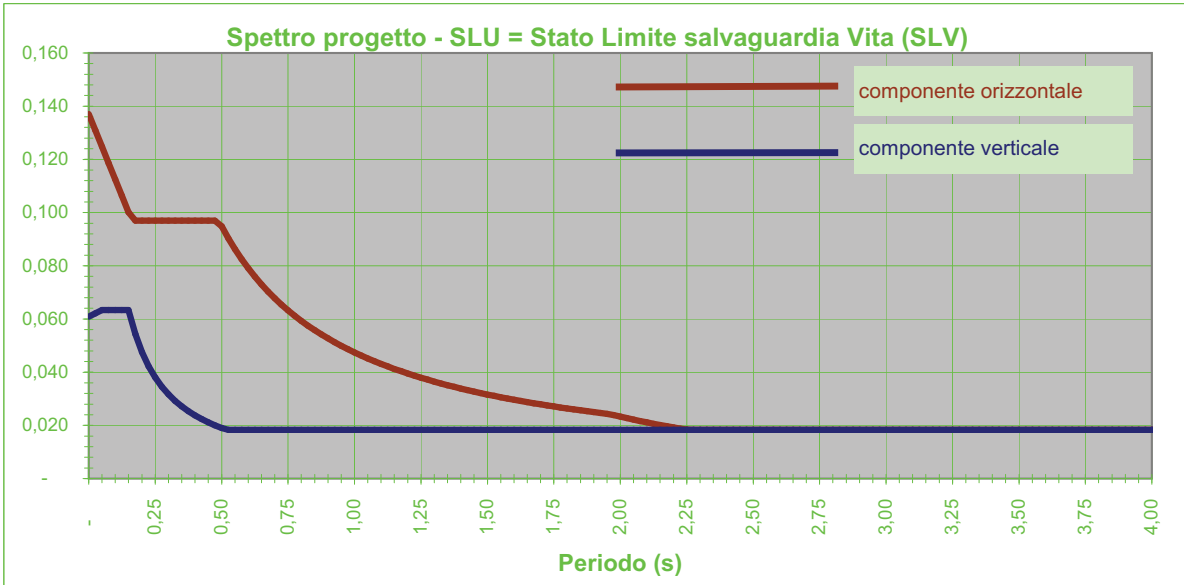
Spettro normalizzato Sd/g (accelerazione/gravità)



SPETTRI ELASTICI SLU DI PROGETTO

Tr = 475 anni (SLV)
Tr = 975 anni (SLC)

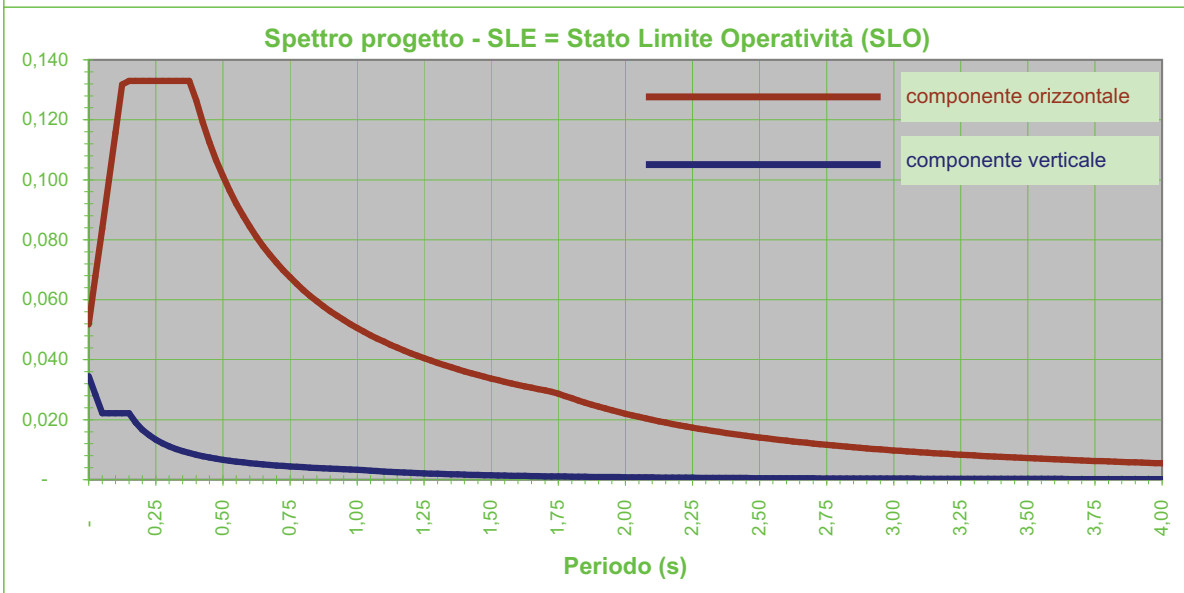
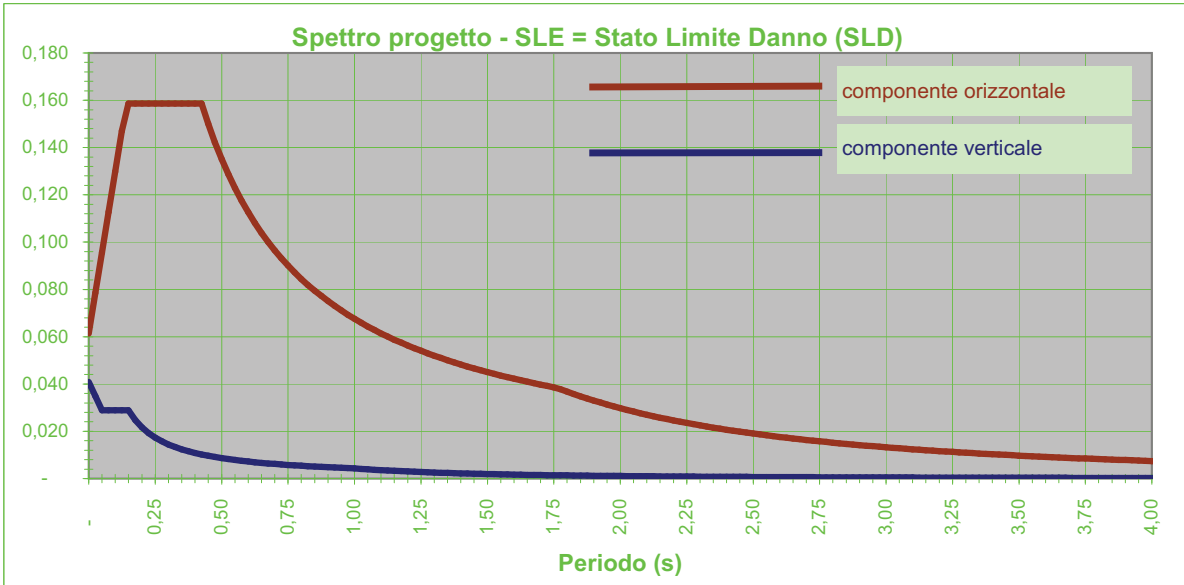
Spettro normalizzato Sd/g (accelerazione/gravità) ▼



SPETTRI ELASTICI SLE DI PROGETTO

Tr = 50 anni (SLD)
Tr = 30 anni (SLO)

Spettro normalizzato Sd/g (accelerazione/gravità) ▼



5. FONDAZIONI

5.1 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) per carico limite – Approccio 2 (A1+M1+R3)

La verifica di stabilità viene eseguita in condizioni sismiche SLV (stato limite ultimo salvaguardia vita) con riferimento ad una fondazione superficiale a travi rovesce nelle seguenti ipotesi:

- in termini di tensioni totali;
- con carichi verticali, centrati ed uniformemente distribuiti sul piano di posa delle fondazioni;
- superficie del piano di posa delle fondazioni orizzontale;
- falda presente a 1.2 m di profondità dal piano campagna attuale;
- Angolo di attrito φ'_d del terreno di fondazione ($\varphi'_d = \varphi'_k / y_m$ con $y_m = 1$) = 26°
- periodo fondamentale della struttura $T_1 = 0.200$ s;
- profondità di incasso D (piano di posa) = 1.2 m dal piano campagna attuale;
- larghezza B = 1.8 m;
- lunghezza L = 20.0 m;
- carico verticale sulla fondazione Nd: 2700 kN;
- Coefficiente di sicurezza $\gamma_R = 2.3$

Si ipotizza una pressione unitaria massima (azione di progetto) agente sul terreno di fondazione pari a:

$$E_d = 75 \text{ kPa (0.75 kg/cm}^2\text{)}$$

tale da contenere l'entità dei cedimenti in fondazione (vedi Par. 5.3) entro valori comunemente accettati dai Progettisti per opere di questa tipologia.

Utilizzando l'approccio di calcolo DA2 (NTC 14/01/2008) attraverso il metodo di Hansen con foglio di calcolo presentato al: "Corso di aggiornamento professionale per geologi" - Università degli Studi di Parma, settembre 2008 (Relatore Dr. Geol. Luca Nori), nelle ipotesi di cui sopra, si ottiene:

$$R_d = 98 \text{ kPa (0.98 kg/cm}^2\text{)}$$

Per cui:

$$E_d \leq R_d \rightarrow \text{fondazione verificata per carico limite in condizioni sismiche SLV}$$

Si specifica che la verifica riportata ha unicamente significato di un predimensionamento indicativo, nelle ipotesi considerate, delle opere di fondazione in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni riscontrate con le indagini geognostiche. Sarà cura del Progettista valutare la reale entità dei carichi strutturali in gioco e sulla base di questi riverificare le fondazioni agli stati limite ultimi considerati.

CAPACITA' PORTANTE FONDAZIONI

Metodo di Hansen, 1970, come illustrato da Bowles, 1991*

Riferimenti normativi: DM 14 01 08 e Circ. CCSSLPP

Rd **98** kPa Ed **75** kPa
Ed <= Rd, OK, verificato!

INPUT GEOTECNICO

FS globale gamma-R

Inerzia della struttura K_{hi} (C7.11.5.3.1)

Inerzia del suolo: K_{hk} (C7.11.5.3.1.7.)

Carico verticale sulla fondaz, KN

Angolo di attrito, di progetto gradi

coesione di progetto, kPa

Densità terreno sotto la fondaz, kN m-3

Densità vespaio o terreno imposta, kN m-3

Profondità di incasso

Larghezza di fondazione, m

Lunghezza fondazione, m

Eccentricità secondo B, m

Eccentricità secondo L, m

Inclinazione del piano campagna, gradi

Forze inerziali del suolo? (s = si, n = no)

Frazione spinta passiva, %

γ _R	2,30
K _{hi}	0,200
K _{hk}	0,027
N _d	2700
Φ _d	26
cd	0
γ' f	17
γ' v	17
D	1,2
B	1,8
L	20
eb	0
el	0
b	0
z	s
E _{pd}	0

K_{hi} = S(d)T1

K_{hk} = βs*ag*Ss*St

dc 1,27

dq 1,21

dγ 1

ic 0,55

iq 0,59

iγ 0,47

zγ 0,98

zγ M 0,88 esempio

rγ 1

Sensitivity analysis

Carico	Rd	Ed
	98	98
1000	98	28
1200	98	33
1400	98	39
1600	98	44
1800	98	50
2000	98	56
2200	98	61
2400	98	67
2600	98	72
2800	98	78
3000	98	83
3200	98	89
3400	98	94
3600	98	100
3800	98	106

* Bowles, "Fondazioni, progetto e analisi", Mc Graw hill Italia, 1991,

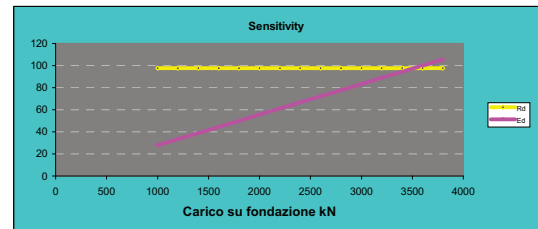
VALORI DERIVATI

Area efficace (con eccentricità) A' 36,0
Componente orizzontale del carico, KN H 540
Pressione su terreno in condizioni statiche, kPa P 75

$$i_{q(H)} = \left(1 - \frac{0.5H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$$

$$i_{\gamma(H)} = \left(1 - \frac{0.7H}{V + A_f c_a \cot \phi} \right)^5$$

$$i_c = i_q \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$



5.2 Verifica allo stato limite ultimo (SLU) per scorrimento alla base - Approccio 2 (A1+M1+R3)

La verifica di stabilità viene eseguita in condizioni sismiche SLV (stato limite ultimo salvaguardia vita) con riferimento ad una fondazione superficiale a trave rovescia nelle seguenti ipotesi:

- Larghezza $B = 1.8$ m
- Lunghezza $L = 20.0$ m
- Carico verticale $W = 2700$ kN
- Angolo di attrito φ'_d del terreno di fondazione ($\varphi'_d = \varphi'_k / y_m$ con $y_m = 1$) = 26°
- $K_h = 0.200$
- Coefficiente di sicurezza $\gamma_R = 1.1$ (approccio DA2 – NTC 14/01/2008)

Il taglio alla base risulta pari a:

$$E_{d\text{scorr}} = W \times K_h = 540 \text{ kN}$$

L'attrito tra fondazione e terreno è pari a:

$$R_{d\text{scorr}} = W \tan(\varphi'_d) / \gamma_R = 1197 \text{ kN}$$

Pertanto, nelle ipotesi di cui sopra:

$$E_{d\text{scorr}} < R_{d\text{scorr}} \text{ fondazione verificata per scorrimento alla base in condizioni sismiche SLV}$$

Si specifica che la verifica sopra riportata ha unicamente significato di un predimensionamento indicativo, nelle ipotesi considerate, delle opere di fondazione in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni riscontrate con le indagini geognostiche. Sarà cura del Progettista valutare la reale entità dei carichi strutturali in gioco e sulla base di questi riverificare le fondazioni agli stati limite ultimi considerati.

5.3 Verifica allo stato limite di esercizio (SLE), cedimenti in fondazione

Il calcolo viene eseguito con il metodo di Terzaghi applicato a fondazioni di tipo superficiale nastriforme soggette a carico centrato, verticale ed uniformemente ripartito.

La valutazione dei cedimenti assoluti in fondazione è stata eseguita prendendo in considerazione tre valori di larghezza B delle travi (B = 1.4 m, B = 1.6 m e B = 1.8 m) e tre ipotesi di carico di Ed_{SLE} per metro lineare pari a:

- 100 kN/m (10.0 t/m)
- 120 kN/m (12.0 t/m)
- 140 kN/m (14.0 t/m)

Il calcolo dei cedimenti in fondazione è stato riferito alla stratigrafia riportata in tabella 1 (Cap. 3).

La profondità del piano di posa considerata è pari a - 1.0 m dal piano campagna attuale.

I risultati delle verifiche eseguite sono riassumibili nella seguente tabella:

fondazioni nastriformi (travi rovesce), valori cedimenti (mm) in fondazione ()*

Larghezza trave di fondazione B						Carico verticale N
1.4 m		1.6 m		1.8 m		
F.F.	F.R.	F.F.	F.R.	F.F.	F.R.	
31.88	28.84	28.99	26.08	26.34	23.56	10.0 t/m
(**)	(**)	37.60	33.83	34.67	31.01	12.0 t/m
(**)	(**)	(**)	(**)	42.99	38.46	14.0 t/m

(*) F.F. = valori riferiti a fondazioni di tipo flessibile;

F.R. = valori riferiti a fondazioni rigide: s (fond. rigida) = $1/2 (s_{centro} + s_{bordo})$ fond. flessibile. (s = cedimento)

(**) In tale ipotesi si supera il valore max di carico unitario max consigliato $Ed = 75\text{kPa}$

A fondo capitolo si riportano i grafici dei cedimenti in fondazione nelle diverse ipotesi considerate con una tabella riassuntiva dei valori ottenuti nei 3 punti significativi della superficie di fondazione (centro, punti mediani dei due lati lunghi).

I relativi tabulati di calcolo sono riportati in Allegato 4.

Si specifica che la verifica sotto riportata ha unicamente significato di un predimensionamento indicativo, nelle ipotesi considerate, delle opere di fondazione in funzione delle caratteristiche geotecniche dei terreni riscontrate con le indagini geognostiche. Sarà cura del Progettista valutare la reale entità dei carichi strutturali in gioco e sulla base di questi riverificare le fondazioni agli stati limite ultimi considerati.

In ogni caso, considerato che le indagini geognostiche hanno rilevato la presenza nel sottosuolo di livelli, talora molto spessi, di limi/argille soffici con scadenti caratteristiche geotecniche, si consiglia, per carichi maggiori di 14 t/m, di adottare fondazioni profonde (pali) con incastro nel substrato sabbioso, presente con continuità su tutta l'area a partire da 9.0 m di profondità da p.c.

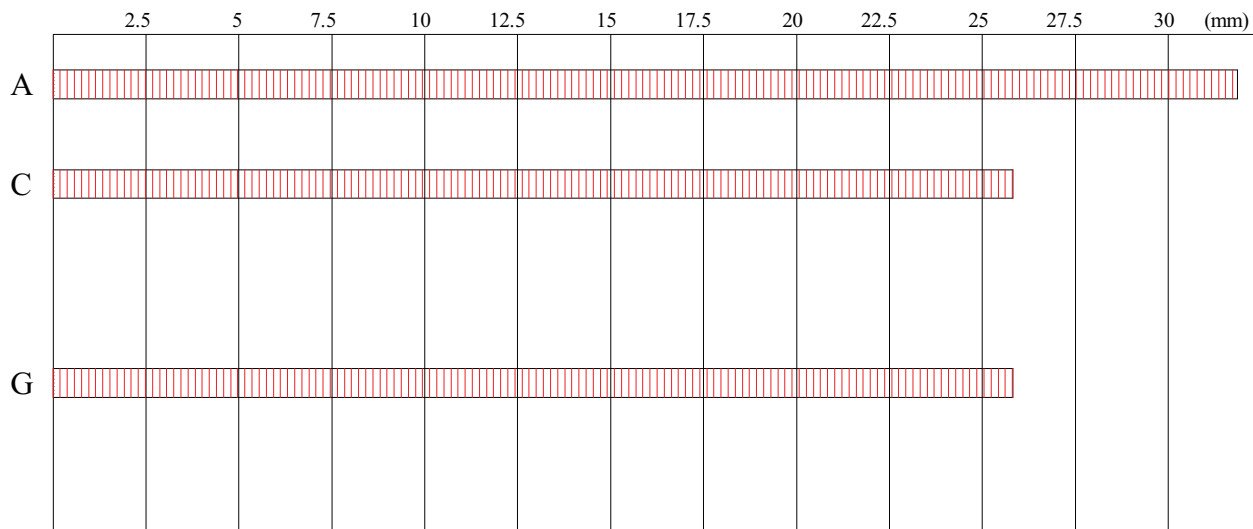
CEDIMENTI IN FONDAZIONE

Fondazione nastriforme B = 1.4 m; N = 10 t/m

Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)

Committente: Sig. Zavattini

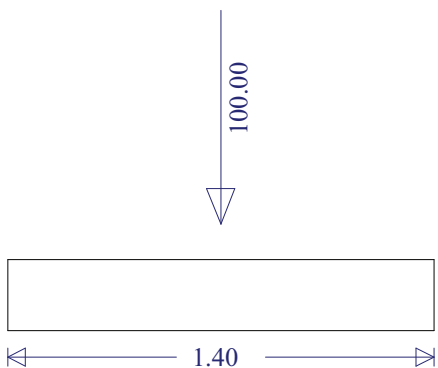
ENTITA' DEI CEDIMENTI



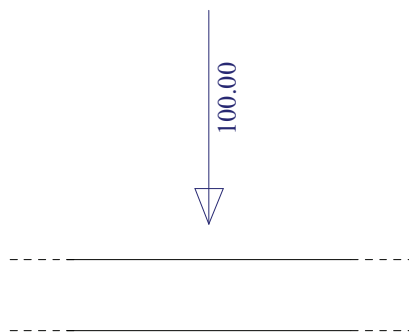
IMMEDIATI



A LUNGO TERMINE



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Punto	Posiz.	Ced. Imm.	Lungo T.	Totale (mm)
A	centro	0.00	31.86	31.86
C	sinistra	0.00	25.82	25.82
G	destra	0.00	25.82	25.82

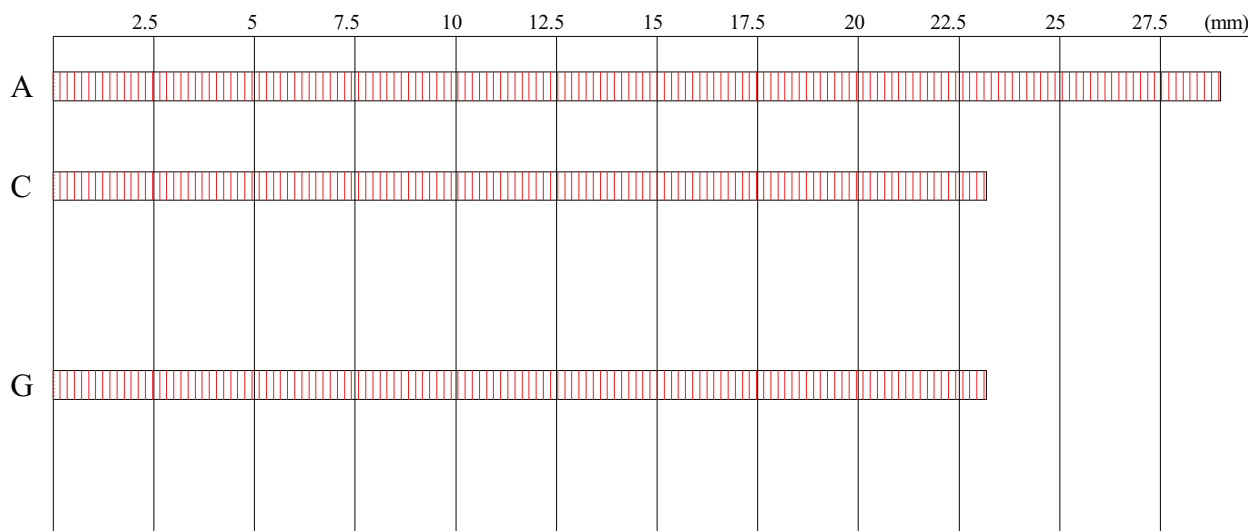
CEDIMENTI IN FONDAZIONE

Fondazione nastriforme $B = 1.6 \text{ m}$; $N = 10 \text{ t/m}$

Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)

Committente: Sig. Zavattini

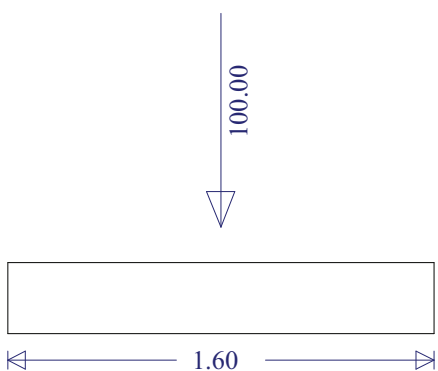
ENTITA' DEI CEDIMENTI



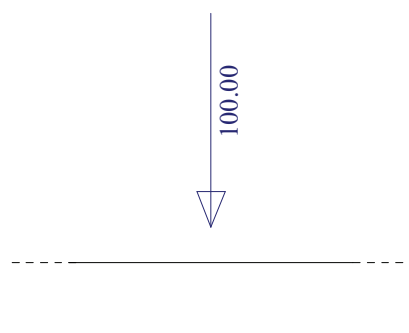
IMMEDIATI



A LUNGO TERMINE



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Punto	Posiz.	Ced. Imm.	Lungo T.	Totale (mm)
A	centro	0.00	28.99	28.99
C	sinistra	0.00	23.18	23.18
G	destra	0.00	23.18	23.18

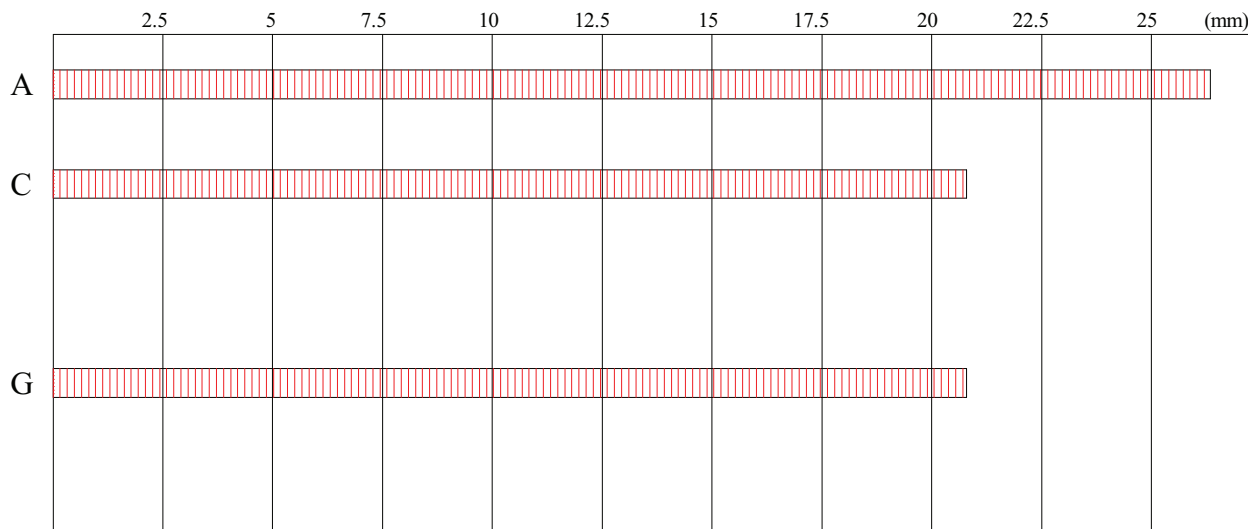
CEDIMENTI IN FONDAZIONE

Fondazione nastriforme B = 1.8 m; N = 10 t/m

Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)

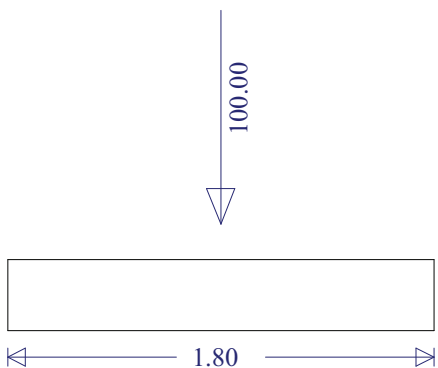
Committente: Sig. Zavattini

ENTITA' DEI CEDIMENTI

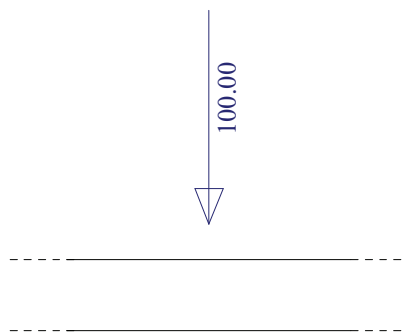


IMMEDIATI

A LUNGO TERMINE



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Punto	Posiz.	Ced. Imm.	Lungo T.	Totale (mm)
A	centro	0.00	26.34	26.34
C	sinistra	0.00	20.79	20.79
G	destra	0.00	20.79	20.79

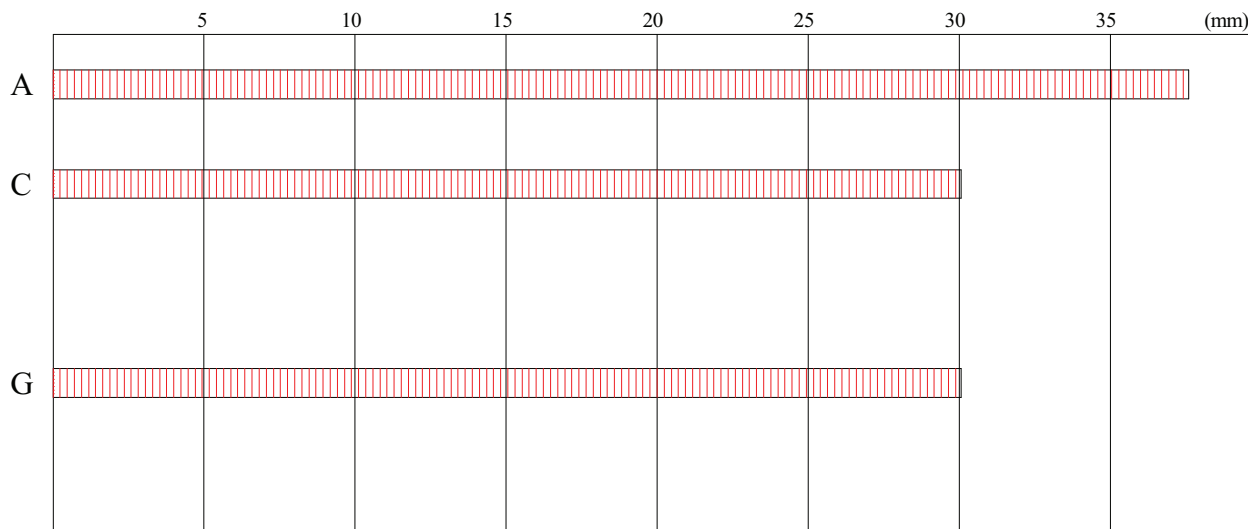
CEDIMENTI IN FONDAZIONE

Fondazione nastriforme B = 1.6 m; N = 12 t/m

Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)

Committente: Sig. Zavattini

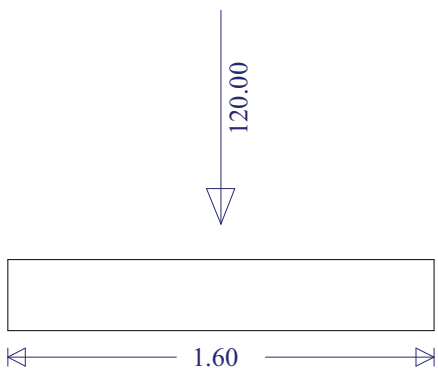
ENTITA' DEI CEDIMENTI



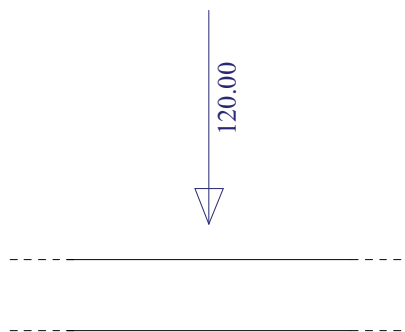
IMMEDIATI



A LUNGO TERMINE



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Punto	Posiz.	Ced. Imm.	Lungo T.	Totale (mm)
A	centro	0.00	37.60	37.60
C	sinistra	0.00	30.07	30.07
G	destra	0.00	30.07	30.07

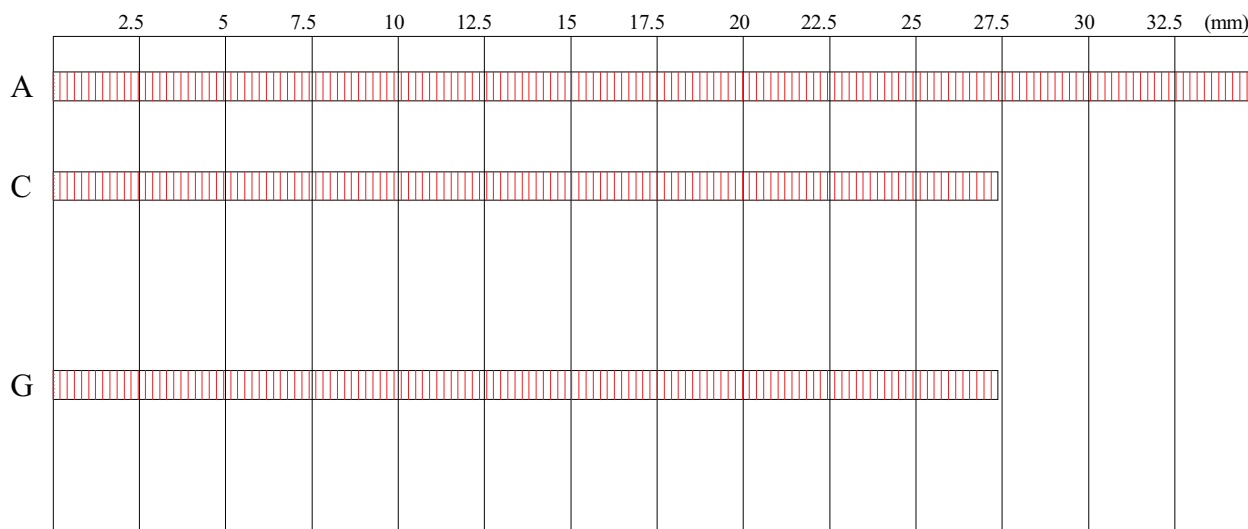
CEDIMENTI IN FONDAZIONE

Fondazione nastriforme B = 1.8 m; N = 12 t/m

Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)

Committente: Sig. Zavattini

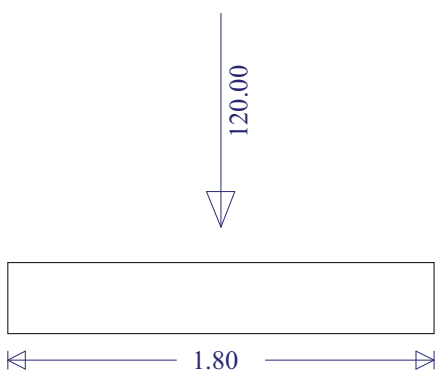
ENTITA' DEI CEDIMENTI



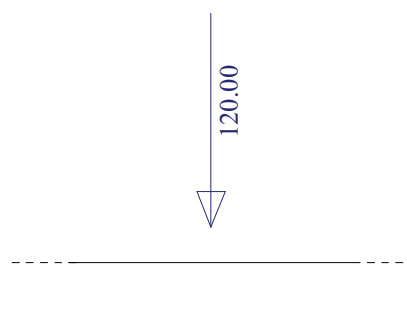
IMMEDIATI



A LUNGO TERMINE



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Punto	Posiz.	Ced. Imm.	Lungo T.	Totale (mm)
A	centro	0.00	34.67	34.67
C	sinistra	0.00	27.36	27.36
G	destra	0.00	27.36	27.36

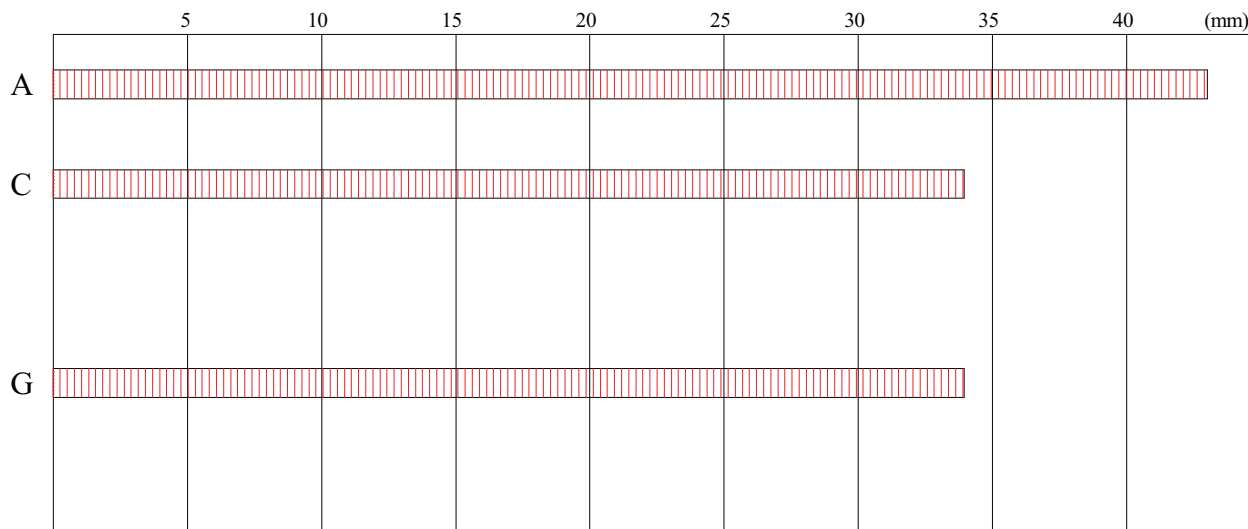
CEDIMENTI IN FONDAZIONE

Fondazione nastriforme B = 1.8 m; N = 14 t/m

Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)

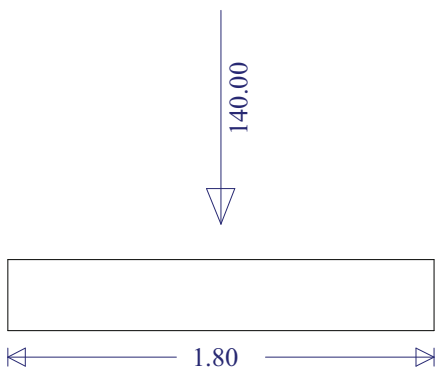
Committente: Sig. Zavattini

ENTITA' DEI CEDIMENTI

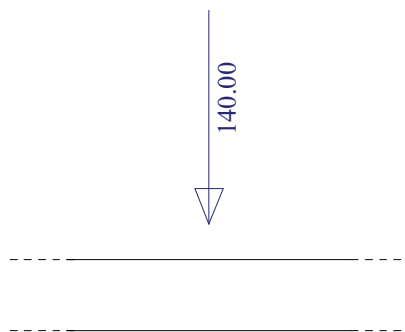


IMMEDIATI

A LUNGO TERMINE



CARICHI (FRONTALE)



CARICHI (LATERALE)

Punto	Posiz.	Ced. Imm.	Lungo T.	Totale (mm)
A	centro	0.00	42.99	42.99
C	sinistra	0.00	33.94	33.94
G	destra	0.00	33.94	33.94

ALLEGATO 1

prove penetrometriche statiche CPT

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)
- note :

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	11,0	---	11,0	1,20	9,0	5,80	6,0	18,0	6,0	0,53	11,0
0,40	11,0	29,0	11,0	0,60	18,0	6,00	5,0	13,0	5,0	0,53	9,0
0,60	9,0	18,0	9,0	0,47	19,0	6,20	6,0	14,0	6,0	0,47	13,0
0,80	18,0	25,0	18,0	0,27	67,0	6,40	8,0	15,0	8,0	0,33	24,0
1,00	30,0	34,0	30,0	0,93	32,0	6,60	11,0	16,0	11,0	0,33	33,0
1,20	25,0	39,0	25,0	0,73	34,0	6,80	5,0	10,0	5,0	0,60	8,0
1,40	19,0	30,0	19,0	1,07	18,0	7,00	8,0	17,0	8,0	1,40	6,0
1,60	20,0	36,0	20,0	0,80	25,0	7,20	17,0	38,0	17,0	0,93	18,0
1,80	18,0	30,0	18,0	1,40	13,0	7,40	63,0	77,0	63,0	1,80	35,0
2,00	22,0	43,0	22,0	1,20	18,0	7,60	67,0	94,0	67,0	1,80	37,0
2,20	25,0	43,0	25,0	1,20	21,0	7,80	127,0	154,0	127,0	2,73	46,0
2,40	14,0	32,0	14,0	0,60	23,0	8,00	128,0	169,0	128,0	3,00	43,0
2,60	19,0	28,0	19,0	0,60	32,0	8,20	109,0	154,0	109,0	2,40	45,0
2,80	23,0	32,0	23,0	0,87	27,0	8,40	116,0	152,0	116,0	2,27	51,0
3,00	16,0	29,0	16,0	0,53	30,0	8,60	117,0	151,0	117,0	2,73	43,0
3,20	32,0	40,0	32,0	0,47	69,0	8,80	96,0	137,0	96,0	2,20	44,0
3,40	10,0	17,0	10,0	0,60	17,0	9,00	83,0	116,0	83,0	1,87	44,0
3,60	20,0	29,0	20,0	0,73	27,0	9,20	56,0	84,0	56,0	1,60	35,0
3,80	13,0	24,0	13,0	1,33	10,0	9,40	55,0	79,0	55,0	1,73	32,0
4,00	8,0	28,0	8,0	0,40	20,0	9,60	78,0	104,0	78,0	2,07	38,0
4,20	9,0	15,0	9,0	0,87	10,0	9,80	96,0	127,0	96,0	2,53	38,0
4,40	9,0	22,0	9,0	0,87	10,0	10,00	82,0	120,0	82,0	2,13	38,0
4,60	9,0	22,0	9,0	1,00	9,0	10,20	110,0	142,0	110,0	2,47	45,0
4,80	17,0	32,0	17,0	0,80	21,0	10,40	126,0	163,0	126,0	2,20	57,0
5,00	55,0	67,0	55,0	0,60	92,0	10,60	82,0	115,0	82,0	2,07	40,0
5,20	37,0	46,0	37,0	0,93	40,0	10,80	72,0	103,0	72,0	2,20	33,0
5,40	9,0	23,0	9,0	0,40	22,0	11,00	74,0	107,0	74,0	----	----
5,60	28,0	34,0	28,0	0,80	35,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\varnothing = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)
- note :

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²				punta	laterale	kg/cm ²		
0,20	---	---	--	----	---	5,80	16,0	42,0	16,0	1,07	15,0
0,40	---	---	--	----	---	6,00	8,0	24,0	8,0	0,93	9,0
0,60	---	---	--	----	---	6,20	15,0	29,0	15,0	0,47	32,0
0,80	---	---	--	----	---	6,40	17,0	24,0	17,0	1,00	17,0
1,00	---	---	--	0,40	---	6,60	9,0	24,0	9,0	0,73	12,0
1,20	11,0	17,0	11,0	0,87	13,0	6,80	7,0	18,0	7,0	0,60	12,0
1,40	13,0	26,0	13,0	0,93	14,0	7,00	8,0	17,0	8,0	0,47	17,0
1,60	14,0	28,0	14,0	1,20	12,0	7,20	12,0	19,0	12,0	0,93	13,0
1,80	16,0	34,0	16,0	1,13	14,0	7,40	27,0	41,0	27,0	1,20	22,0
2,00	15,0	32,0	15,0	0,53	28,0	7,60	18,0	36,0	18,0	1,20	15,0
2,20	4,0	12,0	4,0	0,33	12,0	7,80	7,0	25,0	7,0	0,40	17,0
2,40	15,0	20,0	15,0	0,47	32,0	8,00	21,0	27,0	21,0	2,13	10,0
2,60	14,0	21,0	14,0	0,60	23,0	8,20	111,0	143,0	111,0	2,80	40,0
2,80	27,0	36,0	27,0	0,80	34,0	8,40	125,0	167,0	125,0	3,00	42,0
3,00	14,0	26,0	14,0	1,00	14,0	8,60	129,0	174,0	129,0	3,27	39,0
3,20	12,0	27,0	12,0	0,93	13,0	8,80	119,0	168,0	119,0	3,47	34,0
3,40	14,0	28,0	14,0	0,87	16,0	9,00	122,0	174,0	122,0	3,40	36,0
3,60	13,0	26,0	13,0	0,73	18,0	9,20	107,0	158,0	107,0	3,73	29,0
3,80	32,0	43,0	32,0	0,80	40,0	9,40	108,0	164,0	108,0	4,00	27,0
4,00	28,0	40,0	28,0	1,40	20,0	9,60	107,0	167,0	107,0	3,13	34,0
4,20	20,0	41,0	20,0	1,47	14,0	9,80	101,0	148,0	101,0	2,60	39,0
4,40	17,0	39,0	17,0	0,93	18,0	10,00	97,0	136,0	97,0	3,40	29,0
4,60	13,0	27,0	13,0	0,73	18,0	10,20	96,0	147,0	96,0	2,27	42,0
4,80	16,0	27,0	16,0	0,73	22,0	10,40	118,0	152,0	118,0	2,53	47,0
5,00	35,0	46,0	35,0	1,00	35,0	10,60	88,0	126,0	88,0	2,60	34,0
5,20	22,0	37,0	22,0	1,20	18,0	10,80	79,0	118,0	79,0	2,60	30,0
5,40	12,0	30,0	12,0	0,87	14,0	11,00	80,0	119,0	80,0	----	----
5,60	44,0	57,0	44,0	1,73	25,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann $\phi = 35.7$ mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

PROVA PENETROMETRICA STATICA
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)
- note :

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs	Prof. m	Letture di campagna		qc	fs	qc/fs
	punta	laterale	kg/cm ²	kg/cm ²			punta	laterale	kg/cm ²	kg/cm ²	
0,20	8,0	---	8,0	0,40	20,0	7,80	38,0	45,0	38,0	1,27	30,0
0,40	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0	8,00	42,0	61,0	42,0	1,27	33,0
0,60	7,0	13,0	7,0	0,60	12,0	8,20	39,0	58,0	39,0	1,07	37,0
0,80	9,0	18,0	9,0	0,67	13,0	8,40	29,0	45,0	29,0	1,00	29,0
1,00	13,0	23,0	13,0	0,60	22,0	8,60	26,0	41,0	26,0	0,93	28,0
1,20	27,0	36,0	27,0	1,27	21,0	8,80	27,0	41,0	27,0	1,60	17,0
1,40	28,0	47,0	28,0	1,47	19,0	9,00	53,0	77,0	53,0	1,60	33,0
1,60	46,0	68,0	46,0	2,13	22,0	9,20	81,0	105,0	81,0	2,27	36,0
1,80	29,0	61,0	29,0	1,60	18,0	9,40	75,0	109,0	75,0	2,20	34,0
2,00	14,0	38,0	14,0	1,20	12,0	9,60	112,0	145,0	112,0	3,27	34,0
2,20	29,0	47,0	29,0	1,07	27,0	9,80	173,0	222,0	173,0	2,93	59,0
2,40	29,0	45,0	29,0	1,13	26,0	10,00	168,0	212,0	168,0	4,20	40,0
2,60	37,0	54,0	37,0	1,47	25,0	10,20	151,0	214,0	151,0	3,80	40,0
2,80	33,0	55,0	33,0	1,80	18,0	10,40	137,0	194,0	137,0	3,13	44,0
3,00	17,0	44,0	17,0	0,93	18,0	10,60	146,0	193,0	146,0	3,60	41,0
3,20	12,0	26,0	12,0	0,27	45,0	10,80	123,0	177,0	123,0	3,40	36,0
3,40	6,0	10,0	6,0	0,20	30,0	11,00	133,0	184,0	133,0	4,07	33,0
3,60	3,0	6,0	3,0	0,13	22,0	11,20	193,0	254,0	193,0	4,47	43,0
3,80	5,0	7,0	5,0	0,20	25,0	11,40	131,0	198,0	131,0	2,80	47,0
4,00	5,0	8,0	5,0	0,20	25,0	11,60	115,0	157,0	115,0	2,27	51,0
4,20	5,0	8,0	5,0	0,27	19,0	11,80	99,0	133,0	99,0	2,60	38,0
4,40	6,0	10,0	6,0	0,40	15,0	12,00	73,0	112,0	73,0	1,87	39,0
4,60	6,0	12,0	6,0	0,20	30,0	12,20	80,0	108,0	80,0	2,33	34,0
4,80	5,0	8,0	5,0	0,73	7,0	12,40	114,0	149,0	114,0	2,47	46,0
5,00	7,0	18,0	7,0	0,87	8,0	12,60	106,0	143,0	106,0	2,47	43,0
5,20	23,0	36,0	23,0	1,13	20,0	12,80	79,0	116,0	79,0	2,47	32,0
5,40	36,0	53,0	36,0	1,67	22,0	13,00	138,0	175,0	138,0	3,07	45,0
5,60	62,0	87,0	62,0	1,13	55,0	13,20	146,0	192,0	146,0	3,13	47,0
5,80	28,0	45,0	28,0	1,47	19,0	13,40	154,0	201,0	154,0	3,27	47,0
6,00	9,0	31,0	9,0	0,60	15,0	13,60	130,0	179,0	130,0	3,87	34,0
6,20	10,0	19,0	10,0	1,00	10,0	13,80	131,0	189,0	131,0	3,73	35,0
6,40	5,0	20,0	5,0	0,33	15,0	14,00	127,0	183,0	127,0	3,67	35,0
6,60	5,0	10,0	5,0	0,53	9,0	14,20	129,0	184,0	129,0	3,60	36,0
6,80	7,0	15,0	7,0	1,13	6,0	14,40	118,0	172,0	118,0	4,13	29,0
7,00	18,0	35,0	18,0	0,73	25,0	14,60	134,0	196,0	134,0	4,20	32,0
7,20	11,0	22,0	11,0	0,73	15,0	14,80	138,0	201,0	138,0	4,27	32,0
7,40	5,0	16,0	5,0	0,40	12,0	15,00	135,0	199,0	135,0	----	----
7,60	7,0	13,0	7,0	0,47	15,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo PAGANI da 10/20t
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm² - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm²)

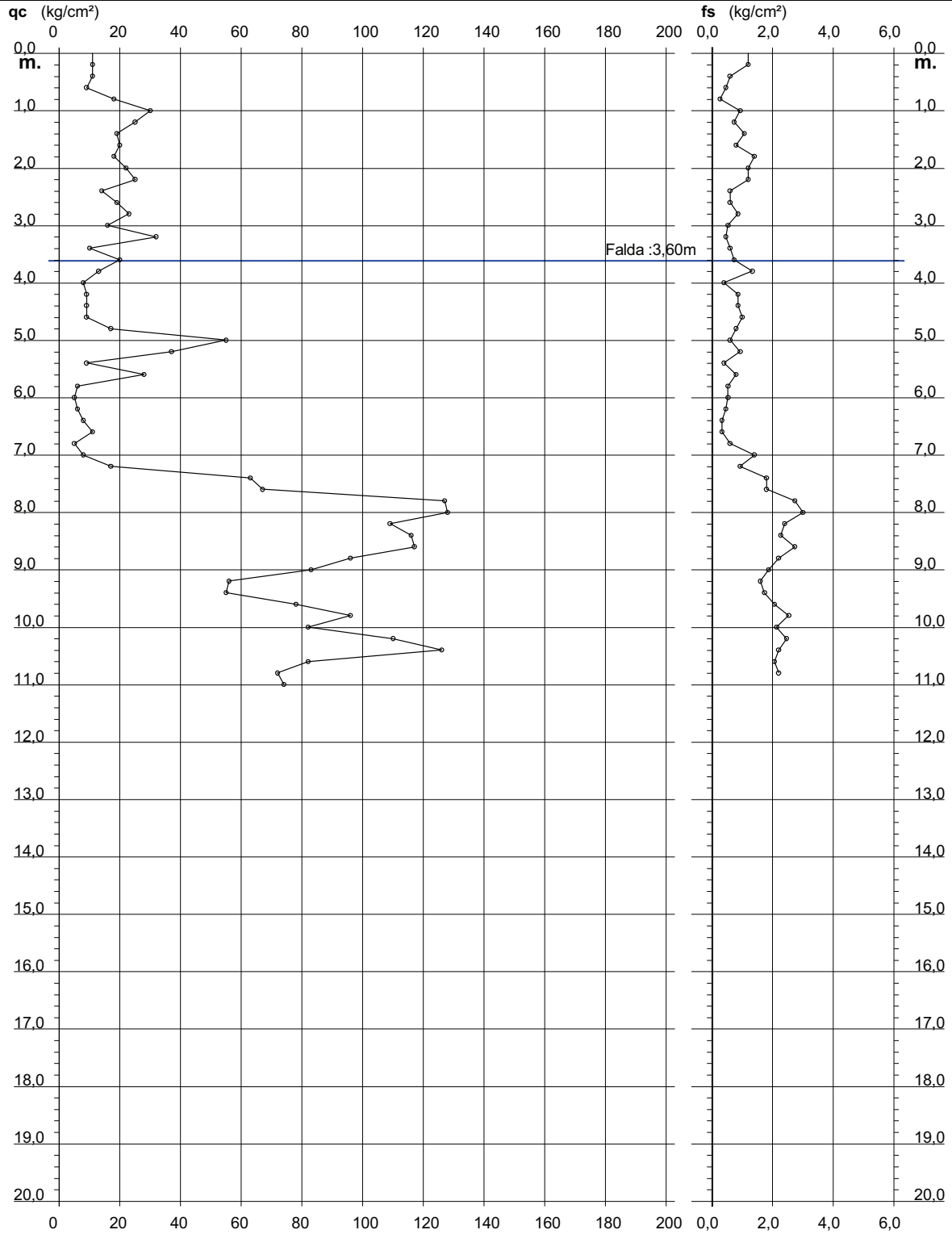
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



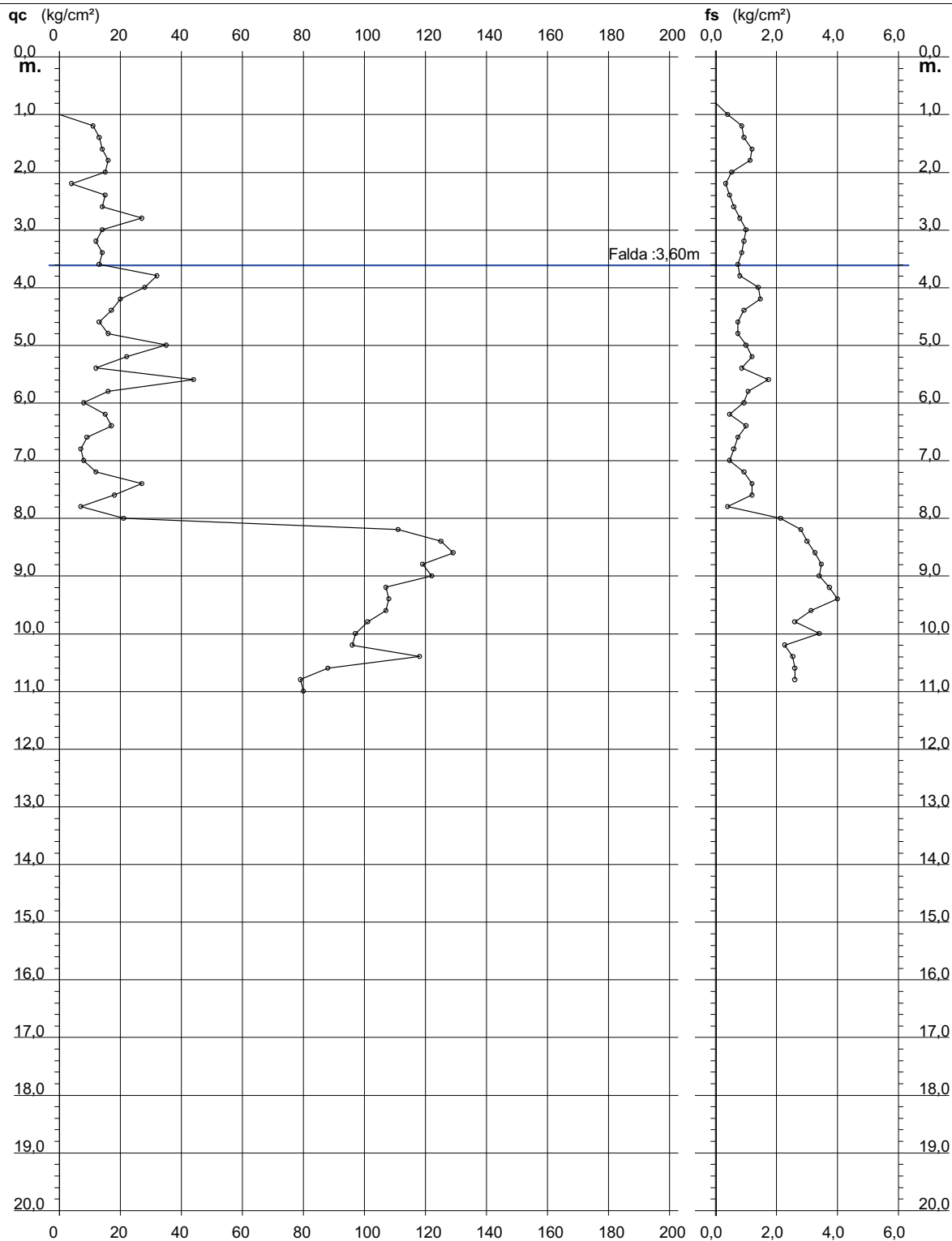
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 3

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



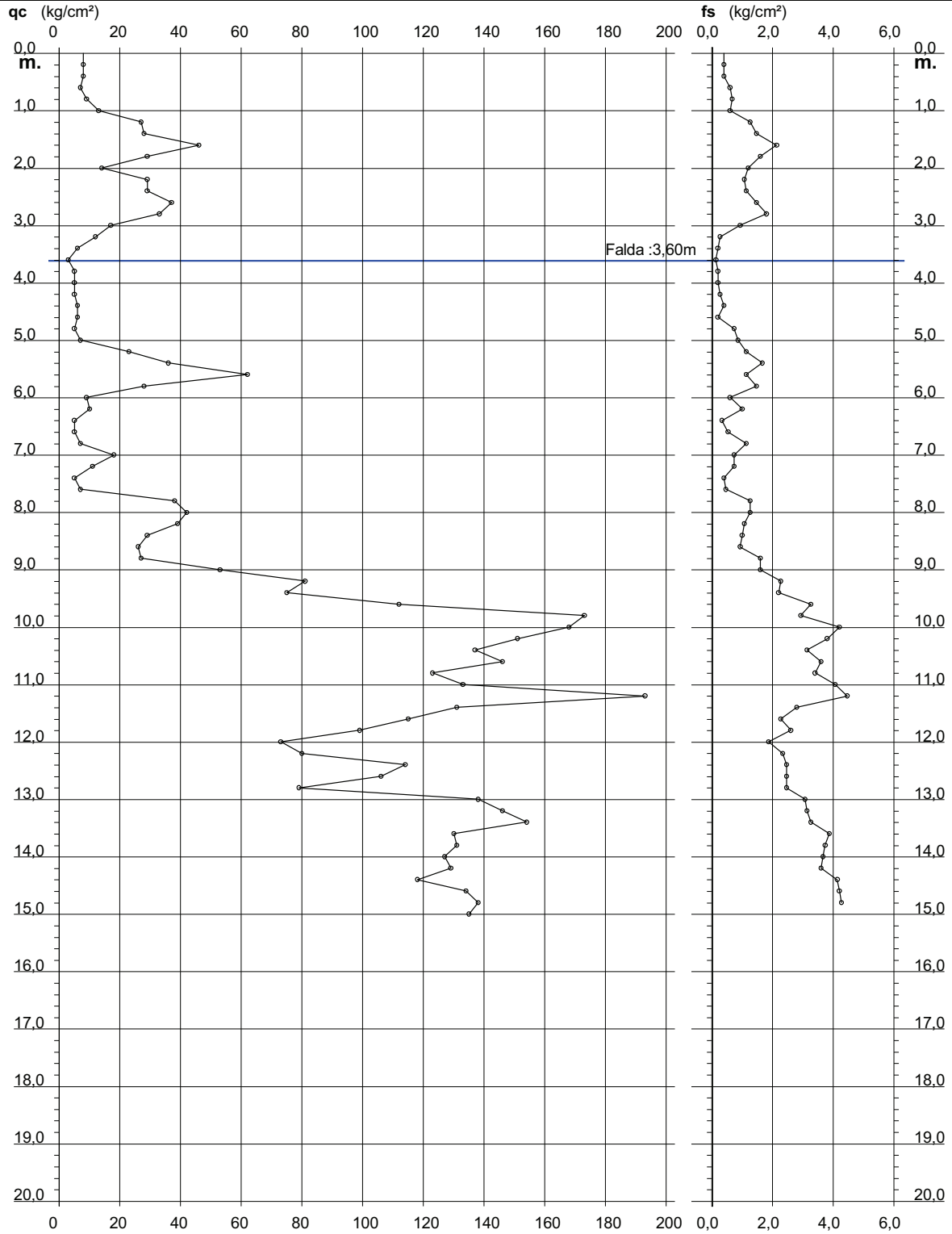
PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 2

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 1

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)
- note :

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	NATURA GRANULARE									
												ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²
0,20	11	9	2/III	1,85	0,04	0,54	99,9	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	11	18	2/III	1,85	0,07	0,54	74,7	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	9	19	2/III	1,85	0,11	0,45	36,1	77	115	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	18	67	4/:	1,85	0,15	0,75	47,7	128	191	56	60	36	38	41	43	38	27	0,130	30	45	54
1,00	30	32	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	72	38	40	42	44	39	29	0,164	50	75	90
1,20	25	34	3:::	1,85	0,22	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	38	28	0,133	42	63	75
1,40	19	18	2/III	1,85	0,26	0,78	24,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	20	25	4/:	1,85	0,30	0,80	21,8	136	204	60	46	34	37	39	42	35	27	0,095	33	50	60
1,80	18	13	2/III	1,85	0,33	0,75	17,3	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	22	18	4/:	1,85	0,37	0,85	17,7	144	216	66	44	34	37	39	42	34	28	0,090	37	55	66
2,20	25	21	4/:	1,85	0,41	0,91	17,1	155	232	75	46	34	37	39	42	34	28	0,095	42	63	75
2,40	14	23	2/III	1,85	0,44	0,64	9,8	108	163	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,60	19	32	4/:	1,85	0,48	0,78	11,4	132	198	58	33	33	35	38	41	32	27	0,064	32	48	57
2,80	23	27	4/:	1,85	0,52	0,87	12,0	148	221	69	38	33	36	38	41	32	28	0,074	38	58	69
3,00	16	30	4/:	1,85	0,55	0,70	8,3	132	198	52	23	31	34	37	40	30	27	0,044	27	40	48
3,20	32	69	3:::	1,85	0,59	--	--	--	--	--	46	34	37	39	42	34	29	0,093	53	80	96
3,40	10	17	2/III	1,85	0,63	0,50	4,7	175	262	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	20	27	4/:	0,93	0,65	0,80	8,2	155	232	60	27	32	35	37	40	30	27	0,052	33	50	60
3,80	13	10	2/III	0,93	0,67	0,60	5,6	180	270	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,00	8	20	2/III	0,86	0,68	0,40	3,2	190	285	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,20	9	10	2/III	0,88	0,70	0,45	3,6	198	297	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,40	9	10	2/III	0,88	0,72	0,45	3,5	203	304	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	9	9	2/III	0,88	0,74	0,45	3,4	207	310	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	17	21	2/III	0,97	0,76	0,72	5,9	200	301	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	55	92	3:::	0,93	0,77	--	--	--	--	--	58	36	38	40	43	35	31	0,124	92	138	165
5,20	37	40	3:::	0,89	0,79	--	--	--	--	--	44	34	36	39	41	33	30	0,088	62	93	111
5,40	9	22	2/III	0,88	0,81	0,45	3,0	222	332	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	28	35	3:::	0,87	0,83	--	--	--	--	--	33	33	35	38	41	31	28	0,064	47	70	84
5,80	6	11	1***	0,46	0,84	0,30	1,7	37	56	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	6	9	1***	0,46	0,85	0,25	1,4	32	48	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	6	13	1***	0,46	0,85	0,30	1,7	37	56	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,40	8	24	2/III	0,86	0,87	0,40	2,4	215	323	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	11	33	4/:	0,87	0,89	0,54	3,3	249	374	42	--	28	31	35	38	25	26	--	18	28	33
6,80	5	8	1***	0,46	0,90	0,25	1,3	32	48	8	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	8	6	2/III	0,86	0,92	0,40	2,2	219	328	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	17	18	2/III	0,97	0,93	0,72	4,6	261	391	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	63	35	3:::	0,94	0,95	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	35	32	0,123	105	158	189
7,60	67	37	3:::	0,95	0,97	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	35	32	0,127	112	168	201
7,80	127	46	3:::	1,04	0,99	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	35	0,191	212	318	381
8,00	128	43	3:::	1,04	1,01	--	--	--	--	--	80	39	41	43	44	38	35	0,190	213	320	384
8,20	109	45	3:::	1,01	1,03	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	34	0,172	182	273	327
8,40	116	51	3:::	1,02	1,05	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	38	35	0,177	193	290	348
8,60	117	43	3:::	1,03	1,08	--	--	--	--	--	76	39	40	42	44	37	35	0,176	195	293	351
8,80	96	44	3:::	0,99	1,10	--	--	--	--	--	68	38	39	41	43	36	34	0,154	160	240	288
9,00	83	44	3:::	0,97	1,11	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	35	33	0,139	138	208	249
9,20	56	35	3:::	0,93	1,13	--	--	--	--	--	49	35	37	39	42	33	31	0,101	93	140	168
9,40	55	32	3:::	0,93	1,15	--	--	--	--	--	48	35	37	39	42	33	31	0,099	92	138	165
9,60	78	38	3:::	0,96	1,17	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	35	33	0,129	130	195	234
9,80	96	38	3:::	0,99	1,19	--	--	--	--	--	66	37	39	41	43	36	34	0,148	160	240	288
10,00	82	38	3:::	0,97	1,21	--	--	--	--	--	61	36	39	41	43	35	33	0,132	137	205	246
10,20	110	45	3:::	1,02	1,23	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	34	0,160	183	275	330
10,40	126	57	3:::	1,04	1,25	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	35	0,173	210	315	378
10,60	82	40	3:::	0,97	1,27	--	--	--	--	--	59	36	38	40	43	35	33	0,129	137	205	246
10,80	72	33	3:::	0,95	1,29	--	--	--	--	--	54	36	38	40	42	34	32	0,116	120	180	216
11,00	74	--	3:::	0,96	1,31	--	--	--	--	--	55	36	38	40	42	34	32	0,117	123	185	222

PROVA PENETROMETRICA STATICA
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI

CPT 3

2.01PG05-083

- committente : Sig. Zavattini - Luzzara (RE)
- lavoro : Ristrutturazione edilizia
- località : Via Circonvallazione Ovest / Via Dalai - Luzzara (RE)
- note :

- data : 11/10/2010
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 3,60 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof. m	qc kg/cm ²	qc/fs (-)	NATURA COESIVA						NATURA GRANULARE												
			Natura Litol.	Y' t/m ³	d'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,60	--	--	???	1,85	0,11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
0,80	--	--	???	1,85	0,15	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,00	--	--	???	1,85	0,19	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
1,20	11	13	2/III	1,85	0,22	0,54	18,9	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,40	13	14	2/III	1,85	0,26	0,60	18,1	103	154	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,60	14	12	2/III	1,85	0,30	0,64	16,3	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
1,80	16	14	2/III	1,85	0,33	0,70	15,9	118	177	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,00	15	28	2/III	1,85	0,37	0,67	13,1	113	170	50	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,20	4	12	1/III	1,85	0,41	0,20	2,6	22	33	6	--	--	--	--	--	--	--	--	--		
2,40	15	32	4/3	1,85	0,44	0,67	10,4	113	170	50	27	32	34	37	40	31	27	0,051	25	38	45
2,60	14	23	2/III	1,85	0,48	0,64	8,9	114	171	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,80	27	34	3/III	1,85	0,52	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	33	28	0,087	45	68	81
3,00	14	14	2/III	1,85	0,55	0,64	7,4	136	204	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	12	13	2/III	1,85	0,59	0,57	6,0	157	235	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,40	14	16	2/III	1,85	0,63	0,64	6,4	163	245	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,60	13	18	2/III	0,93	0,65	0,60	5,8	173	260	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,80	32	40	3/III	0,88	0,67	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	33	29	0,086	53	80	96
4,00	28	20	4/3	0,86	0,68	0,97	9,7	165	248	84	37	33	36	38	41	32	28	0,074	47	70	84
4,20	20	14	4/3	0,93	0,70	0,80	7,4	173	260	60	25	32	34	37	40	30	27	0,048	33	50	60
4,40	17	18	2/III	0,97	0,72	0,72	6,3	188	282	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,60	13	18	2/III	0,93	0,74	0,60	4,9	205	308	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	16	22	2/III	0,96	0,76	0,70	5,6	205	307	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	35	35	3/III	0,89	0,78	--	--	--	--	--	42	34	36	39	41	33	29	0,085	58	88	105
5,20	22	18	4/3	0,93	0,80	0,85	6,8	202	303	66	26	32	34	37	40	30	28	0,049	37	55	66
5,40	12	14	2/III	0,92	0,81	0,57	4,0	227	341	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,60	44	25	4/3	1,00	0,83	1,47	12,7	249	374	132	48	35	37	39	42	33	31	0,099	73	110	132
5,80	16	15	2/III	0,96	0,85	0,70	4,9	237	355	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,00	8	9	2/III	0,86	0,87	0,40	2,4	215	323	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,20	15	32	4/3	0,89	0,89	0,67	4,4	248	372	50	10	29	32	35	39	27	27	0,020	25	38	45
6,40	17	17	2/III	0,97	0,91	0,72	4,7	252	379	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,60	9	12	2/III	0,88	0,93	0,45	2,5	237	356	38	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
6,80	7	12	1/III	0,46	0,94	0,35	1,8	43	64	11	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,00	8	17	2/III	0,86	0,95	0,40	2,1	221	332	35	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,20	12	13	2/III	0,92	0,97	0,57	3,2	271	406	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,40	27	22	4/3	0,95	0,99	0,95	5,9	263	394	81	27	32	35	37	40	30	28	0,052	45	68	81
7,60	18	15	2/III	0,98	1,01	0,75	4,3	282	423	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
7,80	7	17	2/III	0,84	1,03	0,35	1,6	202	303	32	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8,00	21	10	4/3	0,93	1,04	0,82	4,7	291	436	63	17	30	33	36	39	28	27	0,033	35	53	63
8,20	111	40	3/III	1,02	1,07	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	37	34	0,171	185	278	333
8,40	125	42	3/III	1,04	1,09	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	35	0,183	208	313	375
8,60	129	39	3/III	1,04	1,11	--	--	--	--	--	78	39	41	42	44	38	35	0,184	215	323	387
8,80	119	34	3/III	1,03	1,13	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	37	35	0,174	198	298	357
9,00	122	36	3/III	1,03	1,15	--	--	--	--	--	75	39	40	42	44	37	35	0,176	203	305	366
9,20	107	29	4/3	1,06	1,17	3,57	25,3	606	910	321	70	38	40	42	44	36	34	0,161	178	268	321
9,40	108	27	4/3	1,06	1,19	3,60	25,0	612	918	324	70	38	40	42	44	36	34	0,160	180	270	324
9,60	107	34	3/III	1,01	1,21	--	--	--	--	--	70	38	40	42	44	36	34	0,158	178	268	321
9,80	101	39	3/III	1,00	1,23	--	--	--	--	--	67	37	39	41	43	36	34	0,151	168	253	303
10,00	97	29	4/3	1,05	1,25	3,23	20,6	550	825	291	65	37	39	41	43	36	34	0,146	162	243	291
10,20	96	42	3/III	0,99	1,27	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	35	34	0,144	160	240	288
10,40	118	47	3/III	1,03	1,29	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	36	35	0,163	197	295	354
10,60	88	34	3/III	0,98	1,31	--	--	--	--	--	61	37	39	41	43	35	33	0,133	147	220	264
10,80	79	30	4/3	1,03	1,33	2,63	14,7	448	672	237	57	36	38	40	43	34	33	0,122	132	198	237
11,00	80	--	3/III	0,97	1,35	--	--	--	--	--	57	36	38	40	43	34	33	0,122	133	200	240

ALLEGATO 2

Indagine sismica con microtremori

INDAGINE SISMICA CON MICROTREMORI – METODO DI NAKAMURA (H/V)

Data indagine: 11/10/2010

Località: Luzzara – Via Circonvallazione Ovest

Metodologia d'indagine

La misura a stazione singola del tremore sismico, attraverso l'analisi dei rapporti spettrali consente la determinazione della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo; mediante il processo di inversione le misure del microtremore consentono di stimare in maniera rapida il valore di $Vs30$.

La prova è stata condotta utilizzando un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) in grado di registrare i microtremori lungo le direzioni X coincidente con l'Est topografico e Y coincidente con il Nord e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 15 minuti). Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z). Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza) e spettri V (componente verticale del moto in funzione della frequenza).

Per la determinazione delle onde di taglio Vs è stata utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V sulla base della relazione:

$$f(\text{Hz}) = \frac{Vs}{4H}$$

Elaborati d'indagine

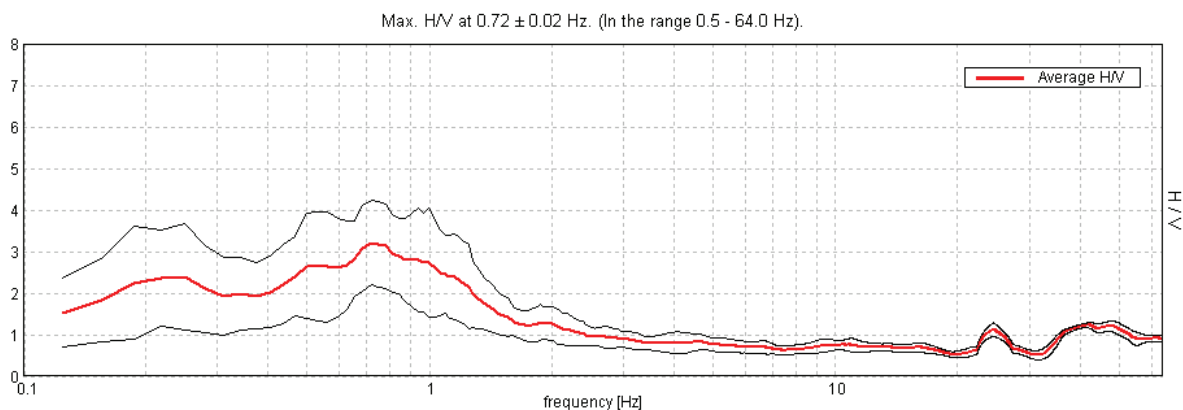


Grafico 1 – Rapporto spettrale orizzontale su verticale

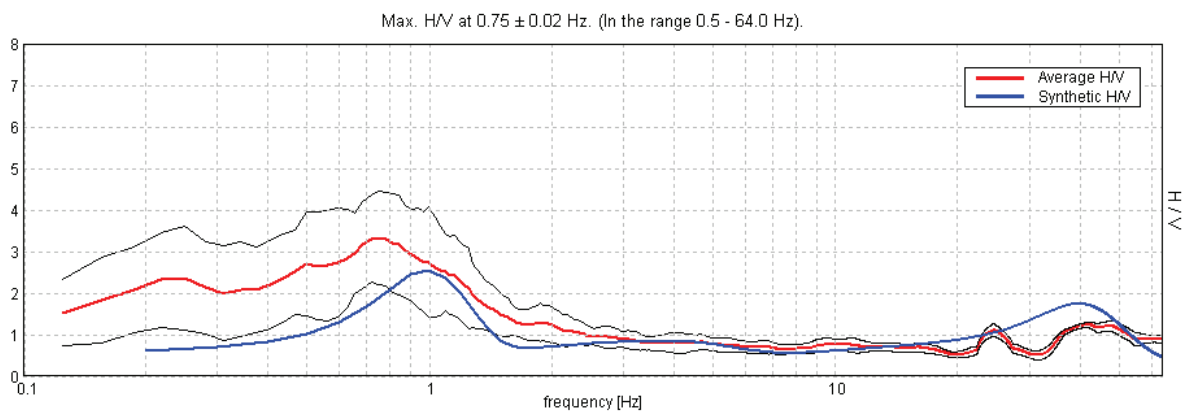


Grafico 2 – Rapporto di inversione H/V sperimentale (Rosso) e H/V sintetico (Blu)

Andamento onde S

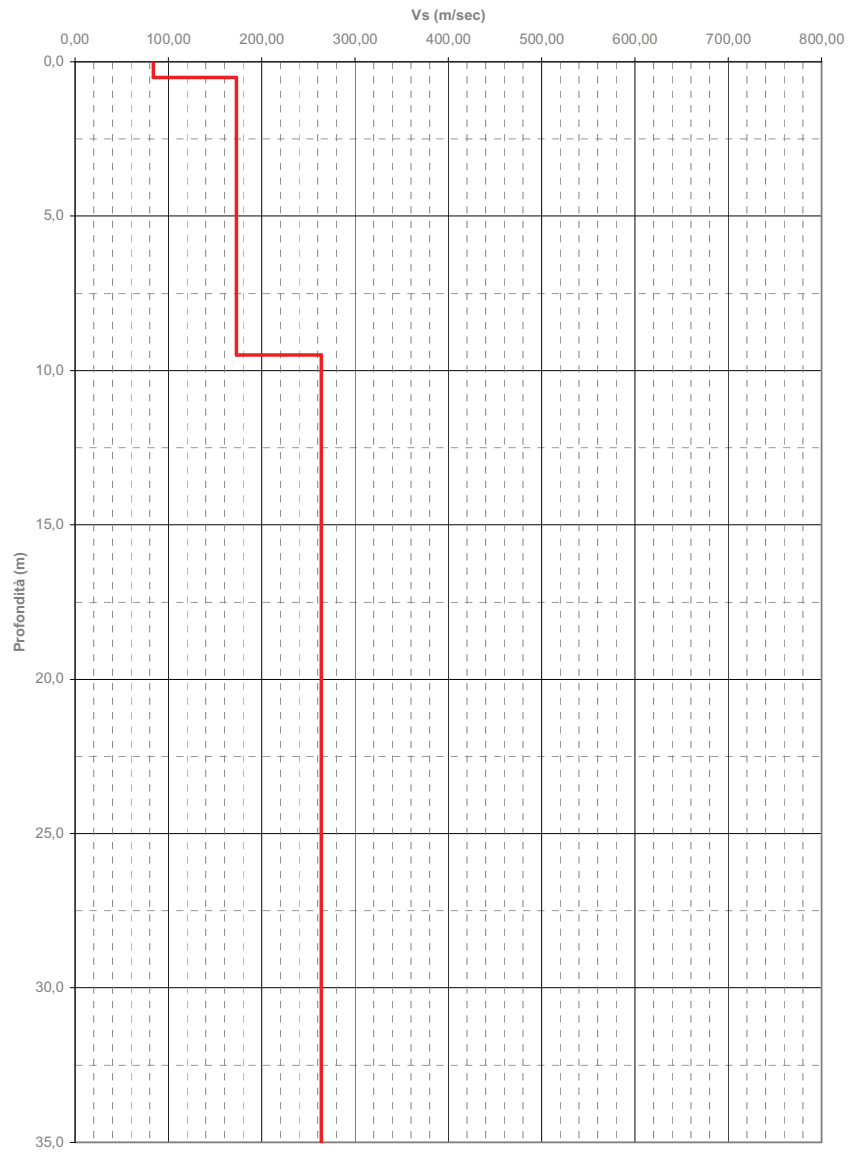


Grafico 3— Andamento della Vs in funzione della profondità

Vs30 = 221 m/sec

Categoria di sottosuolo = C

ALLEGATO 3

Tabulati calcolo cedimenti in fondazione

CEDIMENTI IN FONDAZIONE
Fondazione nastriforme B = 1.4 m; N = 10 t/m
Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)
Committente: Sig. Zavattini

DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE

Fondazione Nastriforme

Larghezza:	1.40 [m]
Prof. piano di posa [m]	1.20
Carico normale [kN]	100.00
Momento (larghezza) [kN m]	0.00
Momento (lunghezza) [kN m]	0.00
Tens. precons. a p.c. [kN/m ²]	0.00

Il peso del terreno asportato e' stato detratto dal carico applicato.
La tensione verticale e' stata calcolata a partire dal piano di campagna.
La tensione verticale e' stata calcolata in termini di tensioni efficaci.

GEOMETRIA FALDA

PROFONDITA' FALDA 1.20 [m]

CEDIMENTI (mm)

Posizione punto		Totale
centro		31.86
sinistra		25.82
destra		25.82

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI IMMEDIATI

$$dh = H \times dp / Es$$

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI A LUNGO TERMINE

$$dh = H \times dp / Eed$$

DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

n	prof. [m]	GN [kN/m ³]	GS [kN/m ³]	Es [MPa]	Eed [MPa]	Cr' [-]	Cc' [-]
1	3.00	17.00	17.00		5.00		
2	8.00	17.00	17.00		3.50		
3	9.00	18.00	18.00		7.00		
4	30.00	19.00	19.00		35.00		

CEDIMENTI IN FONDAZIONE
 Fondazione nastriforme B = 1.6 m; N = 10 t/m
 Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)
 Committente: Sig. Zavattini

DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE

Fondazione Nastriforme

Larghezza:	1.60 [m]
Prof. piano di posa [m]	1.20
Carico normale [kN]	100.00
Momento (larghezza) [kN m]	0.00
Momento (lunghezza) [kN m]	0.00
Tens. precons. a p.c. [kN/m²]	0.00

Il peso del terreno asportato e' stato detratto dal carico applicato.
 La tensione verticale e' stata calcolata a partire dal piano di campagna.
 La tensione verticale e' stata calcolata in termini di tensioni efficaci.

GEOMETRIA FALDA

PROFONDITA' FALDA 1.20 [m]

CEDIMENTI (mm)

Posizione punto		Totale
centro		28.99
sinistra		23.18
destra		23.18

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI IMMEDIATI

$dh = H \times dp / Es$

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI A LUNGO TERMINE

$dh = H \times dp / Eed$

DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

n	prof. [m]	GN [kN/m³]	GS [kN/m³]	Es [MPa]	Eed [MPa]	Cr' [-]	Cc' [-]
1	3.00	17.00	17.00		5.00		
2	8.00	17.00	17.00		3.50		
3	9.00	18.00	18.00		7.00		
4	30.00	19.00	19.00		35.00		

CEDIMENTI IN FONDAZIONE
 Fondazione nastriforme B = 1.8 m; N = 10 t/m
 Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)
 Committente: Sig. Zavattini

DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE

Fondazione Nastriforme

Larghezza:	1.80 [m]
Prof. piano di posa [m]	1.20
Carico normale [kN]	100.00
Momento (larghezza) [kN m]	0.00
Momento (lunghezza) [kN m]	0.00
Tens. precons. a p.c. [kN/m²]	0.00

Il peso del terreno asportato e' stato detratto dal carico applicato.
 La tensione verticale e' stata calcolata a partire dal piano di campagna.
 La tensione verticale e' stata calcolata in termini di tensioni efficaci.

GEOMETRIA FALDA

PROFONDITA' FALDA 1.20 [m]

CEDIMENTI (mm)

Posizione punto			Totale
centro			26.34
sinistra			20.79
destra			20.79

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI IMMEDIATI

$dh = H \times dp / Es$

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI A LUNGO TERMINE

$dh = H \times dp / Eed$

DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

n	prof. [m]	GN [kN/m³]	GS [kN/m³]	Es [MPa]	Eed [MPa]	Cr' [-]	Cc' [-]
1	3.00	17.00	17.00		5.00		
2	8.00	17.00	17.00		3.50		
3	9.00	18.00	18.00		7.00		
4	30.00	19.00	19.00		35.00		

CEDIMENTI IN FONDAZIONE
 Fondazione nastriforme B = 1.6 m; N = 12 t/m
 Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)
 Committente: Sig. Zavattini

DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE

Fondazione Nastriforme

Larghezza:	1.60 [m]
Prof. piano di posa [m]	1.20
Carico normale [kN]	120.00
Momento (larghezza) [kN m]	0.00
Momento (lunghezza) [kN m]	0.00
Tens. precons. a p.c. [kN/m²]	0.00

Il peso del terreno asportato e' stato detratto dal carico applicato.
 La tensione verticale e' stata calcolata a partire dal piano di campagna.
 La tensione verticale e' stata calcolata in termini di tensioni efficaci.

GEOMETRIA FALDA

PROFONDITA' FALDA 1.20 [m]

CEDIMENTI (mm)

Posizione punto		Totale
centro		37.60
sinistra		30.07
destra		30.07

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI IMMEDIATI

$dh = H \times dp / Es$

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI A LUNGO TERMINE

$dh = H \times dp / Eed$

DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

n	prof. [m]	GN [kN/m³]	GS [kN/m³]	Es [MPa]	Eed [MPa]	Cr' [-]	Cc' [-]
1	3.00	17.00	17.00		5.00		
2	8.00	17.00	17.00		3.50		
3	9.00	18.00	18.00		7.00		
4	30.00	19.00	19.00		35.00		

CEDIMENTI IN FONDAZIONE
 Fondazione nastriforme B = 1.8 m; N = 12 t/m
 Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)
 Committente: Sig. Zavattini

DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE

Fondazione Nastriforme

Larghezza:	1.80 [m]
Prof. piano di posa [m]	1.20
Carico normale [kN]	120.00
Momento (larghezza) [kN m]	0.00
Momento (lunghezza) [kN m]	0.00
Tens. precons. a p.c. [kN/m²]	0.00

Il peso del terreno asportato e' stato detratto dal carico applicato.
 La tensione verticale e' stata calcolata a partire dal piano di campagna.
 La tensione verticale e' stata calcolata in termini di tensioni efficaci.

GEOMETRIA FALDA

PROFONDITA' FALDA 1.20 [m]

CEDIMENTI (mm)

Posizione punto		Totale
centro		34.67
sinistra		27.36
destra		27.36

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI IMMEDIATI

$$dh = H \times dp / Es$$

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI A LUNGO TERMINE

$$dh = H \times dp / Eed$$

DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

n	prof. [m]	GN [kN/m³]	GS [kN/m³]	Es [MPa]	Eed [MPa]	Cr' [-]	Cc' [-]
1	3.00	17.00	17.00		5.00		
2	8.00	17.00	17.00		3.50		
3	9.00	18.00	18.00		7.00		
4	30.00	19.00	19.00		35.00		

CEDIMENTI IN FONDAZIONE
 Fondazione nastriforme B = 1.8 m; N = 14 t/m
 Ristrutturazione edilizia loc. Via Circonvallazione Ovest - Luzzara (RE)
 Committente: Sig. Zavattini

DESCRIZIONE DELLA FONDAZIONE

Fondazione Nastriforme

Larghezza:	1.80 [m]
Prof. piano di posa [m]	1.20
Carico normale [kN]	140.00
Momento (larghezza) [kN m]	0.00
Momento (lunghezza) [kN m]	0.00
Tens. precons. a p.c. [kN/m²]	0.00

Il peso del terreno asportato e' stato detratto dal carico applicato.
 La tensione verticale e' stata calcolata a partire dal piano di campagna.
 La tensione verticale e' stata calcolata in termini di tensioni efficaci.

GEOMETRIA FALDA

PROFONDITA' FALDA 1.20 [m]

CEDIMENTI (mm)

Posizione punto		Totali
centro		42.99
sinistra		33.94
destra		33.94

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI IMMEDIATI

$dh = H \times dp / Es$

FORMULAZIONE CALCOLO CEDIMENTI A LUNGO TERMINE

$dh = H \times dp / Eed$

DESCRIZIONE DELLA STRATIGRAFIA

n	prof. [m]	GN [kN/m³]	GS [kN/m³]	Es [MPa]	Eed [MPa]	Cr' [-]	Cc' [-]
1	3.00	17.00	17.00		5.00		
2	8.00	17.00	17.00		3.50		
3	9.00	18.00	18.00		7.00		
4	30.00	19.00	19.00		35.00		