


PROVINCIA DI PARMA

COMUNE DI COLORNO


Relazione geotecnica

RIFACIMENTO PONTE VIA ALZAIA - SACCA DI COLORNO (PR)

	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

SOMMARIO:

1. PREMESSA	3
2. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	4
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOMECCANICO E LITOSTRATIMETRICO	9
Litostratigrafia locale	9
Indagini geognostiche	10
Modello geomeccanico e litostratimeccanico	11
4. Parametri di classificazione e determinazione delle categorie di sottosuolo	14
5. DETERMINAZIONE PRELIMINARE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE	18
6. Carico limite per le fondazioni su pali.....	21
Calcolo del carico limite verticale	22
Calcolo del Carico Limite Orizzontale.....	24

 studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

1. PREMESSA

Su incarico di A.I.Po, a corredo del Progetto Esecutivo per il rifacimento del ponte carrabile sul canale denominato "Fossetta dell'Abate" su via Alzaia in loc. Sacca nel Comune di Colorno, è stato redatto il presente studio geotecnico, finalizzato ad elaborare i dati geotecnici necessari alla corretta progettazione delle strutture fondali di tale infrastruttura.

Il presente studio è stato redatto in conformità ed in osservanza alla normativa vigente:

- Commissione AGI per la normativa geotecnica – Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche – Giugno, 1975;
- D.M. 21/01/81, attuativo della Legge 64/1974 e successive modifiche ed integrazioni;
- D.M. LL.PP. 11/03/88 – "Norme Tecniche riguardanti le indagini..." G.U. Rep. Ita. N° 127 del 1/06/88;
- Circ LL.PP. n° 30483 del 24/09/1988 "Istruzione per l'applicazione del D.M. 11-03-1988";
- D.M. LL.PP. 16/01/96 – "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" G.U. Rep. Ita. N° 29 del 5/02/96;
- L.R. Regione Emilia Romagna n°20/2000 e successive modifiche ed integrazioni;
- D.P.C.M. n° 3274 del 20/02/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica ..." G.U. Rep. Ita. N° 252 del 29/10/03;
- Linee Guida AGI, 2005 (ed. provv.) – "Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" del marzo 2005;
- Del. di Giunta Regionale n. 1677/2005;
- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008, recante "Norme tecniche per le costruzioni".

<div>SODANO ENGINEERING</div> <div>studio di ingegneria srl</div>	<div>Committente:</div> <div>A.I.Po</div> <div>Agenzia Interregionale per il fiume Po</div>	<div>Documento:</div> <div>Relazione geotecnica</div>
<div>Lavoro:</div> <div>LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)</div>		<div>Data:</div> <div>aprile 2014</div> <div>File:</div> <div>B03_relazione_geotecnica.doc</div>

2. UBICAZIONE E DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

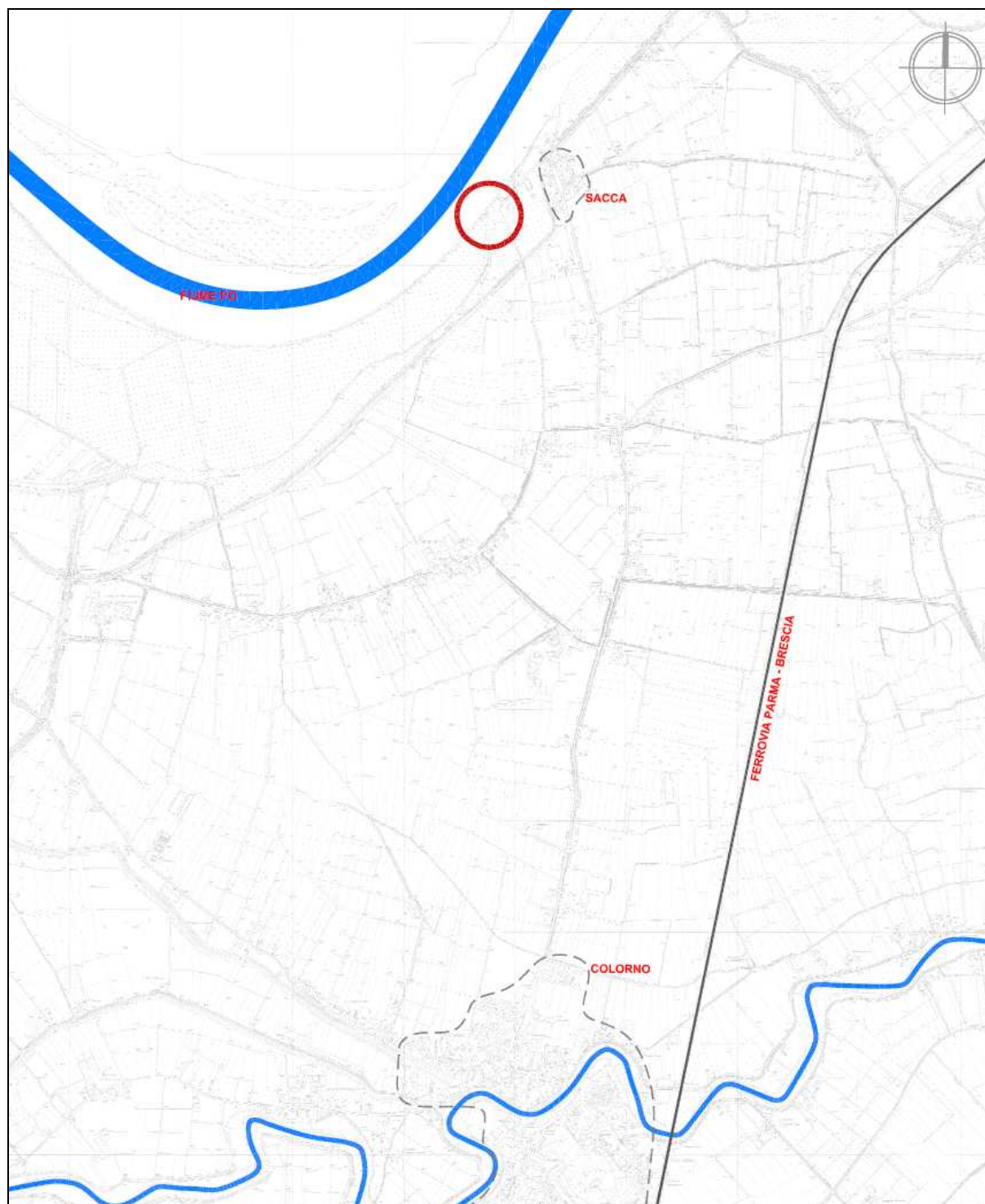
L'area oggetto del presente studio è ubicata in su via Alzaia in loc. Sacca nel Comune di Colorno, nella periferia nord della Provincia di Parma, in una zona con assetto morfologico pianeggiante posta ad una altitudine di circa 29 metri s.l.m., nelle immediate vicinanze dell'alveo del fiume Po.

L'area è censita al Nuovo Catasto Terreni del Comune di Colorno al foglio 5 mappali 19-38.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo ponte sul canale "Fossetta dell'Abate", in sostituzione di quello preesistente parzialmente crollato. Il manufatto avrà forma ad arco che richiama quella precedente ma che presente una maggiore snellezza; tale geometria garantisce inoltre una minima resistenza alle correnti d'acqua che si creano nei periodi di allagamento della zona corrispondenti alle piene del Po, non restringendo in alcun modo la sezione dell'alveo; la sommersione ciclica del manufatto rende inoltre rilevante l'utilizzo di materiali durevoli e resistenti all'acqua. L'infrastruttura risulta quindi sicura dal punto di vista idraulico e strutturale ed in armonia con l'ambiente circostante caratterizzato da strade sterrate, argini in terra e vegetazione spontanea.

Il ponte in progetto avrà le seguenti caratteristiche:

- manterrà la carrabilità attuale, con una larghezza di complessiva di 3,50 m di cui 3,00 m per la carreggiata e di 25 cm per lato occupati dal parapetto;
- la quota del piano stradale è rimarrà invariata a + 28,50 m s.l.m. (a 5,64 m dal livello di scorrimento del canale "Fossetta dell'Abate");
- il raggio di curvatura dell'arcata del ponte sarà di 19,06 m ;
- il franco rispetto a piano di scorrimento del canale sarà di circa 5,00 m;
- la luce netta sarà di 17,00 m;
- la struttura portante sarà in cemento armato impermeabilizzato con un additivo tipo "Penetron Admix", costituita da 2 travi principali con sezione ad arco ed una soletta di sp. 45 cm che formerà il piano carrabile; i dadi di fondazione saranno posati su pali trivellati con diametro 50 cm per intercettare i livelli litologici a maggiore consistenza ed evitare fenomeni di cedimenti o sifonamenti delle fondazioni;



Ubicazione dell'area su CTR

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

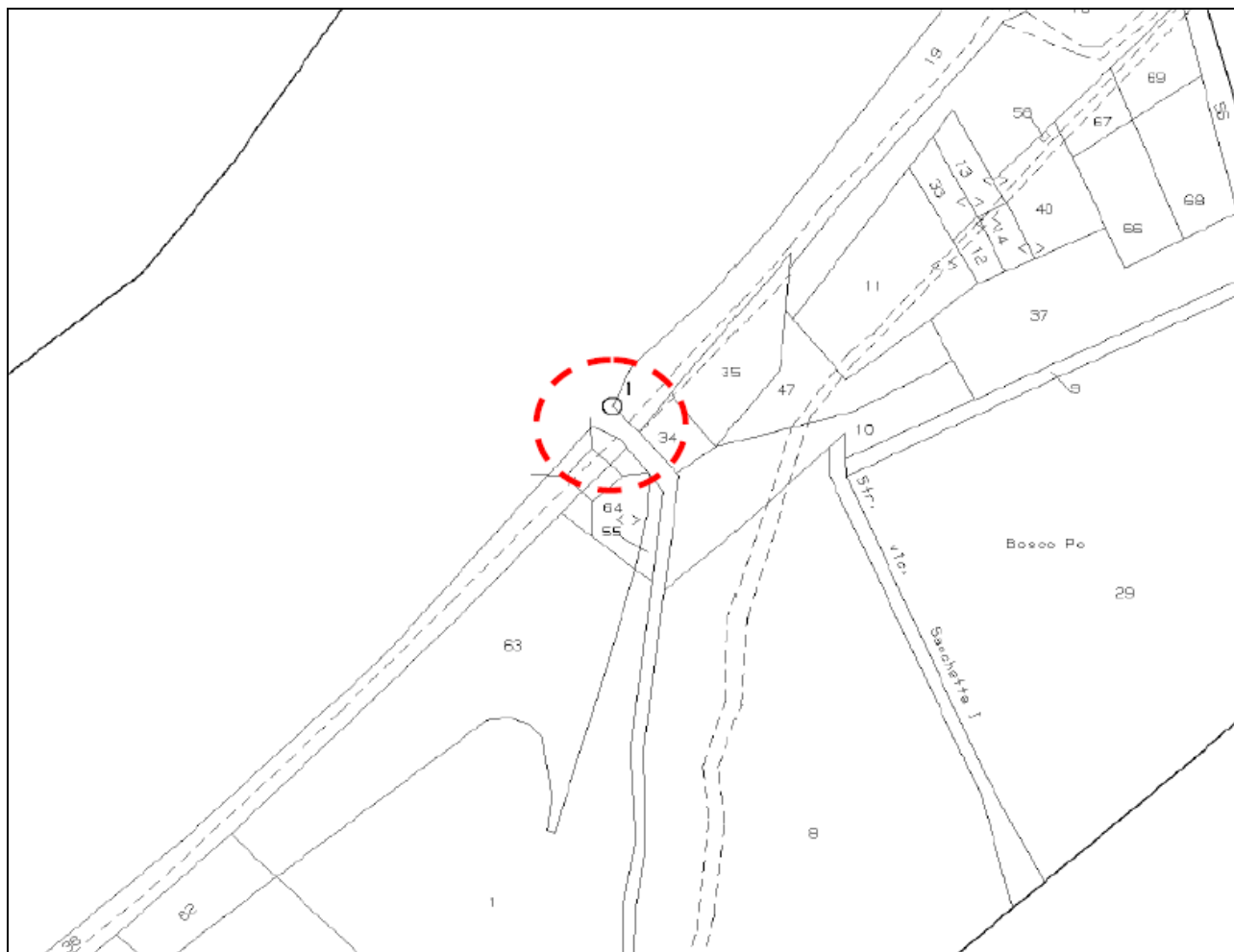
Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc



Ubicazione dell'area su foto aerea

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

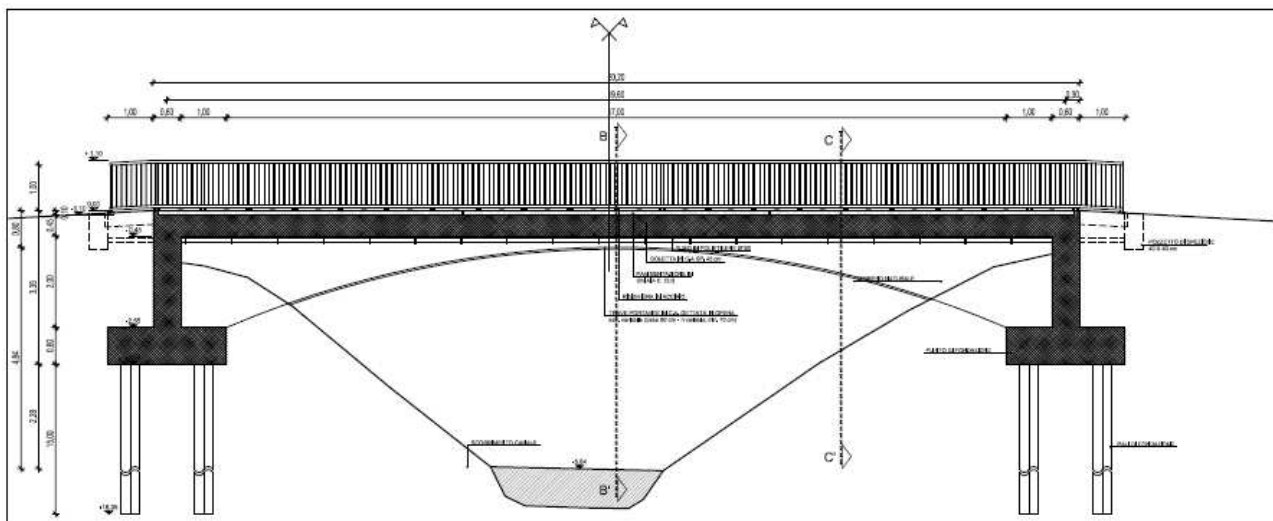
Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc



Ubicazione dell'area su planimetria catastale

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc



Sezione longitudinale del ponte in progetto



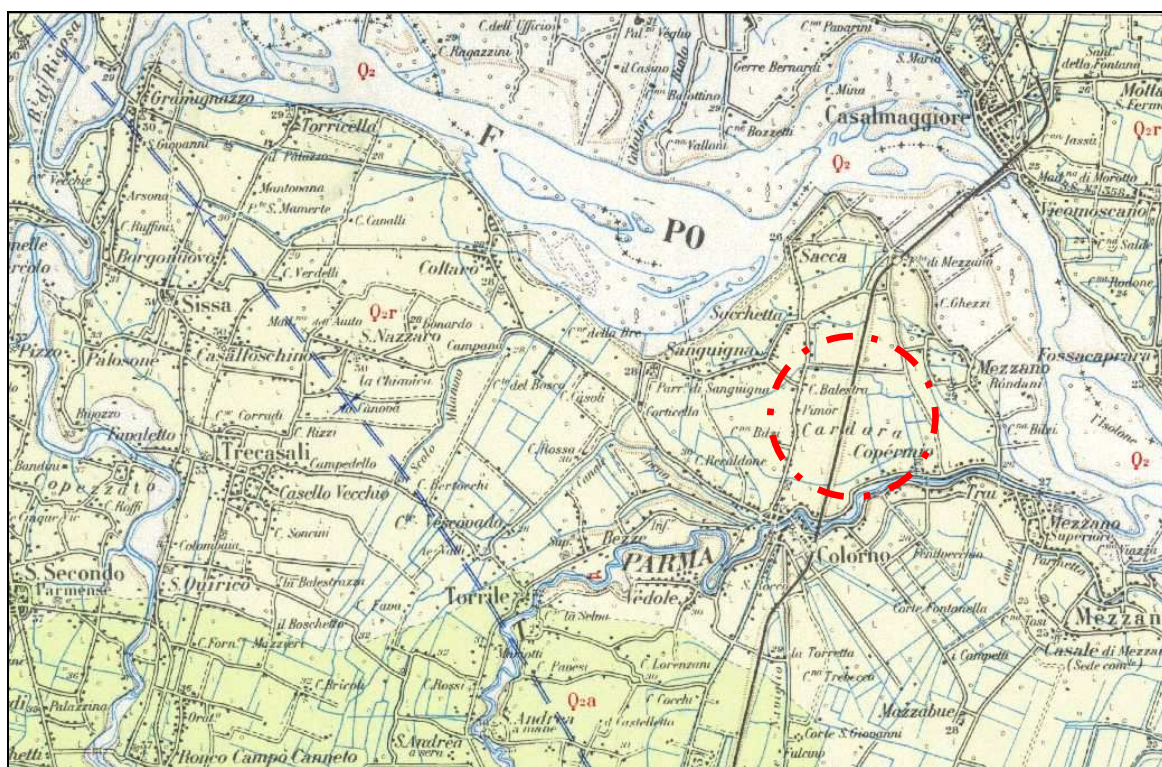
Elaborazione tridimensionale e fotoinserimento del ponte in progetto

SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Comittente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

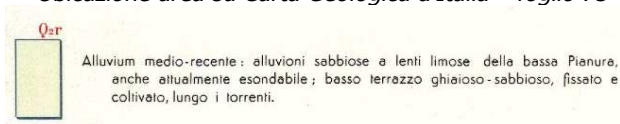
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE E MODELLO GEOMECCANICO E LITOSTRATIMETRICO

Litostratigrafia locale

L'area di studio, così come riportato nella cartografia tematica esistente (Carta Geologica d'Italia – foglio 73), si colloca in prossimità della porzione distale della conoide alluvionale del Fiume Po e rappresenta la fase di livellamento della pianura da parte del corso d'acqua. I depositi appartengono **all'Alluvium medio-recente (Q_{2r})** secondo la nomenclatura della Carta Geologica al 100.000. Tali depositi risultano caratterizzati dalla sostanziale prevalenza di termini ghiaiosi e sabbiosi, legati alla natura alluvionale di conoide fluviale.



Ubicazione area su Carta Geologica d'Italia – foglio 73



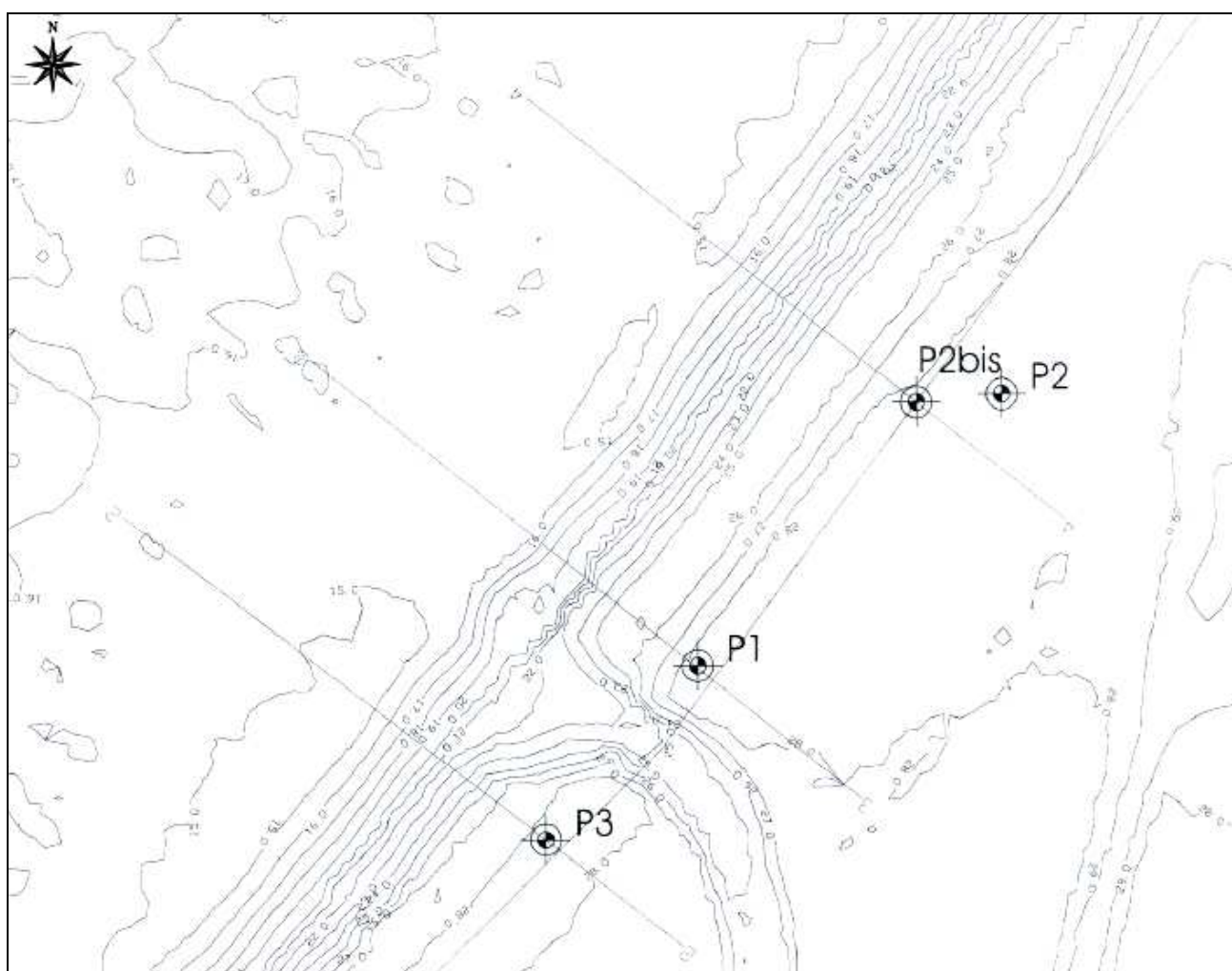
SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

Indagini gegnostiche


Preliminarmente all'affidamento dell'incarico di progettazione esecutiva delle opere, A.I.Po ha predisposto una campagna gegnostica al fine di indagare le caratteristiche litostratimetriche e geomeccaniche dei terreni che saranno direttamente interessati dalle opere, eseguita dalla ditta "Intergeo S.r.l.".

Le indagini effettuate sono state:

- n. 3 prove penetrometriche statiche fino alla profondità massima di 30 m.



Ubicazione prove penetrometriche statiche eseguite

 studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

Modello geomeccanico e litostratimeccanico

Sulla base delle indagini effettuate da "Intergeo S.r.l." è stata definita una stratigrafia schematica del sottosuolo interessato dall'intervento (Tabella 1-int). Questo è stato riconosciuto come costituito da livelli litologici limoso-argilloso avente le caratteristiche di seguito esposte.

I parametri geomeccanici riportati riassumono le principali caratteristiche geotecniche dei terreni:

- γ : peso dell'unità di volume del terreno;
- **Cu**: coesione non drenata nel caso di terreni a comportamento prevalentemente coesivo;
- Φ' : angolo di attrito efficace nel caso di terreni a comportamento prevalentemente granulare;
- **E**: modulo di deformazione edometrico (stimato da Mitchell e Gardner, 1975).

Il sottosuolo è stato suddiviso in 2 intervalli, oltre alla coltre di alterazione superficiale, distinti essenzialmente sulla base dei differenti valori di resistenza meccanica riscontrati.

Il **primo (A)** intervallo considerato come litologicamente e geomeccanicamente uniforme è caratterizzato da depositi argillosi e limoso-argillosi da molto consistenti a duri, con comportamento eminentemente coesivo e proprietà geomeccaniche complessivamente buone, con valori di resistenza all'infissione della punta variabili tra 25 kg/cm² e 50 kg/cm² e alti valori di attrito laterale.

(da -0,60/1,00 m a -5,00/7,00 m da p.c.)

Natura coesiva

- γ : 1,85 t/m³;
- γ' : 0,85 t/m³;
- **Cu**: 1,00 kg/cm²;
- **E**: 150 kg/cm²

Il **secondo (B)** intervallo è stato posto in corrispondenza del passaggio, in realtà tutt'altro che netto, a depositi granulari, caratterizzati da un aumento dei valori di resistenza alla punta con valori compresi tra 65 kg/cm² e 190 kg/cm² e valori di resistenza laterale molto elevati. Questi depositi sono costituiti prevalentemente da sabbie limose, sabbie e ghiaia.

(da -5,00/7,00 m a -30,00 da p.c.)

Natura granulare

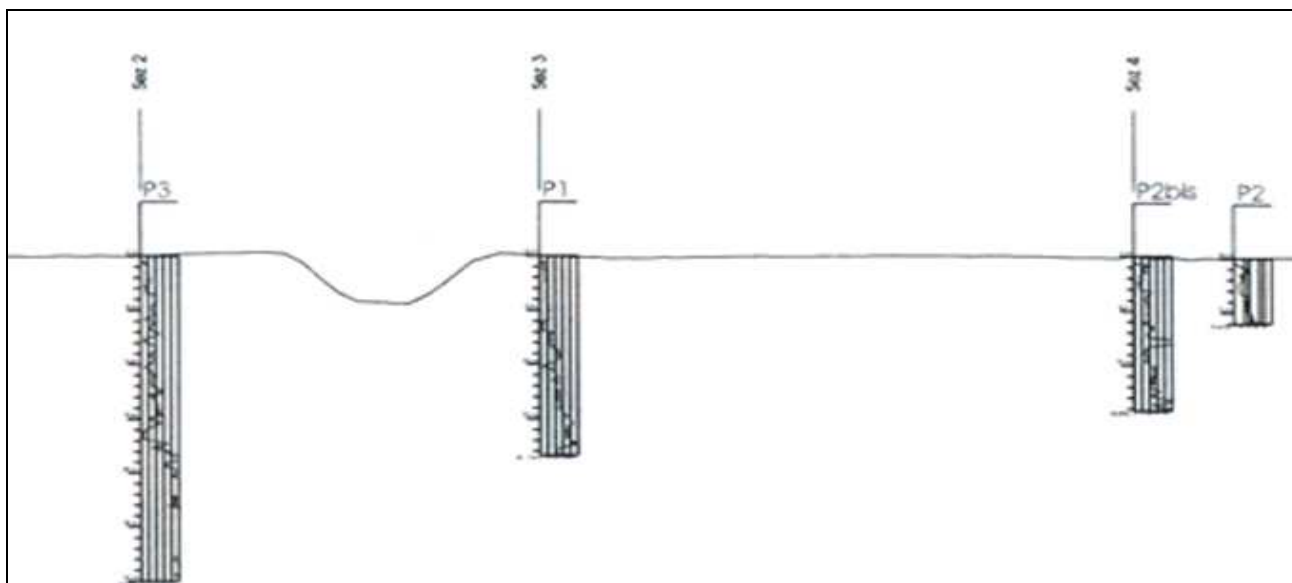
- γ : 1,70 t/m³;
- γ' : 0,70 t/m³;
- Φ' : 38°;
- **E**: >250 kg/cm²

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLOMBO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Intervallo	Z_{\min} (m)	Z_{\max} (m)	γ (t/m ³)	γ' (t/m ³)	C_u (kg/cm ²)	Φ'	E (kg/cm ²)	D_r (%)
Suoli	0.00	-0.60/1.00	---	---	---	---	---	---
A	-0.60/1.00	-5.00/7.00	1.85	0.85	1.00	---	150	---
B	-5.00/7.00	Interruzione	1.70	0.70	---	38	>250	90

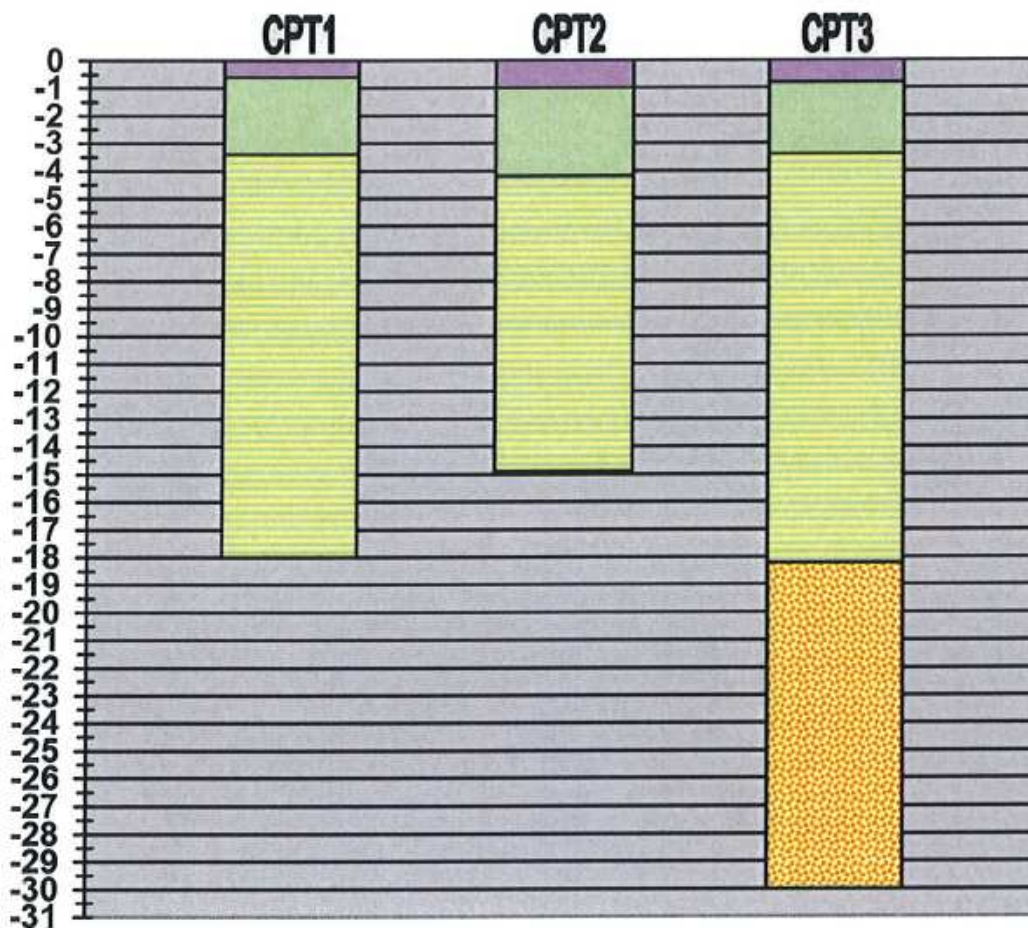
Tabella 1 - Intervalli litologicamente e geomeccanicamente uniformi individuati



Sezione locale con prove penetrometriche eseguite ed andamento resistenza alla punta

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

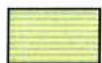
Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc



Suoli



Litotipi argillosi e limoso-argillosi superficiali
(consistente)
INTERVALLO (A)



Litotipi argillosi e limoso-sabbiosi, intercalazioni di lenti
granulari
(consistenti-molto consistenti)
INTERVALLO (B)



-sabbie e ghiaie (da molto consistenti a duri)
INTERVALLO (C)

Modello litostratimetrico locale

SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

4. Parametri di classificazione e determinazione delle categorie di sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessaria la valutazione della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In alternativa le Norme Tecniche per le Costruzioni forniscono un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo. Vengono definite 7 classi di sottosuolo riportate nella tabella seguente, di cui le prime cinque identificate con le lettere da A ad E e le due rimanenti con le sigle S1 ed S2. Ciascuna classe di terreno è caratterizzata da una descrizione sintetica del profilo stratigrafico e distinta sulla base dei seguenti parametri geotecnici:

- la velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri di sottosuolo ($V_{s,30}$);
- il numero dei colpi della prova penetrometrica dinamica, N_{SPT} ;
- la resistenza al taglio non drenata C_u .

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Categorie di sottosuolo (D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.II)


Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Categorie aggiuntive di sottosuolo (D.M. 14/01/2008 – Tabella 3.2.III)

Il parametro meccanico di base per la classificazione di un sito è $V_{s,30}$ calcolato secondo la seguente espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [\text{m/s}]$$

Dove N è il numero di strati omogenei in cui è possibile suddividere i primi 30 metri di sottosuolo, h_i e $V_{s,i}$ sono rispettivamente lo spessore, espresso in metri e la velocità delle onde di

 studio di ingegneria srl	Comittente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

taglio dello strato i-esimo. È importante notare che V_{s30} è una grandezza equivalente, il cui valore è diverso da quello che si otterrebbe dalla sua usuale operazione di media delle velocità dei singoli strati pesata con gli spessori, soprattutto in presenza di strati molto deformabili di limitato spessore. Lo scopo di questa procedura è quindi di privilegiare il contenuto dei terreni più deformabili.

In assenza di valori ricavati direttamente mediante indagini geofisiche, la normativa prevede di poter classificare un sito sulla base di valori equivalenti della resistenza penetrometrica e della resistenza non drenata, rispettivamente per gli strati incoerenti e coesivi presenti nei primi 30 metri.

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fina, distribuite con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, ricadenti nelle categorie da A ad E, quando non si disponga di misure dirette della velocità delle onde di taglio si può procedere come segue:

- determinare $N_{SPT,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana grossa compresi entro i primi 30 m di profondità;
- determinare $c_{u,30}$ limitatamente agli strati di terreno a grana fina compresi entro i primi 30 m di profondità;
- individuare le categorie corrispondenti singolarmente ai parametri $N_{SPT,30}$ e $c_{u,30}$;
- riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate al punto precedente.

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}} \quad c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Dove $N_{SPT,i}$ è il numero di colpi NSPT nell'i-esimo strato, $c_{u,i}$ resistenza non drenata nell'i-esimo strato, M è il numero di strati compresi nei primi 30 metri di profondità e K il numero di strati di terreno a grana fine compresi nei primi trenta metri di profondità.

Le indagini effettuate hanno permesso di attribuire al sito indagato la **categoria di sottosuolo "B"** (si vedano tabelle di calcolo seguenti).

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Correlazione di Yoshida & Motonori (1988)
determinazione indiretta vs

$$[V_s = a \cdot N_{SPT}^{0,25} \cdot \sigma_{vo}^{0,14}]$$

Valori di a in relazione alle tipologie di terreno

a = 49 per sabbie fini

a = 56 per 25% ghiaie

a = 60 per 50% ghiaie

a = 55 per qualsiasi terreno

Valori intermedi possono essere interpolati

Valutazione del modulo di taglio Go
Yoshida & Motonori (1988)

$$[G_o = V_s^{2,4} \cdot \gamma \cdot g]$$

Correlazione di Ohta & Goto (1978)
determinazione indiretta Vs

$$[V_s = C \cdot N_{60}^{0,17} \cdot Z^{0,20} \cdot f_a \cdot f_g]$$

C = costante 68,5

N₆₀ = n° colpi SPT per ER=60%

z = profondità

f_a = fattore età deposito

f_g = fattore del tipo di terreno

Suolo	Argilla	Sabbia	Ghiaia
f _g	1	1,1	1,45

Età	Olocene	Pleistocene
f _a	1	1,303

PARAMETRI RICAVATI INDIRETTAMENTE

Prof. (m da p.c.)	Descrizione litologica (sondaggi o int. CPT)	Cu kg/cm ²	Cu kPa	Nspt colpi	σ _{vo} kg/cm ²	σ _{vo} kg/cm ²	Vs30 (m/s)	Go (Mpa)	Vs30 (m/s)
1,00	Lim e argille	0,60	58,84		0,18	0,18	140,34	36,15	127,87
2,00	Lim e argille	0,80	78,45		0,36	0,36	166,17	50,68	154,24
3,00	Lim e argille	0,90	88,26		0,54	0,54	181,13	60,22	170,66
4,00	Lim e argille	0,95	93,16		0,72	0,72	191,14	67,06	182,43
5,00	Lim e argille	1,00	98,07		0,90	0,90	199,75	73,24	192,43
6,00	Lim e argille	1,00	98,07		1,08	1,08	204,92	77,07	199,57
7,00	Lim e argille	1,20	117,68		1,26	1,26	219,15	88,15	212,30
8,00	Sabbie e ghiaie		0,00	28	1,44	1,44	253,70	118,14	237,83
9,00	Sabbie e ghiaie		0,00	30	1,62	1,62	262,41	126,39	246,37
10,00	Sabbie e ghiaie		0,00	34	1,80	1,80	274,77	138,58	257,03
11,00	Sabbie e ghiaie		0,00	36	1,98	1,98	282,47	146,54	264,54
12,00	Sabbie e ghiaie		0,00	38	2,16	2,16	289,82	154,18	271,66
13,00	Sabbie e ghiaie		0,00	40	2,34	2,34	296,87	161,77	278,47
14,00	Sabbie e ghiaie		0,00	42	2,52	2,32	303,65	169,24	284,98
15,00	Sabbie e ghiaie		0,00	45	2,70	2,40	311,93	178,59	292,35
16,00	Sabbie e ghiaie		0,00	50	2,88	2,48	323,16	191,69	301,50
17,00	Sabbie e ghiaie		0,00	42	3,06	2,56	312,02	178,69	296,26
18,00	Sabbie e ghiaie		0,00	55	3,24	2,64	336,46	207,78	313,73
19,00	Sabbie e ghiaie		0,00	60	3,42	2,72	346,47	220,33	321,86
20,00	Sabbie e ghiaie		0,00	70	3,60	2,80	362,68	241,43	333,82
21,00	Sabbie e ghiaie		0,00	64	3,78	2,88	357,07	234,03	331,99
22,00	Sabbie e ghiaie		0,00	58	3,96	2,96	350,67	225,71	329,53
23,00	Sabbie e ghiaie		0,00	70	4,14	3,04	369,84	251,07	343,28
24,00	Sabbie e ghiaie		0,00	84	4,32	3,12	389,40	278,33	357,11
25,00	Sabbie e ghiaie		0,00	64	4,50	3,20	365,90	245,73	343,77
26,00	Sabbie e ghiaie		0,00	100	4,68	3,28	411,34	310,56	373,79
27,00	Sabbie e ghiaie		0,00	80	4,86	3,36	391,08	280,72	362,60
28,00	Sabbie e ghiaie		0,00	72	5,04	3,44	382,86	269,04	358,77
29,00	Sabbie e ghiaie		0,00	64	5,22	3,52	373,58	256,16	354,13
30,00	Sabbie e ghiaie		0,00	60	5,40	3,60	369,35	250,39	352,65
31,00			0,00		5,58	3,68	0,00	0,00	0,00
32,00			0,00		5,76	3,76	0,00	0,00	0,00
33,00			0,00		5,94	3,84	0,00	0,00	0,00
34,00			0,00		6,12	3,92	0,00	0,00	0,00
35,00			0,00		6,30	4,00	0,00	0,00	0,00

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Stratigrafia tipo

Prof. (m da p.c.)	Descrizione litologica (sondaggi o int. CPT)	Cu kg/cm2	Cu kPa	Nspt colpi	σ'_{v0} kg/cm2	σ'_{v0} kg/cm2
1,00	limi e argille	0,60	58,84		0,18	0,18
2,00	limi e argille	0,80	78,45		0,36	0,36
3,00	limi e argille	0,90	88,26		0,54	0,54
4,00	limi e argille	0,95	93,16		0,72	0,72
5,00	limi e argille	1,00	98,07		0,90	0,90
6,00	limi e argille	1,00	98,07		1,08	1,08
7,00	limi e argille	1,20	117,68		1,26	1,26
8,00	Sabbie e ghiaie		0,00	28	1,44	1,44
9,00	Sabbie e ghiaie		0,00	30	1,62	1,62
10,00	Sabbie e ghiaie		0,00	34	1,80	1,80
11,00	Sabbie e ghiaie		0,00	36	1,98	1,98
12,00	Sabbie e ghiaie		0,00	38	2,16	2,16
13,00	Sabbie e ghiaie		0,00	40	2,34	2,24
14,00	Sabbie e ghiaie		0,00	42	2,52	2,32
15,00	Sabbie e ghiaie		0,00	45	2,70	2,40
16,00	Sabbie e ghiaie		0,00	50	2,88	2,48
17,00	Sabbie e ghiaie		0,00	42	3,06	2,56
18,00	Sabbie e ghiaie		0,00	55	3,24	2,84
19,00	Sabbie e ghiaie		0,00	60	3,42	2,72
20,00	Sabbie e ghiaie		0,00	70	3,60	2,80
21,00	Sabbie e ghiaie		0,00	64	3,78	2,88
22,00	Sabbie e ghiaie		0,00	58	3,96	2,96
23,00	Sabbie e ghiaie		0,00	70	4,14	3,04
24,00	Sabbie e ghiaie		0,00	84	4,32	3,12
25,00	Sabbie e ghiaie		0,00	64	4,50	3,20
26,00	Sabbie e ghiaie		0,00	100	4,68	3,28
27,00	Sabbie e ghiaie		0,00	80	4,86	3,36
28,00	Sabbie e ghiaie		0,00	72	5,04	3,44
29,00	Sabbie e ghiaie		0,00	64	5,22	3,52
30,00	Sabbie e ghiaie		0,00	60	5,40	3,60
31,00	0		0,00		5,58	3,68
32,00	0		0,00		5,76	3,76
33,00	0		0,00		5,94	3,84
34,00	0		0,00		6,12	3,92
35,00	0		0,00		6,30	4,00

Profondità piano fondale da piano campagna: 1,40 m
Profondità massima di caratterizzazione: 31,40 m

In accordo con le raccomandazioni le "Norme Tecniche per le costruzioni" (D.M. 14/01/2008)

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} N_{SPT,i}} \quad C_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} C_{u,i}}$$

dove:

hs = spessore totale in metri strati incoerenti =

hc = spessore totale degli strati coesivi (30 m)

23 m
7 m

$N_{SPT,30} =$ 50 colpi corrispondente

B

$C_{u,30} =$ 87 kPa corrispondente


C

Nel caso in cui i valori equivalenti di $N_{SPT,30}$ e di $C_{u,30}$ conducano ad una diversa classificazione del sito, dovrà essere selezionata la classe corrispondente al terreno più deformabile

Classe equivalente categoria

B

Depositi di sabbie e ghiaie molto addensate o arg. molto consistenti, con spessore di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento

 studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

5. DETERMINAZIONE PRELIMINARE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

In condizioni sismiche, il termine "liquefazione" comprende una serie di fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate. Tali fenomeni sono legati allo sviluppo di sovrappressioni interstiziali che, se positive, causano una riduzione della resistenza al taglio. La riduzione della resistenza può rappresentare solo una condizione temporanea, seguita da un successivo recupero, o può indurre nel terreno una condizione di collasso generalizzata e definitiva.

La liquefazione include tre principali fenomeni. Il primo è la "fluidificazione" che avviene quando le tensioni tangenziali richieste per assicurare le condizioni di equilibrio statico sono maggiori della resistenza al taglio del terreno al termine del terremoto. Ne consegue che una volta avviate, le deformazioni prodotte dalla fluidificazione possono proseguire anche dopo il terremoto. Il secondo fenomeno è quello della "mobilità ciclica" che si verifica quando le tensioni di taglio necessarie all'equilibrio statico sono minori della resistenza del terreno al termine del terremoto; in tal caso le deformazioni si sviluppano in maniera incrementale durante il terremoto. Il terzo fenomeno, che rappresenta un caso particolare di mobilità ciclica, è quello della "liquefazione ciclica" che si verifica nelle condizioni di free-field e piano campagna orizzontale.

Posizione del problema

In linea di principio, l'analisi di suscettibilità alla liquefazione di un dato sito richiede:

1. la valutazione delle caratteristiche dell'evento sismico atteso (fattore scatenante)
2. la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo (fattore predisponente);
3. la stima degli effetti conseguenti alla liquefazione.

In relazione al tipo di analisi prescelto, le caratteristiche del moto sismico dovranno essere valutate in termini di grandezze rappresentative (es. magnitudo, durata o storia temporale delle accelerazioni).

Per la caratterizzazione geotecnica del sito in esame dovranno essere effettuate opportune indagini in sito che permettano, direttamente od attraverso correlazioni empiriche, di caratterizzare:

- la profondità della falda;
- le condizioni stratigrafiche;
- le proprietà fisiche e meccaniche dei terreni costituenti il deposito.

Sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi di pericolosità di liquefazione, se il livello di danno indotto dal fenomeno non è compatibile con la stabilità del sito, dovrà essere eventualmente valutata la possibilità di non utilizzare il sito o di modificare le caratteristiche dei manufatti oggetto di studio (od eventualmente di migliorare le caratteristiche meccaniche dei terreni).

SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

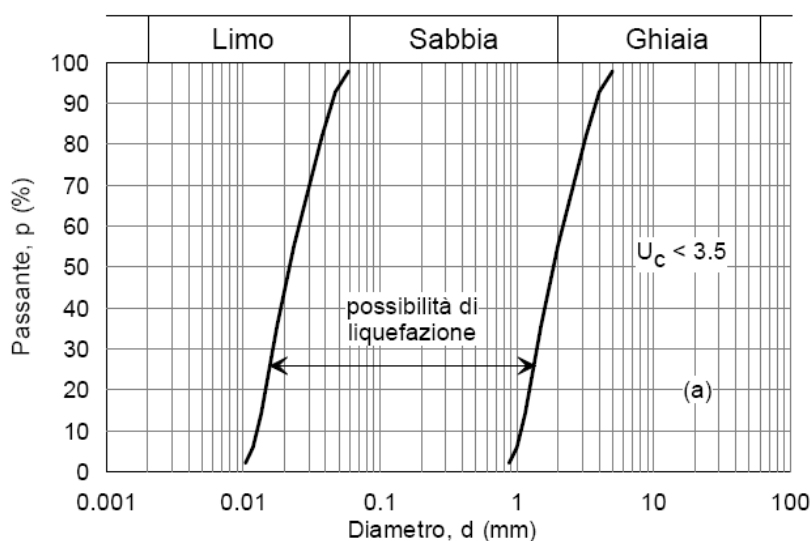
Rischio di liquefazione: verifica preliminare

Ai fini della presente relazione (in accordo con la normativa di riferimento), il termine "liquefazione" denota una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno.

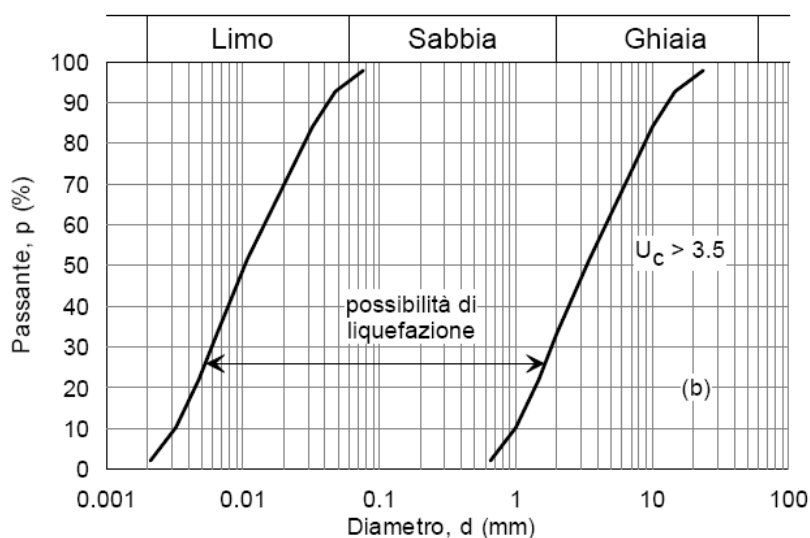
Deve essere verificata la suscettibilità alla liquefazione quando la falda freatica si trova in prossimità della superficie ed il terreno di fondazione comprende strati estesi o lenti spesse di sabbie sciolte sotto falda, anche se contenenti una frazione fine limo-argillosa.

Sulla base di un'analisi preliminare della sismicità del sito e delle caratteristiche geotecniche del deposito, si può ritenere che la probabilità che si verifichi la liquefazione sia estremamente bassa o nulla nel caso in cui si manifesti almeno una delle seguenti condizioni (art. 7.11.3.4.2 N.T.C.):

1. Eventi sismici attesi di magnitudo di momento M inferiore a 5;
2. Profondità media stagionale della falda superiore ai 15 metri dal piano campagna, ovviamente solo in presenza di fondazioni superficiali e con piano campagna sub-orizzontale.
3. Accelerazioni massime attese al piano campagna in condizioni di campo libero (assenza di manufatti - free-field) minori di 0.1 g;
4. depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $q_{c1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate in figura (differenti grafici in funzione del coefficiente di uniformità U_c);



SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc



Nel sito in oggetto la verifica preliminare condotta per lo strato limoso-argilloso identificato nelle verticali di indagine, ha portato ad escludere con assoluta certezza la possibilità di una sua liquefazione. Infatti:

- A. La distribuzione granulometrica del deposito è esterna alla zona compresa tra le curve del grafico sopra riportato (per $U_c > 3.5$)

SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

6. Carico limite per le fondazioni su pali

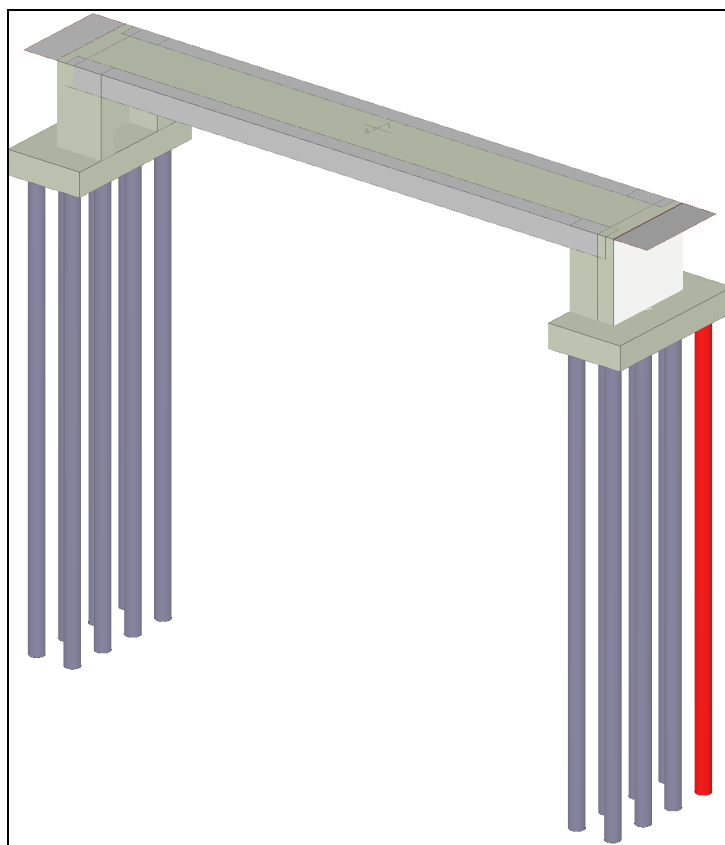
Il progetto esecutivo prevede l'utilizzo di una fondazione su pali; in particolare ogni pila sarà posata su n.8 pali trivellati in cls C35/45 con diametro 50 cm e lunghezza 15 m, in modo da intercettare i terreni a consistenza maggiore.

I calcolo del carico limite dei pali è stato eseguito applicando i seguenti parametri meccanici dei terreni:

N	Descrizione	Tipo	Peso Unità Volume	Angolo di Attrito	Coesione	Ed	Costante di sottofondo			σ_t	$\sigma_{t\text{ SLU}}$	Coes Eff
							X	Y	Z			
001	A-Argille limose	B	18.500	1	0,10	15	10	10	30	-	-	0,00
002	B-Sabbie e ghiaie	B	17.000	38	0,01	30	80	80	300	-	-	0,00

LEGENDA Terreni

N	Numero identificativo del terreno.
Tipo	Categoria di appartenenza del suolo di fondazione secondo la classificazione proposta al punto 3.2.2 del DM 14 gennaio 2008: [A] = Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi - [B] = Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti - [C] = Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti - [D] = Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti - [E] = Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m - [S1] = Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche - [S2] = Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.
Ed	Modulo edometrico.
Costante di sottofondo	Valori della costante di sottofondo del terreno nelle direzioni degli assi del riferimento globale X, Y, e Z.
σ_t	Tensione di compressione ammissibile per il terreno.
$\sigma_{t\text{ SLU}}$	Tensione di compressione consentita per il terreno allo Stato Limite Ultimo.



SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

Schema strutturale di progetto

Calcolo del carico limite verticale

Le verifiche di sicurezza sono state condotte, con riferimento all'**Approccio 2** (Combinazione **A1+M1+R3**), sulla base delle tipologie di fondazioni descritte nel paragrafo precedente. Per ognuna di esse vengono elencate le metodologie ed i modelli usati per il calcolo del carico limite ed i risultati di tale calcolo.

Per il calcolo del carico limite verticale viene adottato il metodo dell'equilibrio limite in base al quale il carico limite verticale Q_{lim} è dato dalla somma della resistenza laterale P_l e della resistenza alla punta P_p :

$$Q_{lim} = P_p + P_l$$

Stimando il carico limite sia in condizione drenate che non drenate è fondamentale nella stratigrafia il comportamento del singolo strato (coerente/incoerente).

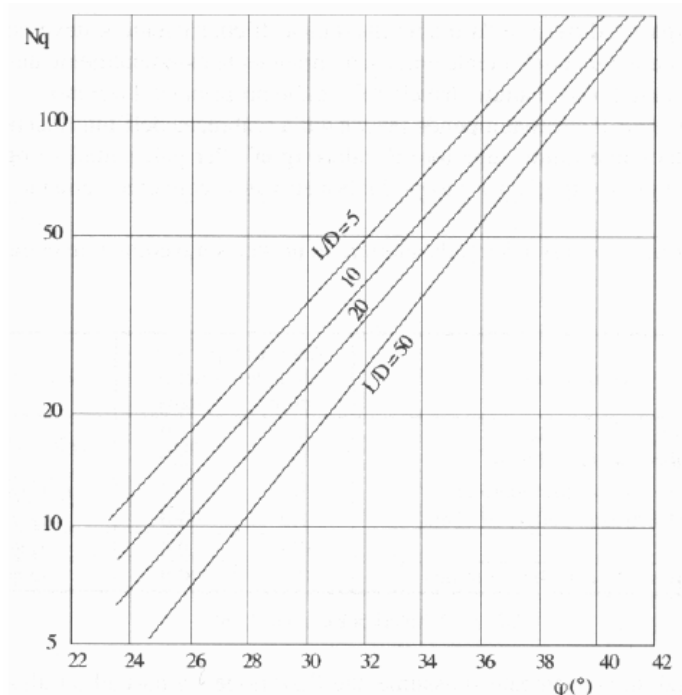
In particolare se uno strato è stato dichiarato incoerente il suo contributo al carico limite viene sempre valutato in condizioni drenate a prescindere dal metodo di calcolo richiesto (drenato/non drenato).

La resistenza alla punta P_p si calcola con la seguente formula:

$$P_p = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot (c \cdot N_c + q \cdot N_q)$$

dove:

- Per la determinazione dei valori di N_q vengono usati i grafici di Berezantzev $N_q = N_q(L/D; \phi)$ in cui L è lunghezza del palo, D il diametro e ϕ l'angolo di attrito;
- $N_c = (N_q - 1) \cotg(\phi)$;
- c è la coesione;
- q è la pressione litostatica alla punta del palo.

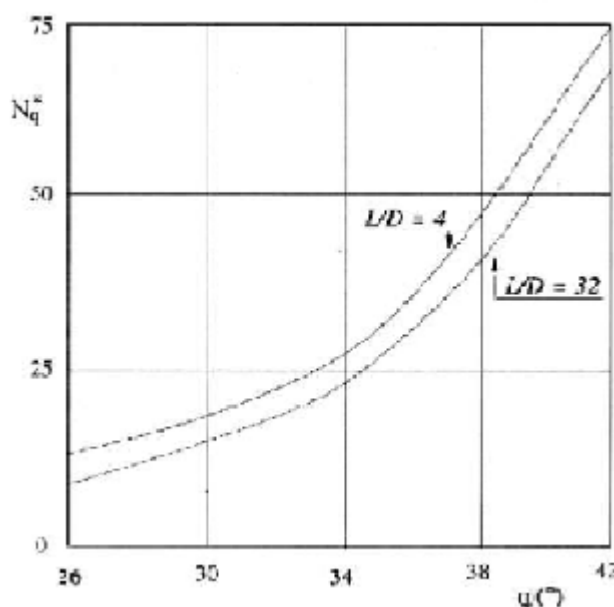


SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

Nel calcolo della resistenza alla punta si fa distinzione tra condizioni drenate e non drenate. In caso di condizioni drenate si assume $c=c'$ (coesione efficace) e q calcolata per pressioni effettive. In condizioni non drenate si assume $q=q_{tot}$ (pressione totale), $c=c_u$ (coesione non drenata), $\phi=0$ e $N_c=9$.

Se lo strato in cui arriva il palo è stato dichiarato coerente la stima della resistenza alla punta viene fatta in condizioni drenate o non drenate a seconda del metodo di calcolo richiesto. Viceversa, se lo strato in cui arriva il palo è stato dichiarato incoerente la stima della resistenza alla punta viene fatta sempre in condizioni drenate indipendentemente dal tipo di calcolo richiesto (drenato o non drenato).

La portanza viene valutata portando in conto che la resistenza alla punta di un palo si mobilita per determinati valori di cedimento proporzionali al diametro del palo. Pertanto, viene fatta la distinzione fra pali di medio e grande diametro ($>80\text{cm}$), per i quali la resistenza alla punta non viene mobilitata se non dopo un cedimento che può essere notevole (in tal caso si utilizza un valore di N_q^* ridotto rispetto a N_q).



Per il calcolo della resistenza laterale si usa invece la formula:

$$P_l = \pi \cdot D \cdot L \cdot s$$

in cui s è la somma di un termine di adesione a indipendente dalla tensione normale (orizzontale σ_h) e da un termine attritivo dipendente da quest'ultima e dalla tecnologia con cui viene realizzato il palo (battuto, trivellato..):

$$s = a + \sigma_h \cdot \mu$$

con μ dipendente dalla scabrezza dell'interfaccia palo/terreno.

Anche per il calcolo della resistenza laterale si distingue tra condizioni drenate e non drenate. In condizioni drenate si assume $a=0$, pertanto, $s = \sigma_h \cdot \mu$. In condizioni non drenate si assume che l'adesione sia un'aliquota della coesione non drenata, per cui $a=\alpha c_u$ con α dipendente dalla tecnologia esecutiva del palo stesso.

SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)		Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc

In caso di terreni stratificati la resistenza laterale è la somma delle resistenze offerte dai singoli strati, calcolate a seconda della tipologia del terreno (coerente/incoerente).

Pertanto, il calcolo del palo in condizioni non drenate, per gli strati coerenti il contributo alla portanza laterale del singolo strato viene stimato in funzione della coesione non drenata, mentre per gli strati incoerenti in funzione dell'attrito.

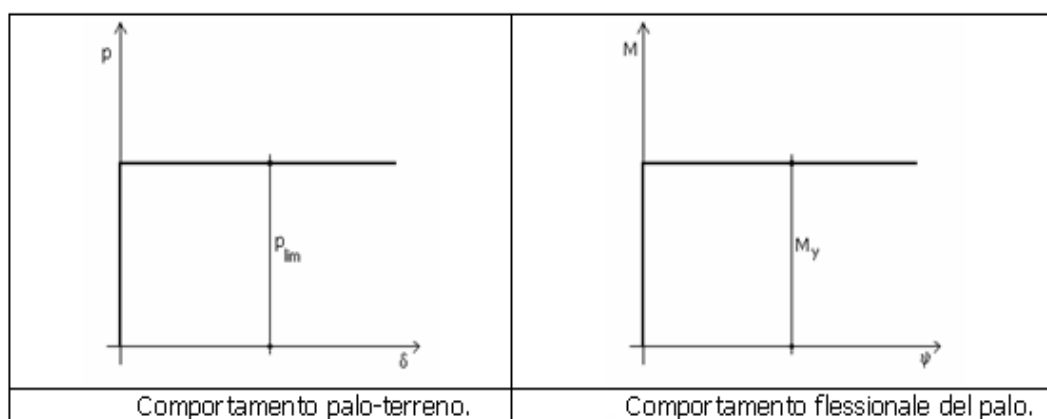
Invece, richiesto un calcolo del palo in condizioni drenate, sia per gli strati coerenti che per quelli incoerenti il contributo alla portanza laterale del singolo strato viene stimato in funzione dell'attrito.

Calcolo del Carico Limite Orizzontale

Per la valutazione del carico limite orizzontale si è fatto riferimento alla teoria di Broms e al caso di pali supposti vincolati in testa (rotazione impedita).

Le ipotesi assunte da *Broms* sono le seguenti:

- comportamento dell'interfaccia palo-terreno di tipo rigido-perfettamente plastico, cioè la resistenza del terreno si mobilita interamente per un qualsiasi valore non nullo dello spostamento e resta poi costante al crescere dello spostamento;
- forma del palo ininfluente rispetto al carico limite orizzontale il quale risulta influenzato solo dal diametro del palo stesso;
- in presenza di forze orizzontali la resistenza della sezione strutturale del palo può essere chiamata in causa poiché il regime di sollecitazione di flessione e taglio che consegue all'applicazione di forze orizzontali è molto più gravoso dello sforzo normale che consegue all'applicazione di carichi verticali;
- anche il comportamento flessionale del palo è assunto di tipo rigido-perfettamente plastico, cioè le rotazioni plastiche del palo sono trascurabili finché il momento flettente non attinge al valore M_{plast} ovvero Momento di plasticizzazione. A questo punto nella sezione si forma una cerniera plastica ovvero la rotazione continua indefinitamente sotto momento costante.



La resistenza limite laterale di un palo è determinata dal minimo valore fra:

1. il carico orizzontale, necessario per produrre il collasso del terreno lungo il fusto del palo;
2. il carico orizzontale necessario per produrre la plasticizzazione del palo.

Il primo meccanismo (plasticizzazione del terreno) si verifica nel caso di pali molto rigidi in terreni poco resistenti (meccanismo di palo corto).

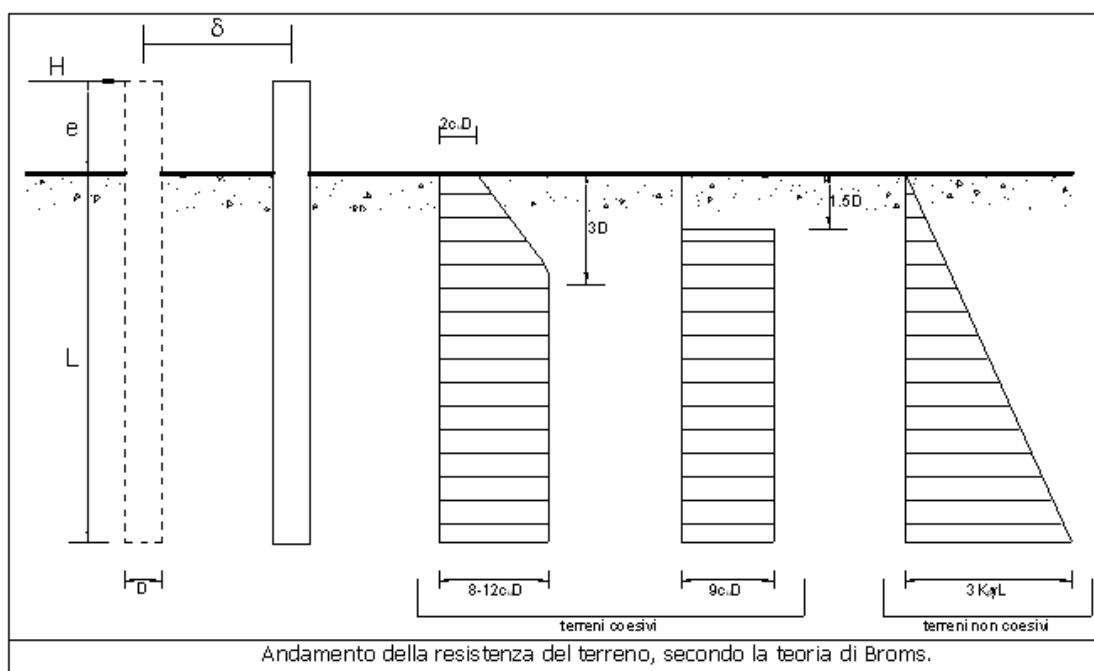
SODANO ENGINEERING studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

Mentre, il secondo meccanismo si verifica nel caso di pali aventi rigidzze non eccessive rispetto al terreno d'infissione (meccanismo di palo lungo o intermedio, con la formazione rispettivamente di due ed una cerniera plastica).

La resistenza limite del terreno rappresenta il valore limite di resistenza che esso può esplicare quando il palo è soggetto ad un carico orizzontale, e dipende dalle caratteristiche del terreno e dalla geometria del palo.

Per quanto riguarda la resistenza del terreno, secondo la teoria di Broms, si considerano separatamente i casi di:

1. terreni **coesivi** o **coerenti** (rottura non drenata);
2. terreni **non coesivi** o **incoerenti** (rottura drenata).



Quindi, nella fase di calcolo, occorre verificare se il meccanismo di rottura del palo è per:

- **Palo corto** \Rightarrow (plasticizzazione terreno);
- **Palo intermedio** \Rightarrow (plasticizzazione palo).
- **Palo lungo**

Nel caso di **terreni non coesivi** ($c = 0$), la teoria di **Broms** assume che la resistenza laterale sia variabile linearmente con la profondità dal valore $p = 0$ (in testa) fino al valore $p = 3K_p L$ (alla base), essendo K_p il coefficiente di resistenza passiva.

Per quanto riguarda i terreni **coesivi** la resistenza laterale parte in testa al palo con un valore di $p = 2c_uD$, cresce linearmente fino alla profondità $3D$ per poi rimanere costante e pari a $p = 8-12c_uD$ per tutta la lunghezza del palo. In alternativa è possibile utilizzare un diagramma semplificato, di valore $p = 0$ fino alla profondità $1.5D$ e con valore costante e pari a $9c_uD$ per tutta la lunghezza del palo.


La teoria di Broms è formulata per terreni omogenei, di tipo coerente o incoerente; in caso di terreni stratificati il programma effettua un controllo sul tipo di comportamento per capire quale sia la tipologia prevalente ed i parametri meccanici medi, ed in base a ciò viene condotto il calcolo.

Oltre ai parametri meccanici del terreno viene considerato anche il Momento Ultimo del palo che è funzione oltre che dell'armatura anche dello sforzo assiale agente, ed è fondamentale

<div>SODANO ENGINEERING</div> <div>studio di ingegneria srl</div>	<div>Committente:</div> <div>A.I.Po</div> <div>Agenzia Interregionale per il fiume Po</div>	<div>Documento:</div> <div>Relazione geotecnica</div>
<div>Lavoro:</div> <div>LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)</div>		<div>Data:</div> <div>aprile 2014</div> <div>File:</div> <div>B03_relazione_geotecnica.doc</div>


per il calcolo delle sezioni che si elasticizzano. Di ciò viene tenuto correttamente conto. Se il comportamento è a palo lungo viene calcolata anche la profondità di formazione della seconda cerniera plastica.

Pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale (ipotesi travi principali incastrate)												
Palo	Nodo	QMaxVrt	QMaxOrz	QdVrt	QdVPnt	QdVLtrl	QdOrz	MMaxOrz	Tipo Rottura	Prof Cern	CS Vert	CS Oriz
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]		[m]		
PALO1	00007	137511	173852	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,84	1,28
PALO5	00005	141302	173927	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,28	1,28
PALO6	00006	376738	174023	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,61	1,28
PALO2	00008	376118	174104	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,62	1,28
PALO10	00004	379633	174558	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,55	1,28
PALO9	00003	143071	174440	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,03	1,28
PALO13	00002	142454	175322	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,11	1,27
PALO14	00001	382645	175587	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,49	1,27
PALO15	00009	380380	175455	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,53	1,27
PALO11	00011	377641	174504	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,59	1,28
PALO7	00013	376299	174074	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,61	1,28
PALO3	00015	376388	174231	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,61	1,28
PALO4	00016	137845	173981	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,79	1,28
PALO8	00014	141402	173974	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,26	1,28
PALO12	00012	143313	174392	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	19,99	1,28
PALO16	00010	142772	175192	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,07	1,27
LEGENDA pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale												
Palo	Identificativo del palo.											
Nodo	Identificativo del nodo all'estremo superiore del palo.											
QMaxVrt	Carico verticale di progetto allo SLU.											
QMaxOrz	Carico orizzontale di progetto allo SLU.											
QdVrt	Resistenza di progetto verticale.											
QdVPnt	Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza alla punta.											
QdVLtrl	Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza laterale.											
QdOrz	Resistenza di progetto orizzontale.											
MMaxOrz	Momento massimo lungo il palo per carichi orizzontali.											
Tipo Rottura	Modalita' di rottura per carico limite orizzontale (Palo Corto, Palo Medio, Palo Lungo).											
Prof Cern	Profondita' della seconda cerniera plastica.											
CS Vert	Coefficiente di sicurezza per carichi verticali: [NS]= Non significativo.											
CS Oriz	Coefficiente di sicurezza per carichi orizzontali: [NS]= Non significativo.											

 studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

Pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale (ipotesi travi principali semi-incastrate)												
Palo	Nodo	QMaxVrt	QMaxOrz	QdVrt	QdVPnt	QdVLtrl	QdOrz	MMaxOrz	Tipo Rottura	Prof Cern	CS Vert	CS Oriz
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]		[m]		
PALO1	00007	137301	166891	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,87	1,34
PALO5	00005	141075	167069	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,31	1,34
PALO6	00006	377624	167164	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,59	1,33
PALO2	00008	376993	167129	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,60	1,33
PALO10	00004	380012	167762	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,54	1,33
PALO9	00003	142681	167649	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,08	1,33
PALO13	00002	141791	168579	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,21	1,32
PALO14	00001	382416	168833	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,49	1,32
PALO15	00009	381428	168893	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,51	1,32
PALO11	00011	378608	167784	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,57	1,33
PALO7	00013	376607	167141	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,61	1,33
PALO3	00015	376000	167066	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,62	1,34
PALO4	00016	137301	166828	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,87	1,34
PALO8	00014	141087	167047	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,31	1,34
PALO12	00012	143028	167670	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,03	1,33
PALO16	00010	142460	168640	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,11	1,32


LEGENDA pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale	
Palo	Identificativo del palo.
Nodo	Identificativo del nodo all'estremo superiore del palo.
QMaxVrt	Carico verticale di progetto allo SLU.
QMaxOrz	Carico orizzontale di progetto allo SLU.
QdVrt	Resistenza di progetto verticale.
QdVPnt	Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza alla punta.
QdVLtrl	Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza laterale.
QdOrz	Resistenza di progetto orizzontale.
MMaxOrz	Momento massimo lungo il palo per carichi orizzontali.
Tipo Rottura	Modalita' di rottura per carico limite orizzontale (Palo Corto, Palo Medio, Palo Lungo).
Prof Cern	Profondita' della seconda cerniera plastica.
CS Vert	Coefficiente di sicurezza per carichi verticali: [NS]= Non significativo.
CS Oriz	Coefficiente di sicurezza per carichi orizzontali: [NS]= Non significativo.

 studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	


Pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale (ipotesi travi principali incernierate)												
Palo	Nodo	QMaxVrt	QMaxOrz	QdVrt	QdVPnt	QdVLtrl	QdOrz	MMaxOrz	Tipo Rottura	Prof Cern	CS Vert	CS Oriz
		[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[N]	[Nm]		[m]		
PALO1	00007	139774	170562	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,50	1,31
PALO5	00005	143328	170342	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	19,99	1,31
PALO6	00006	373807	170424	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,66	1,31
PALO2	00008	374338	170835	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,65	1,31
PALO10	00004	376136	170890	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,62	1,31
PALO9	00003	144978	170788	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	19,76	1,31
PALO13	00002	144337	171854	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	19,85	1,30
PALO14	00001	379657	172147	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,55	1,30
PALO15	00009	378676	172213	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,57	1,30
PALO11	00011	374742	170914	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,65	1,31
PALO7	00013	372786	170400	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,69	1,31
PALO3	00015	373338	170765	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	7,67	1,31
PALO4	00016	139780	170494	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	20,50	1,31
PALO8	00014	143345	170318	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	19,99	1,31
PALO12	00012	145322	170810	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	19,72	1,31
PALO16	00010	144999	171923	2865182	2355225	509957	223081	293616	Palo Lungo	1,03	19,76	1,30
LEGENDA pali - Verifiche a carico limite verticale e orizzontale												
Palo	Identificativo del palo.											
Nodo	Identificativo del nodo all'estremo superiore del palo.											
QMaxVrt	Carico verticale di progetto allo SLU.											
QMaxOrz	Carico orizzontale di progetto allo SLU.											
QdVrt	Resistenza di progetto verticale.											
QdVPnt	Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza alla punta.											
QdVLtrl	Aliquota della resistenza di progetto verticale dovuto alla resistenza laterale.											
QdOrz	Resistenza di progetto orizzontale.											
MMaxOrz	Momento massimo lungo il palo per carichi orizzontali.											
Tipo Rottura	Modalita' di rottura per carico limite orizzontale (Palo Corto, Palo Medio, Palo Lungo).											
Prof Cern	Profondita' della seconda cerniera plastica.											
CS Vert	Coefficiente di sicurezza per carichi verticali: [NS]= Non significativo.											
CS Oriz	Coefficiente di sicurezza per carichi orizzontali: [NS]= Non significativo.											

Parma, 02/04/2014

Ing. Nicola Falde


 studio di ingegneria srl	<i>Committente:</i> A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	<i>Documento:</i> Relazione geotecnica
<i>Lavoro:</i> LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	<i>Data:</i> aprile 2014 <i>File:</i> B03_relazione_geotecnica.doc	

ALLEGATI

 studio di ingegneria srl	<i>Committente:</i> A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	<i>Documento:</i> Relazione geotecnica
<i>Lavoro:</i> LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	<i>Data:</i> aprile 2014 <i>File:</i> B03_relazione_geotecnica.doc	

ALLEGATO 1

Dati prove penetrometriche statiche eseguite

 studio di ingegneria srl	Committente: A.I.Po Agenzia Interregionale per il fiume Po	Documento: Relazione geotecnica
Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)	Data: aprile 2014 File: B03_relazione_geotecnica.doc	

ALLEGATO 2

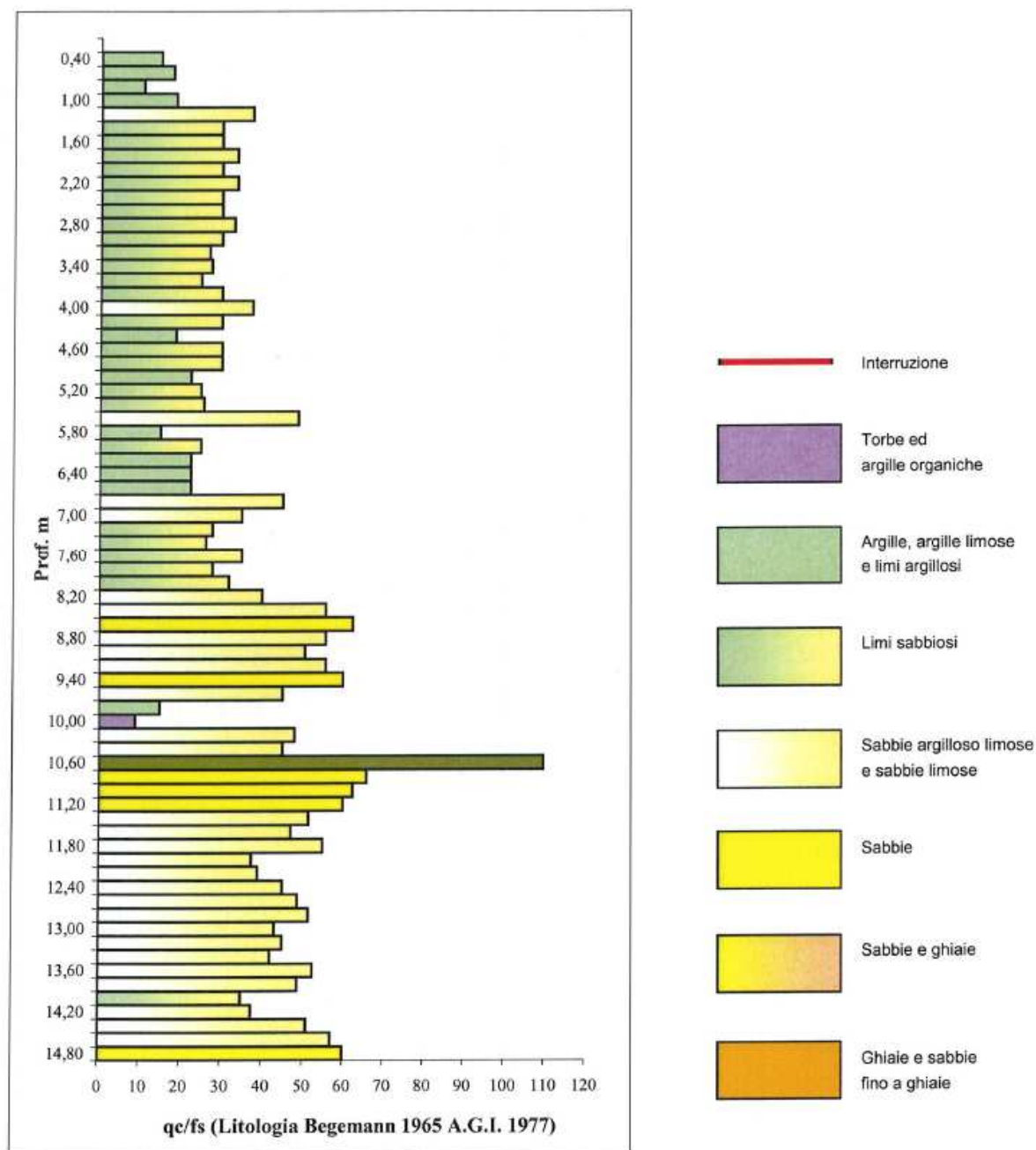
Elaborazione dati prove penetrometriche

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

CPT1 da 0,00 a -15,00

Valutazioni Litologiche



Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof.	qc	fs	RF	Urologia	Consistenza	Natura	γ	σ'_{vo}	Cu	Mo	OCR	(dm)	(my)	DR	(1s)	(2s)	(3s)	(4s)
m	kg/cm2	kg/cm2		(Begemann, 1977- Searle)			t/m3	kg/cm2			(-)	*	*	(%)	*	*	*	*
0,20	---	0,667	0,0	---	---	coesive	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0,40	14,00	0,933	15,0	argilla limosa	consistente	coesive	1,80	0,07	0,63	49	67,4	---	---	---	---	---	---	---
0,60	12,00	0,667	18,0	limo argilloso	plastica	coesive	1,85	0,11	0,54	42	45,9	---	---	---	---	---	---	---
0,80	10,00	0,933	10,7	argilla	plastica	coesive	1,80	0,15	0,45	35	24,8	---	---	---	---	---	---	---
1,00	10,00	0,533	18,8	limo argilloso	soffice	coesive	1,75	0,19	0,45	35	18,4	---	---	---	---	---	---	---
1,20	20,00	0,533	37,5	sabbie argilloso-limose	sciolti	granulari	1,75	0,23	0,80	40	29,8	35	30	53	35	38	40	42
1,40	16,00	0,533	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,27	0,69	56	20,2	34	29	42	34	36	39	41
1,60	16,00	0,533	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,31	0,69	56	17,0	33	29	38	33	36	38	41
1,80	18,00	0,533	33,8	limi argilloso-sabbiosi	sciolti	granulari	1,75	0,35	0,77	63	16,9	33	30	39	34	36	38	41
2,00	16,00	0,533	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,39	0,69	56	12,8	32	29	33	33	35	38	41
2,20	18,00	0,533	33,8	limi argilloso-sabbiosi	sciolti	granulari	1,75	0,43	0,77	63	13,1	32	30	34	33	35	38	41
2,40	20,00	0,667	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,47	0,80	40	12,2	32	30	36	33	36	38	41
2,60	20,00	0,667	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,51	0,80	40	11,0	32	30	34	33	35	38	41
2,80	22,00	0,667	33,0	limi argilloso-sabbiosi	sciolti	granulari	1,75	0,55	0,86	44	11,3	32	31	35	33	36	38	41
3,00	20,00	0,667	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,80	0,59	0,80	40	9,2	31	30	30	32	35	38	40
3,20	18,00	0,667	27,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,80	0,63	0,77	63	8,1	---	---	---	---	---	---	---
3,40	22,00	0,800	27,5	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,80	0,67	0,86	44	8,8	---	---	---	---	---	---	---
3,60	20,00	0,800	25,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,75	0,71	0,80	40	7,3	---	---	---	---	---	---	---
3,80	16,00	0,533	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,75	0,69	56	5,6	29	29	17	30	33	36	39
4,00	20,00	0,533	37,5	sabbie argilloso-limose	sciolti	granulari	1,75	0,79	0,80	40	6,4	30	30	23	31	34	37	40
4,20	24,00	0,800	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,80	0,83	0,96	40	7,5	30	31	28	32	35	37	40
4,40	20,00	1,067	18,8	limo argilloso	consistente	coesive	1,75	0,87	0,80	40	5,7	---	---	---	---	---	---	---
4,60	24,00	0,800	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,91	0,96	48	6,7	30	31	26	32	35	37	40
4,80	26,00	0,933	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,80	0,95	0,98	56	6,5	31	32	30	32	35	38	40
5,00	16,00	0,800	22,5	limo argilloso	consistente	coesive	1,80	0,99	0,77	63	4,6	---	---	---	---	---	---	---
5,20	20,00	0,800	25,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,80	1,03	0,80	40	4,6	---	---	---	---	---	---	---
5,40	24,00	0,933	25,7	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,75	1,07	0,96	48	5,5	---	---	---	---	---	---	---
5,60	26,00	0,533	48,8	sabbia limosa	sciolti	granulari	1,80	1,11	0,91	52	4,9	30	32	24	31	34	37	40
5,80	8,00	0,533	15,0	argilla limosa	plastica	coesive	1,80	1,15	0,40	35	1,7	---	---	---	---	---	---	---
6,00	10,00	0,400	25,0	limi argilloso-sabbiosi	soffice	coesive	1,80	1,19	0,45	35	1,9	---	---	---	---	---	---	---
6,20	6,00	0,267	22,5	limo argilloso	soffice	coesive	1,80	1,23	0,30	35	1,1	---	---	---	---	---	---	---
6,40	6,00	0,267	22,5	limo argilloso	soffice	coesive	1,80	1,27	0,30	35	1,0	---	---	---	---	---	---	---
6,60	6,00	0,267	22,5	limo argilloso	soffice	coesive	1,75	1,31	0,30	35	1,0	---	---	---	---	---	---	---
6,80	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	1,75	1,35	1,08	108	4,8	30	33	31	32	35	38	40
7,00	28,00	0,800	35,0	sabbie argilloso-limose	sciolti	granulari	1,80	1,39	0,98	56	4,1	29	32	21	31	34	37	40
7,20	26,00	0,933	27,9	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,80	1,43	0,91	52	3,6	---	---	---	---	---	---	---
7,40	28,00	1,067	26,3	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,75	1,47	0,98	56	3,8	---	---	---	---	---	---	---
7,60	28,00	0,800	35,0	sabbie argilloso-limose	sciolti	granulari	1,80	1,51	0,98	56	3,7	29	32	19	31	34	36	40

γ = peso di unità di volume del terreno alleggerito

σ'_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd e Foat)

(dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu&Mitchell)

(my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

(1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif. (Schmertmann)

(2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

(3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif. (Schmertmann)

(4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia ghiaia (Schmertmann)

DR = Densità relativa (Harman)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof.	qc	fs	RF	Litologie - Consistenza adombramento	Natura	γ	Vo	Cu	Mo	OCR	ϕ (dm)	ϕ (my)	DR	ϕ (1s)	ϕ (2s)	ϕ (3s)	ϕ (4s)	
m	kg/cm2	kg/cm2		(Begemann, 1977- Searle)		t/m3	kg/cm2			(%)	°	°	(%)	°	°	°	°	
7,80	26,00	0,533	27,9	limi argilloso-sabbiosi	consistente	coesive	1,75	1,55	0,91	52	3,2	----	----	----	---	---	---	---
8,00	34,00	1,067	31,9	limi argilloso-sabbiosi	++consistente	granulari	1,75	1,59	1,12	102	4,1	29	33	19	31	34	37	40
8,20	32,00	0,800	40,0	sabbie argilloso-limose	sciolti	granulari	1,75	1,63	1,06	96	3,6	29	33	16	31	34	37	40
8,40	52,00	0,933	55,7	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	1,67	1,56	156	5,8	31	35	33	33	36	38	41
8,60	50,00	0,800	62,5	sabbia	med.add.	granulari	1,75	1,71	1,50	150	5,3	31	35	31	33	36	38	41
8,80	52,00	0,933	55,7	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	1,75	1,56	156	5,4	31	35	32	33	36	38	41
9,00	54,00	1,067	50,6	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	1,79	1,62	162	5,5	31	35	33	33	36	38	41
9,20	52,00	0,933	55,7	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	1,83	1,56	156	5,1	31	35	31	33	36	38	41
9,40	48,00	0,800	60,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	1,87	1,44	144	4,5	30	34	27	33	35	38	41
9,60	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	1,80	1,91	1,08	108	3,1	29	33	16	31	34	37	40
9,80	16,00	1,067	15,0	argilla limosa	consistente	coesive	1,85	1,95	0,69	56	1,7	----	----	----	---	---	---	---
10,00	12,00	1,333	9,0	argille organiche	plastica	coesive	1,75	1,99	0,54	42	1,2	----	----	----	---	---	---	---
10,20	32,00	0,667	48,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	1,75	2,03	1,06	96	2,8	28	33	10	30	33	36	39
10,40	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	1,70	2,07	1,08	108	2,8	28	33	14	31	34	37	40
10,60	44,00	0,400	110,0	sabbia e ghiaia	med.add.	granulari	1,70	2,11	1,32	132	3,5	29	34	21	32	35	37	40
10,80	44,00	0,667	66,0	sabbia	med.add.	granulari	1,70	2,15	1,32	132	3,4	29	34	20	32	35	37	40
11,00	50,00	0,800	62,5	sabbia	med.add.	granulari	1,70	2,19	1,50	150	3,9	30	35	24	32	35	38	40
11,20	32,00	0,533	60,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	1,75	2,23	1,06	96	2,5	27	33	7	30	33	36	39
11,40	48,00	0,933	51,4	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,27	1,44	144	3,6	29	34	22	32	35	37	40
11,60	44,00	0,933	47,1	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,31	1,32	132	3,1	29	34	18	31	34	37	40
11,80	44,00	0,800	30,0	sabbie limose	med.add.	granulari	1,75	2,36	1,32	132	3,1	29	34	18	31	34	37	40
12,00	40,00	1,067	37,5	sabbie argilloso-limose	med.add.	granulari	1,75	2,39	1,20	120	2,7	28	34	14	31	34	37	40
12,20	52,00	1,333	39,0	sabbie argilloso-limose	med.add.	granulari	1,75	2,43	1,56	156	3,6	29	35	23	32	35	37	40
12,40	48,00	1,067	45,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,47	1,44	144	3,2	29	34	20	32	34	37	40
12,60	52,00	1,067	48,8	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,51	1,56	156	3,5	29	35	22	32	35	37	40
12,80	48,00	0,933	51,4	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,55	1,44	144	3,1	29	34	19	32	34	37	40
13,00	46,00	1,067	43,1	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,59	1,38	138	2,9	28	34	17	31	34	37	40
13,20	60,00	1,333	45,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,63	1,80	180	3,9	30	35	26	33	35	38	41
13,40	56,00	1,333	42,0	sabbie argilloso-limose	med.add.	granulari	1,75	2,67	1,68	168	3,5	29	35	23	32	35	37	40
13,60	56,00	1,067	52,5	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,71	1,68	168	3,5	29	35	23	32	35	37	40
13,80	52,00	1,067	48,8	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,75	1,56	156	3,1	29	35	20	32	35	37	40
14,00	56,00	1,600	35,0	sabbie argilloso-limose	med.add.	granulari	1,75	2,79	1,68	168	3,3	29	35	22	32	35	37	40
14,20	60,00	1,600	37,5	sabbie argilloso-limose	med.add.	granulari	1,75	2,83	1,80	180	3,6	29	35	24	32	35	38	40
14,40	68,00	1,333	51,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	2,87	2,04	204	4,1	30	36	28	33	35	38	41
14,60	76,00	1,333	57,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	2,91	2,28	228	4,6	30	36	32	33	36	38	41
14,80	80,00	1,333	60,0	sabbia limosa	0	granulari	1,70	2,95	2,40	240	4,9	31	37	33	34	36	38	41
15,00	80,00	---	---	---	---	---	1,70	2,99	2,40	240	4,8	31	37	33	33	36	38	41

γ = peso di unità di volume del terreno alleggerito

vo = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd e Foot)

ϕ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu&Mitchell)

ϕ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

DR = Densità relativa (Harman)

ϕ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif. (Schmertmann)

ϕ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

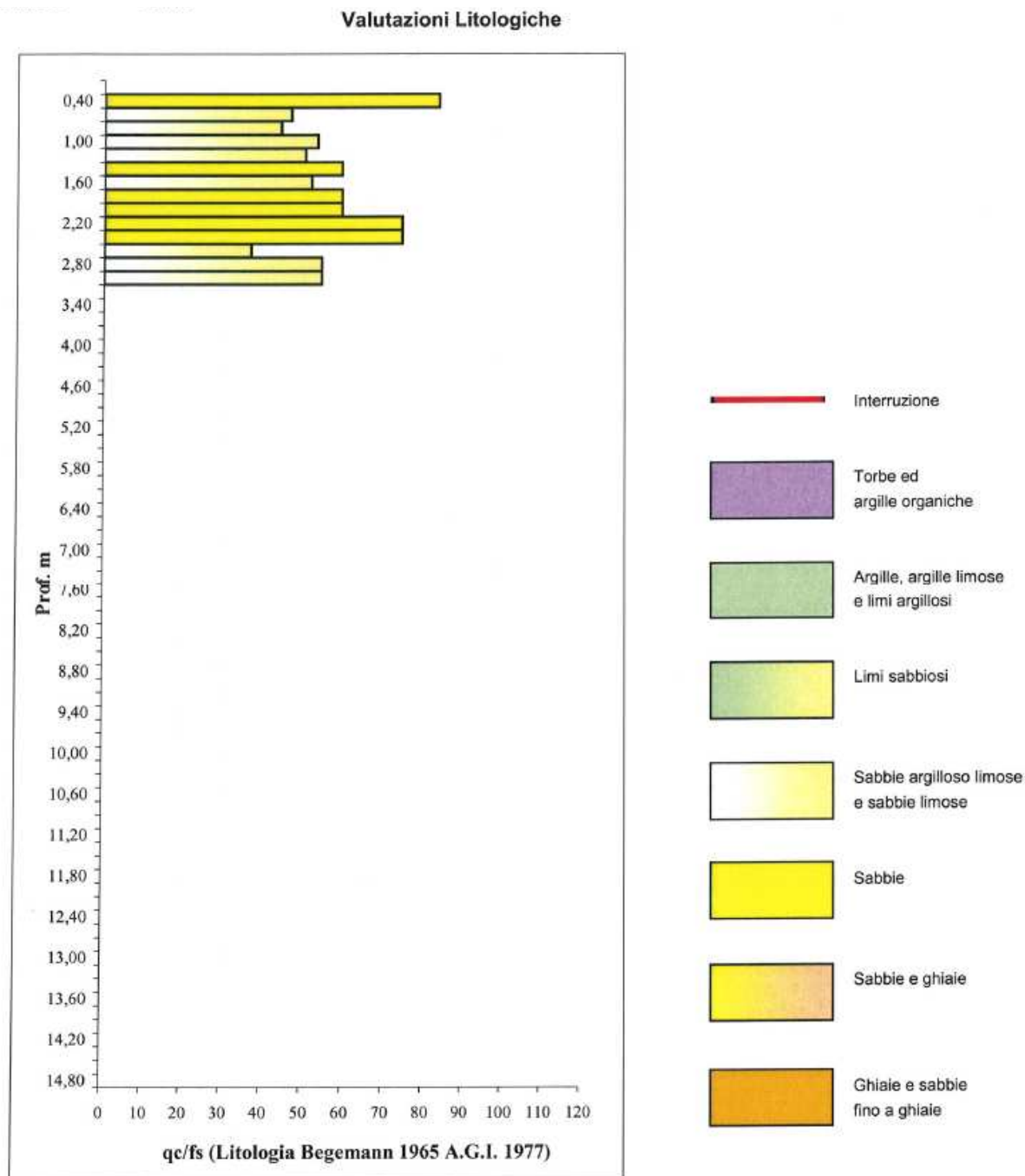
ϕ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif. (Schmertmann)

ϕ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

CPT1 da -15,00 a -18,20



Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof. m	qc kg/cm2	fs kg/cm2	RF	Litologia - Consistenza addestramento (Begemann, 1977- Searle)	Natura	γ t/m3	σ'_{vo} kg/cm2	Cu	Mo	OCR	ϕ (dm) °	ϕ (my) °	DR (%)	ϕ (1s) °	ϕ (2s) °	ϕ (3s) °	ϕ (4s) °
0,20	---	1,333	0,0	---	coesive	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0,40	90,00	1,067	84,4	sabbia	med.add.	granulari	1,75	0,07	2,70	270	415,6	48	37	133	47	47	49
0,60	76,00	1,600	47,5	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	0,11	2,28	228	277,7	45	36	117	44	45	47
0,80	72,00	1,600	45,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	0,15	2,16	216	176,1	43	36	107	43	44	47
1,00	72,00	1,333	54,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	0,19	2,16	216	131,1	42	36	102	42	43	46
1,20	68,00	1,333	51,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	0,23	2,04	204	96,1	41	36	95	41	42	46
1,40	80,00	1,333	60,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	0,27	2,40	240	96,4	41	37	97	42	43	46
1,60	70,00	1,333	52,5	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	0,31	2,10	210	68,6	40	36	89	40	42	45
1,80	80,00	1,333	60,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	0,35	2,40	240	69,7	40	37	91	41	42	45
2,00	80,00	1,333	60,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	0,39	2,40	240	60,9	40	37	88	40	42	45
2,20	100,00	1,333	75,0	sabbia	addensata	granulari	1,70	0,43	3,00	300	71,2	40	38	93	41	42	45
2,40	80,00	1,067	75,0	sabbia	med.add.	granulari	1,75	0,47	2,40	240	48,2	39	37	83	40	41	45
2,60	60,00	1,600	37,5	sabbie argillose-limose	med.add.	granulari	1,75	0,51	1,80	180	30,4	37	35	72	38	40	44
2,80	44,00	0,800	55,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	0,55	1,32	132	18,8	35	34	59	36	38	43
3,00	44,00	0,800	55,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	0,59	1,32	132	17,2	35	34	57	36	38	43
3,20	48,00	---	---	---	**sciolti	---	1,70	0,63	1,44	144	17,6	35	34	59	36	38	43
3,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3,60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
3,80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4,20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4,60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
4,80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5,20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5,60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
5,80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6,20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6,60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
6,80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7,20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
7,60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

γ' = peso di unità di volume del terreno alleggerito

σ'_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd e Foot)

ϕ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu&Mitchell)

ϕ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

ϕ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif.(Schmertmann)

ϕ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

ϕ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif.(Schmertmann)

ϕ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)

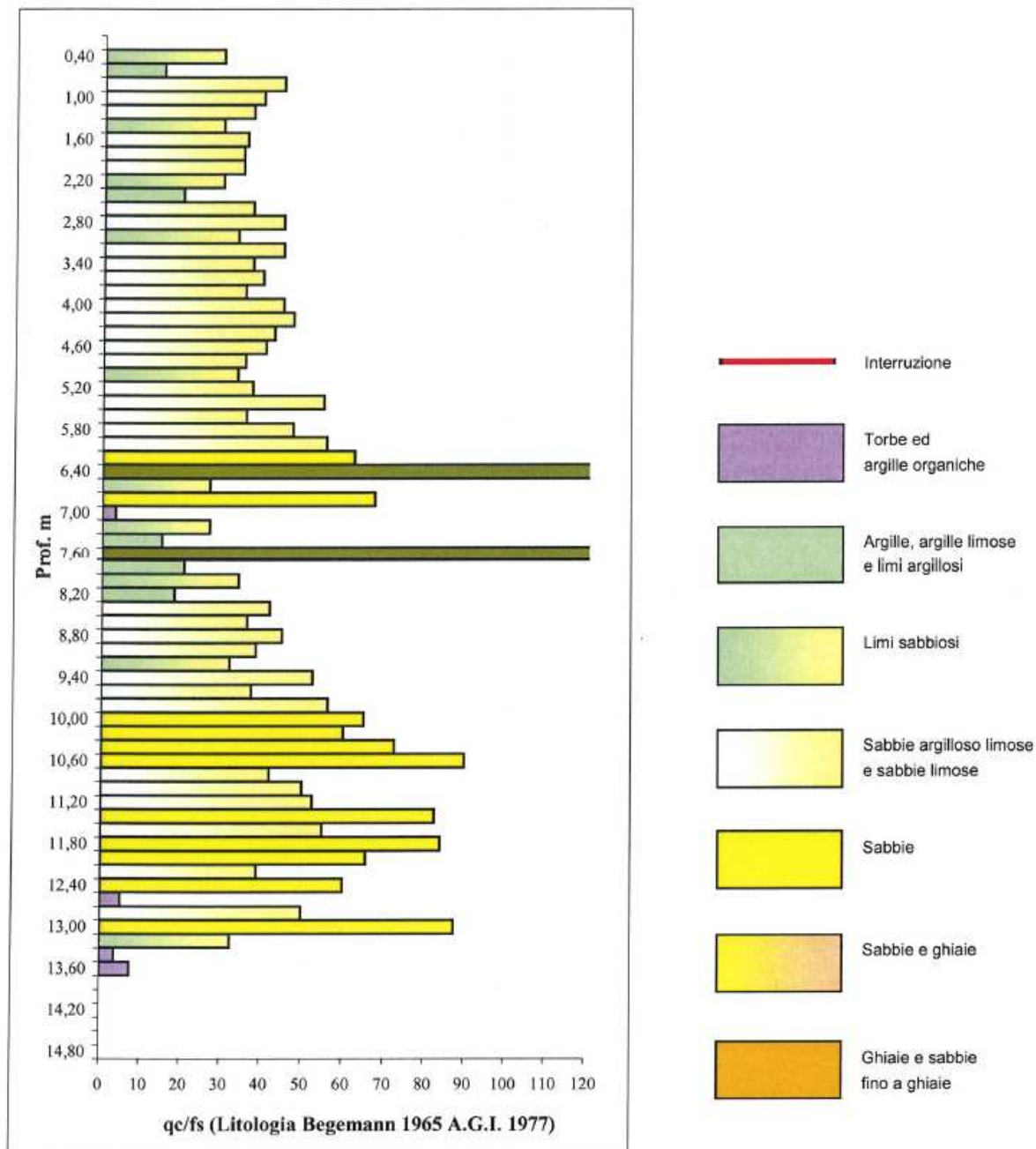
DR = Densità relativa (Harman)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

CPT2 da 0,00 a -13,60

Valutazioni Litologiche



Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof.	q _c	f _s	RF	Litologia	Consistenza	addebiamento	Natura	γ	σ _{vo}	Cu	Mo	OCR	φ (cm)	φ (my)	DR	φ (1s)	φ (2s)	φ (3s)	φ (4s)
m	kg/cm2	kg/cm2				(Begemann, 1977- Searle)		t/m3	kg/cm2				(-)	°	°	(%)	°	°	°
0,20	---	1,067	0,0	---	---	---	coesive	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0,40	48,00	1,600	30,0	limi argilloso-sabbiosi	++consistente	granulari	1,80	0,07	1,44	144	189,4	45	34	112	44	44	46	47	
0,60	20,00	1,333	15,0	argilla limosa	++consistente	coesive	1,75	0,11	0,80	40	75,0	---	---	---	---	---	---	---	---
0,80	30,00	0,667	45,0	sabbia limosa	sciolt	granulari	1,75	0,15	0,99	90	66,4	39	32	77	39	40	42	44	
1,00	32,00	0,800	40,0	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,19	1,06	96	53,6	39	33	74	38	40	42	44	
1,20	20,00	0,533	37,5	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,23	0,80	40	29,8	35	30	53	35	38	40	42	
1,40	16,00	0,533	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,75	0,27	0,69	56	20,2	34	29	42	34	36	39	41	
1,60	24,00	0,667	36,0	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,31	0,96	48	25,8	35	31	52	35	37	40	42	
1,80	14,00	0,400	35,0	sabbie argilloso-limose	++sciolt	granulari	1,75	0,35	0,63	49	13,1	32	29	31	32	35	38	40	
2,00	14,00	0,400	35,0	sabbie argilloso-limose	++sciolt	granulari	1,75	0,39	0,63	49	11,4	31	29	28	32	35	37	40	
2,20	16,00	0,533	30,0	limi argilloso-sabbiosi	consistente	granulari	1,80	0,43	0,69	56	11,3	32	29	30	32	35	38	40	
2,40	16,00	0,800	20,0	limo argilloso	consistente	coesive	1,75	0,47	0,69	56	10,1	---	---	---	---	---	---	---	
2,60	20,00	0,533	37,5	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,51	0,80	40	11,0	32	30	34	33	35	38	41	
2,80	48,00	1,067	45,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	0,55	1,44	144	20,9	36	34	62	37	39	41	43	
3,00	36,00	1,067	33,8	limi argilloso-sabbiosi	sciolt	granulari	1,75	0,59	1,08	108	13,4	34	33	51	35	37	40	42	
3,20	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa	sciolt	granulari	1,75	0,63	1,08	108	12,3	34	33	49	35	37	39	42	
3,40	30,00	0,800	37,5	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,67	0,99	90	10,2	33	32	41	34	36	39	41	
3,60	32,00	0,800	40,0	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,71	1,06	96	10,3	33	33	42	34	36	39	41	
3,80	38,00	1,067	35,6	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,75	1,14	114	10,6	33	33	47	35	37	39	42	
4,00	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa	sciolt	granulari	1,75	0,79	1,08	108	9,3	33	33	44	34	37	39	41	
4,20	36,00	0,800	47,5	sabbia limosa	sciolt	granulari	1,75	0,83	1,14	114	8,3	33	33	44	34	37	39	41	
4,40	40,00	0,933	42,9	sabbie argilloso-limose	med.add.	granulari	1,75	0,87	1,20	120	9,4	33	34	45	34	37	39	42	
4,60	38,00	0,933	40,7	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,91	1,14	114	8,3	32	33	42	34	36	39	41	
4,80	38,00	1,067	35,6	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	0,95	1,14	114	7,9	32	33	41	34	36	39	41	
5,00	36,00	1,067	33,8	limi argilloso-sabbiosi	sciolt	granulari	1,75	0,99	1,08	108	7,0	32	33	38	33	36	38	41	
5,20	40,00	1,067	37,5	sabbie argilloso-limose	med.add.	granulari	1,75	1,03	1,20	120	7,6	32	34	41	34	36	39	41	
5,40	44,00	0,800	55,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,75	1,07	1,32	132	8,2	32	34	43	34	36	39	41	
5,60	24,00	0,667	36,0	sabbie argilloso-limose	sciolt	granulari	1,75	1,11	0,96	48	5,2	29	31	21	31	34	37	40	
5,80	38,00	0,800	47,5	sabbia limosa	sciolt	granulari	1,75	1,15	1,14	114	6,2	31	33	36	33	36	38	41	
6,00	52,00	0,933	55,7	sabbia limosa	med.add.	granulari	1,70	1,19	1,56	156	8,8	33	35	46	34	37	39	42	
6,20	50,00	0,800	62,5	sabbia	med.add.	granulari	1,70	1,23	1,50	150	8,0	32	35	44	34	37	39	42	
6,40	44,00	0,267	165,0	ghiaie	++sciolt	granulari	1,80	1,27	1,32	132	6,6	31	34	39	33	36	38	41	
6,60	36,00	1,333	27,0	limi argilloso-sabbiosi	++consistente	coesive	1,70	1,31	1,08	108	4,9	---	---	---	---	---	---	---	
6,80	36,00	0,533	67,5	sabbia	sciolt	granulari	1,70	1,35	1,08	108	4,8	30	33	31	32	35	38	40	
7,00	40,00	---	---	---	---	---	1,70	1,39	1,20	120	5,2	31	34	34	33	35	38	41	
7,20	180,00	---	---	---	---	---	1,70	1,43	5,40	540	33,0	---	---	---	---	---	---	---	
7,40	100,00	---	---	---	---	---	1,70	1,47	3,00	300	15,3	---	---	---	---	---	---	---	
7,60	100,00	0,400	250,0	ghiaie	sciolt	granulari	1,80	1,51	3,00	300	14,8	---	---	---	---	---	---	---	

γ^{*} = peso di unità di volume del terreno alleggerito

σ_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd e Foat)

φ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu&Mitchell)

φ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

φ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif.(Schmertmann)

φ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

φ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif.(Schmertmann)

φ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)

DR = Densità relativa (Harman)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof. m	qc kg/cm2	fs kg/cm2	RF	Litologia - Consistenza addensamento (Begemann, 1977- Searle)	Natura	γ t/m3	σ'_{vo} kg/cm2	Cu	Mo	OCR (-)	ϕ (dm) °	ϕ (my) °	DR (%)	ϕ (1s) °	ϕ (2s) °	ϕ (3s) °	ϕ (4s) °
7,80	44,00	2,133	20,6	limo argilloso ++consistente	coesive	1,75	1,55	1,32	132	5,1	---	---	---	---	---	---	---
8,00	32,00	0,933	34,3	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,80	1,59	1,08	96	3,8	29	33	17	31	34	37	40
8,20	34,00	1,867	18,2	limo argilloso ++consistente	coesive	1,75	1,63	1,12	102	3,9	---	---	---	---	---	---	---
8,40	28,00	0,667	42,0	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	1,67	0,98	56	3,2	28	32	10	30	33	36	39
8,60	34,00	0,933	36,4	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	1,71	1,12	102	3,7	29	33	17	31	34	37	40
8,80	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa sciolta	granulari	1,75	1,75	1,08	108	3,4	29	33	18	31	34	37	40
9,00	36,00	0,933	38,6	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	1,79	1,08	108	3,3	29	33	18	31	34	37	40
9,20	30,00	0,933	32,1	limi argilloso-sabbiosi sciolta	granulari	1,75	1,83	0,99	90	2,9	28	32	10	30	33	36	39
9,40	42,00	0,800	52,5	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	1,87	1,26	126	3,8	30	34	22	32	35	37	40
9,60	40,00	1,067	37,5	sabbie argilloso-limose med.add.	granulari	1,75	1,91	1,20	120	3,5	29	34	20	32	34	37	40
9,80	60,00	1,067	56,3	sabbia limosa med.add.	granulari	1,70	1,95	1,80	180	5,7	31	35	34	34	36	38	41
10,00	52,00	0,800	65,0	sabbia med.add.	granulari	1,70	1,99	1,56	156	4,6	30	35	28	33	35	38	41
10,20	56,00	0,933	60,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,70	2,03	1,68	168	5,0	31	35	30	33	36	38	41
10,40	58,00	0,800	72,5	sabbia med.add.	granulari	1,70	2,07	1,74	174	5,1	31	35	31	33	36	38	41
10,60	48,00	0,533	90,0	sabbia e ghiaia med.add.	granulari	1,75	2,11	1,44	144	3,9	30	34	24	32	35	37	40
10,80	56,00	1,333	42,0	sabbie argilloso-limose med.add.	granulari	1,75	2,15	1,68	168	4,6	30	35	29	33	35	38	41
11,00	40,00	0,800	50,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	2,19	1,20	120	3,0	29	34	16	31	34	37	40
11,20	56,00	1,067	52,5	sabbia limosa med.add.	granulari	1,70	2,23	1,68	168	4,4	30	35	28	33	35	38	41
11,40	44,00	0,533	82,5	sabbia med.add.	granulari	1,75	2,27	1,32	132	3,2	29	34	19	32	34	37	40
11,60	44,00	0,800	55,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,70	2,31	1,32	132	3,1	29	34	18	31	34	37	40
11,80	60,00	0,667	84,0	sabbia med.add.	granulari	1,70	2,35	1,00	100	4,1	00	06	27	00	06	00	11
12,00	70,00	1,067	65,6	sabbia med.add.	granulari	1,75	2,39	2,10	210	5,3	31	36	34	34	36	38	41
12,20	52,00	1,333	39,0	sabbie argilloso-limose med.add.	granulari	1,70	2,43	1,56	156	3,6	29	35	23	32	35	37	40
12,40	48,00	0,800	60,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,70	2,47	1,44	144	3,2	29	34	20	32	34	37	40
12,60	68,00	---	---	---	---	1,75	2,51	2,04	204	4,8	31	36	32	33	36	38	41
12,80	200,00	4,000	50,0	sabbia limosa addensata	granulari	1,70	2,55	6,00	600	18,3	---	---	---	---	---	---	---
13,00	140,00	1,600	87,5	sabbia addensata	granulari	1,75	2,59	4,20	420	11,5	34	39	57	37	39	41	43
13,20	52,00	1,600	32,5	limi argilloso-sabbiosi med.add.	granulari	1,70	2,63	1,56	156	3,3	29	35	21	32	35	37	40
13,40	60,00	---	---	---	---	1,70	2,67	1,80	180	3,8	30	35	26	32	35	38	41
13,60	250,00	---	---	---	---	1,70	2,71	7,50	750	22,4	---	---	---	---	---	---	---
13,80	500,00	---	---	---	---	1,70	2,75	15,00	1500	52,3	---	---	---	---	---	---	---
14,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14,20	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14,40	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14,60	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
14,80	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
15,00	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

γ = peso di unità di volume del terreno alleggerito

σ'_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd & Foat)

ϕ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu & Mitchell)

ϕ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

DR = Densità relativa (Harman)

ϕ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif. (Schmertmann)

ϕ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

ϕ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif. (Schmertmann)

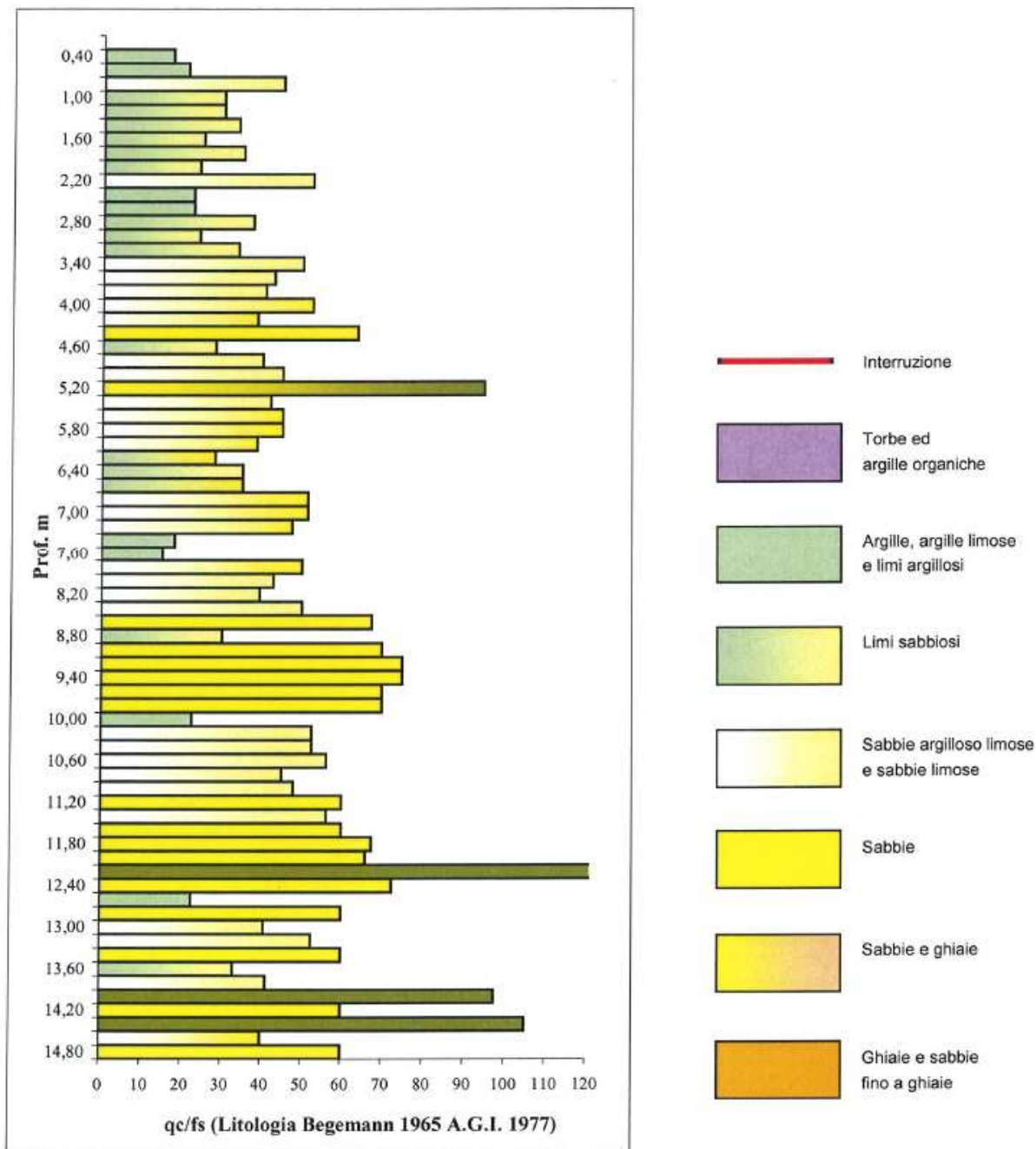
ϕ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

CPT3 da 0,00 a -15,00

Valutazioni Litologiche



Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof. m	qc kg/cm2	fs kg/cm2	RF	Litologia - Consistenza addebiamento (Begemann, 1977- Searle)	Natura	γ t/m3	σ'_{vo} kg/cm2	Cu	Mo	OCR (-)	ϕ (dm)	ϕ (my)	DR (%)	ϕ (1s)	ϕ (2s)	ϕ (3s)	ϕ (4s)
0,20	---	1,067	0,0	---	coesive	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0,40	16,00	0,933	17,1	limo argilloso consistente	coesive	1,80	0,07	0,69	56	75,2	---	---	---	---	---	---	---
0,60	14,00	0,667	21,0	limo argilloso consistente	coesive	1,75	0,11	0,63	49	55,6	---	---	---	---	---	---	---
0,80	24,00	0,533	45,0	sabbia limosa sciolta	granulari	1,75	0,15	0,96	48	63,9	38	31	70	38	40	41	44
1,00	20,00	0,667	30,0	limi argilloso-sabbiosi consistente	granulari	1,75	0,19	0,80	40	37,9	36	30	58	36	38	40	43
1,20	20,00	0,667	30,0	limi argilloso-sabbiosi consistente	granulari	1,75	0,23	0,80	40	29,8	35	30	53	35	38	40	42
1,40	18,00	0,533	33,8	limi argilloso-sabbiosi sciolta	granulari	1,80	0,27	0,77	63	23,4	34	30	46	34	37	39	42
1,60	20,00	0,800	25,0	limi argilloso-sabbiosi consistente	coesive	1,75	0,31	0,80	40	20,5	---	---	---	---	---	---	---
1,80	28,00	0,800	35,0	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,80	0,35	0,98	56	22,7	35	32	55	36	38	40	42
2,00	16,00	0,667	24,0	limi argilloso-sabbiosi consistente	coesive	1,75	0,39	0,69	56	12,8	---	---	---	---	---	---	---
2,20	28,00	0,533	52,5	sabbia limosa sciolta	granulari	1,80	0,43	0,98	56	17,6	34	32	50	35	37	39	42
2,40	18,00	0,800	22,5	limo argilloso consistente	coesive	1,80	0,47	0,77	63	11,7	---	---	---	---	---	---	---
2,60	12,00	0,533	22,5	limo argilloso plastica	coesive	1,75	0,51	0,54	42	6,7	---	---	---	---	---	---	---
2,80	20,00	0,533	37,5	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,80	0,55	0,80	40	10,0	31	30	32	32	35	38	41
3,00	16,00	0,667	24,0	limi argilloso-sabbiosi consistente	coesive	1,75	0,59	0,69	56	7,6	---	---	---	---	---	---	---
3,20	18,00	0,533	33,8	limi argilloso-sabbiosi sciolta	granulari	1,75	0,63	0,77	63	8,1	30	30	25	32	34	37	40
3,40	40,00	0,800	50,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	0,67	1,20	120	13,0	34	34	51	35	37	40	42
3,60	40,00	0,933	42,9	sabbie argilloso-limose med.add.	granulari	1,75	0,71	1,20	120	12,1	34	34	50	35	37	39	42
3,80	38,00	0,933	40,7	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	0,75	1,14	114	10,6	33	33	47	35	37	39	42
4,00	42,00	0,800	52,5	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	0,79	1,26	126	11,3	33	34	49	35	37	39	42
4,20	36,00	0,933	38,6	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,70	0,83	1,08	108	8,7	32	33	42	34	36	39	41
4,40	34,00	0,533	63,8	sabbia sciolta	granulari	1,80	0,87	1,12	102	8,6	32	33	39	33	36	38	41
4,60	30,00	1,067	28,1	limi argilloso-sabbiosi ++consistente	coesive	1,75	0,91	0,99	90	7,0	---	---	---	---	---	---	---
4,80	32,00	0,800	40,0	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	0,95	1,06	96	7,2	31	33	35	33	36	38	41
5,00	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa sciolta	granulari	1,70	0,99	1,08	108	7,0	32	33	38	33	36	38	41
5,20	38,00	0,400	95,0	sabbia e ghiaia sciolta	granulari	1,75	1,03	1,14	114	7,1	32	33	39	33	36	38	41
5,40	28,00	0,667	42,0	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	1,07	0,98	56	5,6	30	32	28	32	35	37	40
5,60	12,00	0,267	45,0	sabbia limosa ++sciolta	granulari	1,75	1,11	0,54	42	2,6	26	28	-2	28	31	34	38
5,80	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa sciolta	granulari	1,75	1,15	1,08	108	5,8	31	33	35	33	35	38	41
6,00	36,00	0,933	38,6	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,80	1,19	1,08	108	5,6	31	33	34	33	35	38	41
6,20	30,00	1,067	28,1	limi argilloso-sabbiosi ++consistente	coesive	1,75	1,23	0,99	90	4,8	---	---	---	---	---	---	---
6,40	28,00	0,800	35,0	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	1,27	0,98	56	4,5	29	32	24	31	34	37	40
6,60	28,00	0,800	35,0	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	1,31	0,98	56	4,4	29	32	23	31	34	37	40
6,80	48,00	0,933	51,4	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	1,35	1,44	144	6,8	32	34	41	34	36	39	41
7,00	48,00	0,933	51,4	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	1,39	1,44	144	6,6	31	34	40	34	36	38	41
7,20	38,00	0,800	47,5	sabbia limosa sciolta	granulari	0,80	1,41	1,14	114	4,8	30	33	31	32	35	38	41
7,40	12,00	0,667	18,0	limo argilloso plastica	coesive	0,80	1,43	0,54	42	1,9	---	---	---	---	---	---	---
7,60	10,00	0,667	15,0	argilla limosa plastica	coesive	0,75	1,45	0,45	35	1,5	---	---	---	---	---	---	---

γ = peso di unità di volume del terreno alleggerito

σ'_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd & Foote)

ϕ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu & Mitchell)

ϕ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

ϕ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif. (Schmertmann)

ϕ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

ϕ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif. (Schmertmann)

ϕ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)

DR = Densità relativa (Harman)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof.	qc	fs	RF	Litologia - Considerazioni addizionali		Natura	γ	γ_{vo}	Cu	Mo	OCR	φ (dm)	φ (my)	DR	φ (1s)	φ (2s)	φ (3s)	φ (4s)
m	kg/cm2	kg/cm2		(Begemann, 1977- Searle)			t/m3	kg/cm2			(-)	(°)	(°)	(%)	(°)	(°)	(°)	(°)
7,80	20,00	0,400	50,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,75	1,47	0,80	40	2,9	27	30	1	29	32	35	39
8,00	40,00	0,933	42,9	sabbie argillose-limose	med.add.	granulari	0,75	1,49	1,20	120	4,8	30	34	26	32	35	38	41
8,20	42,00	1,067	39,4	sabbie argillose-limose	med.add.	granulari	0,75	1,51	1,26	126	5,0	30	34	28	33	35	38	41
8,40	40,00	0,800	50,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	0,70	1,53	1,20	120	4,6	30	34	26	32	35	38	41
8,60	36,00	0,533	67,5	sabbia	sciolti	granulari	0,75	1,55	1,08	108	4,0	30	33	22	32	35	37	40
8,80	28,00	0,933	30,0	limi argillose-sabbiosi	consistente	granulari	0,70	1,57	0,98	56	3,5	28	32	12	31	34	36	39
9,00	28,00	0,400	70,0	sabbia	sciolti	granulari	0,70	1,59	0,98	56	3,4	28	32	12	31	34	36	39
9,20	40,00	0,533	75,0	sabbia	med.add.	granulari	0,70	1,61	1,20	120	4,3	30	34	24	32	35	38	40
9,40	40,00	0,533	75,0	sabbia	med.add.	granulari	0,70	1,63	1,20	120	4,3	30	34	24	32	35	37	40
9,60	28,00	0,400	70,0	sabbia	sciolti	granulari	0,70	1,65	0,98	56	3,3	28	32	11	30	33	36	39
9,80	28,00	0,400	70,0	sabbia	sciolti	granulari	0,80	1,67	0,98	56	3,2	28	32	10	30	33	36	39
10,00	12,00	0,533	22,5	limo argilloso	plastica	coesive	0,75	1,69	0,54	42	1,5	---	---	---	---	---	---	---
10,20	28,00	0,533	52,5	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,75	1,71	0,98	56	3,1	28	32	10	30	33	36	39
10,40	28,00	0,533	52,5	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,75	1,73	0,98	56	3,1	28	32	9	30	33	36	39
10,60	30,00	0,533	56,3	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,75	1,75	0,99	90	3,1	28	32	12	31	34	36	39
10,80	36,00	0,800	45,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,75	1,77	1,08	108	3,4	29	33	18	31	34	37	40
11,00	32,00	0,667	48,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,70	1,79	1,06	96	3,2	28	33	13	31	34	36	40
11,20	32,00	0,533	60,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,75	1,81	1,06	96	3,2	28	33	13	31	34	36	40
11,40	30,00	0,533	56,3	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,70	1,83	0,99	90	2,9	28	32	10	30	33	36	39
11,60	32,00	0,533	60,0	sabbia limosa	sciolti	granulari	0,70	1,85	1,06	96	3,1	28	33	12	31	34	36	40
11,80	36,00	0,933	67,5	sabbia	sciolti	granulari	0,70	1,87	1,06	106	3,2	29	33	17	31	34	37	40
12,00	44,00	0,667	66,0	sabbia	med.add.	granulari	0,70	1,89	1,32	132	4,0	30	34	24	32	35	37	40
12,20	58,00	0,267	217,5	ghiaie	**sciolti	granulari	0,70	1,91	1,74	174	5,6	31	35	33	33	36	38	41
12,40	58,00	0,800	72,5	sabbia	med.add.	granulari	0,80	1,93	1,74	174	5,5	31	35	33	33	36	38	41
12,60	18,00	0,800	22,5	limo argilloso	consistente	coesive	0,70	1,95	0,77	63	2,0	---	---	---	---	---	---	---
12,80	40,00	0,667	60,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	0,75	1,97	1,20	120	3,4	29	34	19	32	34	37	40
13,00	38,00	0,933	40,7	sabbie argillose-limose	sciolti	granulari	0,75	1,99	1,14	114	3,1	29	33	17	31	34	37	40
13,20	42,00	0,800	52,5	sabbia limosa	med.add.	granulari	0,70	2,01	1,26	126	3,5	29	34	20	32	35	37	40
13,40	48,00	0,800	60,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	0,75	2,03	1,44	144	4,1	30	34	25	32	35	38	40
13,60	44,00	1,333	33,0	limi argillose-sabbiosi	med.add.	granulari	0,75	2,05	1,32	132	3,6	29	34	21	32	35	37	40
13,80	44,00	1,067	41,3	sabbie argillose-limose	med.add.	granulari	0,70	2,07	1,32	132	3,6	29	34	21	32	35	37	40
14,00	52,00	0,533	97,5	sabbia e ghiaia	med.add.	granulari	0,70	2,09	1,56	156	4,4	30	35	27	33	35	38	41
14,20	48,00	0,800	60,0	sabbia limosa	med.add.	granulari	0,70	2,11	1,44	144	3,9	30	34	24	32	35	37	40
14,40	56,00	0,533	105,0	sabbia e ghiaia	med.add.	granulari	0,75	2,13	1,68	168	4,7	30	35	29	33	36	38	41
14,60	32,00	0,800	40,0	sabbie argillose-limose	sciolti	granulari	0,70	2,15	1,06	96	2,6	28	33	8	30	33	36	39
14,80	24,00	0,400	60,0	sabbia limosa	0	granulari	0,70	2,17	0,96	48	2,3	26	31	-2	29	32	35	38
15,00	52,00	---	---	---	---	---	0,70	2,19	1,56	156	4,1	30	35	26	32	35	38	41

γ = peso di unità di volume del terreno alleggerito

γ_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd e Foot)

φ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu&Mitchell)

φ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

DR = Densità relativa (Harman)

φ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif. (Schmertmann)

φ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

φ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif. (Schmertmann)

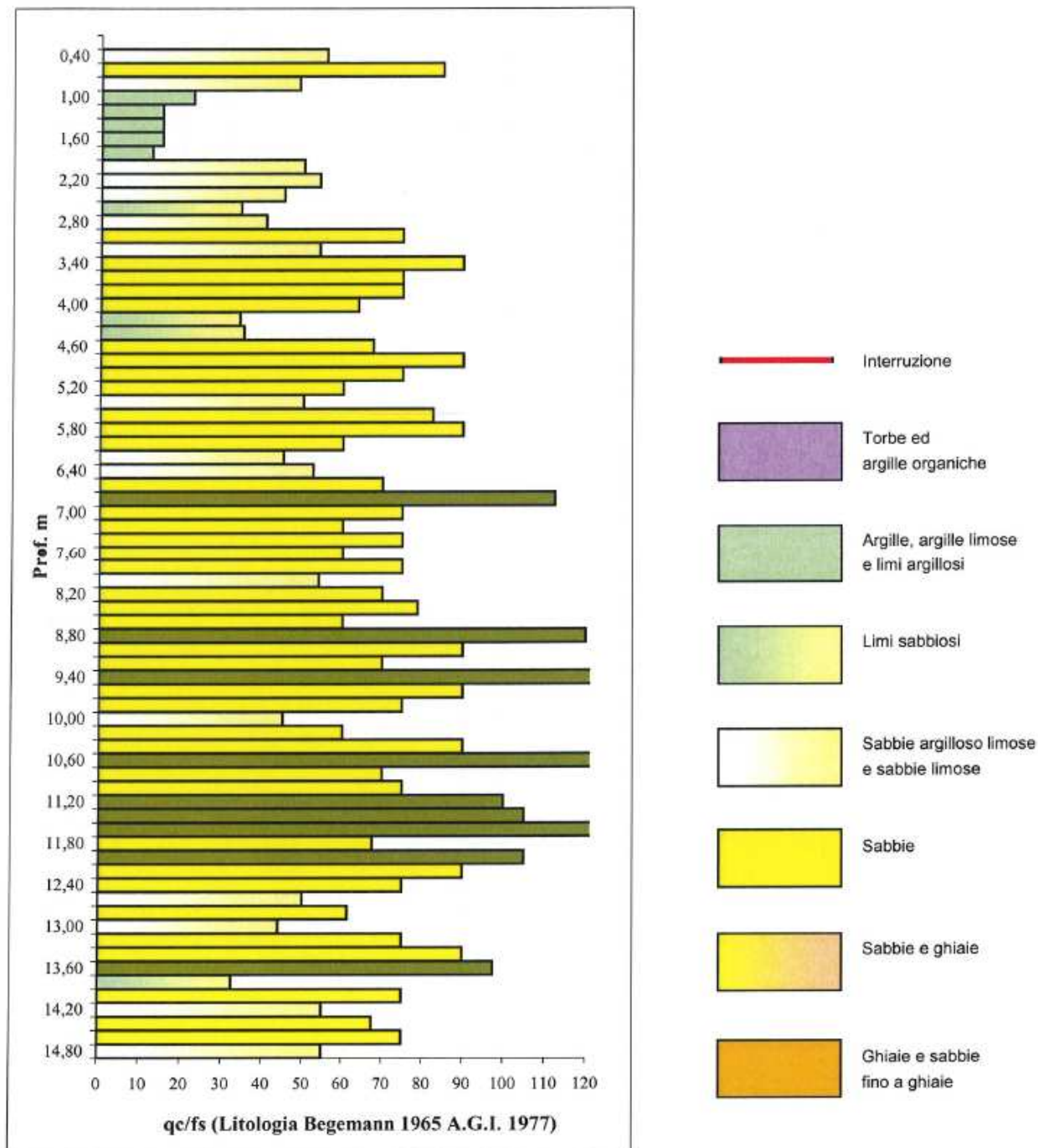
φ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

CPT3 da -15,00 a -30,00

Valutazioni Litologiche



Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof. m	qc kg/cm2	fs kg/cm2	RF	Litologia - Consistenza addensamento (Begemann, 1977- Searle)	Natura	γ t/m3	σ'_{vo} kg/cm2	Cu	Mo	OCR	ϕ (dm)	ϕ (my)	DR	ϕ (1s)	ϕ (2s)	ϕ (3s)	ϕ (4s)
0,20	---	0,667	0,0	---	coesive	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
0,40	52,00	0,933	55,7	sabbia limosa med.add.	granulari	1,70	0,07	1,56	156	209,3	45	35	114	44	45	46	47
0,60	34,00	0,400	65,0	sabbia sciolta	granulari	1,75	0,11	1,12	102	114,4	41	33	89	40	42	43	45
0,80	26,00	0,533	48,8	sabbia limosa sciolta	granulari	1,80	0,15	0,91	52	59,8	39	32	72	38	40	42	44
1,00	12,00	0,533	22,5	limo argilloso plastica	coesive	1,80	0,19	0,54	42	23,2	---	---	---	---	---	---	---
1,20	8,00	0,533	15,0	argilla limosa plastica	coesive	1,80	0,23	0,40	35	12,5	---	---	---	---	---	---	---
1,40	8,00	0,533	15,0	argilla limosa plastica	coesive	1,80	0,27	0,40	35	10,3	---	---	---	---	---	---	---
1,60	8,00	0,533	15,0	argilla limosa plastica	coesive	1,85	0,31	0,40	35	8,6	---	---	---	---	---	---	---
1,80	10,00	0,800	12,5	argilla limosa plastica	coesive	1,75	0,35	0,45	35	8,6	---	---	---	---	---	---	---
2,00	40,00	0,800	50,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	0,39	1,20	120	25,6	36	34	64	37	39	41	43
2,20	72,00	1,333	54,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	0,43	2,16	216	47,2	39	36	82	39	41	43	45
2,40	60,00	1,333	45,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	0,47	1,80	180	33,6	37	35	74	38	40	42	44
2,60	32,00	0,933	34,3	sabbie argilloso-limose sciolta	granulari	1,75	0,51	1,06	96	15,6	34	33	50	35	37	40	42
2,80	54,00	1,333	40,5	sabbie argilloso-limose med.add.	granulari	1,70	0,55	1,62	162	24,2	36	35	66	37	39	41	43
3,00	80,00	1,067	75,0	sabbia med.add.	granulari	1,75	0,59	2,40	240	36,3	38	37	78	39	40	42	44
3,20	72,00	1,333	54,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,70	0,63	2,16	216	29,3	37	36	73	38	40	42	44
3,40	120,00	1,333	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	1,70	0,67	3,60	360	51,4	39	38	89	40	42	43	45
3,60	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	1,70	0,71	3,00	300	38,0	38	38	81	39	41	43	44
3,80	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	1,70	0,75	3,00	300	35,5	38	38	80	39	41	42	44
4,00	68,00	1,067	63,8	sabbia med.add.	granulari	1,75	0,79	2,04	204	20,6	36	36	65	37	39	41	43
4,20	60,00	2,000	34,0	sabbie argilloso limose med.add.	granulari	1,75	0,82	2,04	204	19,2	26	26	64	37	39	41	43
4,40	70,00	2,000	35,0	sabbie argilloso-limose med.add.	granulari	1,70	0,87	2,10	210	18,9	35	36	64	37	39	41	43
4,60	90,00	1,333	67,5	sabbia med.add.	granulari	1,70	0,91	2,70	270	24,4	36	37	72	38	40	42	44
4,80	120,00	1,333	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	1,70	0,95	3,60	360	33,2	38	38	81	39	41	43	44
5,00	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	1,70	0,99	3,00	300	25,1	37	38	73	38	40	42	44
5,20	80,00	1,333	60,0	sabbia limosa med.add.	granulari	1,75	1,03	2,40	240	18,1	35	37	65	37	39	41	43
5,40	100,00	2,000	50,0	sabbia limosa addensata	granulari	1,70	1,07	3,00	300	22,8	36	38	71	38	40	42	44
5,60	110,00	1,333	82,5	sabbia addensata	granulari	1,70	1,11	3,30	330	24,5	36	38	74	38	40	42	44
5,80	120,00	1,333	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	1,70	1,15	3,60	360	26,1	37	38	76	39	40	42	44
6,00	120,00	2,000	60,0	sabbia limosa addensata	granulari	1,75	1,19	3,60	360	25,0	37	38	75	39	40	42	44
6,20	120,00	2,667	45,0	sabbia limosa addensata	granulari	1,75	1,23	3,60	360	24,0	36	38	74	38	40	42	44
6,40	140,00	2,667	52,5	sabbia limosa addensata	granulari	1,70	1,27	4,20	420	28,0	37	39	79	39	41	42	44
6,60	140,00	2,000	70,0	sabbia addensata	granulari	1,70	1,31	4,20	420	26,9	37	39	78	39	40	42	44
6,80	150,00	1,333	112,5	sabbia e ghiaia addensata	granulari	1,70	1,35	4,50	450	28,3	37	39	80	39	41	42	44
7,00	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	1,70	1,39	3,00	300	16,4	35	38	65	37	39	41	43
7,20	80,00	1,333	60,0	sabbia limosa med.add.	granulari	0,70	1,41	2,40	240	12,2	34	37	57	36	38	40	43
7,40	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	0,70	1,43	3,00	300	15,9	35	38	64	37	39	41	43
7,60	80,00	1,333	60,0	sabbia limosa med.add.	granulari	0,70	1,45	2,40	240	11,8	34	37	56	36	38	40	43

γ = peso di unità di volume del terreno alleggerito

σ'_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd e Foot)

ϕ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu&Mitchell)

ϕ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

ϕ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif. (Schmertmann)

ϕ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

ϕ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif. (Schmertmann)

ϕ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)

DR = Densità relativa (Harman)

Lavoro: LAVORI URGENTI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA PER LA MESSA IN SICUREZZA DELL'ATTRAVERSAMENTO DELLA VIA ALZAIA SU CANALE FOSSETTA E RIPRISTINO DELLA CURVA DI REGOLAZIONE DELL'ALVEO DI MAGRA N.28 IN DESTRA PO IN LOCALITA' SACCA DI COLORNO (PR)

Data: aprile 2014
File: B03_relazione_geotecnica.doc

Prof. m	qc kg/cm ²	fs kg/cm ²	RF	Litologia - Consistenza addensamento (Begemann, 1977- Ssarie)	Natura	γ t/m ³	σ'_{vo} kg/cm ²	Cu	Mo	OCR	φ (dm)	φ (my)	DR	φ (1s)	φ (2s)	φ (3s)	φ (4s)
7,80	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	0,75	1,47	3,00	300	15,3	35	38	60	37	39	41	43
8,00	72,00	1,333	54,0	sabbia limosa med.add.	granulari	0,70	1,49	2,16	216	10,0	33	36	48	35	37	40	42
8,20	140,00	2,000	70,0	sabbia addensata	granulari	0,70	1,51	4,20	420	22,6	36	39	72	38	40	42	44
8,40	210,00	2,667	78,8	sabbia addensata	granulari	0,70	1,53	6,30	630	36,8	38	41	86	40	42	43	45
8,60	160,00	2,667	60,0	sabbia limosa addensata	granulari	0,70	1,55	4,80	480	25,8	37	40	76	39	41	42	44
8,80	160,00	1,333	120,0	ghiaie sabbiose med.add.	granulari	0,70	1,57	4,80	480	25,4	37	40	76	39	41	42	44
9,00	180,00	2,000	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	1,59	5,40	540	28,9	37	40	80	39	41	43	45
9,20	140,00	2,000	70,0	sabbia addensata	granulari	0,70	1,61	4,20	420	20,8	36	39	70	38	40	42	44
9,40	180,00	1,333	135,0	ghiaie sabbiose med.add.	granulari	0,70	1,63	5,40	540	28,1	37	40	79	39	41	43	45
9,60	120,00	1,333	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	1,65	3,60	360	16,6	35	38	64	37	39	41	43
9,80	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	0,75	1,67	3,00	300	13,1	34	38	57	36	38	41	43
10,00	120,00	2,667	45,0	sabbia limosa addensata	granulari	0,70	1,69	3,60	360	16,2	35	38	63	37	39	41	43
10,20	120,00	2,000	60,0	sabbia limosa addensata	granulari	0,70	1,71	3,60	360	15,9	35	38	63	37	39	41	43
10,40	120,00	1,333	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	1,73	3,60	360	15,7	35	38	63	37	39	41	43
10,60	180,00	1,333	135,0	ghiaie sabbiose med.add.	granulari	0,70	1,75	5,40	540	25,7	37	40	77	39	41	42	44
10,80	140,00	2,000	70,0	sabbia addensata	granulari	0,70	1,77	4,20	420	18,5	36	39	68	38	40	42	44
11,00	150,00	2,000	75,0	sabbia addensata	granulari	0,70	1,79	4,50	450	19,9	36	39	70	38	40	42	44
11,20	200,00	2,000	100,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	1,81	6,00	600	28,1	37	41	80	40	41	43	45
11,40	210,00	2,000	105,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	1,83	6,30	630	29,4	37	41	82	40	41	43	45
11,60	200,00	1,333	150,0	ghiaie sabbiose med.add.	granulari	0,70	1,85	6,00	600	27,3	37	41	80	39	41	43	45
11,80	100,00	2,007	07,3	sabbia addensata	granulari	0,70	1,87	5,10	510	23,6	37	40	76	39	40	42	44
12,00	140,00	1,333	105,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	1,89	4,20	420	17,0	35	39	66	38	39	41	44
12,20	120,00	1,333	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	1,91	3,60	360	13,9	34	38	60	37	39	41	43
12,40	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	0,75	1,93	3,00	300	10,9	34	38	53	36	38	40	43
12,60	100,00	2,000	50,0	sabbia limosa addensata	granulari	0,70	1,95	3,00	300	10,8	33	38	53	36	38	40	43
12,80	90,00	1,467	61,4	sabbia limosa med.add.	granulari	0,75	1,97	2,70	270	9,3	33	37	49	35	38	40	42
13,00	88,00	2,000	44,0	sabbia limosa med.add.	granulari	0,70	1,99	2,64	264	8,9	33	37	48	35	37	40	42
13,20	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	0,70	2,01	3,00	300	10,4	33	38	52	36	38	40	42
13,40	120,00	1,333	90,0	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,70	2,03	3,60	360	12,8	34	38	58	37	39	41	43
13,60	130,00	1,333	97,5	sabbia e ghiaia addensata	granulari	0,75	2,05	3,90	390	14,0	35	39	61	37	39	41	43
13,80	130,00	4,000	32,5	limi argilloso-sabbiosi addensata	granulari	0,70	2,07	3,90	390	13,9	34	39	61	37	39	41	43
14,00	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	0,75	2,09	3,00	300	9,9	33	38	51	36	38	40	42
14,20	110,00	2,000	55,0	sabbia limosa addensata	granulari	0,70	2,11	3,30	330	11,0	34	38	54	36	38	40	43
14,40	90,00	1,333	67,5	sabbia med.add.	granulari	0,70	2,13	2,70	270	8,4	33	37	47	35	37	40	42
14,60	100,00	1,333	75,0	sabbia addensata	granulari	0,75	2,15	3,00	300	9,5	33	38	50	36	38	40	42
14,80	110,00	2,000	55,0	sabbia limosa addensata	granulari	0,70	2,17	3,30	330	10,6	33	38	53	36	38	40	43
15,00	100,00	---	---	---	---	---	0,70	2,19	3,00	9,3	33	38	50	36	38	40	42

γ = peso di unità di volume del terreno alleggerito

σ'_{vo} = Tensione verticale geostatica (efficace) del terreno

Cu = coesione non drenata

Mo = Modulo confinato drenato (Mitchell & Gardner, 1975) non ricavato da prove su campioni

OCR = Rapporto di sovraconsolidazione (Ladd e Foot)

φ (dm) = angolo di attrito interno efficace (Durgunoglu&Mitchell)

φ (my) = angolo di attrito interno efficace (Meyerhof)

DR = Densità relativa (Harman)

φ (1s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia fine unif.(Schmertmann)

φ (2s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia media unif. (Schmertmann)

φ (3s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia grossa unif.(Schmertmann)

φ (4s) = angolo di attrito interno efficace - sabbia-ghiaia (Schmertmann)