

EcoGIS S.r.l. G. Nascimbene - G. Zuffada Sede legale e Uffici: Via Roma, 3 27020 Travacò Siccomario (PV) Tel.fax 0382/482784 Email: georana@tin.it

Provincia di VARESE Comune di UBOLDO

INDAGINI GEOTECNICHE A SUPPORTO DEL PROGETTO DI COSTRUZIONE DI UNA VILLA SINGOLA IN VIA CERRO



Relazione geologica e geotecnica

Committente: Sig. Grassi

COM	UNE DI UBOLDO
	1 8 SEN. 2007
PROT	CLASFASC

A cura di dott. geol. Cianluca Nascimbene

NOVEMBRE 2005

SOMMARIO

1. INTRODUZIONE2	
2. INQUADRAMENTO DEL SITO	
2.1. ASPETTI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICI	3
2.2. ASPETTI IDROGRAFICI- IDROGEOLOGICI	3
2.3. CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO	
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE6	
4. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA	
5. PROBLEMATICHE INERENTI GLI INTERVENTI IN PROGETTO 10	
6. ASPETTI FONDAZIONALI 12 6.1 CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI	12
7. CEDIMENTI	
8 CONCLUSIONI	
BIBLIOGRAFIA	

TAVOLE:

Tav. 1: COROGRAFIA - INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Tav. 2: PLANIMETRIA - UBICAZIONE PROVE

: SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA

scala 1 : 10.000 disegno non in scala

scala 1:100

ALLEGATI

All. 1 : PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE – Tabelle e grafici

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è stata redatta a supporto del progetto per la costruzione di una nuova villa in Via A. Cerro nel **comune di Uboldo (VA)** .

Le indagini sono state finalizzate a:

- illustrare i principali lineamenti geomorfologici della zona, gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto e/o potenziali;
- definire le locali condizioni litologiche, la presenza di acque sotterranee e valutare le proprietà fisico - meccaniche dei terreni indagati, definendo il carico unitario ammissibile finalizzato ad un corretto dimensionamento delle opere di fondazione;
- suggerire eventuali opere di salvaguardia al fine di assicurare la stabilità del complesso costruzione terreno, tali da evitare gli impatti esercitati dalla edificazione in progetto.

L'indagine dei terreni ha comportato un rilievo geomorfologico di dettaglio della zona interessata dal progetto e di un suo significativo intorno, per la caratterizzazione geologica dell'area, e l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche (*SCPT*) utilizzando un penetrometro statico/dinamico, modello Pagani "Emilia TG 63-100, avente una spinta di infissione di 10 t (manicotto sup. 150 mm², punta diam. 36 mm), un maglio di 73,0 Kg (volata 75 cm, angolo di apertura 60°), aste lunghe 1 metro.

Tale indagine è stata suffragata da una ricerca bibliografica per la consultazione di studi pregressi e da un confronto con indagini geognostiche condotte in aree limitrofe.

Lo studio è stato condotto in osservanza alla normativa vigente:

- D.M.LL.PP 11/03/88 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", ai sensi della Legge 2 febbraio 1974 n.64.
- Eurocodice 8 Parte 1 (EN 1998-1) e Parte 5 (EN 1998-5) votate definitivamente come Norme Europee nel 2003 e 2004.
- Ordinanze PCM n. 3274 del 20.3.2003, All. 1-2-4, e n.3431 del 3.5.2005, All. 1 e 2, che modifica la precedente. Direttamente derivate dall'Eurocodice 8.
- Parzialmente, Norme tecniche per le costruzioni 2005 (suppl. ordinario G.U. n.222 del 23.9.2005).
 - NB: "Scopo delle norme è assicurare che in caso di terremoto sia protetta la vita umana, siano limitati i danni e rimangano funzionanti le strutture essenziali agli interventi di protezione civile....." (Ord. 3274 e segg.)

2. INQUADRAMENTO DEL SITO

2.1. Aspetti geomorfologici e geologici

L'area oggetto d'indagine situata all'interno del territorio comunale di Uboldo (VA), è compresa nella sezione A5e3 in scala 1 : 10.000 della Carta Tecnica Regionale e nel Foglio n. 45 denominato "Milano" della Carta Geologica d'Italia in scala 1 : 100.000.

Dal punto di vista geologico i terreni appartengono alle alluvioni della superficie principale della pianura (Livello fondamentale della pianura) attribuite al Fluvioglaciale Fluviale Wurm (Pleistocene sup.) costituite da sabbie con locali intercalazioni di limi e ghiaie alternati nella parte superficiale.

La configurazione morfologica della zona è caratterizzata dalla presenza (ad est) del terrazzo fluviale che collega il Piano Generale Terrazzato con i depositi del Fluvioglaciale e Fluviale Riss (pleistocene medio – inferiore).

2.2. Aspetti idrografici- idrogeologici

Il Comune di Uboldo, situato all'interno della alta Pianura Padana Lombarda, è delimitato a est dal corso del Torrente Lura ed a ovest dal Torrente Buzzente, in particolare l'area in esame si trova ad una quota di circa 205 m s.l.m. nella porzione occidentale del comprensorio comunale.

La struttura idrogeologica della pianura padana è particolarmente complessa; vi si possono riconoscere diverse unità idrogeologiche e dagli studi fino ad oggi pubblicati si può ritenere, che i depositi presenti sul territorio del Comune di Uboldo appartengano all'unità sabbiosa-ghiaiosa (Età pleistocene medio).

La suddetta unità affiora nelle zone pedemontane (alta pianura) caratterizzate dai terrazzi morfologicamente più elevati costituiti da depositi fluvioglaciali rissiani scarsamente permeabili così da favorire il deflusso delle acque superficiali.

Quest'unità, in corrispondenza della media pianura, rappresenta la parte basale dell'acquifero tradizionale formato da alternanze di depositi ghiaiosi-sabbiosi, sabbiosi e limosi-argillosi con lenti conglomeratiche.

L'acquifero tradizionale con falda libera è ben individuabile a partire dal settore di media pianura mentre è più incerta la sua delimitazione nelle zone poste in Provincia di Varese, laddove i primi orizzonti limosi argillosi continui si rinvengono ad una profondità di circa 100 m e i sedimenti a granulometria più grossolana formano gran parte del sottosuolo perlomeno sino a profondità di circa 150 m.

L'acquifero tradizionale è formato da un sistema multifalda (costituito da un acquifero freatico e uno semiconfinato) che viene assimilato a un monostrato acquifero.

I depositi fluvioglaciali würmiani che costituiscono i terreni in esame, caratterizzati da valori di permeabilità decisamente elevati, pari a 0,01 ÷ 0,001 cm / sec, assumono importanza nella ricarica degli acquiferi per infiltrazione superficiale.

Durante l'indagine eseguita non è stata individuata la presenza di acqua all'interno dei fori geognostici spinti fino alla profondità massima di circa 7,50 m dal piano campagna.

Dalle fonti bibliografiche consultate (CAP Milano) da cui risulta che la superficie freatica più superficiale è presente ad una profondità media di circa 30,0 m dal p.c.

2.3. Classificazione sismica del territorio

Ai sensi dell'ordinanza n. 3274 - Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 Marzo 2003 – "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", il Comune di Uboldo risulta classificato come appartenente alla ZONA 4.

Ai fini dell'applicazione di tali norme, il territorio nazionale è suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g = accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A.

I valori d'a_g, espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g, da adottare in ciascuna delle zone sismiche del territorio nazionale sono:

Valore di ag
0.35 ag
0.25 ag
0.15 ag
0.05 ag

Secondo tale ordinanza, inoltre, vengono definite 5 categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione della azione sismica di progetto. I terreni indagati risultano appartenenti:

- A Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs 30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m.
- B Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs 30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica Nspt < 50, o coesione non drenata Cu>250 kPa).

- C Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri. Tale categoria è caratterizzata da valori di $V_{\rm S30}$ compresi tra 180 e 360 m/sec (15 < $N_{\rm SPT}$ < 50, 70 < Cu < 250 kPa).
- D Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti. Tali depositi sono caratterizzati da valori di Vs 30 < 180 m/s (N_{SPT} < 15, Cu<70 kPa)
- E *Profili di terreni costituiti da strati superficiali alluvionali,* con valori di Vs 30 simili a quelli dei tipi C e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con Vs 30>**800 m/s**

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali per la definizione dell'azione sismica da considerare:

S1: Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI > 40) e contenuto di acqua, caratterizzati da valori di Vs 30 < 100 m/s (10 < Cu < 20 kPa).

S2: Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.

Nelle definizioni precedenti Vs30 è la velocità media di propagazione delle onde di taglio entro 30 m di profondità.

Secondo la normativa di prossima applicazione, ai fini della definizione dell' azione sismica di progetto è stato riconosciuto il seguente profilo stratigrafico :

- Dal piano campagna alla profondità di circa 6,90 m :
 Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti.
 Tali depositi sono caratterizzati da valori di Vs 30 < 180 m/s (N_{SPT} < 15, Cu<70 kPa)
- Dalla profondità di circa 6,90 m alla massima profondità indagata di circa 7,50 m dal piano campagna:

Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri. Tale categoria è caratterizzata da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/sec $(15 < N_{SPT} < 50, 70 < Cu < 250$ kPa)

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica puntuale si è proceduto all'esecuzione di n° 4 prove *penetrometriche dinamiche* (Scpt) utilizzando un penetrometro statico/dinamico (100 kN)

La <u>prova penetrometrica dinamica</u> (SCPT) consiste nell'infiggere verticalmente nel terreno la punta conica metallica posta alla estremità dell'asta di acciaio; l'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso standard.

Si conta il numero di colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (30 cm); la resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo e diretta del numero di colpi per una data penetrazione.

Il numero di colpi della prova SCPT (N_{30}) è correlato con l'equivalente numero di colpi della prova SPT $(N_{SPT};$ Standard Penetration Test) secondo la seguente relazione :

$N_{30} / N_{SPT} \approx 0.5$ (Cestari 1990)

La correlazione tra N_{30} e N_{SPT} permette di interpretare i risultati ottenuti al fine di ricavare le necessarie informazioni su di uno o più delle seguenti argomentazioni :

- stratigrafia degli orizzonti e loro omogeneità;
- o caratteristiche meccaniche del terreno;
- o capacità portante di fondazioni superficiali e/o profonde.

Le prove sono state eseguite in corrispondenza delle aree di futura edificazione e la loro esatta ubicazione è riportata in allegato (vd. Tav. 2).

4. CARATTERIZZAZIONE LITOSTRATIGRAFICA E GEOTECNICA

Sommariamente nell'area in oggetto si possono riconoscere quattro orizzonti principali distinti per natura granulometrica e grado di addensamento.

Lo *strato superficiale A* (individuato dalla prof. di circa 0.00 m alla prof. di $-0.60 \div 0.90$ m dal piano di esecuzione delle prove) è costituito da terreno di riporto.

Lo stato B (individuato dalla prof. di circa – $0.60 \div 0.90$ m alla prof. di – $1.20 \div 2.10$ m dal piano di esecuzione delle prove) è caratterizzato da sabbia limosa con ghiaia mediamente addensato (Nscpt $6\div12$ colpi/30cm).

Lo *strato C* individuato dalla prof. di – 1,20 m alla prof. di – 2,40m in corrispondenza della prova Scpt 3, dalla profondità di circa 2,10 m alla profondità rispettivamente di circa 3,30 m (in corrispondenza della prova Scpt 2) alla profondità di circa 3,9 m (in corrispondenza della prova Scpt 4) e di circa 6,90 m (in corrispondenza della prova Scpt 1) è caratterizzato da sabbie limose con locali livelli argillosi caratterizzate da un grado di addensamento sciolto (Nscpt medio 2÷4 colpi/30cm). L'andamento di questo orizzonte non è lineare e lo spessore è variabile nell'intervallo compreso tra 1,20 m (in corrispondenza della prova Scpt2 e Scpt 3) ÷ 4,50 m (in corrispondenza della prova Scpt1).

Lo *strato D* (individuato dalla prof. di circa – $2,40 \div 6,90$ m alla massima prof. d'investigazione (7,50 m dal piano di esecuzione delle prove) è invece costituito da sabbia ghiaie e ciottoli con stato di addensamento da medio ad addensato (Nscpt medio $8 \div 35$ colpi/30cm) come testimonia il netto rifiuto all'avanzamento registrato nelle prove eseguite.

La sezione litostratigrafica elaborata (cfr. Tav. 2 SEZ A-A'), illustra graficamente l'andamento dei vari orizzonti caratterizzati da un grado di addensamento variabile, condizione questa che influenza in modo diretto il comportamento geomeccanico dei terreni di fondazione. In particolare si evidenzia una marcata variazione dello spessore dell'orizzonte C poco addensato con potenze massime in corrispondenza del settore meridionale (aree indagate dalle prove Scpt 1, e Scpt 4).

I parametri geotecnici degli orizzonti in esame sono stati ricavati utilizzando l'elaborazione delle prove e le correlazioni riportate in letteratura ed in particolare da: Atti del corso di aggiornamento "Esplorazione geologico-tecnica" organizzato dalla Scuola d'Ingegneria del Canton Ticino e da "Fondazioni" di Joseph e.Bowles.

Le prove penetrometriche dinamiche hanno fornito un indicazione sul grado di consistenza e sugli spessori delle varie litologie identificate, ne risulta la seguente ricostruzione stratigrafica e la caratterizzazione geomeccanica dei terreni.

Strato A (da 0,00 m a - 0,60 \div 0,90 m). Terreno vegetale o di riporto

 $N \text{ scpt/30} = 3 \div 16$

Strato B $(da - 0.60 \pm 0.90 \text{ m } a - 1.20 \text{ (Scpt3)} \pm 2.10 \text{ m (Scpt1, 2, 4)}$. Sabbia limosa con ghiaia mediamente addensata

 $N \cdot scpt/30 = 6 \div 12$

Strato C (<u>da - 1,20 (Scpt3) e da - 2,10 m (Scpt1, 2, 4) alla prof. di - 2,40 (Scpt3) -3,30 m (Scpt2) - 3,90 m (Scpt4) - 6,90 m (Scpt1) m da piano campagna).</u> Sabbia limosa loc. argillosa sciolta

 $N \text{ scpt/30} = 2 \div 4$

Strato *D* (*da* – 2,40 (*Scpt*3) -3,30 *m* (*Scpt*2) - 3,90 *m* (*Scpt*4) - 6,90 *m* (*Scpt*1) *m* alla max profondità d'investigazione – 7,50 m da piano campagna). Sabbia con ghiaia e ciottoli in matrice limoso sabbiosa med. addensata-addensata

 $N \cdot \frac{1}{30} = 8 \div 35$

Nella seguente tabella, ai fini del calcolo di capacità portante, viene riportato il profilo geotecnico dei vari livelli riconosciuti.

PA	RAMETRI C	GEOTECNICI	
TERRE] Non idoneo	Strato NO VEGETAI come piano d	o A LE O DI RIPORTO i posa delle fondazioni	
	Strate		
Parametri	Simbolo		Valore
Addensamento			medio
Peso di volume	γ	t/m³	1,80÷1,85
Angolo di attrito	ф	0	29-31
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm ²	/
Modulo di deformazione elastico	E	Kg/cm ²	250÷350
Parametri Addensamento	Simbolo	BIOSA LOC. ARGILLO Unità di misura	Valore
	Simbolo	Unità di misura	Valore
			scarso
Peso di volume	γ	t/m³	1,70÷1,75
Angolo di attrito	ф	0	26 ÷ 27
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm ²	/
Modulo di deformazione elastico	E	Kg/cm ²	100÷150
SABBL	Strato A CON GHIA	D IA E CIOTTOLI	
Parametri	Simbolo	Unità di misura	Valore
Addensamento			medio- elevato
Peso di volume	γ	t/m³	1,90÷2,00
Angolo di attrito	ф	0	32÷35
Coesione non drenata	Cu	Kg/cm ²	/
			,

5. PROBLEMATICHE INERENTI GLI INTERVENTI IN PROGETTO

Gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di un nuovo edificio residenziale con piano seminterrato alla profondità di circa 1,70 m dal piano strada (1,00 m dal piano di esecuzione delle indagini) e piano di posa delle fondazioni circa 2,70 m dal piano strada (2,00 m dal piano di esecuzione delle indagini).

In questo paragrafo vengono illustrate le problematiche riguardanti i possibili effetti legati sia alle interazioni tra le strutture e il terreno di fondazione, che alle opere di scavo.

L'analisi della sezione litostratigrafica elaborata (cfr. Tav. 2) ha permesso di rilevare nell'area in esame una eteropia litologica laterale e verticale (differenza nello spessore degli orizzonti superficiali B, C e D individuati).

In particolare è stata rilevata la presenza di un orizzonte sabbioso limoso localmente argilloso (orizzonte C) poco addensato come testimonia la scarsa resistenza alla penetrazione della punta durante le prove penetrometriche eseguite (Nscpt $_{/30} = 2-4-$)

Tale orizzonte è stato individuato nella area in esame dalla prof. di – 1,20 m fino alla prof. di – 2,40 m (in corrispondenza della prova Scpt 3), dalla profondità di circa 2,10 m alla profondità rispettivamente di circa 3,30 m (in corrispondenza della prova Scpt 2) di circa 3,90 m (in corrispondenza della prova Scpt 1) dal piano di esecuzione delle prove.

Occorre evidenziare che la presenza dell'orizzonte C (costituito da sabbia limosa con locali livelli argillosi) caratterizzato da un grado di addensamento scarso e da uno spessore variabile nell'intervallo compreso tra 1,20 m (in corrispondenza della prova Scpt 2 e Scpt 3) ÷ 4,50 m (in corrispondenza della prova Scpt1) potrebbe provocare cedimenti differenziali non sopportabili dalle strutture in progetto (vd. Figura 2).

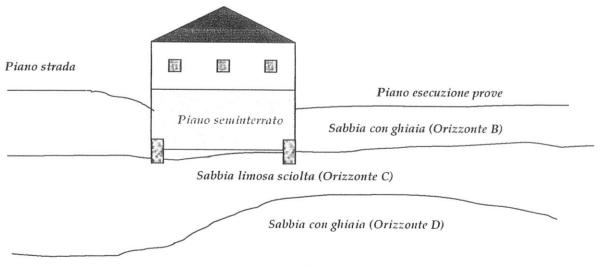


Fig. 2 - Schema litostratigrafico

Al momento dell'indagine eseguita (NOVEMBRE 2005) non è stata individuata la presenza di acqua all'interno dei fori geognostici eseguiti spinti fino alla profondità massima di 7,50 m dal p.c., tuttavia non si esclude la presenza di livelli acquiferi sospesi, a carattere stagionale, all'interno dell'orizzonte superficiale (B) caratterizzato da sabbie limose.

Una previsione riguardo la futura evoluzione dell'andamento della superficie piezometrica sarebbe azzardata, a breve termine, perché la dinamica della superficie freatica ha un equilibrio precario essendo influenzata da una serie di fenomeni instabili e imprevedibili che concorrono a costituire il bilancio apporti – perdite, al fine di individuare il reale comportamento della falda superficiale occorrerebbe predisporre un monitoraggio della durata minima di 1 anno.

In considerazione del fatto che il progetto preveda sbancamenti profondi di terreno, con fronte di scavo superiore a 1,00÷1,50 m dal piano campagna, e data la natura sabbiosa dei terreni si rende necessaria (oltreché obbligatoria per Norma) la protezione degli sbancamenti utilizzando opportune strutture di sostegno, tale accorgimento permetterà di poter lavorare nello scavo in assoluta sicurezza, come previsto dal *D.Lgs.* 494/96 e sue s.m. e i.

Gli effetti negativi che si possono sviluppare a seguito dell'apertura degli scavi sono legati sia alla stabilità del fronte di scavo sia alla deformazione del fondo scavo.

Al fine di evitare il franamento e/o spostamento dei terreni superficiali e conseguente cedimento è possibile ricorrere ad una delle seguenti soluzioni da dimensionare in fase progettuale :

- scavo a campione con l'accortezza di scavare per tratte di lunghezza limitata (da definire in fase progettuale)
- scavo tradizionale con angolo di sbancamento adeguato tale da garantire le condizioni di massima sicurezza (le scarpate non dovranno avere pendenze superiori a 30°).

6. ASPETTI FONDAZIONALI

6.1 Capacità portante dei terreni

La capacità portante limite ultima Q_{lim} di una fondazione superficiale rappresenta la pressione che determina la rottura del terreno per fenomeni di taglio.

Per fondazione con piano di posa orizzontale e carico verticale centrato, la capacità portante Q_{lim} è stata calcolata utilizzando la relazione di Meyerhof:

$$q_{ult} = 0.5 *_{\gamma} *_{B} *_{N_{\gamma}} *_{s_{y}} *_{d_{y}} *_{i_{y}} *_{b_{y}} *_{g_{y}} + c *_{N_{c}} *_{s_{c}} *_{d_{c}} *_{i_{c}} *_{b_{c}} *_{g_{c}} + \gamma *_{D} *_{N_{q}} *_{s_{q}} *_{d_{q}} *_{i_{q}} *_{b_{q}} *_{g_{q}} *_{g$$

in cui N_c , N_q e N_γ sono fattori di capacità portante adimensionali, s, d, i, b e g sono coefficienti che dipendono dal tipo di fondazione, dalla profondità del piano di posa, dall'inclinazione del carico, del piano di fondazione e del terreno, γ esprime il peso di volume del terreno interessato, c indica la coesione mentre B rappresenta la larghezza della fondazione e D indica l'approfondimento della fondazione nel terreno.

Il carico unitario ammissibile (q_a) è determinato dal rapporto tra il valore della capacità portante ed un fattore di sicurezza $F_s \ge 3$ (D.M. 11/03/88, cfr.5.2.):

$$q_a = \frac{q_{ult}}{F_s} = Kg/cm^2$$

Sulla base delle caratteristiche litologiche e geotecniche descritte in precedenza e sulle indicazioni progettuali sono state eseguite alcune valutazioni indicative sui carichi ammissibili e sui relativi cedimenti considerando le seguenti ipotesi:

- 1. Ipotesi A fondazioni realizzate sul piano di sbancamento
- Tipo di fondazione: nastriforme
- Profondità di scavo pari a 2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- Orizzonte litologico interessato dal piano di posa della fondazione: sabbia limosa localmente argillosa sciolta (orizzonte C).
- Immorsamento ipotetico delle fondazioni D = 0,60-0,80 m.
- 2. Ipotesi B platea realizzata sul piano di sbancamento
- Tipo di fondazione: platea
- Profondità di scavo pari a 2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- Orizzonte litologico interessato dal piano di posa della fondazione: sabbia limosa localmente argillosa sciolta (orizzonte C).
- Immorsamento ipotetico delle fondazioni esistenti D = 0,30 m

Pertanto si ottengono i seguenti valori delle pressioni unitarie ammissibili Q_{amm} in termini di rottura e deformazione.

IPOTESI A

FONDAZIONI NASTRIFORMI

Parametri geotecnici del terreno Peso specifico terreno di fondazione Angolo di attrito interno Coesione $Kp = tg^2 (45^\circ + \varphi/2)$ Peso specifico terreno di riporto Caratteristiche geometriche della fondo		t/m³	2 STRAT	ОС					
Peso specifico terreno di fondazione Angolo di attrito interno Coesione $Kp = tg^2 (45^\circ + \varphi/2)$ Peso specifico terreno di riporto Caratteristiche geometriche della fonda	(φ)	٥		4.75					
Angolo di attrito interno Coesione Kp = tg^2 (45°+φ/2) Peso specifico terreno di riporto Caratteristiche geometriche della fonda	(φ)	٥		4.75					
Coesione $Kp = tg^2 (45^\circ + \varphi/2)$ Peso specifico terreno di riporto Caratteristiche geometriche della fondo	(φ)	۰		1,75	1,75		1,75	1,75	1,7
Kp = tg^2 (45°+φ/2) Peso specifico terreno di riporto Caratteristiche geometriche della fonda	(c')		27,00	27,00	27,00		27,00	27,00	27,0
Peso specifico terreno di riporto Caratteristiche geometriche della fonda	Кр	t/m ²	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,0
Peso specifico terreno di riporto Caratteristiche geometriche della fonda		1	2,66	2,66	2,66		2,66	2,66	2,6
	(γ_i)	t/m³	1,85	1,85	1,85		1,85	1,85	1,8
		e	,,	.,,,,	1,00		1,00	1,00	1,0
Larghezza fondazione	В	m	0,80	1,00	1,20	1	0,80	1,00	1,2
Lunghezza fondazione	L	m	15,00	15,00	15,00		15,00	15,00	15,00
Eccentricità larghezza	e _x	m	0.00	0.00	0.00		0.00	0,00	0,00
Approfondimento	D	m	0,60	0,60	0,60		0,80	0,80	0,80
Inclinazione carico	i	0	0,00	0,00	0,00		0,00	0,00	0,00
Larghezza ridotta	B'	m	0,80	1,00	1,20		0,80	1.00	1,20
Coefficenti di fondazione									
Nq = $e^{(\pi^* tg \varphi)} * tg^2 (45^* + \varphi/2)$			13,2	13,2	13.2	T	13,2	13,2	13.2
$N\gamma = (Nq - 1) tg (1.4 \varphi)$			9,5	9,5	9,5		9.5	9,5	9,5
$Nc = (Nq - 1) ctg (\varphi)$			23,9	23,9	23,9		23,9	23,9	23,9
Fattori di forma									
s _{c =} 1+ 0,2 * Kp (B/L)			1,03	1,04	1,04	T	1,03	1,04	1,04
$s_q = s_{\gamma} = 1 + 0.1 * Kp (B/L)$			1,01	1,02	1,02		1,01	1,02	1.02
Fattori di profondità									
d _c = 1 + 0,2 Kp ¹ /2 * D/B			1,24	1,20	1,16		1,33	1,26	1,22
$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \text{ Kp}^1/2 D/B$			1,12	1,10	1.08		1,16	1,13	1,11
Fattori di inclinazione del carico									
$i_q = i_c = (1 - i^{\circ}/90)^2$			1	1	1	T	1	1	1
$i_{\gamma} = (1 - i^{\circ}/\varphi)^2$			1	1	1		1	1	1
CALCOLO CARICO LIMITE							1		
$q_{ult} = \gamma_r * D * Nq * sq * dq * iq$			16,7	16,4	16,2		23,0	22,5	22,1
+ 0,5 * B' * 7 * N, * s, * d, * i,			7,5	9,3	11,0		7.8	9,5	11.3
+ c'*Nc *s _c *d _c *i _c			0,0	0,0	0.0		0.0	0.0	0,0
I ult		t/m²	24,2	25,6	27,2		30,9	32,0	33,4
$q_{ann} = q_{ut} / Fs con Fs = 3$		t/m²	8.1	8,5	9.1		10.3	10,7	11,1
<i>q</i> ann =	\neg	kg/cm²	0,81	0,85	0,91		1,03	1,07	1,11

IPOTESI B

FONDAZIONI PLATEA

Calcolo del Caric					di M	eyerl	of		
Caj	pacità	portante	STRAT	ос					
Parametri geotecnici del terreno									
Peso specifico terreno di fondazione	(γ)	t/m³	1,75	1,75			T	T	T
Angolo di attrito interno	(φ)	0	27,00	27,00				1	
Coesione	(c')	t/m²	0,00	0,00			1	1	
$\langle p = tg^2 (45^\circ + \varphi/2) \rangle$	Кр	1	2,66	2,66				1	
Peso specifico terreno di riporto	(71)	t/m³	1,70	1,70			+	+-	
Caratteristiche geometriche della fond				.,.					
arghezza fondazione	В	m	8,00	10,00			T	4	T
Lunghezza fondazione	L	m	15,00	15,00			1	_	
Eccentricità larghezza	e _x	m	0,00	0,00			1		
Approfondimento	D	m	0,30	0,30				1	
nclinazione carico	i	۰	0,00	0,00					
Larghezza ridotta	B'	m	8,00	10,00					
Coefficenti di fondazione									
Nq = $e^{(\pi^* tg \varphi)} * tg^2 (45^\circ + \varphi/2)$			13,2	13,2					
$N\gamma = (Nq - 1) tg (1.4 \varphi)$			9,5	9,5			1		
$Nc = (Nq - 1) ctg (\varphi)$			23,9	23,9					
Fattori di forma									
$s_{c} = 1 + 0.2 * Kp (B/L)$			1,28	1,36					
$s_q = s_\gamma = 1 + 0.1 * Kp (B/L)$			1,14	1,18					
Fattori di profondità									
d _c = 1 + 0,2 Kp ¹ /2 * D/B			1,01	1,01					
$d_q = d_\gamma = 1 + 0.1 \text{ Kp}^1/2 * D/B$			1,01	1,00				T	
Fattori di inclinazione del carico									
$i_q = i_c = (1 - i^\circ/90)^2$			1	1					
$\mathbf{i}_{\gamma} = \left[(1 - \mathbf{i}^{\circ}/\varphi)^2 \right]$			1	1					
CALCOLO CARICO LIMITE									
$q_{ult} = \gamma_r * D * Nq * sq * dq * iq$			7,7	8,0				T	T
+ 0.5 * B' * 7 * N 7 * s 7 * d 7 * i7			76.1	98.0			1	-	
+ c'*Nc*sc*dc*ic		0.0	0.0				+	+	
I ult		t/m²	83,8	105,9					1
$q_{ann} = q_{ut} / Fs con Fs = 3$		t/m²	27.9	35.3			Ī	T	Ì
9 анн =		kg/cm²	2,79	3,53			<u> </u>		

Riassumendo:

lpotesi A - fondazioni realizzate sul piano di sbancamento

- Tipo di fondazione: nastriforme
- Profondità di scavo pari a 2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- Orizzonte litologico interessato dal piano di posa della fondazione: sabbia limosa sciolta (orizzonte C).

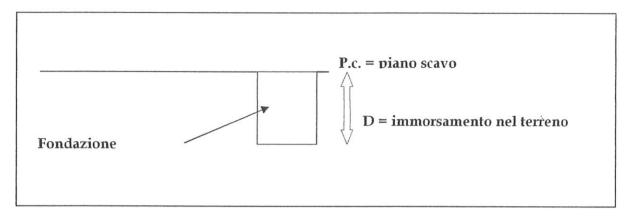
	aria ammissibile del terreno piano campagna orizzontale		•
	Larghezza fondazione	Pressione unitaria limite	Pressioni unitarie ammissibili
Nastriforme	B=0,8 m	$Q_{lim} = 2.42 \text{ Kg/cm}^2$	$q_{amm} = 0.81 \text{ Kg/cm}^2$
Nastriforme	B=1,0 m	$Q_{lim} = 2,56 \text{ Kg/cm}^2$	$q_{amm} = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$
Nastriforme	B=1,2 m	$Q_{lim} = 2,72 \text{ Kg/cm}^2$	$q_{amm} = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$
	aria ammissibile del terreno piano campagna orizzontale		
	Larghezza fondazione	Pressione unitaria limite	Pressioni unitarie ammissibili
Nastriforme	B=0,8 m	$Q_{lim} = 3.09 \text{ Kg/cm}^2$	$q_{amm} = 1.03 \text{ Kg/cm}^2$
Nastriforme	B=1,0 m	$Q_{lim} = 3,20 \text{ Kg/cm}^2$	$q_{amm} = 1.07 \text{ Kg/cm}^2$
Nastriforme	B=1,2 m	$Q_{lim} = 3.34 \text{ Kg/cm}^2$	$q_{amm} = 1.11 \text{ Kg/cm}^2$

Ipotesi B - platea realizzata sul piano di sbancamento

- Tipo di fondazione: platea
- Profondità di scavo pari a 2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- Orizzonte litologico interessato dal piano di posa della fondazione: sabbia limosa sciolta (orizzonte C).

	nitaria ammissibile del terre pagna orizzontale con immo	,	con carico verticale e piano piano di sbancamento
	Larghezza fondazione	Pressione unitaria limite	Pressioni unitarie ammissibili
Platea	B=8,0 m	Q_{lim} = 8,38 Kg/cm ²	$q_{amm} = 2,79 \text{ Kg/cm}^2$
Platea	B=10,0 m	$Q_{lim} = 10,59 \text{ Kg/cm}^2$	$q_{amm} = 3.53 \text{ Kg/cm}^2$

*I carichi unitari verificati precedentemente considerano la realizzazione di una trave di fondazione o di una platea impostate all'interno del terreno, con immorsamento D rispettivamente = $0,60 \pm 0,80$ m e D = 0,30 m . Occorre ricordare che l'immorsamento (D) considerato nel suddetto calcolo risulta il reale approfondimento della trave di fondazione nel terreno come dimostrato nella figura seguente.



7. CEDIMENTI

La distribuzione delle pressioni indotte dal carico trasmesso dalla fondazione è stata calcolata tramite le formule di Boussinesq, nell'ipotesi che il terreno possa assimilarsi ad un mezzo elastico - lineare, isotropo ed omogeneo.

Il cedimento totale (S) si determina facendo la somma del cedimento immediato (S_i) e di quello di consolidazione (S_{ed}) secondo quanto proposto da Skempton e Bjerrum:

$$S = S_i + \mu_r \cdot S_{ed}$$

 μ_r = coefficiente di riduzione

Il cedimento immediato risulta dalla formula:

$$S_i = Q^*B'^*((1-\mu^2)/E)$$

In cui

Q = carico applicato

B' = larghezza fondazione

μ = modulo di Poisson

E = modulo di deformabilità

Il cedimento di consolidazione risulta dalla formula:

$$S_{ed} = H * \Delta \sigma / E$$

In cui

H = spessore strato

 $(\Delta \sigma)$ = incremento di pressione dovuto al sovraccarico applicato dalla fondazione

E = modulo di deformabilità

Dall'analisi stratigrafica risulta pertanto evidente che il cedimento totale è imputabile al cedimento immediato di tipo elastico sia dei terreni sabbioso limosi sciolti (orizzonte C) che dei terreni ghiaiosi in matrice limosa sabbiosa addensati (orizzonte D) costituenti i terreni d'imposta delle fondazioni dell'edificio in progetto.

Il volume di terreno significativo individuato è stato suddiviso in n-strati di spessore Ho con caratteristiche di compressibilità omogenee, dei quali si è determinato il cedimento; infine è stato calcolato il cedimento totale come somma dei contributi Δh dei singoli strati ottenendo i seguenti valori:

Ipotesi A - fondazioni realizzate sul piano di sbancamento

- Tipo di fondazione: nastriforme
- Profondità di scavo pari a circa -2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- Orizzonte litologico interessato dal piano di posa della fondazione: sabbia limosa localmente argillosa sciolta (orizzonte C).

Cedimento ottenuto in corrispondenza della prova Scpt 1 (successione litostratigrafica caratterizzata dalla presenza dell'orizzonte C poco addensato di spessore $\approx 4,50 \text{ m}$)

FONDAZIONE NASTRIFORME

	TETTETOTTE TTTTOTTCT	TUTIL
В	q_a	S
(m)	(kg/cm²)	(cm)
And the state of t	$D = 0.60 \ m$	
0,80	$q_{amm} = 0.81 \text{ Kg/cm}^2$	0,70-0,90
1,00	$q_{amm} = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$	1,00-1,15
1,20	$q_{amm} = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$	1,20-1,30
В	q_a	S
(m)	(kg/cm²)	(cm)
	D = 0.80 m	
0,80	$q_{amm} = 1.03 \text{ Kg/cm}^2$	1,00-1,20
1,00	$q_{amm} = 1.07 \text{ Kg/cm}^2$	1,25-1,40
1,20	$q_{amm} = 1.11 \text{ Kg/cm}^2$	1,50-1,60

Cedimento ottenuto in corrispondenza della prova Scpt 2 –Scpt 3 (successione litostratigrafica caratterizzata dalla presenza dell'orizzonte C poco addensato di spessore $\approx 1,20$ m)

	BIEICIVE IVIBIICITO	
В	q_a	S
(m)	(kg/cm²)	(cm)
	D = 0.60 m	
0,80	$q_{amm} = 0.81 \text{ Kg/cm}^2$	0,40-0,50
1,00	$q_{amm} = 0.85 \text{ Kg/cm}^2$	0,60-0,70
1,20	$q_{amm} = 0.91 \text{ Kg/cm}^2$	0,80-0,90
В	q_a	S
(m)	(kg/cm²)	(cm)
	D = 0.80 m	
0,80	$q_{amm} = 1.03 \text{ Kg/cm}^2$	0,70-0,80
1,00	$q_{amm} = 1.07 \text{ Kg/cm}^2$	0,80-0,90
1,20	q _{amm} = 1,11 Kg/cm ²	0,90-1,00

Ipotesi B - platea realizzata sul piano di sbancamento

- Tipo di fondazione: platea
- Profondità di scavo pari a 2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- Orizzonte litologico interessato dal piano di posa della fondazione: sabbia limosa localmente argillosa sciolta (orizzonte C).

Cedimento ottenuto in corrispondenza della prova Scpt 1 (successione litostratigrafica caratterizzata dalla presenza dell'orizzonte C poco addensato di spessore $\approx 4,50$ m)

FONDAZIONE RETTANGOLARE

B	q_a	S	
(m)	(kg/cm²)	(cm)	
	$D = 0.40 \ m$		
8,00	$q_{amm} = 2,79 \text{ Kg/cm}^2$	6,50-6,80	
8,00	$q_{amm} = 1,00 \text{ Kg/cm}^2$	2,00-2,20	
8,00	q _{amm} = 0,80 Kg/cm ²	1,50-1,70	

8. CONCLUSIONI

L'indagine eseguita, ai sensi del "D.M.LL.PP. 11 marzo 1988", redatta a supporto del progetto per la costruzione di edifici ad uso residenziale in Via Cerro nel comune di Uboldo (VA), illustra i risultati delle indagini geologico - tecniche che hanno permesso di valutare le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dei terreni di fondazione delle opere previste.

✓ Dall'analisi dei tabulati delle prove penetrometriche dinamiche eseguite sono stati individuati quattro orizzonti litologici caratterizzati da terreni con granulometria, grado di addensamento e parametri geotecnici propri; si tratta principalmente di una successione stratigrafica composta da una litozona superficiale caratterizzata da sabbie limose con ghiaia seguite da sabbia limosa con locali livelli argillosi (orizzonte C).

Tale orizzonte risulta caratterizzato sia da un grado di addensamento scarso come testimonia la scarsa resistenza alla penetrazione della punta durante le prove penetrometriche eseguite (Nscpt/ $_{30}$ =2-4) sia da una marcata variazione dello spessore con potenze massime (pari a \approx 2,00-4,50 m) nell' area indagata dalle prove Scpt 1 e 4 e minime (pari a \approx 1,20 m) nel settore indagato dalle prove Scpt 2 e 3.

Dalla prof. di circa – $2,40 \div 6,90$ m alla massima prof. d'investigazione (7,50 m dal piano di esecuzione delle prove) è stato individuato un orizzonte D costituito da sabbia ghiaie e ciottoli con stato di addensamento da medio ad addensato (Nscpt medio $8 \div 35$ colpi/30cm).

Durante l'indagine eseguita non è stata individuata la presenza di acqua all'interno dei fori geognostici spinti fino alla profondità massima di circa 7,50 m dal piano campagna, tuttavia non si esclude la presenza di livelli acquiferi sospesi, a carattere stagionale, all'interno dell'orizzonte superficiale (B) caratterizzato da sabbie limose.

Una previsione riguardo la futura evoluzione dell'andamento della superficie piezometrica sarebbe azzardata, a breve termine, perché la dinamica della superficie freatica ha un equilibrio precario essendo influenzata da una serie di fenomeni instabili e imprevedibili che concorrono a costituire il bilancio apporti – perdite, al fine di individuare il reale comportamento della falda superficiale occorrerebbe predisporre un monitoraggio della durata minima di 1 anno.

✓ Il carico unitario ammissibile del terreno di fondazione si può così distinguere a seconda della diversa ipotesi di fondazione analizzata :

IPOTESI A - Fondazioni lineari realizzate sul piano di sbancamento

- Tipo di fondazione: nastriforme
- Profondità di scavo pari a 2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- una fondazione nastriforme con immorsamento D = 0.60 m dal piano scavo, di larghezza ipotizzata pari 0,80 m ÷ 1,20 m il carico unitario ammissibile risulta variabile nell'intervallo compreso tra $0.81 \div 0.91$ Kg/cm²
- una fondazione nastriforme con immorsamento D = 0.80 m dal piano scavo, di larghezza ipotizzata pari 0.80 m \div 1.20 m il carico unitario ammissibile risulta variabile nell'intervallo compreso tra 1.03 \div 1.11 Kg/cm^2

IPOTESI B - Platea realizzata sul piano di sbancamento

- Profondità di scavo pari a 2,00 m dal piano di esecuzione delle prove
- una fondazione a platea posta alla profondità di 0,40 m dal piano scavo, di larghezza ipotizzata pari a 8,00-10,0 m il carico unitario ammissibile risulta compreso tra $2,79Kg/cm^2$ e $3,53~Kg/cm^2$
- ✓ Dall'analisi dei cedimenti eseguita, considerando che il terreno interessato dai carichi di progetto possa assimilarsi ad un mezzo elastico lineare, isotropo ed <u>omogeneo</u>, risulta che:
 - utilizzando un carico unitario non superiore al carico unitario ammissibile per le <u>fondazioni</u> nastriformi si generano nel terreno :
 - 1. cedimenti dell'ordine di 0.70 ± 1.60 cm in corrispondenza del settore caratterizzato dalla presenza dell'orizzonte C poco addensato con spessore massimo pari a circa 4.50 m;
 - 2. cedimenti dell'ordine dell'ordine di $0.40 \div 1.00$ cm in corrispondenza del settore caratterizzato dalla presenza dell'orizzonte C poco addensato con spessore massimo pari a circa 1.20 m;
 - utilizzando un carico unitario inferiore a 1,00 Kg/cmq per le <u>fondazioni rettangolari (platea)</u>
 si generano nel terreno cedimenti dell'ordine di 2,00 ÷ 2,20 cm.

I terreni incoerenti hanno un comportamento sostanzialmente "elastico" e tale per cui la deformazione segue in maniera praticamente immediata all'applicazione del carico; considerando una pressione unitaria massima di esercizio Q_t pari alla capacità portante ammissibile Q_{amm} si potranno verificare cedimenti assoluti e differenziali statisticamente ammissibili da strutture non complesse.

Le cause dei cedimenti differenziali in terreni poco addensati sono riconducibili a diversi fattori:

- differente distribuzione dei carichi unitari da zona a zona;
- disomogeneità nello spessore degli strati individuati,
- disuniformità nel tipo di fondazione.

In particolare occorre valutare la possibilità che i terreni di fondazione (costituiti da sabbia limosa con locali livelli argillosi) caratterizzati da un grado di addensamento scarso e da una marcata variazione nello spessore, (variabile nell'intervallo compreso tra 1,20 m (in corrispondenza delle prove Scpt2 e Scpt 3) ÷ 4,50 m (in corrispondenza della prova Scpt1)) sottoposti al carico ammissibile generato dalla fondazione nastriforme siano in grado di generare cedimenti differenziali non sopportabili dall'edificio in progetto.

Si consiglia pertanto di valutare in fase progettuale l'ipotesi di realizzare una tipologia di fondazione in grado di minimizzare eventuali cedimenti differenziali quale un'orditura di travi di fondazione (reticolo di travi) o una platea al fine di aumentare la superficie di appoggio riducendo la pressione di esercizio.

L'apertura degli scavi di sbancamento consentirà la verifica in continuo delle caratteristiche geotecniche del terreno sul piano di posa delle fondazioni adeguando, se del caso, i criteri tecnici sopra esposti, si raccomanda al D.L. di verificare l'omogeneità litologica e geotecnica dei terreni su tutta l'area interessata dalle fondazioni.

Al fine di non alterare l'attuale equilibrio dell'area investigata nonché la stabilità delle opere in progetto, si raccomanda di :

- ✓ utilizzare strutture di sostegno adeguate o scavo tradizionale con angolo di scarpata adeguato
 (non superiore a 30°) per l'esecuzione di sbancamenti aventi altezza del fronte di scavo superiore
 a 1,00-1,50 metri tale accorgimento impedirà che possano verificarsi cedimenti nei terreni sul
 fronte di sbancamento e permetterà di poter lavorare all'interno dello scavo in assoluta
 sicurezza, come previsto dal D.Lgs. 494/96 e sue s.m. e i..
- ✓ realizzare adeguati sistemi di raccolta e di convogliamento ai punti di scarico delle acque pluviali
 al fine di evitare qualsiasi dispersione sia a ridosso delle fondazioni che nell'immediato intorno; è
 necessario inoltre impermeabilizzare eventuali piani interrati onde evitare problemi di umidità
 ed infiltrazione delle acque meteoriche e/o di eventuali falde sospese a carattere stagionale.

Dagli studi effettuati e dall'indagine eseguita sul terreno, ai sensi del D.M.LL.PP. 11/03/88 emerge una situazione geologica - idrogeologica idonea per l'esecuzione dell'opera in progetto.

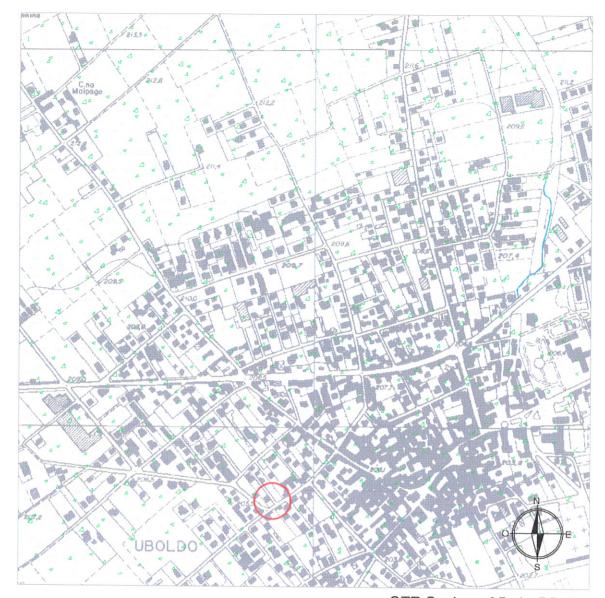
In base a quanto emerso si lascia il compito al progettista di una razionale scelta del carico unitario da applicare al terreno di fondazione; tale carico non dovrà comunque risultare maggiore di quello massimo ammissibile individuato dall'indagine geologico tecnica eseguita.

Novembre 2005

dott. geol. Gianluca Nascimbene

BIBLIOGRAFIA

- 1. Serv. Geol. Italia Carta Geologica d'Italia Scala 1:100.000 Foglio 45 "Milano".
- 2. Note illustrative della Carta geologica d'Italia Foglio 45 " Milano" Serv. Geol. Italia Roma.
- 3. Atti del corso di aggiornamento "Esplorazione geologico-tecnica" organizzato dalla Scuola d'Ingegneria del Canton Ticino (1999)
- 4. "Fondazioni" di Joseph e.Bowles.edizioni McGraph Hill
- 5. Regione Lombardia Carta tecnica regionale sez. B6C2



CTR Sezione A5e4 - B5a4

LEGENDA



Area in esame



Fluviale wurm (Pleistocene sup.) Ghiaie sabbiose e sabbie (con strato superficiale di alterazione limitato 40-60 cm generalmente brunastro, costituenti il Livello fondamentale della Pianura



Corsi d'acqua

COROGRAFIA - INQUADRAMENTO GEOLOGICO
TAVOLA 1 SCALA 1:10.000

SCPT 1

- commitente:

Sig. Grassi

- lavoro:

Costruzione villa

- data:

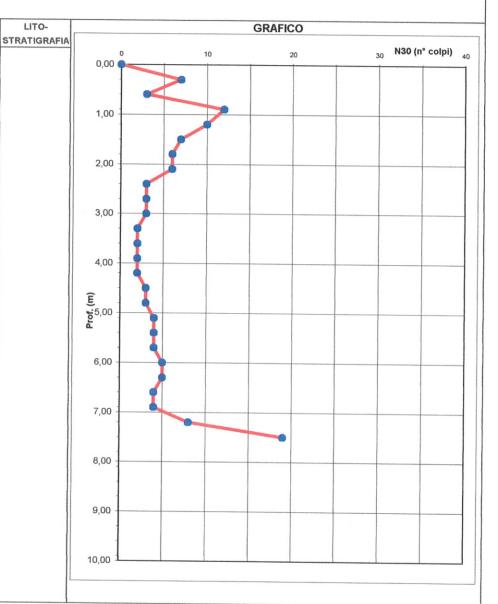
7/11/2005

- quota inizio: piano campagna

- prof. falda:

- località:	Uboldo (VA)	
- note:		

Prof	N°30	Nspt	Γ
m	n° colpi	n° colpi	Ŀ
0.00			l
0,00	7	0	
0,30		12	
0,60	3	5	
0,90	12	20	l
1,20	10	17	
1,50	7	12	
1,80	6	10	
2,10	6	10	
2,40	3	5	
2,70	3	5	
3,00	3	5	
3,30	3 3 2 2 2 2 2 3	3	
3,60	2	3	
3,90	2	3	
4,20	2	3	
4,50	3	5	
4,80	3	5	
5,10	4	7	
5,40	4	3 5 5 7 7	
5,70	4		
6,00	5	8	
6,30	5	8	
6,60	4	7	
6,90	4	7	
7,20	8	13	
7,50	19	32	
7,80	RIFIL	JTO	



⁻ PENETROMETRO DINAMICO tipo PAGANI da 10t

⁻ Sistema di battitura - maglio kg 73

SCPT 2

- committente:

Sig. Grassi

- lavoro:

Costruzione villa

- data:

7/11/2005 piano campagna

- località:

Uboldo (VA)

- quota inizio:

- prof. falda:

-	n	O	t	e	

Prof	N°30	Nspt	LITO-				GRAFIC	.0			
m	n° colpi	n° colpi	STRATIGRAFIA	0		10	2	0	30	N30 (n° colpi))
0,00	0	0		0,00							
0,30 0,60	16 9	27 15		1							
0,90	12	20									
1,20	11	18		1,00							
1,50	6	10			9						
1,80 2,10	7	12 17		0.00	b ,						
2,40	4	7		2,00		>					
2,70	2	3									
3,00	2	3		3,00							
3,30 3,60	8	7		,,,,,							
3,90	16	27		-							
4,20		IUTO		4,00							
	-										
				Ê							
				Prof. (m)							
				4							
				-							
				6,00							_
				7,00							
				8,00							
				1							
				9,00							
				3,00							
				10,00							
			1		-						_

⁻ PENETROMETRO DINAMICO tipo PAGANI da 10t

⁻ Sistema di battitura - maglio kg 73

SCPT 3

- commitente:

Sig. Grassi

- lavoro:

Costruzione villa

Uboldo (VA)

- località: - note:

- data:

7/11/2005

- quota inizio:

piano campagna

- prof. falda:

Prof	N°30	Nspt	LITO-					GRAFIC	0			
m	nº colpi	n° colpi	STRATIGRAFIA)		10		0	30	N30 (n° c	olpi)
0,00	0	0	7	0,00	,	1	1	1	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	30	,	. ,
0,30	3	5	1		8							
0,60	7	12	1 1			0					-	
0,90	8	13		1.00								
1,20	4	7]	1,00	8"							
1,50	3	5]									
1,80	3	5			I I							
2,10	3	5		2,00				-				
2,40	3	5	1									
2,70	8	13	1									
3,00	23	38		3,00								
3,30	35	58]	0,00								
3,60	RIFI	UTO										
				4,00								
				Ê								
				±5.00 -								
				Prof. (m)								
			l l									
				0.00								
				6,00								
				7,00								
				8,00 -								
				0,00								
				9,00 -								
				10,00							-	

⁻ PENETROMETRO DINAMICO tipo PAGANI da 10t

⁻ Sistema di battitura - maglio kg 73

SCPT 4

7/11/2005

piano campagna

- data:

- quota inizio:

- prof. falda:

- commitente:

Sig. Grassi

- lavoro: - località: Costruzione villa

Uboldo (VA)

LITO-

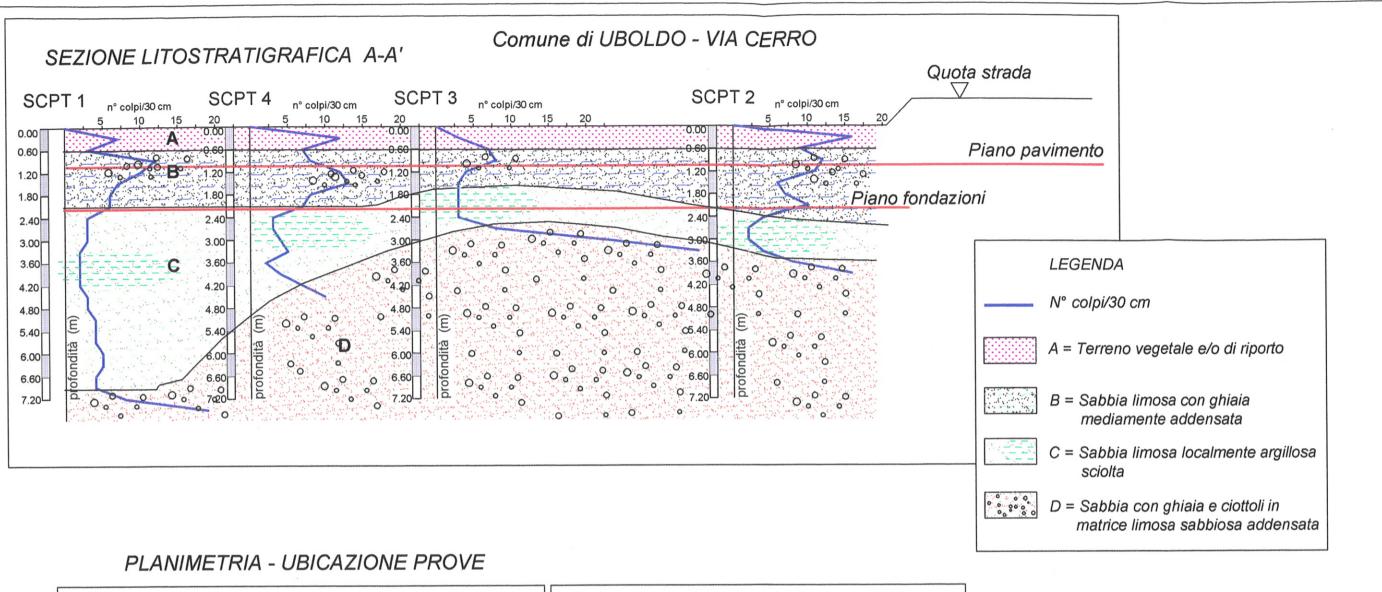
- note:

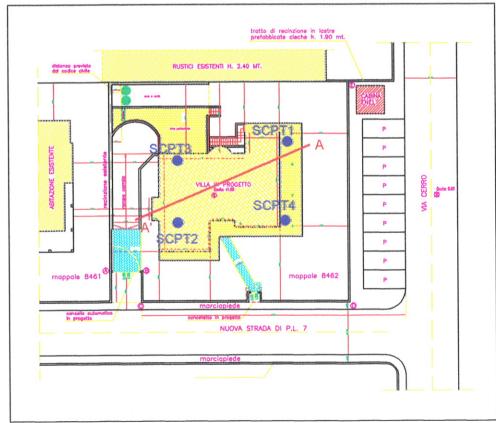
Prof N°30 Nspt n° colpi n° colpi STRATIGRAFIA m 0,00 0 0 0,30 12 20 0,60 12 0,90 8 13 1,20 12 20 1,50 13 22 1,80 13 8 2,10 12 2,40 3 5 2,70 3 5 3,00 4 3,30 5 8 3,60 2 3 3,90 4 7 4,20 12 4,50 17 10 RIFIUTO

GRAFICO N30 (n° colpi) 40 0,00 1,00 2,00 3,00 4,00 Prof. (m) 6,00 7,00 8,00 9,00 10,00

⁻ PENETROMETRO DINAMICO tipo PAGANI da 10t

⁻ Sistema di battitura - maglio kg 73





Legenda

Prova penetrometrica dinamica (Scpt 1)

Traccia sezione litostratigrafica

INDAGINI GEOTECNICHE A SUPPORTO DEL PROGETTO DI COSTRUZIONE DI UNA VILLA IN VIA CERRO

TAVOLA 2
SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA
scala vert. 1:100
PLANIMETRIA - UBICAZIONE PROVE
disegno non in scala

Committente:

novembre 2005

Data:

Elaborato:

File:

EGOGIS ... Coolog/n
Interest lasgrologis
Geotecnica

AutoCAD LT 2004 serial No 341-02581989

EcoGis2005/Uboldo (VA)

Disegnatore: P.Negro