

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA
COMUNE DI STRESA

Committente:

Fondazione Villa Palazzola

Progetto:

Restauro conservativo e ampliamento Villa Palazzola

**RELAZIONE GEOLOGICO-IDROGEOLOGICA
A SEGUITO DI INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Dott. Geol. Evamaria Graziotto

Lesa, Dicembre 2006

INDICE

PREMESSA	pag. 2
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	pag. 2
2. GENERALITA' SUL METODO DI PROSPEZIONE E DI INTERPRETAZIONE	pag. 2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO	pag. 4
4. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO DESUNTE DAI SONDAGGI	pag. 5
5. IDROGEOLOGIA	pag. 6
6. PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC	pag. 7
7. PARAMETRI GEOTECNICI RICAVABILI DA PROVE PENETROMETRICHE	pag. 8
8. CONCLUSIONI	pag. 9
BIBLIOGRAFIA CITATA	pag. 11
TAVOLA 1. COROGRAFIA DELL'AREA DI INTERVENTO	
TAVOLA 2. UBICAZIONE SONDAGGI	
TAVOLA 3. RELAZIONE TRA NSPT E DENSITA' RELATIVA	
TAVOLA 4. RELAZIONE TRA NSPT E ANGOLO DI ATTRITO	
TAVOLA 5. RELAZIONE TRA NSPT E PROPRIETA' DELLE SABBIE	
ALLEGATO 1. DESCRIZIONE LITOSTRATIGRAFICA DI DETTAGLIO DEI CAMPIONI	
ALLEGATO 2. PROVE SCPT	
ALLEGATO 3. PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC	
ALLEGATO 4. MONITORAGGIO QUOTE PIEZOMETRICHE	
ALLEGATO 5. MODELLO GEOLOGICO: COLONNE LITOSTRATIGRAFICHE E CORRELAZIONI	

PREMESSA

La Fondazione Villa Palazzola il 5 Dicembre 2006, ha affidato alla scrivente l'incarico di redazione di relazione geologica finalizzata alla definizione di un modello geologico del sottosuolo di un'area posta immediatamente a occidente della Villa Palazzola a Stresa, per la stesura di un bando di gara per l'affidamento della progettazione del restauro della villa stessa comprendente una sala congressi semi-ipogea per fruizione pubblica in occasione di concerti e avvenimenti simili. Sono stati quindi eseguiti tre sondaggi a carotaggio continuo, sei prove penetrometriche dinamiche continue con penetrometro superpesante Pagani, venticinque prove puntuali SPT nei fori di sondaggio con dispositivo a sgancio automatico, tre prove di permeabilità tipo Lefranc, finalizzate alla ricostruzione della sequenza litologica caratterizzante il sottosuolo, il relativo modello geologico, e la presenza e profondità della falda acquifera.

La profondità dei sondaggi a carotaggio continuo tiene conto delle caratteristiche tipologiche del piano fondale di progetto di massima. I carotaggi sono stati ubicati opportunamente distanziati in modo da ricoprire l'intera area prevista per l'intervento. La relazione definisce quindi le condizioni naturali di massima atte alla formulazione di un modello geologico che riduca al minimo le incognite da un punto di vista geologico.

Date le condizioni premesse, non era quindi ancora possibile procedere al calcolo dei parametri geotecnici relativi al rapporto opera - terreno, non essendo infatti ancora definita nè la profondità del piano di fondazione nè l'ubicazione precisa.

1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

La zona oggetto di studio si sviluppa in destra idrografica del Torrente Roddo, nell'area compresa tra la sponda lacustre, quota 196 m. s.l.m. e la S.S. 33 del Sempione, quota 210 m. s.l.m., nel Comune di Stresa, Provincia del VCO. Nello specifico, l'area interessata dai sondaggi è compresa tra le quote 204 e 206 m. s.l.m., all'interno del terreno di pertinenza di Villa Palazzola.

L'ubicazione dell'area è riportata nella Tav. n° 1, mentre la Tav. n° 2 definisce l'ubicazione dei sondaggi effettuati rispetto all'edificio.

2. GENERALITA' SUL METODO DI PROSPEZIONE E DI INTERPRETAZIONE

Per l'esecuzione delle prove citate in premessa, sono state utilizzate diverse apparecchiature. Nei sondaggi a carotaggio continuo si è operato tramite una Sonda Atlas A66R installata su un camion a 3 assi Eurotrakker, coppia 13000 Nm, spinta/tiro 9000 kg, morse 300 mm, con ralla e pompa per fanghi TR200 (Foto 1).

La tecnica di sondaggio utilizzata è a carotaggio continuo per consentire un recupero completo dei campioni per arrivare successivamente ad un'adeguata descrizione e caratterizzazione dei terreni indagati. Trattandosi di terreni a supporto granulare e quindi sciolti, il sostentamento della parete del foro è stato assicurato dall'infissione di una tubazione di rivestimento provvisoria di diametro adeguato (152 mm). Tutto il materiale carotato è stato riposto in cassette catalogatrici munite di 5 scomparti della lunghezza di m 1.00, su cui sono state scritte le progressive di avanzamento sondaggio e il numero del sondaggio stesso. Le carote prelevate sono state descritte direttamente in situ man mano che venivano sistemate nelle cassette. Le cassette munite di coperchio sono state deposte alla fine della catalogazione all'interno della villa stessa.

Per la definizione del livello statico della falda nei punti dei sondaggi geognostici, sono stati installati tre piezometri di tipo a tubo aperto da 2", fenestrato dal fondo fino a quota - 3 m da piano campagna e cieco per i restanti 3 m. Il filtro è costituito da ghiaietto siliceo, lavato e calibrato, di diametro 3-4,5 mm. Per la formazione dei tappi impermeabili si è usata bentonite in pastiglie precomprese. Al fine di determinare la corretta profondità del livello della falda presente si è proceduto al rilevamento del livello freatico durante il sondaggio con rilievo diretto. Si è ritenuto opportuno protrarre nel tempo le misure piezometriche per osservare le variazioni del livello di falda dopo eventi meteorici rilevanti. Queste misure avvengono mediante freatimetro elettrico munito di cavo metrato inestendibile e fanno parte del presente lavoro. Tali letture sono state inserite nel modello stratigrafico.

Per le prove penetrometriche è stato utilizzato un penetrometro dinamico pesante DPSH MEARDI AGI motorizzato e cingolato (Foto 2). Si vuole precisare che i dati ricavati tramite lo strumento in questione sono in tutto paragonabili a quelli della prova SPT (Standard Penetration Test) in foro di sondaggio. La prova penetrometrica dinamica (DP) consiste nell'infingere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di aste successive. L'infissione avviene per battitura facendo cadere da un'altezza costante un maglio di peso predefinito. Si contano quindi i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita, in questo caso ogni 30 cm la resistenza del terreno è funzione inversa della penetrazione per ciascun colpo di maglio e diretta del numero di colpi (N_{DP}) per una data penetrazione.

La prova penetrometrica dinamica ha una grande diffusione per la sua semplicità di esecuzione. Infatti, come noto, la penetrazione dinamica di punte coniche battute nel terreno, in assenza di attrito laterale, consente il riconoscimento dei terreni attraversati. Il maggior ostacolo alla precisione del metodo deriva tuttavia dalla difficoltà ad isolare la componente della resistenza dovuta all'attrito laterale del terreno lungo la batteria di aste. Per ovviare a questo inconveniente si utilizzano punte con diametro maggiore rispetto a quello delle aste.

Le caratteristiche del penetrometro utilizzato sono le seguenti:

- diametro della punta = 51 mm
- angolo della punta = 60°
- sezione della punta conica = 20 cmq
- diametro delle aste = 32 mm
- lunghezza unitaria delle aste = 90 cm
- peso unitario delle aste = 5,6 kg
- peso del maglio = 63,5 kg
- altezza di caduta = 760 mm
- penetrazione di riferimento = 300 mm

Per quanto riguarda la qualità delle perforazioni e i controlli di qualità, bisogna menzionare che le operazioni di perforazione sono state condotte da una squadra composta da un operatore di macchina avente più di 10 anni di esperienza nel campo delle indagini geognostiche e da un aiutante di macchina. L'assistenza tecnica e la responsabilità dei sondaggi è comunque a cura del geologo scrivente che è stato presente a tempo pieno per ogni prova effettuata. E' stata inoltre controllata periodicamente l'idoneità e l'integrità degli utensili e attrezzature utilizzate.

Come riferimenti per i sondaggi e per la loro analisi ci si è basati su:

- ASTM C 127-88 Standard Guide for Investigating and Sampling Soil and Rock.
- ASTM D 2487-92 Standard Classification of Soils for Engineering Purposes (Unified Soil Classification System).
- ASTM D 2488-90 Description and Identification of Soils (Visual-Manual Procedure).
- ASTM D 2113-83 (87) Standard Practice for Diamond Core Drilling for Site Investigation.
- ASTM D 4220-89 Practices for Preserving and Trasporting Soil Samples.

Per l'esecuzione delle prove S.P.T. valgono le seguenti norme:

- ASTM D1586-67(74) e ASTM D1586-84: Standard Method for Penetration Test and Split-Barrel Sampling of Soils.
- ASTM D4633-86: Standard Test Method for Stress Wave Energy Measurement for Dynamic Penetrometer Testing Systems.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

Le indagini geognostiche nella zona oggetto dello studio erano da ritenersi fondamentali perchè nell'area non sono presenti significativi affioramenti in quanto zona urbanizzata e sub-pianeggiante. E' possibile avere informazioni sulla natura dei terreni in un'area molto limitata nel letto del Torrente Roddo a monte della S.S. 33 del Sempione. Le osservazioni nelle zone limitrofe nonché le conoscenze pregresse dalla scrivente, maturate in una lunga esperienza sulla geologia e geomorfologia dei luoghi, hanno permesso di portare le seguenti osservazioni. I terreni circostanti

l'area di intervento sono costituiti solo da coperture quaternarie. L'evoluzione del territorio che qui viene presa in esame è infatti molto recente da un punto di vista dei tempi geologici, per il fatto che i depositi caratterizzanti questa parte di Stresa appartengono ad una ampia conoide alluvionale, indirettamente databile al Pleistocene superiore-Olocene (< 350.000 anni fa). Durante questo periodo infatti, gli eventi geologici principali sono ascrivibili alle fasi di modellamento e deposizione nell'ambito degli episodi glaciali, interglaciali e post-glaciali, le cui età sono state recentemente ricostruite in zona da Tibaldi et al. (2004) e Graziotto et al. (2005). Due fasi di modellamento glaciale e relativi depositi sono state individuate: una risalente a 180-120 ka BP e una a 40-25 ka BP. A questa ha fatto seguito il periodo post-glaciale caratterizzato dall'innalzamento delle temperature con conseguente rilascio di ingenti quantità d'acqua derivanti dalla fusione delle lingue glaciali del sistema del Verbano che occupavano la conca in cui ora è insediato il Lago Maggiore, e i pendii prospicienti.

La piana di Stresa si sviluppa verso Nord-Est degradando dolcemente fino alla linea costiera del lago, che si trova a circa 100 metri in linea d'aria dalla zona dell'intervento in oggetto. Il dislivello tra la superficie topografica dell'area dell'intervento e la quota del livello medio del lago è di 10 m. La pendenza media della superficie topografica della conoide di Stresa è estremamente modesta (5°-8°). Le unità litologiche che costituiscono la conoide sono quindi ascrivibili a sequenze alluvionali fluviali post-glaciali potenzialmente di età molto diversa, che possono andare dalla fine del Pleistocene all'Olocene, fino a periodi preistorici. Le caratteristiche litotecniche saranno quindi diversificate in base all'età ed anche alle diverse tipologie fluviali torrentizie, all'apporto solido, alla natura dei materiali coinvolti, ecc.

4. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DEL SOTTOSUOLO DESUNTE DAI SONDAGGI

Sono state recuperate e catalogate tre carote corrispondenti ai sondaggi a carotaggio continuo S1, S2 e S3, riportati in dettaglio nelle colonne stratigrafiche dell'allegato n° 1. Le carote hanno raggiunto rispettivamente una profondità di -15, -20, e -15 m al di sotto del piano campagna. Come già ricordato, la profondità dei sondaggi viene valutata tenendo conto delle caratteristiche tipologiche del piano di fondazione, della forma e delle dimensioni di massima, peraltro non ancora definite. Si prevede comunque la costruzione di una sala convegni sotterranea o seminterrata. I carotaggi sono stati ubicati opportunamente distanziati in modo da ricoprire l'intera zona su cui la committenza ha indicato come possibile area d'intervento. I sondaggi a carotaggio continuo sono stati accompagnati da prove penetrometriche e di permeabilità in foro che verranno descritte nei relativi successivi capitoli.

In tutti i sondaggi sono stati attraversati terreni incoerenti costituiti da depositi sedimentari non cementati e non litificati. La successione è caratterizzata da una

alternanza di prodotti a diversa granulometria, ma riconducibili per lo più a ghiaie medie o grossolane con matrice sabbioso-limosa. La correlazione di questi orizzonti non è perfetta, anche se i carotaggi sono stati fatti a distanze dell'ordine della decina di metri uno dall'altro, a causa delle eteropie di facies caratteristiche proprio di questi ambienti deposizionali.

Localmente nelle carote sono stati ritrovati limitati orizzonti più fini con granulometria dell'ordine dei limi sabbiosi o dei limi argillosi. Gli spessori di questi orizzonti sono comunque sempre dell'ordine di 10-12 cm.

5. IDROGEOLOGIA

L'area di studio appartiene alla zona pluviale del basso Verbano, caratterizzata da un deprecipitazione delle precipitazioni con valori medi intorno ai 1650 mm/anno. Il regime pluviometrico delle piogge mensili presenta un massimo nel mese di Ottobre, seguito da un secondo gruppo di valori simili nei mesi di Settembre, Aprile, Maggio e Giugno, e un minimo nel mese di Gennaio, calcolati sulla media dei valori mensili delle precipitazioni negli anni 1951-1993 (Barbanti, 1995). La variabilità delle condizioni meteorologiche legate alla stagionalità ha suggerito di monitorare l'area oggetto di studio per un periodo adeguato di mesi al fine di valutare le possibili oscillazioni della falda freatica. A tal fine sono stati collocati nei fori dei sondaggi tre piezometri che verranno ispezionati con regolarità e, tramite freatometro, verranno rilevate le oscillazioni dei livelli di falda.

La presenza e profondità della falda è stata comunque valutata durante le fasi di sondaggio. La raccolta e analisi diretta delle carote durante i sondaggi da parte della scrivente ha permesso di stabilire la profondità di risalita capillare e del terreno saturo. Queste osservazioni indicano che la risalita capillare è estremamente limitata data la granulometria dominante grossolana (ghiaie). La zona satura inoltre è profonda, con valori all'atto del sondaggio di -11,80 m dal piano campagna nel carotaggio S1, -9,70 m nel carotaggio S2, e -11,80 m nel carotaggio S3. La diversa profondità della zona satura rinvenuta dipende anche dalla quota di riferimento del piano campagna; infatti il sondaggio VP2 si trova a quota inferiore di 1,5-2 m rispetto agli altri due.

I risultati della correlazione altimetrica corretta dei tre sondaggi sono esposti nell'allegato n° 5 dove si può anche osservare l'andamento della superficie di falda come rinvenuto nei giorni dei sondaggi.

La falda acquifera presente si può considerare in equilibrio con la falda del lago e le oscillazioni di quest'ultima influiranno direttamente con i livelli piezometrici dell'area indagata.

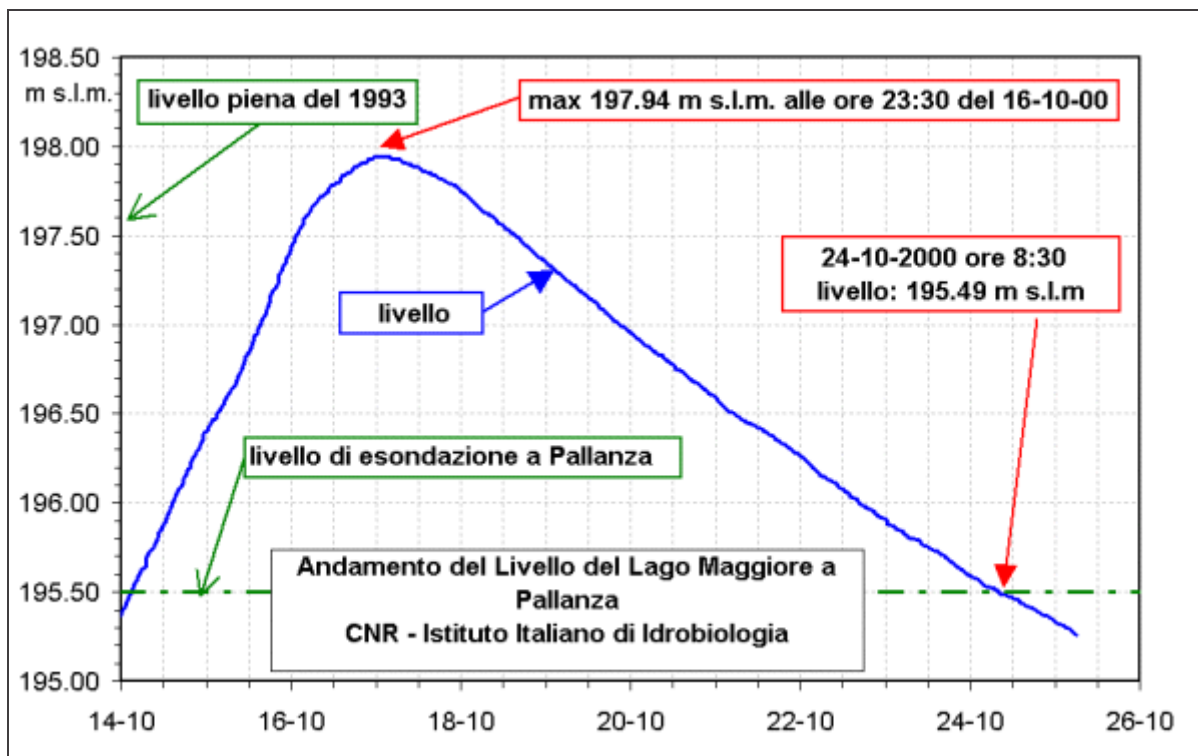
Alla luce di ciò, si è valutato tramite i dati dell'Istituto Idrobiologico di Pallanza sui livelli di massima piena del lago, la quota sul livello del mare massima raggiunta in epoca storica:

1807: + 199.20 m s.l.m.
1868: + 200.00 m s.l.m.*
1993: + 197.60 m s.l.m.
2000: + 197.94 m s.l.m.

* Un innalzamento delle acque comparabile a quello del 1868 non è oggi possibile perchè la piena di quell'anno ha eroso in modo considerevole, abbassandola, la soglia di uscita dal Lago Maggiore a Sesto Calende.

Nella valutazione del massimo innalzamento del livello della falda in occasione di piena lacustre, nel sondaggio VP2 (quello più a valle) l'acqua potrà arrivare a - 6,30 m dal piano campagna.

Evoluzione del livello del lago durante la piena dell'Ottobre 2000:



6. PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC

Durante i sondaggi sono state eseguite tre prove di permeabilità a carico variabile tipo Lefranc. I fori di sondaggio sono stati rivestiti lungo tutto il tratto che non è oggetto d'indagine e si è lasciato libero un tratto finale di lunghezza pari a 1 - 1,5 m. Dopo un accurato lavaggio del foro si è riempito d'acqua fino al bordo

superiore del rivestimento, procedendo alla misurazione dell'abbassamento del livello dell'acqua per successivi intervalli di tempo si è così determinata la permeabilità del terreno.

I dati delle prove sono visibili in allegato n° 3, qui di seguito riassunti:

Sondaggio	Profondità tasca dal piano campagna (metri)	Descrizione Litologica	Permeabilità
VP1	13.50 – 15.00	- Ghiaia a matrice limoso-sabbiosa	$K \text{ (cm/s)} = 2.77 \cdot 10^{-5}$
VP2	13.50 – 15.00	- Ghiaia grossolana a matrice sabbioso-limosa	$K \text{ (cm/s)} = 3.28 \cdot 10^{-3}$
VP3	13.50 – 15.00	- Ghiaia fine a matrice sabbioso-limosa - Limo sabbioso con clasti	$K \text{ (cm/s)} = 4.02 \cdot 10^{-5}$

Nelle prove si è tenuto conto del fattore di forma della tasca filtrante, rapportando l'area filtrante al carico idraulico, secondo la formula

$$k = A \times DH/C \times Dt \times h$$

dove:

A area di base della tasca filtrante

DH differenza di carico idraulico

Dt intervallo di tempo corrispondente a DH

h carico idraulico corrispondente al tempo medio

C coefficiente di forma funzione della tasca di prova e in particolare del rapporto Diametro/Lunghezza.

7. PARAMETRI GEOTECNICI RICAVABILI DA PROVE PENETROMETRICHE

Nei seguenti paragrafi si daranno gli elementi base per l'interpretazione delle prove penetrometriche effettuate (Allegato 2), ricordando che i calcoli potranno essere fatti nel momento in cui si avrà un'indicazione della profondità del piano fondazione delle opere in progetto. Tutte le prove penetrometriche SCPT sono state fatte fino alla profondità limite possibile e hanno mostrato la presenza di orizzonti con valori molto diversi, coerentemente con le analisi litostratigrafiche effettuate tramite i carotaggi. La correlazione tra litostratigrafia e prove penetrometriche è risultata infatti molto buona. Oltre ai valori di densità relativa D_R e di angolo di attrito efficace Φ' , è possibile calcolare anche il Modulo elastico E, il Modulo di

compressibilità edometrica E_{ed} e i carichi ammissibili.

7.1 Densità relativa (D_R)

Per la valutazione della densità relativa si usa normalmente la correlazione di Gibbs e Holtz (1957) (Tavola 3) valida per sabbie quarzose normal-consolidate, non cementate e che tiene conto dell'influenza della pressione verticale efficace. Nell'utilizzo del grafico è necessario tenere conto che per $D_R < 70\%$ la densità ricavata dal grafico risulta tendenzialmente più alta del valore reale, mentre per bassi valori di pressione efficace $\sigma'_{vo} < 5$ kPa la densità relativa ricavata dal grafico risulta tendenzialmente troppo alta. Disponendo del valore normalizzato di NSPT $[(N_1)_{60}]$ la migliore correlazione tra resistenza alla penetrazione e densità relativa, risulta quella proposta da Terzaghi e Peck (1948) e da Skempton (1986):

0	15	35	50	65	85	100
Molto sciolta	Sciolta	Media	Addensata	Molto addensata		
0	3	8	15	25	42	58
$[(N_1)_{60}]$						

Ai valori ottenuti è necessario apportare una riduzione di 55/60 nel caso di sabbie fini ed un incremento di 65/60 nel caso di sabbie grossolane.

7.2 Angolo di attrito efficace Φ'

La correlazione proposta da De Mello (1971) (Tavola 4) consente la valutazione dell'angolo di attrito Φ' in base al valore di NSPT e dello sforzo efficace σ'_{vo} , presentando le stesse condizioni di validità della relazione proposta per la D_R da Gibbs e Holtz (1957). Per bassi valori di sforzo efficace ($\sigma'_{vo} < 10$ kPa) l'angolo di attrito risulta sopravvalutato, così come per valori di $\Phi' > 30^\circ$.

Nella Tavola 5 sono indicate le correlazioni tra NSPT e proprietà delle sabbie.

8. CONCLUSIONI

L'area circostante la Villa Palazzola (Stresa) destinata all'intervento di edificazione di una sala convegni in ipogeo o semi-ipogeo, è risultata essere costituita fino ad una profondità di 15-20 m da depositi sciolti con granulometria dominante delle ghiaie con matrice sabbioso-limosa. Le analisi dei campioni sistematicamente recuperati durante i 3 sondaggi a conservazione di nucleo, hanno permesso di osservare che sono inoltre presenti limitati strati decimetrici a granulometria più fine (limi argillosi e limi sabbiosi). Data la netta predominanza dei depositi grossolani sciolti rinvenuti, si porrà attenzione ad armare adeguatamente lo scavo di sottofondazione, come in ogni caso previsto dal D.M. 11/03/88 per scavi di altezza superiore a 1,5 m. Nell'ipotesi in cui la sala congressi sia progettata in

aderenza al corpo edificato esistente, è da prevedere un'armatura di sostegno per non inficiare la stabilità statica dell'edificio. Si suggerisce la formazione di una paratia di micropali di dimensionamento adeguato al carico.

Per quanto riguarda la presenza della falda acquifera, i sondaggi hanno manifestato un livello di falda posto a profondità di -11,80 m nel carotaggio S1, -9,70 m nel S2, -11,80 m nel S3 rispetto al piano campagna. Il controllo effettuato a distanza di 15 giorni dai sondaggi ha messo in luce un'oscillazione molto limitata della falda, nell'ordine di 45-85 cm (Allegato n° 4). Questa situazione può essere interpretata come dovuta alla presenza di depositi con permeabilità sufficiente da permettere un afflusso della falda del lago che durante le due misurazioni è salito di livello per le piogge copiose. La mancanza di importanti depositi a granulometria fine e quindi impermeabili fa sì che non si creino le condizioni di mettere in pressione la falda proveniente dal versante sovrastante. Ciò è anche dovuto alla morfologia del sito indagato, che si trova in posizione rilevata rispetto alla quota piezometrica che segue il naturale declivio del versante rispetto al lago.

Seppure il livello della falda individuata si collochi ad una profondità tale da consentire lo scavo in condizioni asciutte, fino ad una quota di -6,30 m dal piano campagna, il progetto dovrà comunque tenere conto di possibili oscillazioni freatiche anche importanti rispetto a quelle riscontrate nel breve arco di tempo in cui è stato possibile effettuare i controlli piezometrici. Eventi meteorologici particolarmente intensi potrebbero anche far risalire maggiormente il livello della falda, per cui è da prevedere, per scavi profondi più di 6 m l'uso di pompe per lavorare in condizioni asciutte ad allontanare quindi le acque percolanti dall'alto o di infiltrazione orizzontale.

In previsione di edificazioni in ipogeo, sia di parcheggi, sia di sala convegni, è da prevedere un'impermeabilizzazione completa dell'edificato tramite cavedio o trincea drenante a monte e adeguata copertura stagna delle fondamenta.

Si sconsiglia inoltre di porre eventuali entrate rivolte verso valle, quindi verso il lago, ad una quota inferiore ai 200 m s.l.m. cautelativamente, in quanto durante eventi meteorici particolarmente intensi e prolungati la risalita del lago è possibile fino a questa quota.

Lesa, 28 Dicembre 2006

Dott.ssa Geol. Evamaria Graziotto

BIBLIOGRAFIA CITATA

Barbanti L., 1995. Annuario 1994 dell'Osservatorio Meteorologico di Pallanza. CNR, Ist. It. Idrobiol. di Verbania Pallanza, V. 53, 74 pp.

Graziotto E., Tibaldi A., Rovida A. e Bedoni L.A., 2005. Deep-seated landslide evolution and dating by innovative techniques: the Scincina-Croce della Tola DGSD, Piemonte. MAEGS 14, Torino, 92-93.

Tibaldi A. et al., 2004. A giant deep-seated slope deformation in the Italian Alps studied by paleoseismological and morphometric techniques. *Geomorphology*, 58, 27-47.