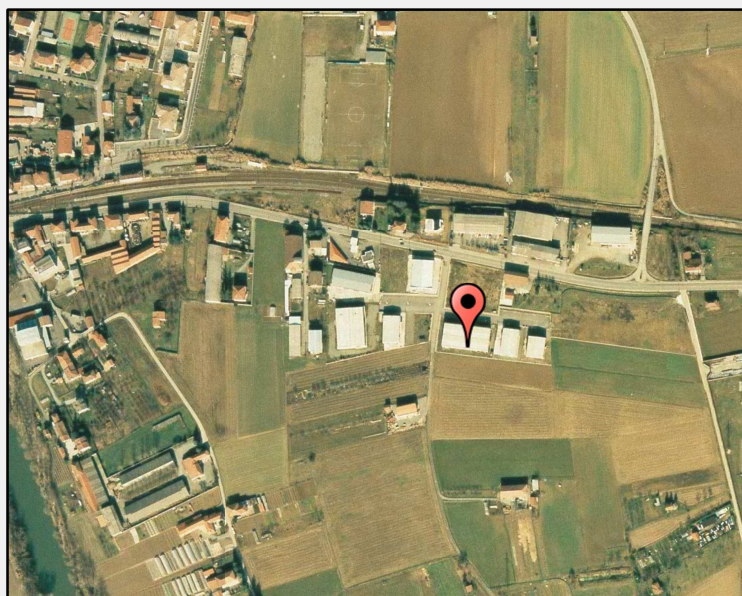


COMUNE DI [REDACTED]

Provincia di Alessandria

DITTA: [REDACTED]

OGGETTO: *Ampliamento fabbricato produttivo nell'area produttiva*
[REDACTED] (foglio 14,
mappali 679 e 550)



Rif. Uff. 452/12

RELAZIONE GEOLOGICA – GEOTECNICA - SISMICA

ai sensi del D.M. 14/01/2008

Bistagno, li 23/05/2012

Il geologo incaricato:

Visto il Progettista:

INDICE GENERALE

| | |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1. PREMESSE..... | 1 |
| 1.1. OGGETTO E FINALITA'..... | 1 |
| 1.2. INTERVENTO IN PROGETTO..... | 2 |
| 1.3. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO..... | 2 |
| 1.4. METODOLOGIA DI INDAGINE | 3 |
| 1.5. POSIZIONE DELL'AREA SUL P.R.G. (ELABORATI GEOLOGICI)..... | 3 |
| 2. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO..... | 4 |
| 2.1. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE..... | 4 |
| 2.2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE..... | 4 |
| 2.3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE..... | 4 |
| 3. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA | 5 |
| 3.1. RISULTANZE DELLE INDAGINI IN SITO..... | 5 |
| 3.2. PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI..... | 6 |
| 4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO..... | 7 |
| 4.1. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA..... | 7 |
| 4.1.1. FREQUENZA FONDAMENTALE (DI RISONANZA) DEL SITO..... | 8 |
| 4.1.2. PROFILO STRATIGRAFICO-SIMICO E PARAMETRO VS 30 | 9 |
| 4.2. PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO..... | 10 |
| 4.2.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE..... | 10 |
| 4.2.2. RISPOSTA SISMICA LOCALE (metodo semplificato)..... | 12 |
| 5. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI GEOTECNICHE | 15 |
| 5.1. FONDAZIONE NUOVO CORPO DI FABBRICA..... | 15 |
| 5.1.1. AZIONE SISMICA DI PROGETTO..... | 16 |
| 5.1.2. RESISTENZA DI PROGETTO (PALO SINGOLO)..... | 16 |
| 5.1.3. CEDIMENTO (PALO SINGOLO)..... | 18 |
| 6. CONCLUSIONI | 18 |

ALLEGATO 1 **PROVA PENETROMETRICA DINAMICA**

ALLEGATO 2 **INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA**

ALLEGATO 3 **DETERMINAZIONE VALORI CARATTERISTICI TERRENO**

ALLEGATO 4 **SCHEDA PARAMETRI SISMICI**

ALLEGATO 5 **SCHEDA PALO**

ALLEGATO 6 **ELABORATI GRAFICI**

- | | | |
|----------|----------------------------------|----------------|
| • TAV. 1 | Corografia | Scala 1:10.000 |
| • TAV. 2 | Planimetria indagini | Scala 1:1.000 |
| • TAV. 3 | Sezione geologica interpretativa | Scala 1:200 |
| • TAV. 4 | Documentazione fotografica | |

1. PREMESSE

1.1. OGGETTO E FINALITA'

La presente indagine è stata eseguita al fine di:

- definire le caratteristiche geologiche, geotecniche e sismiche dei terreni siti in Località Torta del Comune di XXXXXXXXXXXX (AL) di proprietà della ditta XXXXXXXXXXXX interessati dalla realizzazione di un ampliamento di un fabbricato produttivo esistente;
- verificare la compatibilità di dette opere in relazione alla situazione geologica locale.

Essa contempla gli aspetti previsti dalle normative vigenti in merito quali:

- *D.M. LLPP 11/03/1988 n.47 "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";*
- *D.M. 14/01/2008 "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni";*
- *Norme Tecniche di Attuazione del P.R.G. del Comune di xxxxxx.*

1.2. INTERVENTO IN PROGETTO

Si prevede di realizzare un ampliamento sul lato sud di un fabbricato produttivo esistente.

Il nuovo corpo di fabbrica, da costruirsi in elementi prefabbricati in c.a.p. della stessa tipologia della struttura esistente, sarà edificato su un piano fuori terra ed avrà un ingombro in pianta di 40,10x14 metri e un'altezza alla gronda di 7,50m. A limite sud del lotto verrà eseguito un muretto a contenimento del riempimento necessario per raggiungere la quota del piano di calpestio richiesta.

Per ulteriori dettagli si rimanda alle tavole di progetto a firma dello Studio tecnico Ing. xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx.

1.3. UBICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'area in esame è situata a circa 0,5 chilometri a sud-est dell'abitato di XXXXXXo, in Località xxxxxx. Sulla Cartografia Ufficiale in scala 1:100.000 ricade sul Foglio 81 "Ceva", mentre sulla Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000 insiste sulla Sez. 194090 alle seguenti coordinate Gauss-Boaga (Roma40): N=xxxxxxxx m, E=xxxxxxxx m, (baricentro futuro fabbricato), ad una quota di circa 170 m s.l.m.m.

L'intervento in progetto interessa i mappali 550 e 679 del Foglio n.14 del comune di xxxxxx.

1.4. METODOLOGIA DI INDAGINE

Le indagini necessarie per la presente trattazione si sono svolte attraverso:

- lo studio stereoscopico dei fotogrammi aerei di un'ampia porzione di territorio (Reg. Piemonte, Alluvione 2000, foto a colori in scala 1/15.000)
- un rilevamento geologico di dettaglio per un notevole intorno;
- un'indagine geotecnica in sito (n. 1 prova penetrometrica dinamica continua);
- un'indagine geofisica rappresentata da una prova di sismica passiva a stazione singola;
- la consultazione degli elaborati dell'indagine geologica a corredo dello strumento urbanistico comunale.

1.5. POSIZIONE DELL'AREA SUL P.R.G. (ELABORATI GEOLOGICI)

Sulla zonizzazione geologica (Variante PRGI 2003 - Verifiche di compatibilità idraulica e idrogeologica dello strumento urbanistico – Tav. 7. Carta di Sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica), l'area di intervento ricade in *Classe I* definita come: "Porzioni di territorio caratterizzate da assenti o limitate problematiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche senza particolari limitazioni urbanistiche.... Gli interventi sia pubblici, sia privati, sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. LLPP 11/03/1988 n.ro 47".



Illustrazione 1: Estratto TAV.7 in scala 1:10.000 (Carta di Sintesi). Il cerchio rosso individua l'area di intervento

CLASSE I – art. 6

Porzioni di territorio caratterizzate da assenti o limitate problematiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche senza particolari limitazioni urbanistiche.

Gli interventi sia pubblici, sia privati, sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. LLPP 11/03/1988 n. 47



2. MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

2.1. CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

L'area oggetto di intervento, come del resto tutta la zona del concentrico, è situata su terreni appartenenti a pregresse deposizioni alluvionali, ormai relitte e pensili rispetto all'attuale alveo del fiume Bormida. Tali alluvioni, per la loro posizione morfologica e caratteristiche litostratigrafiche, possono essere ricondotte alla fase del Fluviale Medio (Pleistocene).

Possiedono, almeno per nei primi metri, una granulometria essenzialmente limosa; è però presumibile la presenza di livelli sabbiosi, sino a ghiaiosi in aumento con la profondità e in corrispondenza del contatto con il sottostante Substrato Terziario, che dovrebbe indicativamente trovarsi ad una profondità di circa una decina di metri.

Il substrato è costituito litotipi marnoso-siltosi e siltoso marnosi con intercalazioni di strati arenacei, appartenenti alla formazione delle *Marne di Cessole*.

Si tratta di rocce di origine sedimentaria derivanti dalla diagenesi di potenti deposizioni avvenute in ambiente marino in età Terziaria e più precisamente risalenti al periodo "*Langhiano*" (*Miocene medio*, circa 15 milioni di anni fa).

L'area oggetto di intervento risulta parzialmente urbanizzata e caratterizzata in superficie da terreni di riporto eterogeneo, per uno spessore di circa 1,50 metri.

2.2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Il sito oggetto di studio è ubicato in una zona a morfologia subpianeggiante che si imposta in corrispondenza di un vasto terrazzo fluviale in sinistra idrografica del fiume Bormida, ad una quota media di circa 170 m s.l.m.m.

Il suddetto terrazzo fluviale, ormai pensile e non più attivo (circa 15 m di dislivello rispetto all'attuale alveo del fiume Bormida), presenta una debole inclinazione verso l'asta fluviale principale.

L'area in oggetto non appare soggetta o potenzialmente soggetta a fenomeni e/o processi idrologici particolari, salvo il possibile verificarsi di modesti ristagni idrici superficiali in occasione di abbondanti precipitazioni.

2.3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE

L'assetto idrogeologico dell'area in esame è caratterizzato dalla presenza di una falda acquifera di tipo freatico, che si imposta all'interno del materasso alluvionale e a tetto del sottostante substrato Terziario.

La presenza dell'acquifero è essenzialmente dovuta alla bassissima, se non praticamente nulla, permeabilità per porosità del substrato marnoso, che impedisce l'infiltrazione dell'acqua in profondità.

Il livello piezometrico della falda, nell'area investigata e al momento delle indagini, si colloca ad una profondità di circa 3 metri dal piano campagna, come si è potuto accertare tramite misurazione diretta all'interno del foro di sondaggio della prova penetrometrica.

Tale falda viene naturalmente drenata dall'asta fluviale del fiume Bormida, trovandosi quest'ultimo ad una quota di circa 15 metri inferiore rispetto al piano campagna dell'area in oggetto. Per tale motivo, la direzione di flusso della falda è presumibilmente diretta verso Sud.

3. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

3.1. RISULTANZE DELLE INDAGINI IN SITO

La stratigrafia e le caratteristiche geotecniche puntuali dei terreni oggetto di intervento sono state esplorate con il supporto di 1 prova penetrometrica dinamica, ubicata in corrispondenza del lato sud del nuovo corpo di fabbrica (cfr. posizione su tav.2 e foto di tav.3).

L'indagine è stata effettuata con penetrometro dinamico di tipo medio mod. *Deep Drill DM30* attrezzato con punta da 10 cmq. Le relative caratteristiche tecniche sono riportate, unitamente al tabulato della prova eseguita, all'interno dell'*Allegato 1* a cui si rimanda per ulteriori dettagli. La resistenza media del terreno, in assenza di ostacoli ed impedimenti locali, è direttamente proporzionale al numero di colpi (N_{10}) del maglio necessari per una infissione di 10 cm della punta del penetrometro. Tale dato è stato rapportato, mediante un fattore di correzione strumentale (coefficiente teorico di energia), al numero dei colpi $N_{(30)}$ della prova Standard SPT (Standard Penetration Test).

La prova suddetta ha raggiunto una profondità di investigazione di 5,80 m ed è stata protratta fino al "rifiuto all'avanzamento" della punta dello strumento dovuta alla presenza di terreni particolarmente compatti rappresentati presumibilmente da *ghiaie addensate*.

La stratigrafia presunta riscontrata nella prova e riportata nella scheda dell'*Allegato n. 1*, viene riassunta nella seguente tabella:

| Prova penetrometrica 1 | | | | |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|
| Ubicazione: lato sud ampliamento in progetto | | | | |
| Strato n. | Intervalli di profondità (m) | Caratteristiche litostratigrafiche presunte | Stato | N_{spt} medio |
| 1 | 0,00-3,30 | Limo | Poco addensato | 4,84 |
| 2 | 3,30-5,70 | Ghiaia e sabbia | Addensato | 31,23 |

All'interno del foro di indagine, attrezzato successivamente con canna piezometrica, si è rilevata la presenza di acqua libera (falda acquifera) nel terreno ad una profondità di 3,30m.

3.2. PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

I valori dei parametri geotecnici sono stati ricavati in modo empirico attraverso relazioni note dalla bibliografia corrente che utilizzano essenzialmente il valore N_{spt} ottenuto nelle prove penetrometriche dinamiche di cui al paragrafo precedente.

Esistono varie formule empiriche in letteratura e quelle indicate di seguito, che sono state utilizzate, a parere dello scrivente, sono da ritenersi appropriate alle condizioni della zona studiata.

Angolo di attrito (φ)

Formula di *Owasaki & Iwasaki (1959)* - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie

$$\varphi' = (20N_{spt})^{0,5} + 15$$

Modulo edometrico (Ed)

Formula di *Menzebach e Malcev* - valida per le sabbie in genere, unità di misura in Kg/cm²

$$Ed = 4.46 N_{spt} + 38$$

Modulo elastico (Y)

Formula di *Bowles (1982)*

Peso di volume naturale

Formula di *Meyerhof ed altri*.

Nella progettazione geotecnica occorre fare riferimento al "valore caratteristico", che secondo le indicazioni del D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) deve intendersi una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite¹ considerato.

Per la determinazione del "valore caratteristico" relativo a ciascun parametro geotecnico (in questo caso l'angolo di attrito, modulo edometrico e modulo elastico) si è scelto un approccio probabilistico delle grandezze misurate (derivanti dall'elaborazione del numero di colpi riferito ad ogni 10 cm profondità delle prove penetrometriche eseguite).

L'Eurocodice7 indica come probabilità di non superamento la soglia del 5% (quinto percentile)². La scelta di tale valore (cautelativo) è coerente con le indicazioni degli eurocodici e della normativa nazionale (NTC 2008).

Occorre inoltre fare una distinzione, ossia se ci si trova di fronte o meno a compensazione delle resistenze del terreno. Più chiaramente si ha compensazione delle resistenze quando in un intervento è coinvolto un elevato volume di terreno con possibile compensazione delle eterogeneità (es. capacità portante fondazioni con ampia superficie di appoggio quali travi rovesce o platee sufficientemente rigide, verifiche di stabilità globale); in tal caso il valore caratteristico scelto dovrà essere prossimo a quello medio (o meglio corrispondente al 5° percentile della media) misurato all'interno del volume significativo. Viceversa non si ha compensazione quando è coinvolto un volume ristretto di terreno (es. capacità portante di fondazioni isolate come i plinti, verifica a scorrimento nei muri di sostegno); in tal caso il

¹ per stato limite si intende una particolare condizione di cimento di un'opera nella quale si raggiunge uno stato (insieme di sollecitazione e di spostamento) tale da compromettere un particolare aspetto funzionale dell'opera.

² valore al di sotto del quale ci si può attendere che si collochi non più del 5% dei risultati ottenibili da una serie illimitata di prove

valore caratteristico dovrà essere assunto prossimo a quello minimo (5° percentile della "popolazione").

Per quanto riguarda la stima del peso di volume si ritiene corretto assumere il valore medio (ricavato dal N_{spt} medio di ciascun strato) senza ricorrere ad elaborazione di tipo statistico.

Sulla scorta dell'indagine geotecnica (prova penetrometrica) è stato possibile definire un profilo stratigrafico-geotecnico rappresentato da due UNITA' LITOLOGICHE a cui si propone di associare i seguenti parametri geotecnici caratteristici elaborati all'interno dell'Allegato n.3:

| Unità Litologica I – Limo | | | | | |
|----------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>Resistenze</i> | <i>Peso di volume</i> [kN/m ³] γ_k | <i>Angolo di resistenza al taglio</i> [°] ϕ_k | <i>Coesione drenata</i> [kPa] c_k | <i>Modulo edometrico</i> [kPa] Ed_k | <i>Modulo elastico</i> [kPa] Y_k |
| NON Compensate | 17,16 | 20,12 | 0 | 3919,16 | 1930,82 |
| Compensate | 17,16 | 23,73 | 0 | 5147,97 | 2969,55 |

| Unità Litologica II – Ghiaia e sabbia | | | | | |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------|---------------------------------------------|------------------------------------------|
| <i>Resistenze</i> | <i>Peso di volume</i> [kN/m ³] γ_k | <i>Angolo di resistenza al taglio</i> [°] ϕ_k | <i>Coesione drenata</i> [kPa] c_k | <i>Modulo edometrico</i> [kPa] Ed_k | <i>Modulo elastico</i> [kPa] Y_k |
| NON Compensate | 21,08 | 34,05 | 0 | 22099,75 | 27403,6 |
| Compensate | 21,08 | 38,6 | 0 | 33899,47 | 40464,37 |

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

4.1. INDAGINE DI SISMICA PASSIVA A STAZIONE SINGOLA

Consiste nella misurazione del *microtremore ambientale*³ nelle sue tre componenti spaziali (x, y e z opp. E-W, N-S e Up-Down) a varie frequenze per mezzo di un registratore sismico (tromografo o tromometro).

Dall'analisi delle componenti spettrali delle tracce registrate è possibile:

- ricavare la frequenza fondamentale (o di risonanza) del sito;
- ottenere un'interpretazione del profilo stratigrafico-sismico ad elevata profondità con stima sulla profondità del bedrock (substrato sismico o litologico) e del parametro VS30 (velocità media delle onde S – di taglio – nei primi 30 metri di profondità).

La strumentazione utilizzata per la registrazione (tempo di acquisizione minimo di 20 minuti per prova) è costituita da un tromografo digitale (TROMINO della MICROMED S.p.a) dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati sul piano orizzontale (N-S e E-W) e sul piano

³detto anche *rumore sismico*, sono movimenti minimi (nell'ordine di 10^{-2} – 10^{-6} mm) del terreno presenti in qualsiasi punto della superficie terrestre, e consiste per lo più nelle onde di superficie (onde di Rayleigh e onde di Love) prodotte dall'interferenza costruttiva delle onde P ed S negli strati superficiali. Il rumore sismico viene prodotto principalmente dal vento e dalle onde del mare, ma anche (alle frequenze più alte) da sorgenti di carattere antropico come ad esempio industrie e traffico veicolare.

verticale (Up-Down). I dati di rumore, amplificati e digitalizzati, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz ritenuta la più indicata per la tipologia di indagine⁴.

Per l'Analisi spettrale delle tracce e la modellazione si è utilizzato uno specifico software dedicato (Grilla della MICROMED S.p.a), conforme alle direttive fornite dal progetto di ricerca europeo SESAME.

Di seguito viene descritto il procedimento e vengono espresse considerazioni relative al sito in esame. Per i dettagli grafici e numerici relativi alla prova si rimanda alla consultazione dell'Allegato n. 2.



Illustrazione 2:
Posizionamento del tromografo sul terreno. L'accoppiamento strumento - terreno è garantito dall'infissione di particolari "piedini".

4.1.1. FREQUENZA FONDAMENTALE (DI RISONANZA) DEL SITO

La prova sismica passiva a stazione singola mette in luce le frequenze alle quali il moto del terreno viene amplificato per risonanza stratigrafica⁵, in quanto il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione. Un suolo vibra con maggiore ampiezza a specifiche frequenze (per l'appunto di risonanza) non solo quando è eccitato da un terremoto ma anche quando è eccitato da un tremore di qualsiasi origine. Questo fa sì che la misura delle frequenze di risonanza dei terreni sia possibile ovunque ed in modo semplice, anche in assenza di terremoti.

Le frequenze a cui si manifesta la risonanza sono descritte dalla relazione: $f=V_s/4h$ (formula semplificata) dove V_s è la velocità delle onde di taglio nello strato che risuona e h è lo spessore di detto strato.

La prova, comunemente nota con il termine H/V o HVSR (rapporto tra le componenti spettrali orizzontali H e verticale V) fu applicata per la prima volta da Nogoshi e Igarashi (1970) e resa popolare da Nakamura (1989).

Infatti è proprio dal grafico del rapporto tra le componenti spettrali orizzontale e verticale (cfr. Illustrazione 3) che viene evidenziata la frequenza (o più frequenze se si è in presenza di

⁴Il Tromino può essere utilizzato anche per applicazioni ingegneristiche su strutture quali analisi modali e analisi di vibrazioni

⁵Si ha risonanza stratigrafica quando si è in presenza di terreni di copertura con spessore superiore a tre metri su di un substrato rigido.

un profilo stratigrafico multistrato con contrasti di impedenza⁶ significativi) attraverso un "picco" della curva (in genere dovuto ad un minimo della componente verticale, riscontrabile negli spettri delle singole componenti – cfr. Allegato 2 Figura 2).

La frequenza fondamentale del sito è da intendersi quella corrispondente al picco più elevato (maggiore effetto di risonanza).

Nel caso specifico, la prova eseguita nel sito in esame evidenzia un picco piuttosto evidente⁷ alla frequenza di **11,44 Hz (frequenza fondamentale)**.

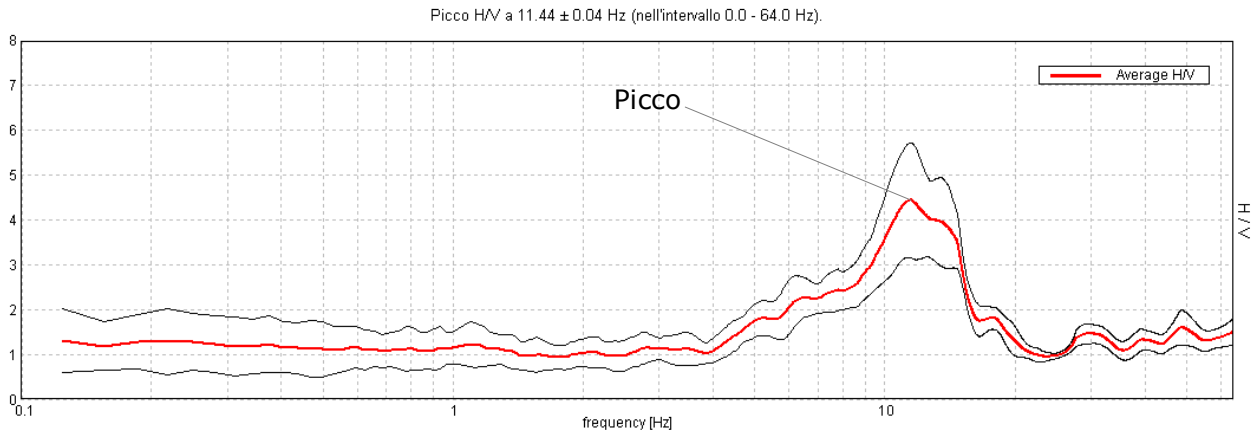


Illustrazione 3: Rapporto spettrale orizzontale su verticale

La frequenza principale di risonanza del sottosuolo costituisce un parametro fondamentale per i progettisti, i quali devono evitare, o se non è possibile quanto meno tenere in debita considerazione nel dimensionamento delle strutture, i fenomeni di "doppia risonanza"⁸ che costituiscono la vera causa delle distruzioni generate da un terremoto.

4.1.2. PROFILO STRATIGRAFICO-SIMICO E PARAMETRO VS 30

La legislazione antisismica adotta come parametro fondamentale per la stima degli effetti di sito la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, parametro comunemente chiamato *Vs30*. Stime di *Vs30* sono perciò necessarie quasi ovunque per la microzonazione sia a grande scala, che alla scala dei singoli edifici.

Poiché la misura di *Vs30* utilizzando le tecniche di prospezione classica *cross-hole* e *down-hole* (tecniche di simica attiva in foro) è molto costosa, è sempre più comune l'uso di metodi alternativi, generalmente basati su misure di tipo passivo. Una tecnica per la misura di *Vs30* veloce ed economica che fornisce valori con approssimazioni accettabili, è basata sulla inversione dei rapporti spettrali del tremore sismico (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR) registrato da una stazione singola (cfr. paragrafo precedente). La curva sperimentale HVSR viene "fittata"⁹ con una curva teorica usando come vincolo lo spessore dello strato più superficiale (o altro orizzonte il cui picco H/V è individuabile sulla curva sperimentale) di

⁶ Rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso

⁷ Il picchio risulterà maggiormente evidente quanto più risulta marcato il contrasto di impedenza tra i due mezzi

⁸ coincidenza delle frequenze di vibrazione proprie del sottosuolo con quelle degli edifici (o altre strutture) che causa un'ulteriore amplificazione sismica con conseguente aumento della sollecitazioni.

⁹ In gergo significa *adattare* approssimando il più possibile la curva del modello teorico con quella sperimentale (misurata)

sottosuolo (generalmente noto dalle indagini geotecniche necessarie per legge per ogni progettazione edilizia, che nel presente caso sono rappresentate dalla prova penetrometrica dinamica), basandosi sulla nota equazione che lega la frequenza di risonanza (f) allo spessore (h) dello strato e alla velocità delle onde di taglio (V_s): $f=V_s/4h$ (da cui $h=V_s/4f$)

Il fit della curva HVSR (cfr. Fig. 3 Allegato n.2) fornisce un modello stratigrafico-sismico (cfr. Fig. 4 – Allegato n.2) dell'andamento di V_s con la profondità riassunto nella seguente tabella:

| Litologia presunta | Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | V_s [m/s] | Rapporto di Poisson |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|-------------|-------------------------|
| Limo | 3.30 | 3.30 | 170 | 0.35 |
| Ghiaia e sabbia | 11.30 | 8.00 | 395 | 0.48 (H ₂ O) |
| Marne - Substrato | - | - | 500 | 0.35 |

da cui è possibile calcolare un $V_{s30}=389$ m/s attraverso la formula (media ponderata):

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum \frac{h_i}{V_{s_i}}}$$

dove h_i e V_{s_i} sono spessori e velocità dei singoli strati.

4.2. PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

4.2.1. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria di sottosuolo "A" e categoria topografica "T1" nelle NTC). Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La normativa (NTC 2008 – tabella 1) fornisce, per tutto il territorio nazionale, una griglia di valori (in dipendenza delle coordinate geografiche del punto) relativamente ai seguenti parametri che definiscono lo spettro di risposta elastico necessario per la determinazione delle azioni sismiche:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri assumono diversi valori a seconda del periodo di ritorno (T_r) dell'azione sismica a sua volta legato alla vita di riferimento dell'opera strutturale (V_R – cfr. § 2.4.3 NTC-08) e allo stato limite (cfr. § 3.2.1 NTC-08) considerato (cfr tabella c.3.2.I NTC seguente).

| | | |
|------------------------------------|-----|---------------------------------------------------------------|
| Stati Limite di Esercizio (SLE) | SLO | $(\dot{\gamma}) 30 \text{ anni} \leq T_R = 0,60 \cdot V_R$ |
| | SLD | $T_R = V_R$ |
| Stati Limite Ultimi (SLU) | SLV | $T_R = 9,50 \cdot V_R$ |
| | SLC | $T_R = 19,50 \cdot V_R \leq 2475 \text{ anni} (\dot{\gamma})$ |

Di seguito si riportano i parametri relativi al sito e all'opera strutturale in esame¹⁰:

COORDINATE GEOGRAFICHE SITO (ED50)

| | |
|-----------------|-----------|
| Latitudine [°] | 44,655412 |
| Longitudine [°] | 8,377709 |

DATI RELATIVI ALL'OPERA STRUTTURALE¹¹

| Dato | Valore | Descrizione |
|-------------------------------------------------------|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vita nominale opera strutturale V_N [anni] | ≥ 50 | 2. Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale |
| Coefficiente d'uso C_U : | 1,0 | II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti. |
| Vita di riferimento per l'azione sismica V_R [anni] | 50 | $V_R = V_N \times C_U$ |

¹⁰ Determinazione eseguita con l'applicativo on line **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

¹¹ Tali dati sono stati assunti dallo scrivente in base agli elementi progettuali in possesso. Eventuali variazioni potranno essere apportate dal progettista in base alle proprie considerazioni.

PARAMETRI SISMICI SU SITO DI RIFERIMENTO RIGIDO PER Tr ASSEGNATI

| Stato limite | | Tr [anni] | ag [g] | Fo [-] | Tc* [s] |
|-----------------------|----------------------------------|----------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|
| di esercizio (SLE) | Operatività (SLO) | 30 | 0,018 | 2,597 | 0,160 |
| | Danno (SLD) | 50 | 0,023 | 2,562 | 0,187 |
| Ultimo (SLU) | Salvaguardia della vita (SLV) | 475 | 0,051 | 2,600 | 0,293 |
| | Prevenzione collasso (SLD) | 975 | 0,063 | 2,665 | 0,311 |

4.2.2. RISPOSTA SISMICA LOCALE (metodo semplificato)

L'azione sismica, individuata nelle modalità di cui al paragrafo precedente, viene variata, nei modi precisati dalle NTC, per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche locali (amplificazione stratigrafica) e dalla morfologia della superficie (amplificazione topografica). Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Per un sito rientrante nelle categorie di sottosuolo A,B,C,D,E di cui alla tabella 3.2.II delle NTC, si può fare riferimento a un approccio semplificato (sono escluse le categorie di sottosuolo S1 e S2 descritte nella Tab. 3.2.III NTC08 e le strutture con periodo fondamentale di oscillazione superiore a 4 sec. per le quali occorrono studi specifici di RSL) che si basa sull'assegnazione di coefficienti di amplificazione predefiniti in base alla categoria di sottosuolo e a condizioni topografiche semplici.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato ad una categoria di sottosuolo ed una categoria topografica, è definito mediante l'accelerazione massima (a_{max}) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore di a_{max} può essere ricavato dalla relazione:

$$a_{max} = a_g \cdot S \cdot \eta$$

dove a_g è l'accelerazione massima su sito di riferimento rigido e S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_s \cdot S_T$$

essendo S_s il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V NTC08) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica (vedi Tab. 3.2.VI NTC),

e η è il fattore che altera lo spettro elastico per coefficienti di smorzamento viscosi convenzionali ξ diversi dal 5%, mediante la relazione : $\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55$

dove ξ (espresso in percentuale) è valutato sulla base di materiali, tipologia strutturale e terreno di fondazione (generalmente si assume $\xi = 5\%$ e quindi $\eta = 1$).

Altri parametri atti a definire le caratteristiche dello spettro elastico di risposta in accelerazioni delle componenti orizzontali del sito sono:

Ascisse (T=periodo di vibrazione)

$T_c = C_c \cdot T_c^*$ Periodo inizio tratto a velocità costante dove T_c^* è lo stesso periodo riferito al sito di riferimento rigido e C_c è un coefficiente in dipendenza della categoria di sottosuolo assegnata.

$T_B = T_c/3$ Periodo inizio tratto ad accelerazione costante

$T_D = 4,0a_g/g + 1,6$ Periodo inizio tratto a spostamento costante

Ordinate ($S_e(T)$ =accelerazione spettrale orizzontale)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_c \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_c \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_c T_D}{T^2} \right)$$

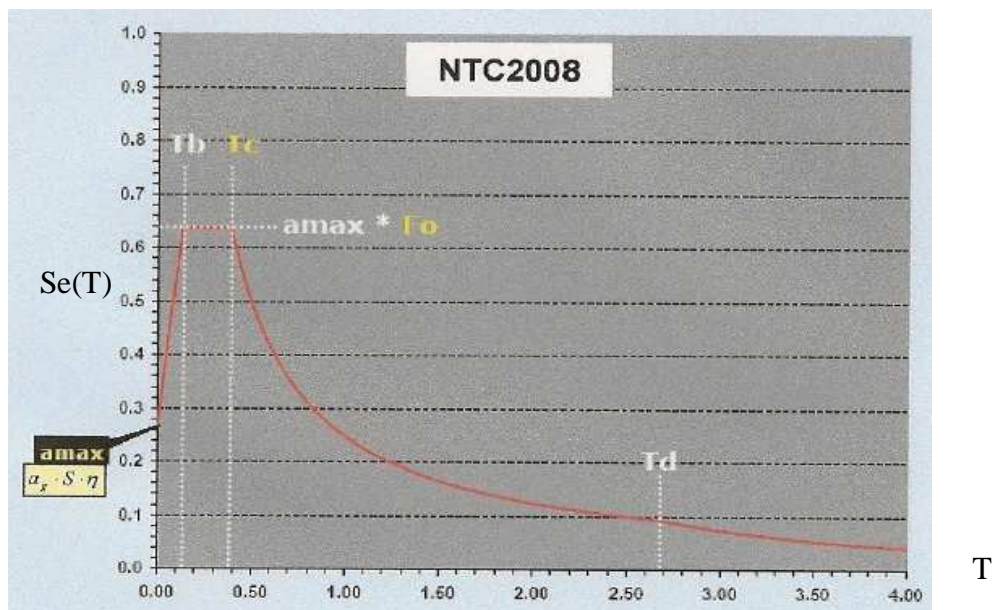


Illustrazione 2: Indicazione parametri spettro di risposta elastico

Di seguito si riportano i parametri assegnati al sito in esame:

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO (§ 3.2.2 NTC-08)

| Categoria | Descrizione | Amplificazione stratigrafica S_s |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|
| E | Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s). | 1,60 |

Anche se le V_{s30} ottenute dall'interpretazione della prova sismica risultano piuttosto elevate (389 m/s), un valore della frequenza di risonanza del sito di circa 11 Hz (frequenza di possibile interazione con strutture) e la presenza del substrato (anche se con $V_s < 800$ m/s) a quota inferiore di 20 m, consigliano cautelativamente di assumere la categoria su indicata.

CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (§ 3.2.2 NTC-08)

| Categoria | Descrizione | Amplificazione topografica S_T |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| T1 | Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$ | 1 |

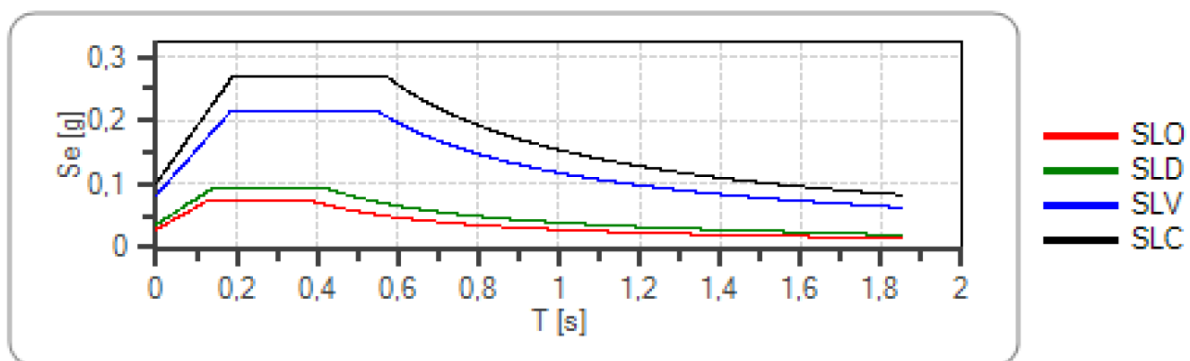
Essendo la morfologia del sito pianeggiante si ritiene corretto assegnare la categoria topografica su indicata.

VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA (§ 3.2.3 NTC-08)¹²

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

Coefficiente di smorzamento viscoso $\xi = 5\%$

Fattore che altera lo spettro elastico $\eta = 1,000$



| | cu | ag [g] | Fo | Tc* [s] | Ss | Cc | St | S | η | TB [s] | TC [s] | TD [s] | Se(0) [g] | Se(TB) [g] |
|-----|----|--------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|-----------|------------|
| SLO | 1 | 0,018 | 2,597 | 0,160 | 1,600 | 2,400 | 1,000 | 1,600 | 1,000 | 0,128 | 0,383 | 1,672 | 0,029 | 0,074 |
| SLD | 1 | 0,023 | 2,562 | 0,187 | 1,600 | 2,250 | 1,000 | 1,600 | 1,000 | 0,140 | 0,421 | 1,692 | 0,037 | 0,094 |
| SLV | 1 | 0,051 | 2,600 | 0,293 | 1,600 | 1,880 | 1,000 | 1,600 | 1,000 | 0,183 | 0,550 | 1,806 | 0,082 | 0,214 |
| SLC | 1 | 0,063 | 2,665 | 0,311 | 1,600 | 1,830 | 1,000 | 1,600 | 1,000 | 0,190 | 0,570 | 1,853 | 0,101 | 0,270 |

¹² Determinazione eseguita con l'applicativo on line **GeoStru PS** <http://www.geostru.com/geoapp>

5. VERIFICHE DELLA SICUREZZA E DELLE PRESTAZIONI GEOTECNICHE

5.1. FONDAZIONE NUOVO CORPO DI FABBRICA

Considerando:

- le non eccellenti caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali (Unità litologica I),
- la presenza di terreni eterogenei di riporto in una porzione del lotto di edificazione,
- la necessità dovuta al tipo di lavorazione (installazione di carro-ponte) di contenere eventuali cedimenti differenziali,

per il nuovo corpo di fabbrica si consiglia di prevedere fondazioni di tipo indiretto atte a trasferire le sollecitazioni a livelli più competenti presenti in profondità (Unità litologica II ghiaie e sabbie od eventualmente il sottostante substrato litoide), rappresentate da pali trivellati a grosso diametro (diametro minimo consigliato 0,80m) in corrispondenza delle varie colonne. Da notizie fornite dalla proprietà, tale tipologia di fondazione tra l'altro è già stata adottata per la porzione di fabbricato esistente.

Le valutazioni di seguito riportate sono state eseguite considerando l'azione sismica relativa allo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV) e adottando l'approccio di calcolo, identificato nelle N.T.C di cui al D.M. 14/01/2008 (paragrafo 6.4.2) come "Approccio 2", schematizzabile con la combinazione A1+M1+R3, dove quest'ultimi rappresentano i coefficienti parziali da applicarsi rispettivamente alle azioni (in questo caso ai carichi), ai parametri geotecnici ed alle resistenze. Più precisamente si deve fare riferimento alle seguenti tabelle riportate sulle N.C.T.2008:

Tabella 6.2.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.

| CARICHI | EFFETTO | Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E) | EQU | (A1) STR | (A2) GEO |
|-------------------------------------------|-------------|-----------------------------------------------------|-----|-------------|-------------|
| Permanenti | Favorevole | γ_{G1} | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | Sfavorevole | | 1,1 | 1,3 | 1,0 |
| Permanenti non strutturali ⁽¹⁾ | Favorevole | γ_{G2} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |
| Variabili | Favorevole | γ_{Qi} | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Sfavorevole | | 1,5 | 1,5 | 1,3 |

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

| PARAMETRO | GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE | COEFFICIENTE PARZIALE γ_M | (M1) | (M2) |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------|------|
| Tangente dell'angolo di resistenza al taglio | $\tan \phi'_k$ | $\gamma_{\phi'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Coesione efficace | c'_k | $\gamma_{c'}$ | 1,0 | 1,25 |
| Resistenza non drenata | c_{uk} | γ_{cu} | 1,0 | 1,4 |
| Peso dell'unità di volume | γ | γ_γ | 1,0 | 1,0 |

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

| Resistenza | Simbolo | Pali infissi | | | Pali trivellati | | | Pali ad elica continua | | |
|--------------------------|---------------|--------------|------|------|-----------------|------|------|------------------------|------|------|
| | γ_R | (R1) | (R2) | (R3) | (R1) | (R2) | (R3) | (R1) | (R2) | (R3) |
| Base | γ_b | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,7 | 1,35 | 1,0 | 1,6 | 1,3 |
| Laterale in compressione | γ_s | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,45 | 1,15 |
| Totale ^(*) | γ_t | 1,0 | 1,45 | 1,15 | 1,0 | 1,6 | 1,30 | 1,0 | 1,55 | 1,25 |
| Laterale in trazione | γ_{st} | 1,0 | 1,6 | 1,25 | 1,0 | 1,6 | 1,25 | 1,0 | 1,6 | 1,25 |

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

I parametri geotecnici caratteristici considerati sono quelli relativi alle resistenze non compensate (cfr. paragrafo 3.2).

Perché una fondazione (anche di tipo indiretto) sia verificata occorre che sia rispettata la condizione $E_d \leq R_d$, ove

E_d = azione di progetto (combinazione dei carichi)

R_d = valore della resistenza di progetto.

5.1.1 AZIONE SISMICA DI PROGETTO

Per la valutazione dell'azione sismica si è fatto riferimento al criterio di Sano in cui l'autore propone di diminuire l'angolo d'attrito degli strati portanti di una quantità data dalla relazione:

$$D_p = \arctg\left(\frac{A_{\max}}{\sqrt{2}}\right)$$

dove A_{\max} è l'accelerazione sismica orizzontale massima (cfr. paragrafo 4.2).

5.1.2 RESISTENZA DI PROGETTO (PALO SINGOLO)

Il valore della *resistenza di progetto* R_d (a compressione) si ottiene dividendo la *resistenza caratteristica* $R_{c,k}$ per un coefficiente di 1,35 la resistenza di base e per un coefficiente di 1,15 la resistenza laterale (cfr. tabella 6.4.II. NTC2008 – pali trivellati, su riportata)

Con riferimento alle procedure analitiche che prevedano l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito, il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}$ i fattori di correlazione ξ riportati nella Tab. 6.4.IV delle NTC, in funzione del numero di verticali di indagine:

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Tabella 6.4.IV – Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate.

| Numero di verticali indagate | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 7 | ≥ 10 |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|-----------|
| ξ_3 | 1,70 | 1,65 | 1,60 | 1,55 | 1,50 | 1,45 | 1,40 |
| ξ_4 | 1,70 | 1,55 | 1,48 | 1,42 | 1,34 | 1,28 | 1,21 |

La resistenza complessiva (resistenza calcolata $R_{c,cal}$) di un palo è data dalla sommatoria della resistenza di base (o alla punta) e della resistenza laterale (o del fusto)

Per il calcolo della resistenza alla punta si è utilizzato il metodo di *Berezantzev*.

L'autore, fondamentalmente, fa riferimento ad una superficie di scorrimento "alla Terzaghi" che si arresta sul piano di posa (punta del palo); tuttavia egli considera che il cilindro di terreno coassiale al palo ed avente diametro pari all'estensione in sezione della superficie di scorrimento, sia in parte "sostenuto" per azione tangenziale dal rimanente terreno lungo la superficie laterale. Ne consegue un valore della pressione alla base inferiore a γD , e tanto minore quanto più questo "effetto silo" è marcato, cioè quanto più grande è il rapporto D/B ; di ciò tiene conto il coefficiente N_q , che quindi è funzione decrescente di D/B .

La resistenza unitaria Q_p alla punta, per il caso di terreno dotato di attrito (ϕ) e di coesione (c), è data dall'espressione:

$$Q_p = c \times N_c + \gamma \times L \times N_q$$

Avendo indicato con:

γ peso unità di volume del terreno;

L lunghezza del palo;

N_c e N_q sono i fattori di capacità portante già comprensivi dell'effetto forma (circolare);

Il metodo utilizzato per il calcolo della resistenza laterale è il metodo "A", proposto da *Tomlinson (1971)*; la resistenza laterale viene calcolata nel seguente modo:

$$Q_l = (\alpha c + \sigma K \tan \delta) \cdot A_l \cdot f_w$$

A_l = superficie laterale del palo;

f_w = fattore di correzione legato alla tronco-conicità del palo, ossia la diminuzione percentuale del diametro del palo con

c = valore medio della coesione (o della resistenza a taglio in condizioni non drenate);

σ = pressione verticale efficace del terreno;

K = coefficiente di spinta orizzontale, dipendente dalla tecnologia di esecuzione del palo e nel caso di pali trivellati è dato da $K = 1 - \sin \phi$

δ = attrito palo-terreno funzione della scabrezza della superficie del palo (per pali trivellati si assume $\delta = \tan \phi$);

α = coefficiente d'adesione

Nello specifico si è calcolato la resistenza di progetto di un palo aventi le seguenti caratteristiche:

| | |
|--------------------|------------------------|
| Tipologia | Palo a grande diametro |
| Diametro punta | 0.80 m |
| Lunghezza | 7.00 m |
| Tipo: | trivellato |
| Profondità falda | 3.00 m |
| Lunghezza fusto | 4.00 m |
| Verticali indagate | n. 1 |

ottenendo un valore della resistenza di progetto pari a **$R_d = 1292,06kN$**

5.1.3 CEDIMENTO (PALO SINGOLO)

Il cedimento verticale è stato calcolato con il metodo di *Davis-Poulos*, secondo il quale il palo viene considerato rigido (indeformabile) immerso in un mezzo elastico, semispazio o strato di spessore finito. Si ipotizza che l'interazione palo-terreno sia costante a tratti lungo n superfici cilindriche in cui viene suddivisa la superficie laterale del palo.

Il cedimento della generica superficie i per effetto del carico trasmesso dal palo al terreno lungo la superficie j -esima può essere espresso:

$$W_{i,j} = (\tau_j / E) \times B \times I_{i,j}$$

Avendo indicato con:

τ_j = Incremento di tensione relativo al punto medio della striscia

E = Modulo elastico del terreno

B = Diametro del palo

$I_{i,j}$ = Coefficiente di influenza

Il cedimento complessivo si ottiene sommando $W_{i,j}$ per tutte le j aree.

Nel caso specifico, ipotizzando un carico verticale di 1200 kN, si è ottenuto un valore del cedimento massimo prevedibile di 1,46 cm.

Per i dettagli numerici e grafici si rimanda alla consultazione dell'Allegato 5 (scheda palo).

6. CONCLUSIONI

Si prevede di realizzare un ampliamento sul lato sud di un fabbricato produttivo esistente, in elementi prefabbricati in c.a.p.

A parere dello scrivente, dai riscontri effettuati, non sono emersi elementi ostativi di carattere geologico che potrebbero impedire o quanto meno limitare in modo determinante le scelte progettuali.

L'area in oggetto, caratterizzata da una morfologia pianeggiante, non appare soggetta o potenzialmente soggetta a fenomeni e/o processi idrologici particolari, salvo il possibile verificarsi di modesti ristagni idrici superficiali in occasione di abbondanti precipitazioni. Tale inconveniente non dovrebbe presentarsi a seguito del riempimento previsto in progetto.

La stratigrafia e le caratteristiche geotecniche puntuali dei terreni oggetto edificazione sono state esplorate con il supporto di una prova penetrometrica dinamica continua.

Da essa è emerso che:

- i terreni naturali presenti nella porzione non edificata sono presumibilmente costituiti da limi (unità litologica I) passanti a ghiaie e sabbie (unità litologica II) a 3,30 m di profondità;
- che la falda acquifera di tipo freatico, al momento delle indagini è situata ad una profondità di circa 3 m dal piano campagna.

Si è inoltre eseguita un'indagine di simica passiva a stazione singola dalla quale si è potuto stimare: la frequenza di risonanza del sito (11,44 Hz), la profondità del substrato roccioso (circa 11 metri), e il parametro V_{s30} (389 m/sec).

Considerando:

- le non eccellenti caratteristiche geotecniche dei terreni superficiali (Unità litologica I),
- la presenza di terreni eterogenei di riporto in una porzione del lotto di edificazione,
- la necessità dovuta al tipo di lavorazione (installazione di carro-ponte) di contenere eventuali cedimenti differenziali,

per il nuovo corpo di fabbrica si consiglia di prevedere fondazioni di tipo indiretto atte a trasferire le sollecitazioni a livelli più competenti presenti in profondità (Unità litologica II ghiaie e sabbie od eventualmente il sottostante substrato litoide), rappresentate da pali trivellati a grosso diametro (diametro minimo consigliato 0,80m) in corrispondenza delle varie colonne. Da notizie fornite dalla proprietà, tale tipologia di fondazione tra l'altro è già stata adottata per la porzione di fabbricato esistente.

Nella terebrazione si dovrà tenere in debita considerazione la presenza della falda acquifera all'interno dell'orizzonte ghiaioso che potrebbe causare instabilità delle pareti, dovendo all'occorrenza provvedere a rivestimenti temporanei.

* * *

A riepilogo, a seguito delle indagini e delle verifiche eseguite, l'intervento previsto in progetto, a parere dello scrivente, se verranno seguite le indicazioni esposte, è da considerarsi fattibile e compatibile con la situazione geologica dei luoghi.

Bistagno, li 23/05/2012

Dr. Geol. AMANDOLA Luciano

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

- Caratteristiche strumentali
- Tabulato della prova
- Grafico e stratigrafia presunta

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: xxxxxxxxxxxx
 Cantiere: Ampliamento capannone
 Località: xxxxxxxxxxxx

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM (DL030 10) (Medium)

| | |
|---------------------------------|--------------------|
| Rif. Norme | DIN 4094 |
| Peso Massa battente | 30 Kg |
| Altezza di caduta libera | 0,20 m |
| Peso sistema di battuta | 21 Kg |
| Diametro punta conica | 35,68 mm |
| Area di base punta | 10 cm ² |
| Lunghezza delle aste | 1 m |
| Peso aste a metro | 2,9 Kg/m |
| Profondità giunzione prima asta | 0,80 m |
| Avanzamento punta | 0,10 m |
| Numero colpi per punta | N(10) |
| Coeff. Correlazione | 0,761 |
| Rivestimento/fanghi | No |
| Angolo di apertura punta | 60 ° |



OPERATORE
 Luciano Amandola

RESPONSABILE
 geol. Luciano Amandola

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)
 Prova eseguita in data 02/04/2012
 Profondità prova 5.70 mt
 Falda rilevata -3.30m

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

| Profondità (m) | Nr. Colpi | Nr. Colpi Rivestimento | Calcolo coeff. riduzione sonda Chi | Res. dinamica ridotta (Mpa) | Res. dinamica (Mpa) | Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa) | Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa) |
|----------------|-----------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 0.10 | 10 | 0 | 0.857 | 2.81 | 3.27 | 140.27 | 163.75 |
| 0.20 | 10 | 0 | 0.855 | 2.80 | 3.27 | 139.94 | 163.75 |
| 0.30 | 6 | 0 | 0.853 | 1.68 | 1.96 | 83.78 | 98.25 |
| 0.40 | 6 | 0 | 0.851 | 1.67 | 1.96 | 83.59 | 98.25 |
| 0.50 | 4 | 0 | 0.849 | 1.11 | 1.31 | 55.60 | 65.50 |
| 0.60 | 4 | 0 | 0.847 | 1.11 | 1.31 | 55.48 | 65.50 |
| 0.70 | 5 | 0 | 0.845 | 1.38 | 1.64 | 69.20 | 81.87 |
| 0.80 | 4 | 0 | 0.843 | 1.10 | 1.31 | 55.24 | 65.50 |
| 0.90 | 6 | 0 | 0.842 | 1.57 | 1.86 | 78.46 | 93.23 |
| 1.00 | 7 | 0 | 0.840 | 1.83 | 2.18 | 91.34 | 108.77 |
| 1.10 | 7 | 0 | 0.838 | 1.82 | 2.18 | 91.15 | 108.77 |
| 1.20 | 9 | 0 | 0.836 | 2.34 | 2.80 | 116.95 | 139.85 |
| 1.30 | 10 | 0 | 0.835 | 2.59 | 3.11 | 129.68 | 155.39 |
| 1.40 | 12 | 0 | 0.833 | 3.11 | 3.73 | 155.30 | 186.46 |
| 1.50 | 13 | 0 | 0.781 | 3.16 | 4.04 | 157.80 | 202.00 |
| 1.60 | 12 | 0 | 0.830 | 3.09 | 3.73 | 154.68 | 186.46 |
| 1.70 | 12 | 0 | 0.828 | 3.09 | 3.73 | 154.38 | 186.46 |
| 1.80 | 10 | 0 | 0.826 | 2.57 | 3.11 | 128.40 | 155.39 |
| 1.90 | 8 | 0 | 0.825 | 1.95 | 2.37 | 97.54 | 118.27 |
| 2.00 | 5 | 0 | 0.823 | 1.22 | 1.48 | 60.85 | 73.92 |
| 2.10 | 5 | 0 | 0.822 | 1.21 | 1.48 | 60.74 | 73.92 |
| 2.20 | 4 | 0 | 0.820 | 0.97 | 1.18 | 48.50 | 59.14 |
| 2.30 | 4 | 0 | 0.819 | 0.97 | 1.18 | 48.41 | 59.14 |
| 2.40 | 4 | 0 | 0.817 | 0.97 | 1.18 | 48.32 | 59.14 |
| 2.50 | 4 | 0 | 0.816 | 0.96 | 1.18 | 48.24 | 59.14 |
| 2.60 | 3 | 0 | 0.814 | 0.72 | 0.89 | 36.11 | 44.35 |
| 2.70 | 2 | 0 | 0.813 | 0.48 | 0.59 | 24.03 | 29.57 |
| 2.80 | 2 | 0 | 0.811 | 0.48 | 0.59 | 23.99 | 29.57 |
| 2.90 | 4 | 0 | 0.810 | 0.91 | 1.13 | 45.68 | 56.40 |
| 3.00 | 3 | 0 | 0.809 | 0.68 | 0.85 | 34.20 | 42.30 |
| 3.10 | 2 | 0 | 0.807 | 0.46 | 0.56 | 22.77 | 28.20 |
| 3.20 | 2 | 0 | 0.806 | 0.45 | 0.56 | 22.73 | 28.20 |
| 3.30 | 11 | 0 | 0.805 | 2.50 | 3.10 | 124.80 | 155.09 |
| 3.40 | 21 | 0 | 0.703 | 4.17 | 5.92 | 208.26 | 296.08 |
| 3.50 | 26 | 0 | 0.702 | 5.15 | 7.33 | 257.38 | 366.57 |
| 3.60 | 26 | 0 | 0.701 | 5.14 | 7.33 | 256.92 | 366.57 |
| 3.70 | 42 | 0 | 0.600 | 7.10 | 11.84 | 355.08 | 592.16 |
| 3.80 | 36 | 0 | 0.648 | 6.58 | 10.15 | 329.11 | 507.56 |
| 3.90 | 31 | 0 | 0.647 | 5.41 | 8.35 | 270.35 | 417.72 |
| 4.00 | 25 | 0 | 0.696 | 4.69 | 6.74 | 234.47 | 336.87 |
| 4.10 | 31 | 0 | 0.645 | 5.39 | 8.35 | 269.37 | 417.72 |
| 4.20 | 36 | 0 | 0.644 | 6.25 | 9.70 | 312.25 | 485.09 |
| 4.30 | 44 | 0 | 0.593 | 7.03 | 11.86 | 351.32 | 592.89 |
| 4.40 | 46 | 0 | 0.591 | 7.33 | 12.40 | 366.60 | 619.84 |
| 4.50 | 45 | 0 | 0.590 | 7.16 | 12.13 | 357.96 | 606.37 |
| 4.60 | 55 | 0 | 0.589 | 8.73 | 14.82 | 436.69 | 741.11 |

| | | | | | | | |
|------|----|---|-------|------|-------|--------|--------|
| 4.70 | 52 | 0 | 0.588 | 8.24 | 14.01 | 412.12 | 700.69 |
| 4.80 | 58 | 0 | 0.587 | 9.18 | 15.63 | 458.84 | 781.54 |
| 4.90 | 58 | 0 | 0.586 | 8.77 | 14.97 | 438.61 | 748.40 |
| 5.00 | 51 | 0 | 0.585 | 7.70 | 13.16 | 384.99 | 658.08 |
| 5.10 | 44 | 0 | 0.584 | 6.63 | 11.36 | 331.57 | 567.75 |
| 5.20 | 42 | 0 | 0.583 | 6.32 | 10.84 | 315.96 | 541.95 |
| 5.30 | 44 | 0 | 0.582 | 6.61 | 11.36 | 330.44 | 567.75 |
| 5.40 | 41 | 0 | 0.581 | 6.15 | 10.58 | 307.40 | 529.04 |
| 5.50 | 38 | 0 | 0.630 | 6.18 | 9.81 | 308.95 | 490.33 |
| 5.60 | 33 | 0 | 0.629 | 5.36 | 8.52 | 267.89 | 425.82 |
| 5.70 | 60 | 0 | 0.578 | 8.95 | 15.48 | 447.65 | 774.21 |

Peso unità di volume

| Descrizione | Nspt medio | Prof. Strato (m) | Correlazione | Peso unità di volume (KN/m ³) |
|-----------------------|------------|------------------|-------------------|-------------------------------------------|
| [1] - limo | 4.84 | 3.30 | Meyerhof ed altri | 17.16 |
| [2] - ghiaia e sabbia | 31.23 | 5.70 | Meyerhof ed altri | 21.08 |

Classificazione AGI

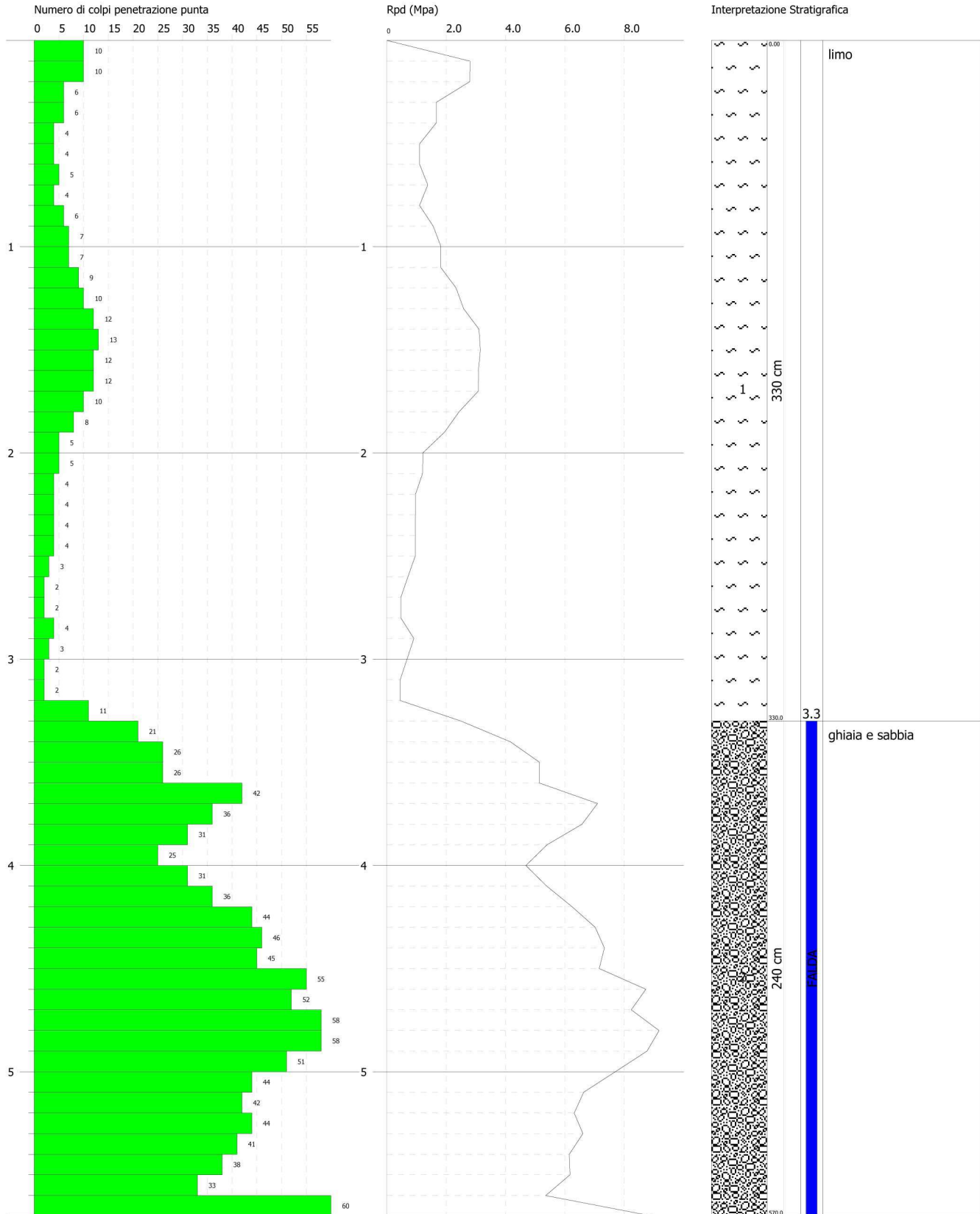
| Descrizione | Nspt medio | Prof. Strato (m) | Correlazione | Classificazione AGI |
|-----------------------|------------|------------------|-----------------------------|---------------------|
| [1] - limo | 4.84 | 3.30 | Classificazione A.G.I. 1977 | POCO ADDENSATO |
| [2] - ghiaia e sabbia | 31.23.00 | 5.70 | Classificazione A.G.I. 1977 | ADDENSATO |

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
 Strumento utilizzato... DPM (DL030 10) (Medium)

Committente:
 Cantiere:
 Località:

Data: 02/04/2012

Scala 1:27



**INDAGINE DI SISMICA PASSIVA
A STAZIONE SINGOLA**

ANALISI DI MICROTREMORE AMBIENTALE

Comune: xxxxxxxxxxxx

Ditta: xxxxxxxxxxxx

Progetto: Ampliamento capannone

Strumento: TRZ-0130/01-10

Inizio registrazione: 02/04/12 17:09:35 Fine registrazione: 02/04/12 17:23:36

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h14'00".

Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

FIG. 1 RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

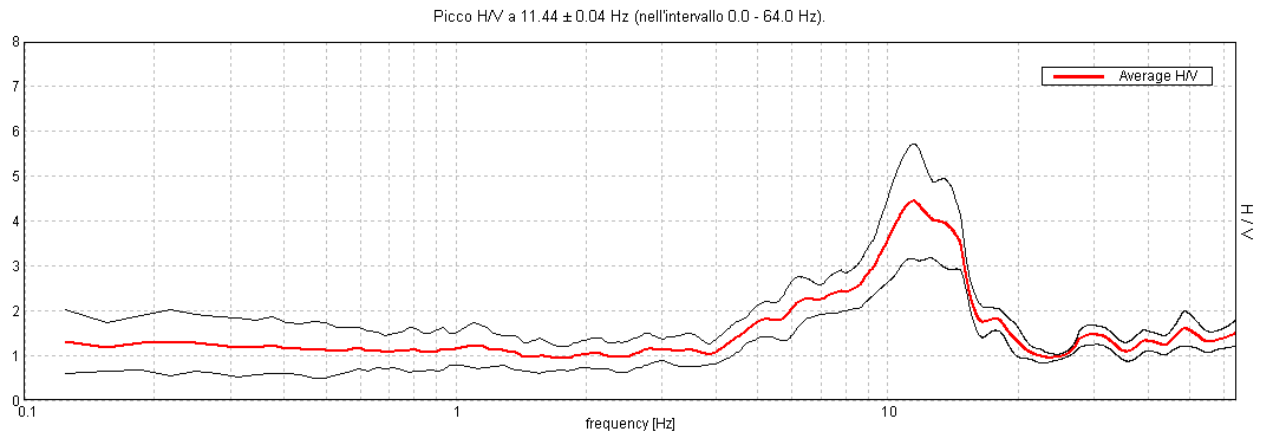
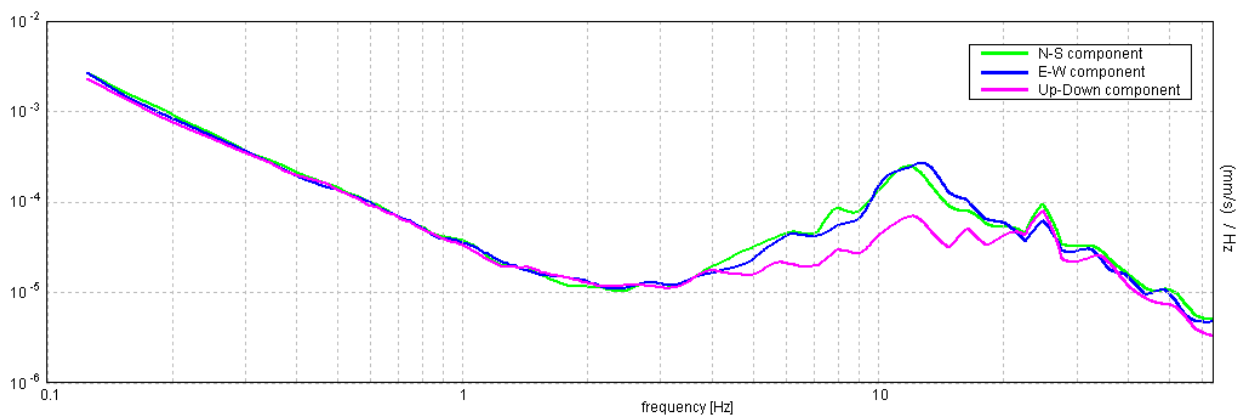


FIG. 2 SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



LINEE GUIDA SESAME (2005)

Picco H/V a 11.44 ± 0.04 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile
[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

| | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------|--|
| $f_0 > 10 / L_w$ | 11.44 > 0.50 | OK | |
| $n_c(f_0) > 200$ | 8006.3 > 200 | OK | |
| $\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$ | Superato 0 volte su 550 | OK | |

Criteri per un picco H/V chiaro
[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

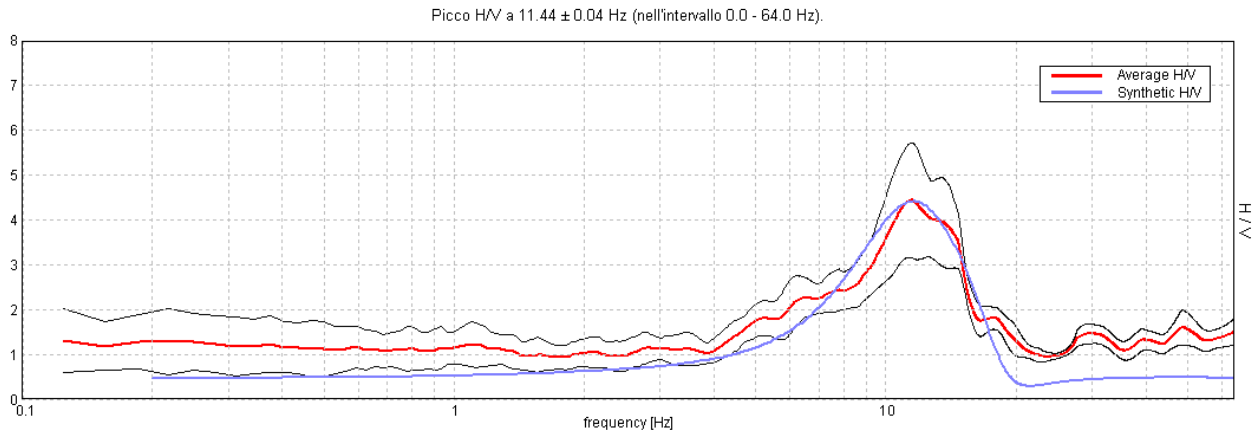
| | | | |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|--|
| Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$ | 6.281 Hz | OK | |
| Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$ | 15.656 Hz | OK | |
| $A_0 > 2$ | 4.44 > 2 | OK | |
| $f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$ | $ 0.00181 < 0.05$ | OK | |
| $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ | $0.02075 < 0.57188$ | OK | |
| $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$ | $0.6224 < 1.58$ | OK | |

| | |
|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| L_w | lunghezza della finestra |
| n_w | numero di finestre usate nell'analisi |
| $n_c = L_w n_w f_0$ | numero di cicli significativi |
| f | frequenza attuale |
| f_0 | frequenza del picco H/V |
| σ_f | deviazione standard della frequenza del picco H/V |
| $\varepsilon(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ |
| A_0 | ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0 |
| $A_{H/V}(f)$ | ampiezza della curva H/V alla frequenza f |
| f^- | frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ |
| f^+ | frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ |
| $\sigma_A(f)$ | deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa |
| $\sigma_{\log H/V}(f)$ | deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$ |
| $\theta(f_0)$ | valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$ |

| Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$ | | | | | |
|---------------------------------------------------|------------|-----------|------------|------------|------------|
| Intervallo di freq. [Hz] | < 0.2 | 0.2 – 0.5 | 0.5 – 1.0 | 1.0 – 2.0 | > 2.0 |
| $\varepsilon(f_0)$ [Hz] | $0.25 f_0$ | $0.2 f_0$ | $0.15 f_0$ | $0.10 f_0$ | $0.05 f_0$ |
| $\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$ | 3.0 | 2.5 | 2.0 | 1.78 | 1.58 |
| $\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$ | 0.48 | 0.40 | 0.30 | 0.25 | 0.20 |

INTERPRETAZIONE STRATIGRAFICO-SISMICA E STIMA PARAMETRO Vs30

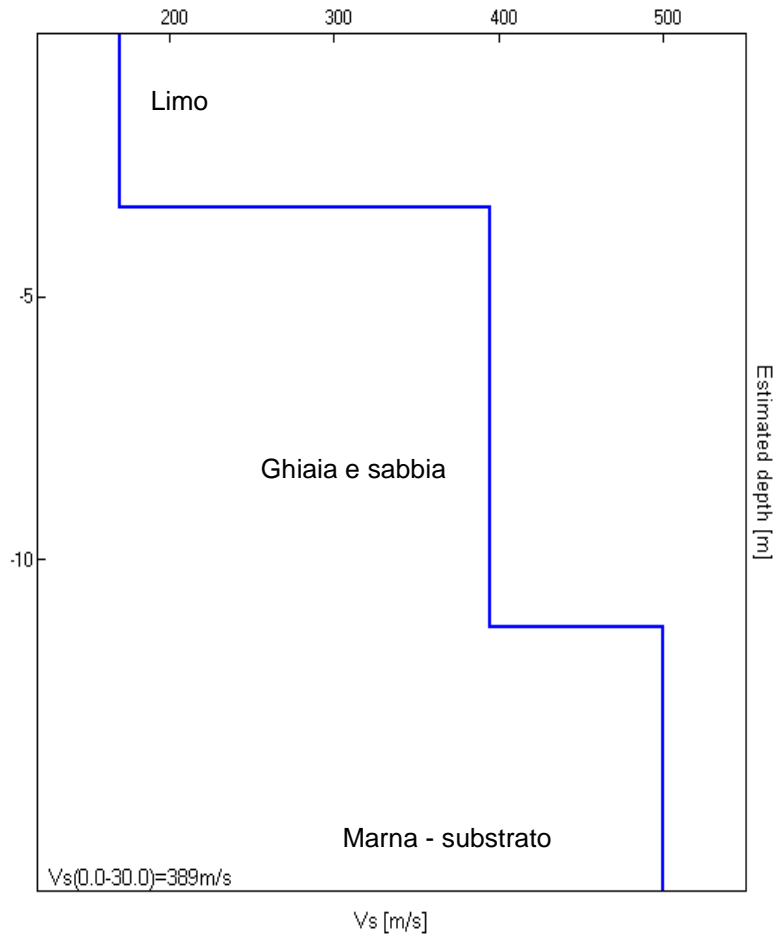
FIG. 3 - H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO (“fittaggio” modello teorico)



| Litologia presunta | Profondità alla base dello strato [m] | Spessore [m] | Vs [m/s] | Rapporto di Poisson |
|--------------------|---------------------------------------|--------------|----------|-------------------------|
| Limo | 3.30 | 3.30 | 170 | 0.35 |
| Ghiaia e sabbia | 11.30 | 8.00 | 395 | 0.48 (H ₂ O) |
| Marne - Substrato | - | - | 500 | 0.35 |

Vs(0.0-30.0)=389m/s

FIG. 4 – PROFILO STRATIGRAFICO-SISMICO



DETERMINAZIONE VALORI CARATTERISTICI TERRENO

- Angolo di attrito
- Modulo edometrico
- Modulo elastico

VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO

Prova penetrometrica n.1

Strato n. 1

| | |
|---------------------|------|
| Descrizione | limo |
| Spessore [m] | 3.30 |

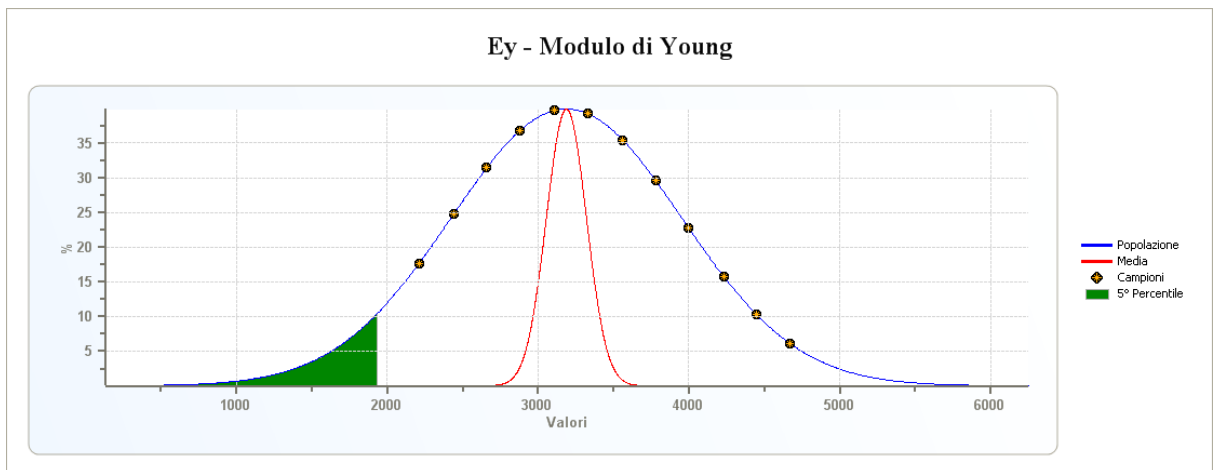
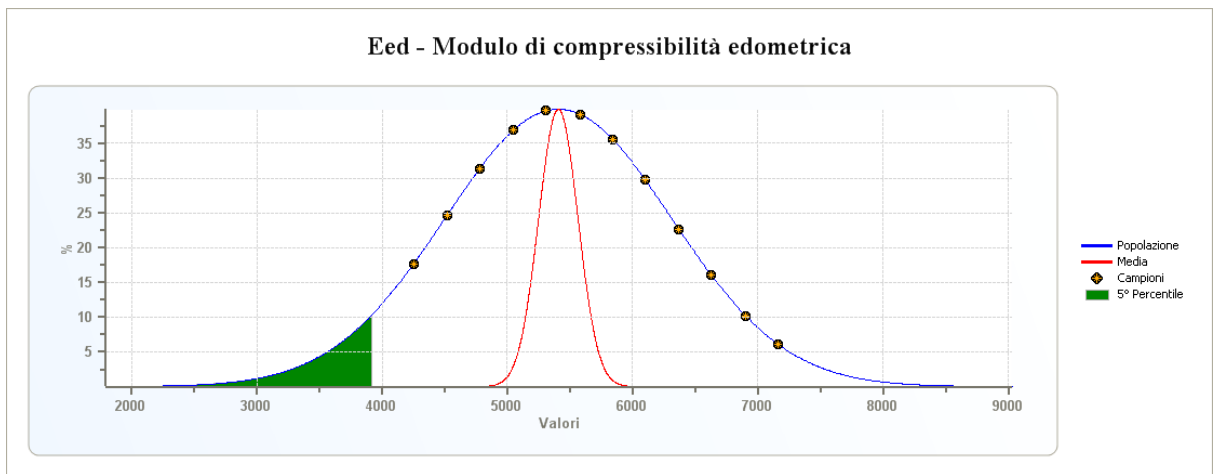
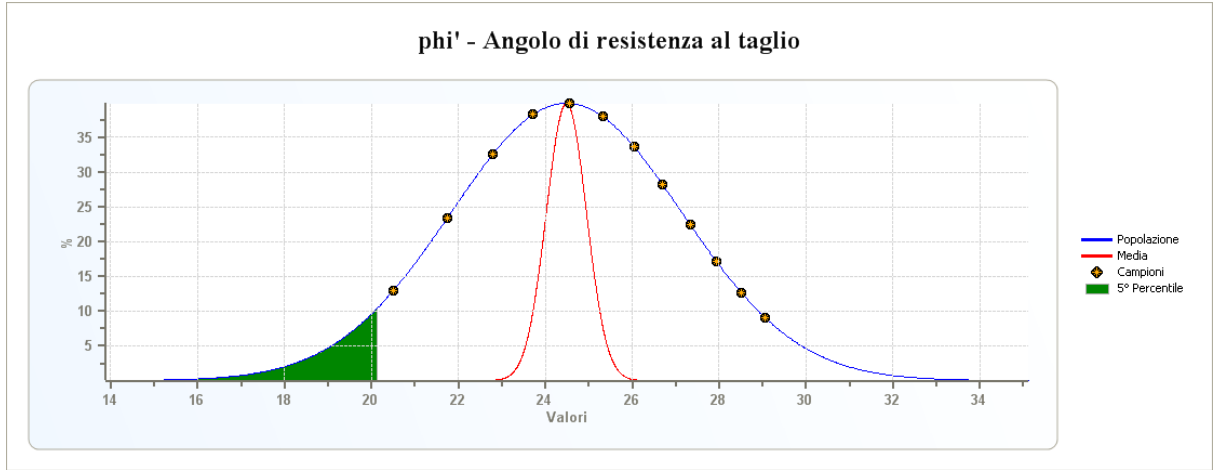
Elenco delle misure

| | N spt [n.] | Angolo di resistenza al taglio [°] Owasaki & Iwasaki | Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] Menzenbach e Malcev | Modulo di Young [kN/mq] Bowles (1982) |
|----|---------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | 7.61 | 27.34 | 6370.00 | 4000.00 |
| 2 | 7.61 | 27.34 | 6370.00 | 4000.00 |
| 3 | 4.57 | 24.56 | 5310.00 | 3110.00 |
| 4 | 4.57 | 24.56 | 5310.00 | 3110.00 |
| 5 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |
| 6 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |
| 7 | 3.80 | 23.72 | 5050.00 | 2880.00 |
| 8 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |
| 9 | 4.57 | 24.56 | 5310.00 | 3110.00 |
| 10 | 5.33 | 25.32 | 5580.00 | 3330.00 |
| 11 | 5.33 | 25.32 | 5580.00 | 3330.00 |
| 12 | 6.85 | 26.70 | 6100.00 | 3780.00 |
| 13 | 7.61 | 27.34 | 6370.00 | 4000.00 |
| 14 | 9.13 | 28.51 | 6900.00 | 4450.00 |
| 15 | 9.89 | 29.06 | 7160.00 | 4670.00 |
| 16 | 9.13 | 28.51 | 6900.00 | 4450.00 |
| 17 | 9.13 | 28.51 | 6900.00 | 4450.00 |
| 18 | 7.61 | 27.34 | 6370.00 | 4000.00 |
| 19 | 6.09 | 26.04 | 5840.00 | 3560.00 |
| 20 | 3.80 | 23.72 | 5050.00 | 2880.00 |
| 21 | 3.80 | 23.72 | 5050.00 | 2880.00 |
| 22 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |
| 23 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |

| | | | | |
|----|------|-------|---------|---------|
| 24 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |
| 25 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |
| 26 | 2.28 | 21.75 | 4520.00 | 2440.00 |
| 27 | 1.52 | 20.51 | 4250.00 | 2210.00 |
| 28 | 1.52 | 20.51 | 4250.00 | 2210.00 |
| 29 | 3.04 | 22.80 | 4780.00 | 2660.00 |
| 30 | 2.28 | 21.75 | 4520.00 | 2440.00 |
| 31 | 1.52 | 20.51 | 4250.00 | 2210.00 |
| 32 | 1.52 | 20.51 | 4250.00 | 2210.00 |
| 33 | 8.37 | 27.94 | 6630.00 | 4230.00 |

Risultati elaborazione

| | Angolo di resistenza al taglio [°] | Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] | Modulo di Young [kN/mq] |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|
| Tipo di elaborazione | Distribuzione standard | Distribuzione standard | Distribuzione standard |
| Valore considerato | 5° Percentile | 5° Percentile | 5° Percentile |
| Valore caratteristico | 20.12 | 3919.16 | 1930.82 |
| Minimo | 20.51 | 4250.00 | 2210.00 |
| Massimo | 29.06 | 7160.00 | 4670.00 |
| Valore medio | 24.49 | 5406.97 | 3188.48 |
| Varianza | 7.05 | 818021.78 | 584519.51 |
| Deviazione standard | 0.46 | 157.44 | 133.09 |
| Deviazione standard della media | 0.46 | 157.44 | 133.09 |
| Percentile | (5°) 20.12 | (5°) 3919.16 | (5°) 1930.82 |
| Percentile media | (5°) 23.73 | (5°) 5147.97 | (5°) 2969.55 |
| C.O.V. | 0.11 | 0.17 | 0.24 |



Strato n. 2

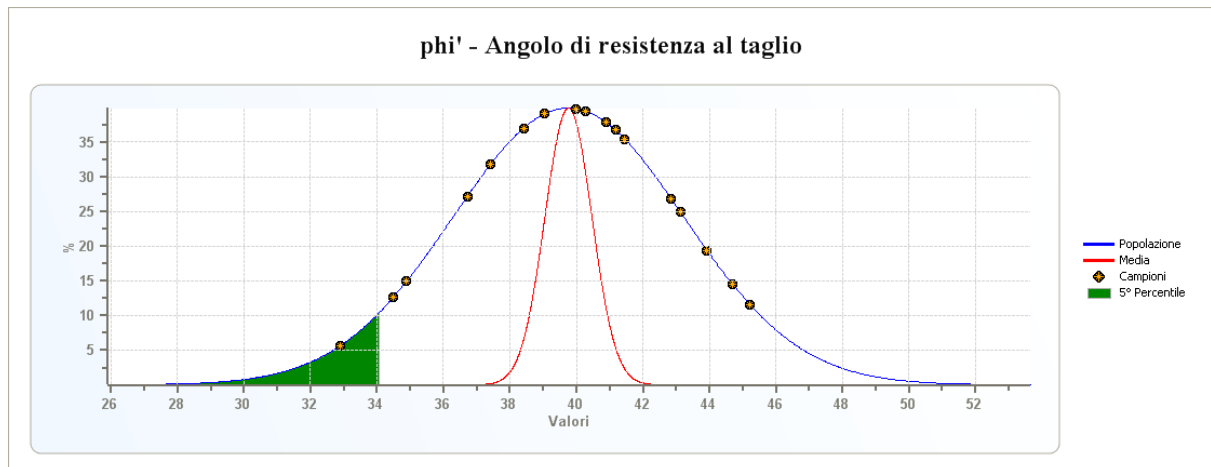
| | |
|---------------------|-----------------|
| Descrizione | ghiaia e sabbia |
| Spessore [m] | 2.40 |

Elenco delle misure

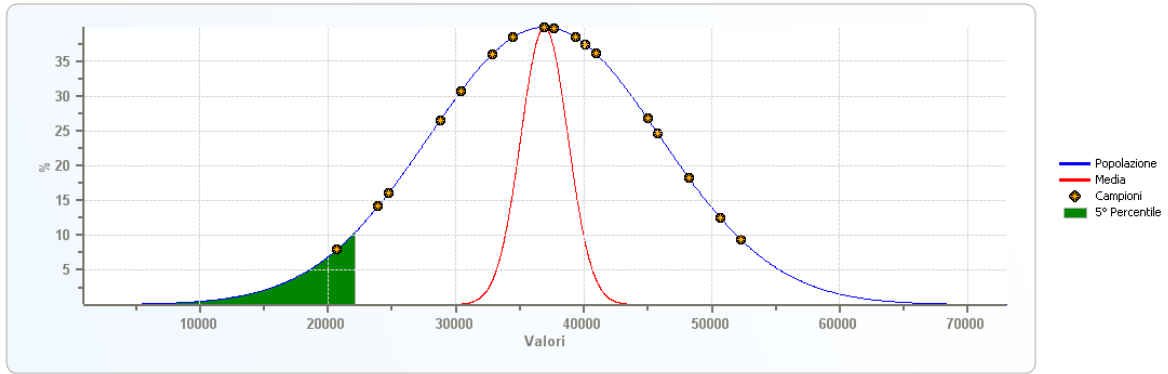
| | N spt [n.] | Angolo di resistenza al taglio [°] Owasaki & Iwasaki | Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] Menzenbach e Malcev | Modulo di Young [kN/mq] Bowles (1982) |
|----|---------------|------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| 1 | 15.98 | 32.88 | 20710.00 | 25870.00 |
| 2 | 19.79 | 34.89 | 24760.00 | 30350.00 |
| 3 | 19.79 | 34.89 | 24760.00 | 30350.00 |
| 4 | 31.96 | 40.28 | 37700.00 | 44670.00 |
| 5 | 27.40 | 38.41 | 32850.00 | 39310.00 |
| 6 | 23.59 | 36.72 | 28800.00 | 34820.00 |
| 7 | 19.02 | 34.50 | 23950.00 | 29440.00 |
| 8 | 23.59 | 36.72 | 28800.00 | 34820.00 |
| 9 | 27.40 | 38.41 | 32850.00 | 39310.00 |
| 10 | 33.48 | 40.88 | 39320.00 | 46460.00 |
| 11 | 35.01 | 41.46 | 40940.00 | 48260.00 |
| 12 | 34.24 | 41.17 | 40120.00 | 47350.00 |
| 13 | 41.85 | 43.93 | 48210.00 | 56310.00 |
| 14 | 39.57 | 43.13 | 45790.00 | 53630.00 |
| 15 | 44.14 | 44.71 | 50650.00 | 59000.00 |
| 16 | 44.14 | 44.71 | 50650.00 | 59000.00 |
| 17 | 38.81 | 42.86 | 44980.00 | 52730.00 |
| 18 | 33.48 | 40.88 | 39320.00 | 46460.00 |
| 19 | 31.96 | 40.28 | 37700.00 | 44670.00 |
| 20 | 33.48 | 40.88 | 39320.00 | 46460.00 |
| 21 | 31.20 | 39.98 | 36890.00 | 43780.00 |
| 22 | 28.92 | 39.05 | 34470.00 | 41090.00 |
| 23 | 25.11 | 37.41 | 30420.00 | 36610.00 |
| 24 | 45.66 | 45.22 | 52260.00 | 60790.00 |

Risultati elaborazione

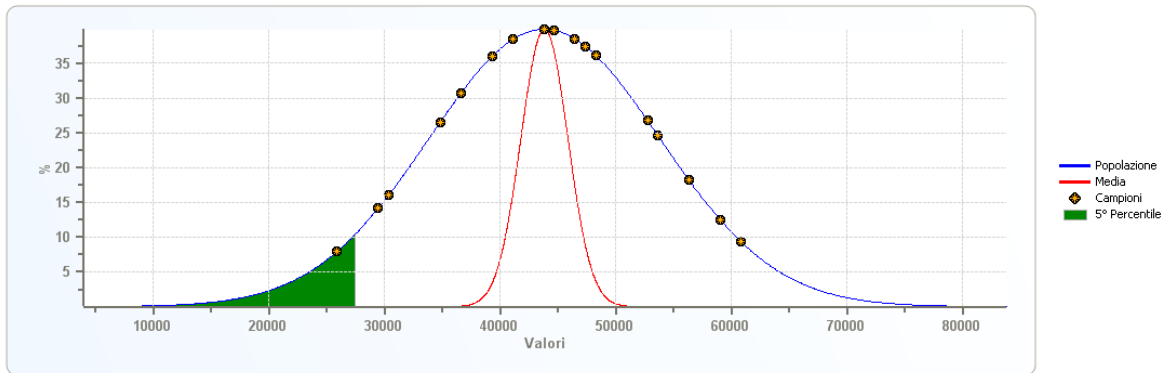
| | Angolo di resistenza al taglio [°] | Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq] | Modulo di Young [kN/mq] |
|---------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|
| Tipo di elaborazione | Distribuzione standard | Distribuzione standard | Distribuzione standard |
| Valore considerato | 5° Percentile | 5° Percentile | 5° Percentile |
| Valore caratteristico | 34.05 | 22099.75 | 27403.60 |
| Minimo | 32.88 | 20710.00 | 25870.00 |
| Massimo | 45.22 | 52260.00 | 60790.00 |
| Valore medio | 39.76 | 36925.83 | 43814.17 |
| Varianza | 12.04 | 81230894.93 | 99521086.23 |
| Deviazione standard | 0.71 | 1839.73 | 2036.35 |
| Deviazione standard della media | 0.71 | 1839.73 | 2036.35 |
| Percentile | (5°) 34.05 | (5°) 22099.75 | (5°) 27403.60 |
| Percentile media | (5°) 38.60 | (5°) 33899.47 | (5°) 40464.37 |
| C.O.V. | 0.09 | 0.24 | 0.23 |



Eed - Modulo di compressibilità edometrica



Ey - Modulo di Young



SCHEDA PARAMETRI SISMICI

DETERMINAZIONE PARAMETRI SISMICI

Ditta:
Località:

Lavoro: Ampliamento fabbricato produttivo

Data: 23/05/2012

Cerca Posizione

| | | | |
|-------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|----------------------|
| Via | <input type="text"/> | n° | <input type="text"/> |
| Comune | <input type="text"/> | Cap | <input type="text"/> |
| Provincia | <input type="text"/> | <input type="button" value="Cerca"/> | |
| Coordinate WGS84 | | | |
| Latitudine | <input type="text" value="44.65745"/> | <input type="button" value="Cerca"/> | |
| Longitudine | <input type="text" value="8.376646"/> | | |

Determinazione dei parametri sismici

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|
| (1)* Coordinate WGS84 | |
| Lat. <input type="text" value="44.657450"/> | Long. <input type="text" value="8.376646"/> |
| (1)* Coordinate ED50 | |
| Lat. <input type="text" value="44,658412"/> | Long. <input type="text" value="8,377709"/> |
| Classe dell'edificio | |
| II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche <input type="button" value="Cu = 1"/> | |
| Vita nominale | <input type="text" value="50"/> |
| <small>(Opere provvisorie <=10, Opere ordinarie >=50, Grandi opere >=100)</small> | |
| Interpolazione | <input type="button" value="Media ponderata"/> |
| <input type="button" value="Calcola"/> | |

Map data ©2012 Tele Atlas - [Termini e condizioni d'uso](#)
 44.65745, 8.376646

| Stato Limite | Tr [anni] | ag [g] | Fo | Tc* [s] |
|----------------------------------------------|-----------|--------|-------|---------|
| Operatività (SLO) | 30 | 0,018 | 2,597 | 0,160 |
| Danno (SLD) | 50 | 0,023 | 2,562 | 0,187 |
| Salvaguardia vita (SLV) | 475 | 0,051 | 2,600 | 0,293 |
| Prevenzione collasso (SLC) | 975 | 0,063 | 2,665 | 0,311 |
| Periodo di riferimento per l'azione sismica: | 50 | | | |

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno Paratie
 Stabilità dei pendii e fondazioni
 Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

| | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| Ss* Amplificazione stratigrafica | <input type="text" value="1,60"/> | <input type="text" value="1,60"/> | <input type="text" value="1,60"/> | <input type="text" value="1,60"/> |
| Cc* Coeff. funz categoria | <input type="text" value="2,40"/> | <input type="text" value="2,25"/> | <input type="text" value="1,88"/> | <input type="text" value="1,83"/> |
| St* Amplificazione topografica | <input type="text" value="1,00"/> | <input type="text" value="1,00"/> | <input type="text" value="1,00"/> | <input type="text" value="1,00"/> |

Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

| Coefficienti | SLO | SLD | SLV | SLC |
|--------------|-------|-------|-------|-------|
| kh | 0,006 | 0,007 | 0,016 | 0,020 |
| kv | 0,003 | 0,004 | 0,008 | 0,010 |
| Amax [m/s²] | 0,281 | 0,359 | 0,808 | 0,994 |
| Beta | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |

Tr = Periodo di ritorno dell'azione sismica
Ag = Accelerazione sismica di base
Fo = Fattore di amplificazione spettrale
Tc* = Periodo caratteristico dello spettro

Kh = Coefficiente di accelerazione sismica orizzontale
Kv = Coefficiente di accelerazione sismica verticale
Amax = Accelerazione massima
Beta = Coefficiente di riduzione per terreni di tipo A e B/C/D/E

SCHEMA PALO DI FONDAZIONE

PALO DI FONDAZIONE**Dati generali...**

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Descrizione | Palo a grande diametro |
| Diametro punta | 0.80 m |
| Lunghezza | 7.00 m |
| Tipo | Trivellato |
| Sporgenza dal terreno | 0.50 m |
| Portanza di punta calcolata con: | Berezantzev |
| Profondità falda da piano campagna | 3.00 m |
| Calcestruzzo tipo | 1 |
| Acciaio tipo | 1 |

SISMA

| | |
|----------------------------------------|--------|
| Accelerazione sismica | 0.082 |
| Coefficiente di intensità sismico [Kh] | 0.0163 |
| Coefficiente di intensità sismico [Kv] | 0.0082 |

Coefficienti sismici [N.T.C.]**Dati generali**

| | |
|----------------------|---------------------|
| Tipo opera: | 2 - Opere ordinarie |
| Classe d'uso: | Classe II |
| Vita nominale: | 50.0 [anni] |
| Vita di riferimento: | 50.0 [anni] |

Parametri sismici su sito di riferimento

| | |
|------------------------|----|
| Categoria sottosuolo: | E |
| Categoria topografica: | T1 |

| S.L. Stato limite | TR Tempo ritorno [anni] | ag [m/s ²] | F0 [-] | TC* [sec] |
|----------------------|-------------------------------|---------------------------|------------|--------------|
| S.L.O. | 30.0 | 0.18 | 2.6 | 0.16 |
| S.L.D. | 50.0 | 0.23 | 2.56 | 0.19 |
| S.L.V. | 475.0 | 0.5 | 2.6 | 0.29 |
| S.L.C. | 975.0 | 0.62 | 2.67 | 0.31 |

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

| S.L. Stato limite | amax [m/s ²] | beta [-] | kh [-] | kv [sec] |
|----------------------|-----------------------------|-------------|---------------|---------------|
| S.L.O. | 0.288 | 0.2 | 0.0059 | 0.0029 |
| S.L.D. | 0.368 | 0.2 | 0.0075 | 0.0038 |
| S.L.V. | 0.8 | 0.2 | 0.0163 | 0.0082 |
| S.L.C. | 0.992 | 0.2 | 0.0202 | 0.0101 |

Archivio materiali**Conglomerati**

| Nr. | Classe calcestruzzo | fck,cubi [MPa] | Ec [MPa] | fck [MPa] | fcd [MPa] | fctd [MPa] | fctm [MPa] |
|-----|------------------------|-------------------|-------------|--------------|--------------|---------------|---------------|
| 1 | C20/25 | 25 | 29960 | 20 | 11.3 | 1.03 | 2.21 |
| 2 | C25/30 | 30 | 31470 | 25 | 14.16 | 1.19 | 2.56 |
| 3 | C28/35 | 35 | 32300 | 28 | 15.86 | 1.28 | 2.76 |
| 4 | C40/50 | 50 | 35220 | 40 | 19.83 | 1.5 | 3.2 |

Acciai:

| Nr. | Classe acciaio | Es [MPa] | fyk [MPa] | fyd [MPa] | ftk [MPa] | ftd [MPa] | ep_tk | epd_ult | β1*β2 iniz. | β1*β2 finale |
|-----|-------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-------|---------|----------------|-----------------|
| 1 | B450C | 200000 | 450 | 391.3 | 540 | 391.3 | .075 | .0675 | 1 | 0.5 |
| 2 | B450C* | 200000 | 450 | 391.3 | 540 | 450 | .05 | .04 | 1 | 0.5 |
| 3 | S235H | 210000 | 235 | 204.35 | 360 | 204.35 | 0.05 | 0.04 | 1 | 0.5 |
| 4 | S275H | 210000 | 275 | 239.13 | 430 | 239.13 | 0.05 | 0.04 | 1 | 0.5 |
| 5 | S355H | 210000 | 355 | 308.7 | 510 | 308.7 | 0.05 | 0.04 | 1 | 0.5 |

Stratigrafia

Nr.: Numero dello strato. Hs: Spessore dello strato. Fi: Angolo di attrito. c: Coesione Alfa: Coefficiente di adesione dell'attrito laterale lungo il fusto.. Vs: Velocità onde di taglio.

Strat. Nr. 1

| Nr. | Hs | Peso unità di Volume [kN/m³] | Peso Unità di volume Saturo [kN/m³] | c [kN/m²] | Fi (°) | Attrito negativo | Alfa | Modulo elastico [MN/m²] | Vs [m/s] | Descrizione litologica |
|-----|------|------------------------------|-------------------------------------|-----------|--------|------------------|------|-------------------------|----------|-------------------------------------|
| 1 | 3.30 | 17.20 | 19.00 | 0.00 | 20.00 | No | 0.00 | 1.93 | 175 | Unità litologica I Limo |
| 2 | 7.00 | 21.00 | 22.00 | 0.00 | 34.00 | No | 0.00 | 22.67 | 395 | Unità litologica II Ghiaia e sabbia |

Carico limite

| Stratigrafia | Nq | Nc | Fi/C strato punta Palo (°)/[kN/m²] | Peso palo [kN] | Carico limite punta [kN] | Carico limite laterale [kN] | Carico limite [kN] | Attrito negativo [kN] | Carico limite orizzontale [kN] |
|--------------|-------|-------|------------------------------------|----------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------------------|
| A1+M1+R 3 | 48.84 | 73.64 | 33.01116/0 .00 | 87.96 | 2741.45 | 362.63 | 3016.12 | -- | -- |

RESISTENZA DI PROGETTO CARICHI ASSIALI

=====

Resistenza caratteristica carichi assiali. Nome combinazione: A1+M1+R3

=====

Numero verticali di indagine 1
 Fattore correlazione verticale indagate media (xi3) 1.70
 Fattore correlazione verticale indagate minima (xi4) 1.70

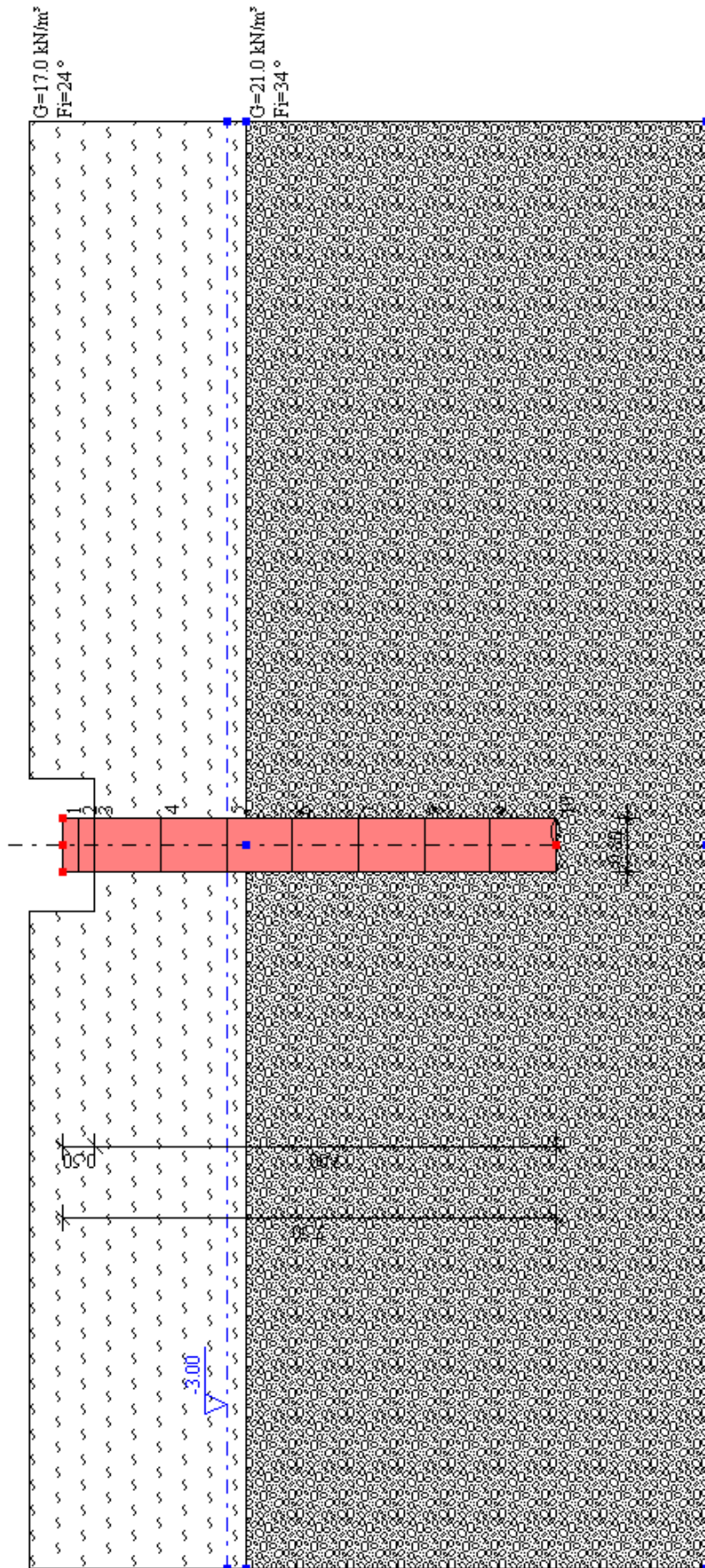
| | Rc, Min [kN] | Rc, Media [kN] | Rc, Max [kN] |
|----------|--------------|----------------|--------------|
| Base | 2741.45 | 2741.45 | 2741.45 |
| Laterale | 362.63 | 362.63 | 362.63 |
| Totale | 3016.12 | 3016.12 | 3016.12 |

Coefficiente parziale resistenza caratteristica R3
 Base 1.35
 Laterale 1.15
 Resistenza di progetto base 1194.53 kN
 Resistenza di progetto laterale 185.49 kN
 Resistenza di progetto 1292.06 kN

Cedimento (Poulos e Davis 1968)

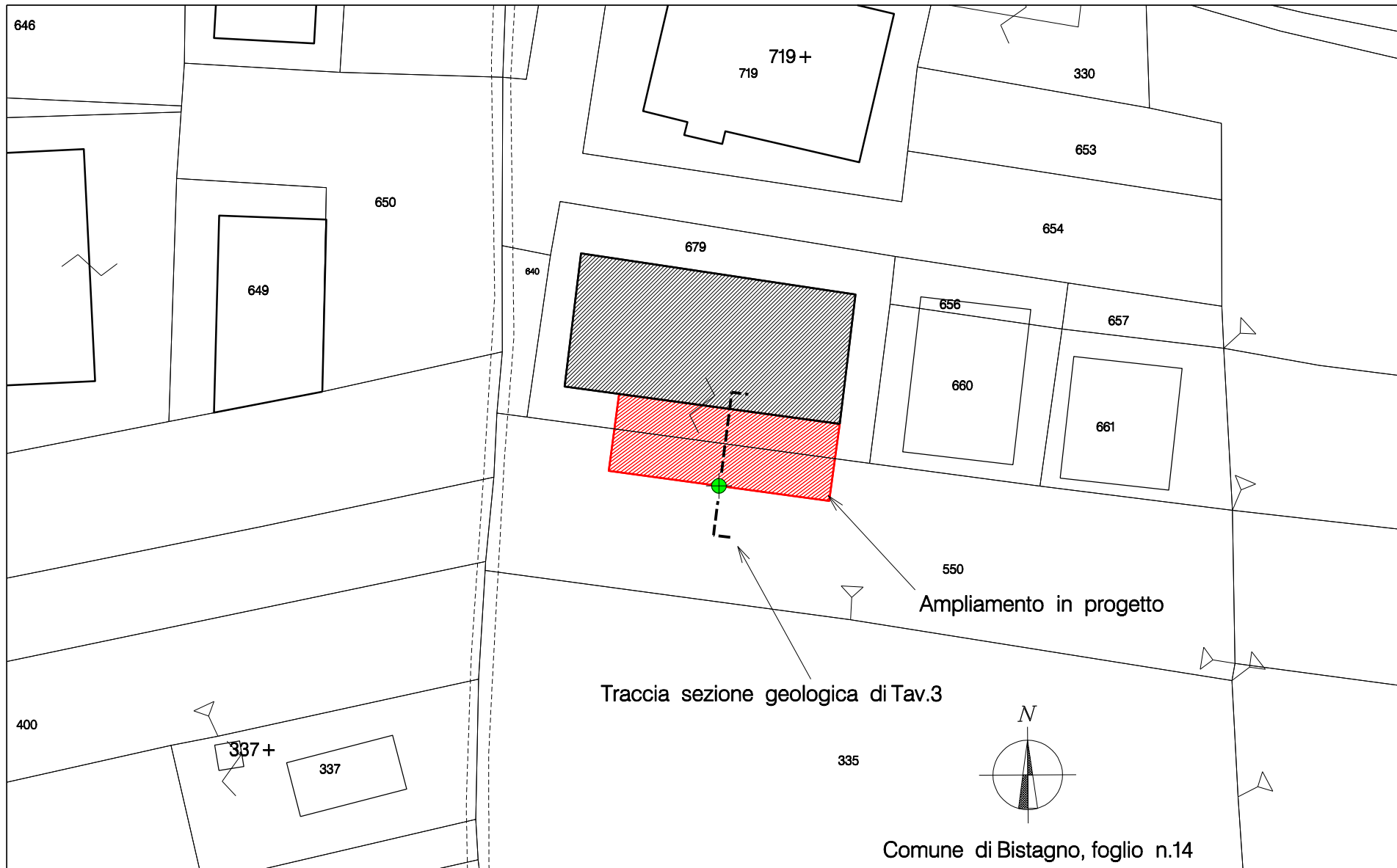
=====

Carico applicato 1200.00 kN
 Coefficiente influenza 0.22
Cedimento 1.46 cm



TAVOLE GRAFICHE

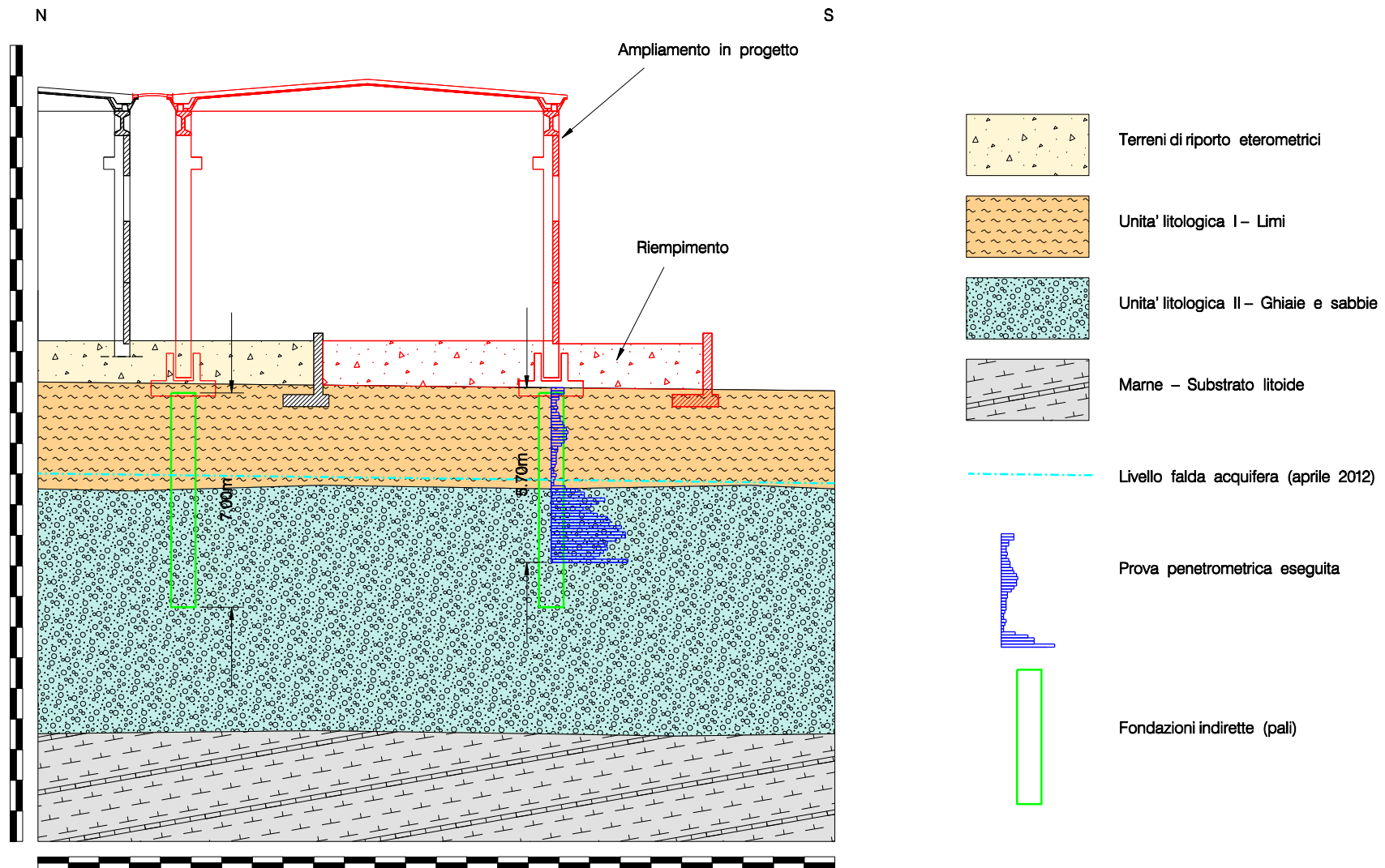
- Corografia Scala 1:10.000
- Planimetria indagini Scala 1:1.000
- Sezione geologica interpretativa Scala 1:200
- Documentazione fotografica



● Prova penetrometrica dinamica e prova sismica passiva a stazione singola eseguite

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA

TAV. 3



Scala 1:200



Foto n.1: Prova penetrometrica dinamica n.1



Foto n.2: Prova sismica passiva a stazione singola