

**A.A.M.P.S.**

Azienda Ambientale  
di Pubblico Servizio Spa  
Livorno

# PROGETTO PIATTAFORMA GESTIONE SFALCI E POTATURE C/O IMPIANTO STOCCAGGIO ORGANICO

## “RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA”

8 Ottobre 2014

**Allegato n° 1** alla Relazione Tecnica per l' *"istanza di modifica, ex art. 208 D.Lgs e s.m.i. relativa alla variante sostanziale di progetto autorizzato con Atto Dirigenziale n° 170 del 16/07/2007"*



**U.O. UFFICIO TECNICO**

via dell'Artigianato, 32 – 57122 Livorno Tel. 0586 416111 – fax 0586 416285  
[aamps@aamps.livorno.it](mailto:aamps@aamps.livorno.it) – [www.aamps.livorno.it](http://www.aamps.livorno.it)

## INDICE

Premessa

Inquadramento

Classi di Pericolosità

Classi di Fattibilità

Geomorfologia e Geologia di superficie

Idrologia, Idrogeologia e Idraulica

Indagine Geognostica e Geofisica

Indagine Geognostica

Indagine Geofisica

Modello Geologico del sottosuolo

Modello Geotecnico del sottosuolo

Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche

Categoria di sottosuolo

Condizioni topografiche

Spettri di risposta del sito

Azioni sulle costruzioni

Verifiche geotecniche sulla fondazione

Verifica della stabilità del pendio

Verifica allo stato attuale

Verifica allo stato di progetto

Conclusioni

Allegato 1 - Indagine Geognostica e Geofisica

Allegato 2 – Sezione Litotecnica

Allegato 3 – Spettri di risposta del terreno

Allegato 4 – Calcolo della portanza e dei cedimenti

Allegato 5 – Analisi di stabilità del pendio

## Premessa

Lo studio in oggetto è stato redatto a supporto della pratica di Autorizzazione Unica per Variante sostanziale impianto di smaltimento rifiuti urbani non pericolosi ex art.208 Loc. Vallin dell'Aquila nel Comune di Livorno (Fig.1), come da normativa vigente del Comune, DM 14/1/2008, L.R. 1/2005, DPGR n°26/R del 2007 e DPGR n°36/R del 2009 e s.m.. L'intervento consiste nella realizzazione di una piattaforma per la gestione di sfalci e potature c/o l'impianto di stoccaggio dell'organico, tale vasca avrà una forma ad "U" come da disegni progettuali.

La volumetria lorda di intervento è  $150 < VL < 1500 \text{mc}$  ed altezza in gronda  $H_g < 10 \text{m}$  quindi l'opera edificatoria rientra in classe d'indagine geologica, geofisica e geotecnica n°2 nelle disposizioni del DPGR n°36/R del 2009.



Fig.1 – Ubicazione zona da stralcio di Carta satellitare

## Inquadramento

L'intervento verrà classificato relativamente alla Pericolosità e Fattibilità Geomorfologica, Idraulica e Sismica sulla base del quadro conoscitivo esistente integrato in base al DPGR n°26/R del 2007 e della cartografia esistente a supporto del Piano Strutturale e del Regolamento Urbanistico.

### **Classi di Pericolosità**

- *Pericolosità Geomorfologica*: In base alla cartografia del Piano Strutturale (Fig.2) l'area è classificata in parte in Classe 3b – Medio grado di accadimento dell'evento franoso dissesto e cedimento ed in parte in Classe 4 – Pericolosità elevata; quindi in base al DPGR 26/R del 2007 verrà identificata G3 cioè Pericolosità geomorfologica elevata - aree in cui

sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

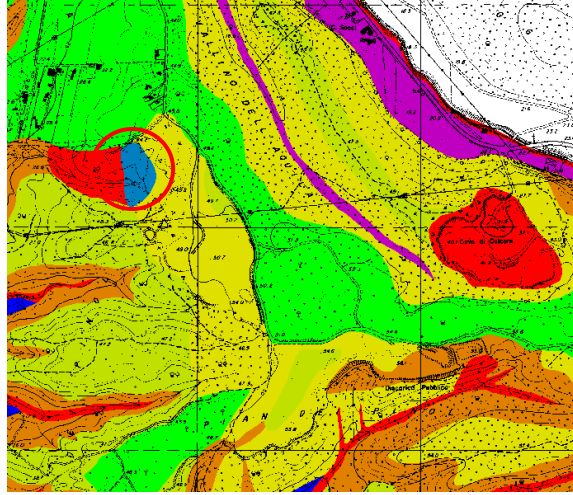


Fig.2 – Stralcio di Carta Pericolosità Geomorfologica e Idraulica

- *Pericolosità Idraulica*: In base alla cartografia del Piano Strutturale la zona in studio si ubica in un'area di alto morfologico, non interessata da corsi d'acqua e quindi indicata a pericolosità bassa essendo esterna all'area delimitata dal Pentagono del Buontalenti e viene inserita in Classe 2.

Per quanto concerne la D.G.R.T. n. 831 del 23.07.2001 di cui la cartografia è stata recepita dagli SS.UU. l'area in esame, nell'ambito della zonizzazione del nuovo di Assetto Idrogeologico del Bacino Regionale Toscana Costa, non ricade in zone perimetrare quali P.I.M.E o P.I.E. Pericolosità idraulica molto elevata o elevata (Fig.3).



Fig.3 – Stralcio di Carta Piano Assetto Idrogeologico

Quindi in base a quanto sopra detto in rispetto al DPGRT 26/R del 2007 verrà identificata I2 cioè Pericolosità idraulica media - aree interessate da allagamenti per eventi compresi tra  $200 < T_r < 500$  anni.

Fuori dalle unità territoriali organiche elementari (UTOE) potenzialmente interessate da previsioni insediative e infrastrutturali, in presenza di aree non riconducibili agli ambiti di applicazione degli atti di pianificazione di bacino e in assenza di studi idrologici idraulici rientrano in classe di pericolosità media le aree di fondovalle per le quali ricorrano le seguenti condizioni:

a) non vi sono notizie storiche di inondazioni

b) sono in situazione di alto morfologico rispetto alla piana alluvionale adiacente, di norma a quote altimetriche superiori a metri 2 rispetto al piede esterno dell'argine o, in mancanza, al ciglio di sponda.

- *Pericolosità Sismica*: In base alla Carta di risposta omogenea all'evento sismico allegata al P.S. l'area risulta in Classe 3, quindi in base al DPGRT 26/R del 2007 verrà identificata in S.2 cioè Pericolosità sismica locale media - zone con fenomeni franosi inattivi (3); aree in cui è possibile amplificazione dovuta ad effetti topografici (6-7); zone con possibile amplificazione stratigrafica (9, 10, 11) in comuni a media sismicità (zone 3).

#### **Classi di Fattibilità**

*Fattibilità Geomorfologica*: In base alla cartografia relativa alla Fattibilità (Fig.4) l'area risulta essere inserita in Classe 1 – Fattibilità senza particolari limitazioni, quindi in base alla classe di pericolosità geomorfologica nei rispetti del 26/R del 2007 è identificata F2 - si riferisce alle previsioni urbanistiche ed infrastrutturali per le quali è necessario indicare la tipologia di indagini e/o specifiche prescrizioni ai fini della valida formazione del titolo abilitativo all'attività edilizia.

*Fattibilità Idraulica*: In base alla classe di pericolosità idraulica nei rispetti del DPGRT 26/R del 2007 è identificata F2.

*Fattibilità Sismica*: In base alla classe di pericolosità sismica ed al 26/R del 2007 è identificata F2.

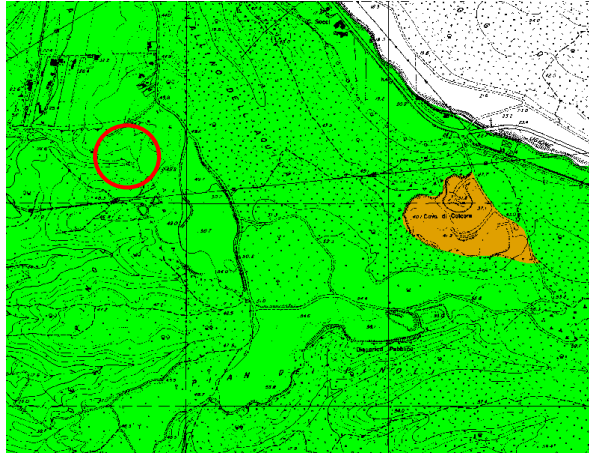


Fig.4 – Stralcio di Carta Fattibilità Geologica ed Idraulica

### **Geomorfologia e Geologia di superficie**

La zona cui appartengono i terreni in studio è ubicata in zona periferica extraurbana a NE e presenta una morfologia pedecollinare, con quote di circa 45m s.l.m. nella città di Livorno e pendenze che degradano verso il fondovalle con scarpate mediamente acclivi. Il terreno interessato dall'intervento è ubicato su di un pianoro antropico realizzato nella porzione di NW della discarica, in posizione intermedia tra il corpo della discarica e la sottostante vallecchia, cui è raccordato con una scarpata, appartenente al versante degradante verso il Fosso della Valle Lunga.

In relazione all'assetto pedecollinare dell'area e dal rilevamento in sito non sono risultate evidenze di movimenti gravitativi superficiali né profondi, né sono stati rilevati lineamenti tettonici attivi, nonostante ciò è da tenere in considerazione che nel passato nella zona limitrofa a nord del sito oggetto di studio, si sono avuti movimenti gravitativi risanati con l'utilizzo di terre armate.

La superficie pianeggiante su cui è insediata l'intera città di Livorno, si è formata in relazione ai cicli sedimentari marini che hanno condizionato l'evoluzione della locale linea di costa negli ultimi 300.000 anni. Infatti le ripetute ingressioni e regressioni marine e la deposizione delle sequenze sedimentarie ad esse legate hanno determinato, alle diverse quote, progressive configurazioni a "spianata" dei terreni raccordanti il mare con i retrostanti rilievi collinari (Terrazzo di Livorno, Terrazzo delle Pianacce).

Nonostante la zona sia fortemente antropizzata, i lineamenti geomorfologici rinvenibili al contorno indicano chiaramente come i lavori di questa parte della discarica siano stati

realizzati su terreni in posto, appartenenti al margine settentrionale del Terrazzo della Fattoria Pianacce, il più interno e più alto dei terrazzi quaternari del livornese.

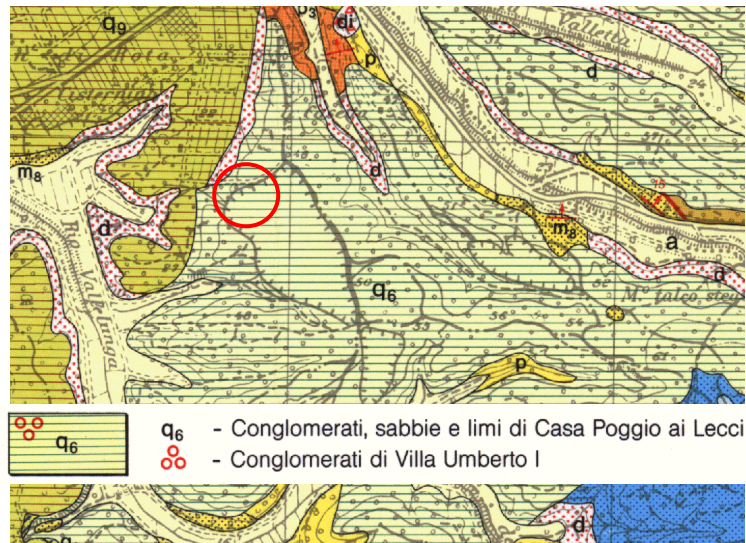


Fig.5 – Stralcio di Carta Geologica

Come visibile in Carta Geologica (Fig.5) la formazione più superficiale in posto, sottostante la coltre dei terreni di riporto è riferibile alla formazione dei Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci ( $q_6$ ). La formazione presenta una litologia caratterizzata da sabbie grossolane, da limi e dalla presenza talvolta abbondante di ciottoli, anche di notevoli dimensioni, fortemente eterometrici, arrotondati e costituiti da anageniti, quarziti e calcari vari della Serie Toscana, che viceversa non compaiono nelle formazioni pleistoceniche sottostanti. La formazione non appare uniforme ma viceversa, a seconda dei luoghi di affioramento, si registra la preponderanza di questo o di quel tipo litologico; ciò è da mettere in relazione con l'ambiente di sedimentazione che doveva variare dal fluviale al fluvio-lacustre fino al deltizio.

A valle dell'area in oggetto è inoltre presente in affioramento la formazione delle Sabbie di Ardenza ( $q_9$ ), d'origine continentale, costituita in gran parte da sabbie e sabbie-limose molto fini di accumulo eolico e di colore rosso-arancio. Tale formazione, da un punto di vista geomorfologico è appartenente al Terrazzo di Livorno.

Nell'area a nord si evidenzia la presenza di una zona di detriti e frane (d) che risulta coerente con gli interventi di risanamento effettuati nel 1998/99.



## Idrologia, Idrogeologia e Idraulica

L'area in studio si ubica in zona pedecollinare, in un contesto scarsamente urbanizzato, con predominanti aree boscate ed agricole, collocato sul versante in sinistra idrografica del Torrente Ugione, ed in destra idrografica del Fosso di Vallelunga.

Nella zona sono presenti corsi d'acqua e impluvi naturali di scorrimento delle acque superficiali meteoriche che quindi risultano non essere regimate ed organizzate tramite la pubblica fognatura. Come già evidenziato in premessa, l'area in studio non è di particolare attenzione per la prevenzione dei dissesti idrogeologici non trovandosi vicina a corsi d'acqua ed in area di alto morfologico, quindi non interessata da eventi ricorrenti e non ricadente in zone a pericolosità idraulica elevata, ma solo in aree di particolare attenzione per la prevenzione da allagamenti.

Per quanto riguarda il Vincolo Idrogeologico R.D. n.3267/1923 (Fig.6), l'area ricade in zona soggetta al vincolo.

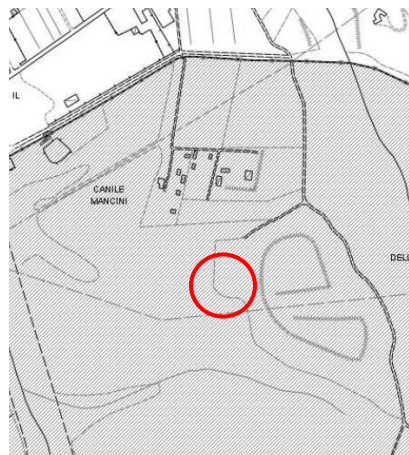


Fig.6 – Stralcio di Carta Vincolo Idrogeologico

In generale la situazione idrogeologica dell'area è profondamente condizionata dalla presenza del corpo della discarica che modifica sostanzialmente la circolazione idrica sia superficiale che sotterranea.

Nell'area in oggetto, la presenza di livelli di materiali granulari nei primi metri caratterizzati da terreni di riporto, consente una certa circolazione idrica sotterranea che viene limitata in profondità dalla prevalenza di materiali limoso-argillosi a permeabilità molto più bassa.

Durante le indagini è stato possibile rilevare il livello statico della falda idrica ad una profondità variabile di -5,00m da p.c.; la loro piezometria che è strettamente connessa al regime termo-pluviometrico. La situazione geomorfologica e geologica consente comunque di escludere interazioni significative tra le opere in progetto e la falda.



L'opera verrà ubicata nel piazzale già servito da sistema di gestione delle acque di prima pioggia e sarà provvista di quanto necessario per l'intercettazione dell'acqua che verrà regimata e convogliata attraverso canaline e tubazioni interrato dotate di valvole di ritegno nella vasca di prima pioggia esistente.

## Indagine Geognostica e Geofisica

Sulla base del D.M. 14/1/2008 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) si è proceduto alla caratterizzazione dell'area dal punto di vista geologico, geofisico e geotecnico come specificato dal DPGR n°36/R del 2009 in base alla classe di indagine di appartenenza  $150 < VL < 1500 \text{mc}$  ed altezza in gronda  $H_g < 10 \text{m}$ , anche se non si può parlare di volumetria in senso stretto. Si è proceduto alla caratterizzazione dell'area oggetto d'intervento, attraverso una campagna geognostica comprendente indagini in sito (Fig.7) quali:

- n°3 prove penetrometriche dinamiche/statiche (DPSH/CPT),
- n°1 indagine sismica di tipo MASW per l'identificazione della categoria di suolo d'appartenenza in base alle  $V_{s30}$
- n°1 indagine sismica a rifrazione per l'identificazione del substrato (allegato 1).

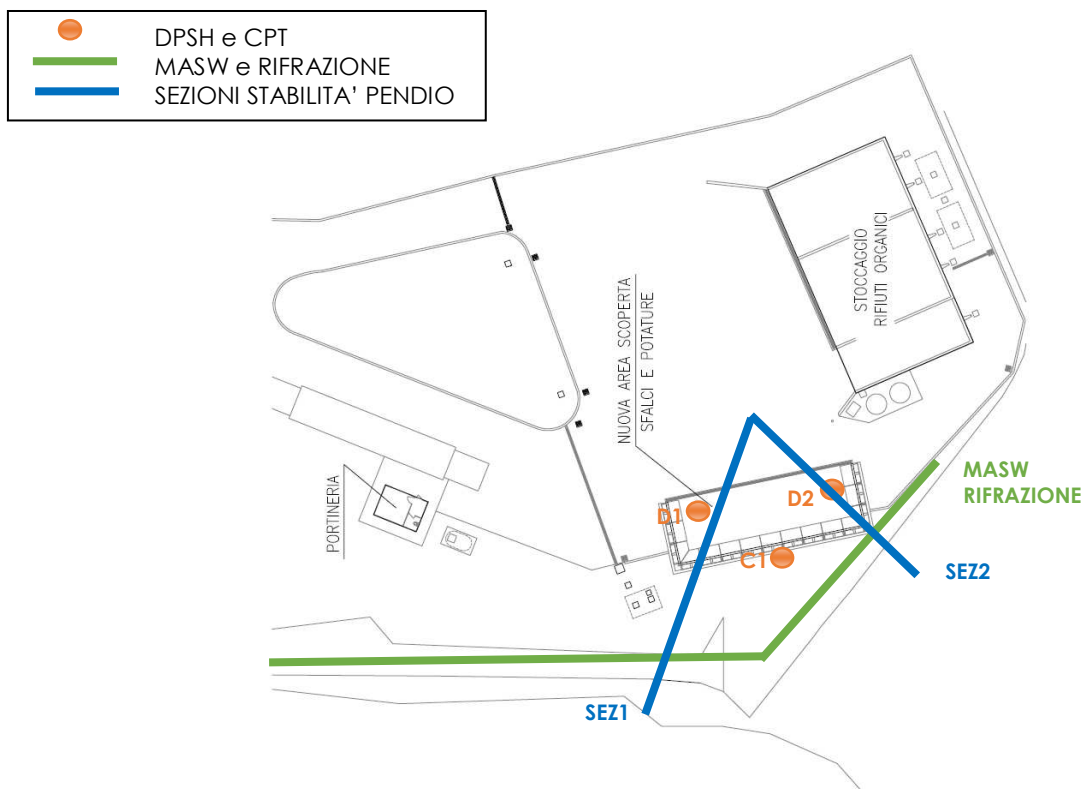


Fig.7 – Ubicazione Indagini geognostiche

**Indagine Geognostica**

L'indagine geognostica è stata effettuata a Ottobre del 2014, dall'Impresa Mappogeognostica S.r.l. di Lucca con la supervisione di un geologo. Tali prove sono state oltremodo correlate con studi precedenti resi disponibili da A.A.M.P.S., effettuati nell'area limitrofa a quella d'interesse e utili a fornire maggiori dati.

Per l'esecuzione delle DPHS/CPT è stato impiegato un penetrometro dinamico/statico auto-ancorante Pagani TG 63-200 con spinta da 200 KN.

Nel rispetto degli standards ASTM (D3441-86) e della Procedura di riferimento ISSMFE, la prova consiste nell'infiggere nel terreno una particolare punta articolata (punta Begemann) e nel misurare, attraverso una cella di carico di sommità Hottinger, la resistenza che essa incontra alla penetrazione.

Per quanto riguarda le prove CPT, la spinta viene fornita da un'apparecchiatura idraulica in grado raggiungere i 200 KN, ed è trasmessa alla punta mediante una batteria di aste cave nel cui interno scorrono delle aste più piccole.

L'avanzamento avviene in tre fasi che si ripetono ogni 20 cm:

- 1 - scende solo la punta delle astine interne,
- 2 - scende la punta ed un corto manicotto spinti dalle astine interne,
- 3 - scende tutta la batteria fino a quando la punta ed il manicotto tornano in battuta sull'involucro esterno delle aste e raggiungono la nuova quota di inizio misura.

Nella fase 1 viene misurata la resistenza alla punta, cioè la pressione di rottura del terreno a quella profondità (A), ottenuta dividendo la forza di spinta per l'area della punta. Nella fase 2 si misura invece la resistenza laterale (B), cioè l'attrito acciaio/terreno, ottenuta dividendo la spinta esercitata, e depurata di quella misurata in 1, per l'area della superficie laterale del manicotto. Nella fase 3 viene misurata la resistenza totale (T) all'avanzamento: un dato totale che tiene conto dell'attrito che si esercita su tutta la batteria delle aste.

Le letture, eseguite attraverso una centralina elettronica di acquisizione, vengono successivamente elaborate e presentate graficamente sotto forma di profili penetrometrici continui diagrammati in funzione della profondità.

In Allegato sono riportati gli andamenti delle letture A, B e T eseguite durante la prova, ed i valori derivati quali  $R_p$  (resistenza alla punta),  $R_f$  (attrito laterale locale),  $R_p/R_f$  (rapporto di Begemann). Vengono inoltre riportati i parametri meccanici del terreno  $C_u$  (coesione

non drenata), angolo di attrito  $\phi$ ,  $D_r$  (densità relativa) ed  $m_v$  (modulo di compressibilità volumetrica) secondo Begemann (1968) e secondo Searle (1979), ed a lato del diagramma  $R_p/R_f$  la classificazione litologica del terreno secondo Schmertmann (1979).

La prova DPSH consiste nell'infingere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi  $d$ ) misurando il numero di colpi  $N$  necessari. La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere con precisione lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde, le superfici di rottura sui pendii e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi  $N_{spt}$  ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di riportare il numero di colpi di una prova dinamica con  $N_{spt}$ .

### **Indagine Geofisica**

L'indagine geofisica a rifrazione ed il MASW sono stati utilizzando la seguente strumentazione: un sismografo 16S24U PASI 24 canali, 24 geofoni a 4.5Hz, un fucile sismico o una mazza battente da 10 Kg.

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre stadi distinti:

- 1) acquisizione dei dati di campo;
- 2) estrazione della curva di dispersione;
- 3) inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle  $V_s$  (profilo 1-D) che descrive la variazione di  $V_s$  con la profondità

Il sito verrà classificato sulla base del valore di  $V_{S30}$  come da normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008). I risultati dell'indagine sono stati riportati in allegato 1.

## Modello Geologico del sottosuolo

Le conoscenze generali dell'area, i dati acquisiti nel sopralluogo e nella campagna d'indagine eseguita hanno consentito di comprendere e ricostruire la situazione litostratigrafica dei terreni presenti nel sottosuolo fino alla quota di -10m da p.c.. Al di sotto dello spessore del manto asfaltato rinvenuto sino a circa -1.00m da p.c., composto da una coltre superficiale di materiale arido tipo stabilizzato, il sottosuolo presenta le litologie riassunte per le verticali d'indagine in allegato2 e nella Tab.1 sottostante.

I sedimenti attraversati degli orizzonti R-A-B sono tutti appartenenti a materiali e terreni di riporto costituenti il riempimento mediante il quale è stato realizzato il pianoro oggetto d'intervento, solo l'orizzonte C sembra essere appartenente alla formazione dei Conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci.

<b>SIGLE ORIZZONTI</b>	<b>LITOLOGIA</b>	<b>Prof. (m da p.c.)</b>
R	Manto asfaltato e stabilizzato (substrato del piazzale)	0.00 – 1.00
A	Limi sabbiosi mediamente consistenti	1.00 – 1.60
B	Limi argillosi scarsamente consistenti alternati a sabbie limose scarsamente addensate (livelli attribuibili ad argille molli)	1.60 – 6.40
C	Limi argillosi consistenti con livelli di sabbie limose bene addensate	6.40 - 10.00

Tab.1 – Litologia

## Modello Geotecnico del sottosuolo

Successivamente all'identificazione litologica dei terreni e dei loro spessori si è giunti alla definizione dei parametri fisico-meccanici, riassunti per le verticali d'indagine nella Tab.2. Nella sottostante tabella vengono riportati i valori minimi, in rispetto alla normativa, dei parametri geotecnici del terreno ottenuti dall'indagine geognostica.

La correlazione plano-altimetrica degli orizzonti individuati nell'area indagata è sintetizzata oltre che nella Tab.2, nella Sezione litotecnica rappresentativa del modello geotecnico del sottosuolo (allegato 2).

Ferma restando l'esclusiva competenza e titolarità del progettista nella scelta della tipologia e nel dimensionamento delle opere di fondazione, nel caso di impiego di una soluzione superficiale, le opere di fondazione saranno immorsate nell'orizzonte R.

Subito sotto il manto asfaltato vi è la presenza di materiale stabilizzato che forma il substrato del piazzale fino ad uno spessore di 1m, al di sotto del quale sono presenti, per uno spessore di 0,60m, materiali limoso sabbiosi poco consistenti. Sotto questo livello le prove hanno individuato uno strato di circa 4,80m di materiali limo argillosi scarsamente consistenti e sabbie limose scarsamente addensate entro il quale si evidenzia la presenza di un livello a scadenti caratteristiche geomeccaniche assimilabile ad argille molli.

Al di sotto si è rinvenuto materiale di tipo limoso-argilloso consistente con intercalazioni di sottili livelli di sabbia limosa ben addensata appartenente alla formazione dei conglomerati, sabbie e limi di Casa Poggio ai Lecci.

Orizzonte litotecnico	Litologia	Prof. da p.c. (m)	$\gamma\text{-}\gamma_s$ (kN/mc)	$C_u/C'$ (kN/cm <sup>2</sup> )	$\phi/\phi'$ (°)	$E_d$ (kN/cm <sup>2</sup> )
R	Manto asfaltato e stabilizzato (substrato del piazzale)	0.00 – 1.00	15-16	70	26°	6000
A	Limi sabbiosi poco consistenti	1.00 – 1.60	17,5-18	100	-	6500
B	Limi argillosi scarsamente consistenti e sabbie limose scarsamente addensate (livelli attribuibili ad argille molli)	1.60 – 6.40	18-18,5	40	26°	4500
	Argille molli	2.20 - 4.40	14,5-15	10	-	1000
C	Limi argillosi consistenti con livelli di sabbie limose bene addensate	6.40 - 10.00	18,5-19	140	-	18000

Tab.2 – Parametri geotecnici

## Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche

### Categoria di sottosuolo

La nuova proposta di classificazione indica il Comune di Livorno in Zona 3 per le procedure e per il controllo ed il deposito dei progetti. A livello di sicurezza, per le costruzioni in tali zone sismiche, il valore della massi-ma accelerazione del terreno (inteso su roccia) è  $A_g < 0.15 \text{ m/s}^2$ . La progettazione ai sensi della nuova normativa prevede attraverso 3 tipi di parametri l'individuazione della/e categoria/e di suolo di appartenenza.

La velocità **equivalente** delle onde di taglio Vs30 è definita dall'espressione (3.2.1)

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{V_i}}$$

$h_i$  = Spessore in metri dello strato i-esimo  
 $V_i$  = Velocità dell'onda di taglio i-esima  
 $N$  = Numero di strati

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente NSPT30 è definita dall'espressione

$$N_{SP,T,30} = \frac{\sum_{i=1, M} h_i}{\sum_{i=1, M} N_{SP,T,i}}$$

$N_{SP,T,i}$  numero di colpi  $N_{SP,T}$  nell'i-esimo strato;  
 $M$  numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità;

La resistenza non drenata equivalente cu30 è definita dall'espressione

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1, K} h_i}{\sum_{i=1, K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

$c_{u,i}$  resistenza non drenata nell'i-esimo strato;  
 $K$  numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità

29

La caratterizzazione in base ai valori delle VS30 necessita di specifiche indagini geofisiche che sono state eseguite dal geologo dell'ufficio attraverso un'indagine sismica di tipo MASW. L'indagine ha definito una tipologia di suolo di tipo **C** ( $V_{s30} = 348$  m/s) ossia: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT30 < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < Cu30 < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

### Condizioni topografiche

Per quanto riguarda la determinazione delle condizioni topografiche per le configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica	$S_T$
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$	1,0
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$	1,2
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$	1,2
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$	1,4

Dopo aver eseguito il sopralluogo possiamo classificare il sito nella categoria topografica T1 che comprende: pendii con inclinazione media  $i < 15^\circ$ .

### Spettri di risposta del sito

La pericolosità sismica in un generico sito deve essere descritta in modo da renderla compatibile con le Norme Tecniche sulle Costruzioni (NTC) e da dotarla di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se nei risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle NTC, nelle condizioni di sito di riferimento rigido orizzontale sopra definite
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi;

Le azioni di progetto si ricavano, dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali definite in funzione dei tre parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima del terreno;
- $F_0$  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.

Per ciascun nodo del reticolo di riferimento e per ciascuno dei periodi di ritorno TR considerati dalla pericolosità sismica, i tre parametri si ricavano riferendosi ai valori corrispondenti al 50esimo percentile.

Allo stato attuale, la pericolosità sismica individuata su reticolo nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati risultanti dal programma GeoStru-PS ( Allegato 3).

LATITUDINE	LONGITUDINE	CATEGORIA DI SUOLO
43,499652	10,349828	A
CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	CLASSE D'USO	COEFFICIENTE D'USO
T1	II	1

Attraverso l'utilizzo del programma vengono ricavati gli spettri di risposta per i vari periodi di ritorno TR, tali risultanze derivano da una precisa localizzazione del sito d'intervento attraverso la sua longitudine e latitudine. Le forme spettrali sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento dello stato limite considerato e quindi indicative di una vita di riferimento dell'edificio. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione  $VR=VN*CU$  dove VN è la vita nominale e CU è il coefficiente d'uso



- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Tale operazione viene effettuata fissando la vita di riferimento VR ed i due parametri TR e PVR che sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})}$$

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie.

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 e  $S_t$  il coefficiente di amplificazione topografica.

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende, quindi, dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dei depositi di terreno e degli ammassi rocciosi e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei materiali che li costituiscono.

Il moto sismico alla superficie di un sito, associato a ciascuna categoria di sottosuolo, è definito mediante l'accelerazione massima ( $a_{max}$ ) attesa in superficie ed una forma spettrale ancorata ad essa. Il valore dell'accelerazione massima  $a_{max}$  può essere ricavato dalla relazione:  $a_{max} = S \cdot a_g = S_t \cdot S_s \cdot a_g$

## Azioni sulle costruzioni

Azione è qualunque causa o insieme di cause che induce stati limite una struttura.

Si esplica nel modo :

-diretto (Forze concentrate, carichi distribuiti)

- indiretto (variazioni di umidità e T°, ritiro, cedimenti di vincolo, spostamenti)
- degrado endogeno ed esogeno (rispettivamente, alterazione naturale e agenti esterni)

La risposta strutturale è:

- statica (non provoca accelerazioni significative della struttura o di sue parti)
- pseudostatica (azioni dinamiche rappresentabili mediante un'azione statica equivalente)
- dinamica (provoca accelerazioni significative della struttura o di sue parti).

Nelle verifiche agli stati limite ultimi si distinguono:

- EQU - stato limite di equilibrio: considera la struttura, il terreno o l'insieme terreno-struttura come corpo rigido. Si utilizza, ad es., per le verifiche del ribaltamento dei muri di sostegno.
- STR - stato limite di resistenza della struttura: riguarda gli elementi di fondazione e di sostegno del terreno. Si utilizza per tutti i dimensionamenti strutturali. Se le azioni sulle strutture sono esercitate dal terreno, si devono assumere i valori caratteristici dei parametri geotecnici.
- GEO - stato limite di resistenza del terreno: si utilizza per il dimensionamento geotecnico delle opere di fondazione e di sostegno e per tutte le strutture che interagiscono col terreno, ma anche per le verifiche di stabilità globale terreno-struttura.

Nelle verifiche nei confronti degli stati limite ultimi strutturali (STR) e geotecnici (GEO) si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali:



Se mancano espresse indicazioni in merito, il rispetto dei vari stati limite si considera conseguito:

**-nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio, qualora siano rispettate le verifiche relative al solo SLD;**

**SLE ⇒ SLD**

**-nei confronti di tutti gli stati limite ultimi, qualora siano soddisfatte le verifiche relative al solo SLV.**

**SLU ⇒ SLV**

Fanno eccezione le costruzioni di Classe d'uso III e IV, per gli elementi non strutturali e gli impianti, delle quali è richiesto anche il rispetto delle verifiche di sicurezza relative allo SLO.

### Verifiche geotecniche sulla fondazione

Per quanto riguarda le Verifiche agli Stati Limite Ultimi (SLU), le fondazioni superficiali devono essere verificate almeno con riferimento ai meccanismi di rottura per carico limite e scorrimento. La verifica della condizione  $R_d > E_d$  può essere effettuata, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali seguendo almeno uno dei due approcci:

**Approccio1:**

- **Combinazione 1 (A1+M1+R1)**

- **Combinazione 2 (A2+M2+R2)**

**-Approccio 2:**

**(A1+M1+R3)**

Per quanto riguarda invece le Verifiche allo Stato Limite di Esercizio (SLE) quindi prendiamo in considerazione lo Stato Limite di Salvaguardia dal Danno (SLD), gli spostamenti permanenti indotti dal sisma non devono alterare significativamente la resistenza della fondazione e devono essere compatibili con la funzionalità dell'opera.

Nel caso in esame i calcoli vengono affrontati utilizzando entrambi gli approcci ed entrambe le combinazioni, in modo da visualizzare e riportare la situazione peggiore.

Considerando che si tratta di una piattaforma per la gestione degli sfalci e delle potature a forma di "U" con dei muri perimetrali di circa 4m di altezza, vedi progetto, la fondazione più opportuna in accordo con l'ipotesi progettuale, è di tipo superficiale a platea impostata ad una profondità di -0,35m da p.c.; sono state comunque eseguite le verifiche agli stati limite.

Il calcolo progettuale e la verifica è stata effettuata attraverso il programma Load Cap versione 2011 della GeoStru S.r.l. (allegato 4), tali calcoli vengono effettuati utilizzando diverse metodologie; in allegato è riportato il risultato più sfavorevole derivato dai calcoli effettuati con Approccio 1 combinazione A2+M2+R2 con esito  $R_d=478,61$  KN/mq.

La verifica dei cedimenti e dei cedimenti differenziali all'interno degli orizzonti litologici presenti è stata eseguita sempre attraverso l'utilizzo del software sopraindicato; si è ipotizzato un carico di esercizio di 24 KN/mq che ha dato come risultato un cedimento totale di 5,08cm, calcolato con la teoria dell'elasticità per gli strati coesivi e con la teoria

di Schmertmann per gli strati incoerenti; si presume che trattandosi di un'aria antropizzata di piazzale con dei carichi esistenti dovuti alla presenza di un manto asfaltato e dal traffico veicolare, tale cedimento si sia già in parte esaurito e quindi risulti minimo o assente.

## Verifica della stabilità del pendio

I terreni in oggetto sono ubicati in una zona di pianoro antropico realizzato in prossimità del piede di scarpata a NW del corpo principale della discarica; tale area risulta essere inserita in area a vincolo idrogeologico, quindi dovendo intervenire per la realizzazione di una piattaforma per la gestione degli sfalci e le potature c/o l'impianto di stoccaggio dell'organico risulta necessario effettuare le verifiche di stabilità del pendio sia allo stato attuale che di progetto (allegato 5).

L'analisi delle condizioni di stabilità dei pendii in condizioni sismiche può essere eseguita mediante metodi pseudostatici, metodi degli spostamenti e metodi di analisi dinamica.

Nei metodi pseudostatici l'azione sismica è rappresentata da un'azione statica equivalente, costante nello spazio e nel tempo, proporzionale al peso  $W$  del volume di terreno potenzialmente instabile. Nei metodi pseudostatici la condizione di stato limite ultimo (SLU) viene riferita al cinematismo di collasso critico, caratteristico dal più basso valore del coefficiente di sicurezza  $F_s$

$$F_s = (T_s/R_2) / \tau_m$$

$T_s$  resistenza al taglio disponibile

$\tau_m$  sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento (effettiva o potenziale)

$R_2$  = coefficiente parziale

→ Nelle verifiche pseudostatiche di sicurezza si assume :

**Approccio 1 - Combinazione 2 (A2+M2+R2), con R2 = 1.1**

→ Nelle verifiche allo stato limite ultimo (SLU)

**Le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica si ricavano da:**

$$F_h = k_h \times W$$

$$F_v = k_v \times W$$

$F_h$  e  $F_v$  sono incrementi di forza proporzionali a  $W$

$W$  = peso del volume di terreno potenzialmente instabile

$k_h$  e  $k_v$  = coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h$$

dove

$\beta_s$  = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

$a_{max}$  = accelerazione massima attesa al sito;  $a_{max} = S_s \cdot S_T \cdot a_g$

$g$  = accelerazione di gravità.

Tabella 7.11.1 – Coefficienti di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito.

	Categoria di intensità	
	A	B, C, D, E
	$\beta_A$	$\beta_B$
$0,3 < a_d/g \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_d/g \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_d/g \leq 0,1$	0,20	0,20

### Verifica allo stato attuale

Per effettuare le verifiche della stabilità del pendio, sono state eseguite due sezioni topografiche, che individuano le due situazioni.

Allo stato attuale, la situazione risulta stabile, non vi sono evidenze di movimenti gravitativi né sul terreno né sugli edifici esistenti ma i lavori andranno a coinvolgere la zona di piazzale più vicina al versante e quindi la situazione impone di effettuare in base alle nuove normative tecniche DM2008 la verifica di stabilità del versante sia allo stato attuale che allo stato modificato.

Il calcolo della stabilità del pendio è stato effettuato utilizzando il software Slope versione anno 2011 della Geostru Software Srl operando come da normativa vigente DM2008 attraverso l'analisi dei conci metodo di Janbu. Nelle verifiche agli stati limite ultimi la stabilità dei pendii nei confronti dell'azione sismica viene eseguita con il metodo pseudo-statico (allegato 5). All'analisi del pendio la situazione precedentemente descritta ha fornito un fattore di sicurezza minimo  $F_s$ :

- sezione 1  $F_s = 2,69$
- sezione 2  $F_s = 1,45$

che da normativa risultano verificati in quanto  $F_s > 1$ .

### Verifica allo stato di progetto

L'intervento in progetto prevede come già detto, l'edificazione di una piattaforma per la gestione degli sfalci e delle potature, tale struttura sarà posizionata in un'area di piazzale prospiciente la scarpata, mantenendo le distanze di sicurezza opportune per non modificarne la stabilità.

Anche in questo caso abbiamo provveduto ad eseguire i calcoli con il programma sopra citato e con lo stesso metodo di calcolo ed il risultato ha avuto il seguente esito:

- sezione 1  $F_s = 1,83$
- sezione 2  $F_s = 1,06$

che da normativa risultano verificati  $F_s > 1$  per un carico distribuito di 24KN/mq (platea di 7,8m x 22,33m).

## Conclusioni

Riguardo la fattibilità degli interventi progettati, in base agli aspetti geologici geofisici e geotecnici esaminati, non è presente alcuna criticità rispetto alla realizzazione:

1. Nel contesto dello strumento urbanistico vigente, classe di fattibilità e di pericolosità non si è riscontrata nessuna opposizione.
2. Al di sotto dello spessore di terreno antropizzato è stata riscontrata una discreta omogeneità litologica con terreni di natura prevalentemente coesiva.
3. In relazione al modello geotecnico del sottosuolo ricavato dall'indagine geognostica in base ai dati progettuali, la fondazione sarà impostata ad una profondità di -0,35m dal p.c., attestata all'interno dell'orizzonte litotecnico R.
4. Le caratteristiche geotecniche dell'orizzonte R e dei successivi livelli presume il verificarsi di cedimenti immediati o secolari di piccola entità; considerato che l'ubicazione si trova su di un'area transitata si presume che i cedimenti siano già totalmente od in parte esauriti.
5. L'indagine geognostica ha individuato la falda idrica a -5,00m dal p.c. comunque le opere di progetto non andranno ad interferire con il deflusso superficiale né tanto meno con l'organizzazione sotterranea della falda.
6. Riguardo il rischio sismico, non sono state rilevate condizioni per la sua amplificazione per effetti locali. Relativamente alla presenza di orizzonti sabbiosi non sono da attendersi fenomeni di liquefazione e di addensamento sotto scuotimento sismico. Si rientra nelle casistiche del paragrafo 7.11.3.4.2 (DM 13/1/2008), eventi sismici di magnitudo inferiore a 5 ( $M < 5$ ) per cui le analisi possono essere omesse.

Pertanto si ritiene, in estrema sintesi, che l'intervento proposto sia compatibile con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area indagata.

Dott.ssa Geol. Claudia Paolotti

**PROGETTO PIATTAFORMA GESTIONE  
SFALCI E POTATURE C/O IMPIANTO  
STOCCAGGIO ORGANICO**

**ALLEGATO 1  
“INDAGINE GEOGNOSTICA E  
GEOFISICA”**

**8 Ottobre 2014**





55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

## INDAGINI GEOGNOSTICHE

prove in situ

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove geotecniche  
sui terreni n. 5021 del  
24/05/2011

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (D.P.S.H.)

*Il presente certificato è composto da n. 4 pagine*

*norma di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1977  
*deviazioni dalla norma:* **Prova eseguita senza rivestimento**

verbale di accettazione n° **134/2014** del **26/09/2014**  
certificato di prova n° **212/2014** del **16/10/2014**

Int. Certificati: **A.A.M.P.S.**  
Località: **loc. Cisternino, Livorno**  
prova n° **1**

#### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

<i>penetrometro:</i>	Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138
<i>peso massa battente</i>	63,5 Kg
<i>altezza caduta libera:</i>	0,75 m
<i>diametro aste <math>\phi</math>:</i>	32 mm
<i>area base punta conica:</i>	20,43 cmq
<i>angolo apertura punta <math>\alpha</math>:</i>	90°
<i>lunghezza delle aste:</i>	1,5
<i>peso aste per metro:</i>	7,13 Kg
<i>prof. giunzione 1° asta:</i>	0,40 m
<i>avanzamento punta <math>\delta</math>:</i>	0,20 m
<i>rivestimento:</i>	NO
<i>energia specifica per colpo:</i>	11,66 Kg/cm <sup>2</sup>
<i>coeff. teorico di energia:</i>	1,489

#### DATI DI PROVA

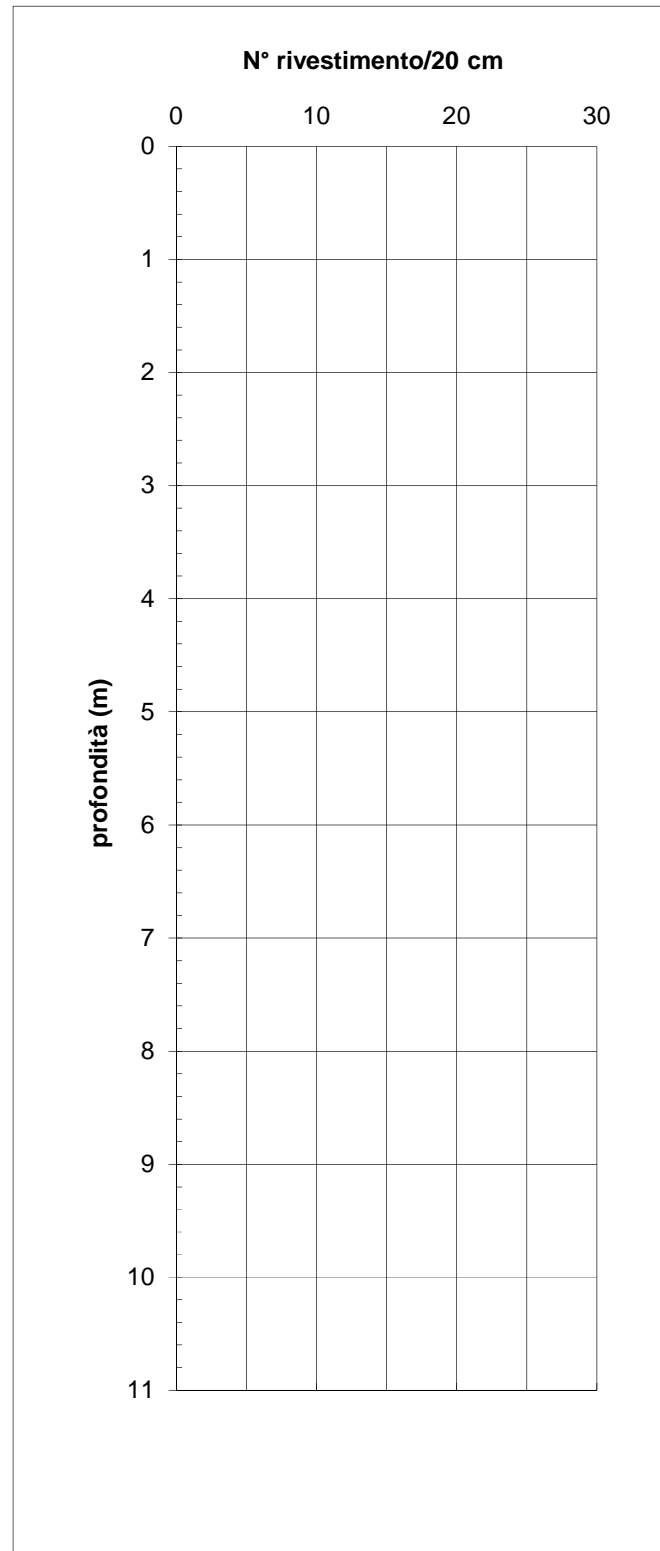
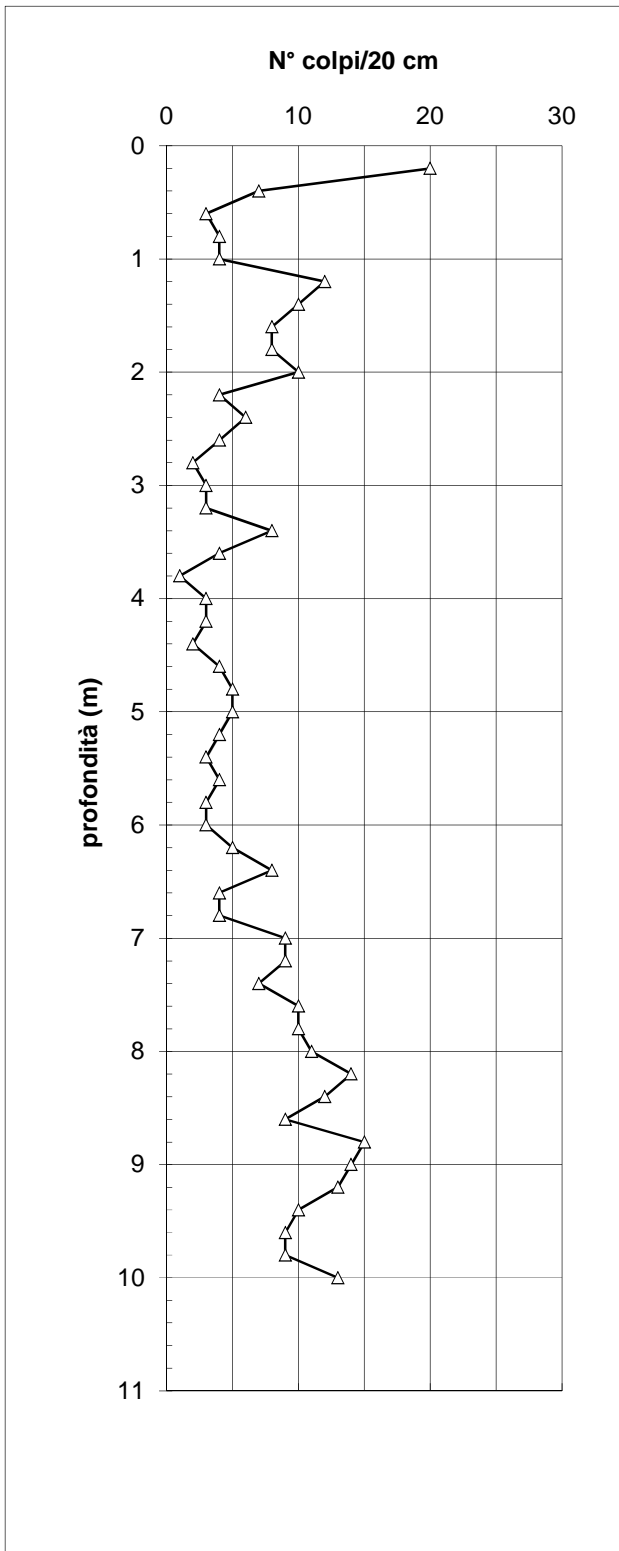
<i>data inizio lavori: 26/09/2014</i>	<i>prof. inizio prova (m):</i>	0	da p.c.
<i>data fine lavori: 26/09/2014</i>	<i>prof. fine prova (m):</i>	10,00	da p.c.
	<i>totale metri prova:</i>	10,00	
	<i>livello di falda (m):</i>	n.r.	da p.c.

#### NOTE

<i>profondità base strato da p.c. (m)</i>	<i>N° colpi/20 cm</i>	<i>N° colpi rivestimento</i>
0,20	20	
0,40	7	
0,60	3	
0,80	4	
1,00	4	
1,20	12	
1,40	10	
1,60	8	
1,80	8	
2,00	10	
2,20	4	
2,40	6	
2,60	4	
2,80	2	
3,00	3	
3,20	3	
3,40	8	
3,60	4	
3,80	1	
4,00	3	
4,20	3	
4,40	2	
4,60	4	
4,80	5	
5,00	5	
5,20	4	
5,40	3	
5,60	4	
5,80	3	
6,00	3	
6,20	5	
6,40	8	
6,60	4	
6,80	4	
7,00	9	
7,20	9	
7,40	7	
7,60	10	
7,80	10	
8,00	11	

<i>profondità base strato da p.c. (m)</i>	<i>N° colpi/20 cm</i>	<i>N° colpi rivestimento</i>
8,20	14	
8,40	12	
8,60	9	
8,80	15	
9,00	14	
9,20	13	
9,40	10	
9,60	9	
9,80	9	
10,00	13	
10,20		
10,40		
10,60		
10,80		
11,00		
11,20		
11,40		
11,60		
11,80		
12,00		
12,20		
12,40		
12,60		
12,80		
13,00		
13,20		
13,40		
13,60		
13,80		
14,00		
14,20		
14,40		
14,60		
14,80		
15,00		
15,20		
15,40		
15,60		
15,80		
16,00		

DIAGRAMMI



## UBICAZIONE DELLA PROVA





55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)  
tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712  
P.IVA 02019570460

## INDAGINI GEOGNOSTICHE

prove in situ

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove geotecniche  
sui terreni n. 5021 del  
24/05/2011

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (D.P.S.H.)

*Il presente certificato è composto da n. 4 pagine*

*norma di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1977  
*deviazioni dalla norma:* **Prova eseguita senza rivestimento**

verbale di accettazione n° **134/2014** del **26/09/2014**  
certificato di prova n° **213/2014** del **16/10/2014**

Int. Certificati: **A.A.M.P.S.**  
Località: **loc. Cisternino, Livorno**  
prova n° **2**

#### CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

<i>penetrometro:</i>	Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138
<i>peso massa battente</i>	63,5 Kg
<i>altezza caduta libera:</i>	0,75 m
<i>diametro aste <math>\phi</math>:</i>	32 mm
<i>area base punta conica:</i>	20,43 cmq
<i>angolo apertura punta <math>\alpha</math>:</i>	90°
<i>lunghezza delle aste:</i>	1,5
<i>peso aste per metro:</i>	7,13 Kg
<i>prof. giunzione 1° asta:</i>	0,40 m
<i>avanzamento punta <math>\delta</math>:</i>	0,20 m
<i>rivestimento:</i>	NO
<i>energia specifica per colpo:</i>	11,66 Kg/cm <sup>2</sup>
<i>coeff. teorico di energia:</i>	1,489

#### DATI DI PROVA

<i>data inizio lavori:</i> 26/09/2014	<i>prof. inizio prova (m):</i>	0	da p.c.
<i>data fine lavori:</i> 26/09/2014	<i>prof. fine prova (m):</i>	10,00	da p.c.
	<i>totale metri prova:</i>	10,00	
	<i>livello di falda (m):</i>	n.r.	da p.c.

#### NOTE



55010 loc. Biagioni, 60 Spianate (LU)

tel-fax 0583 20799 cell. 335 7215712

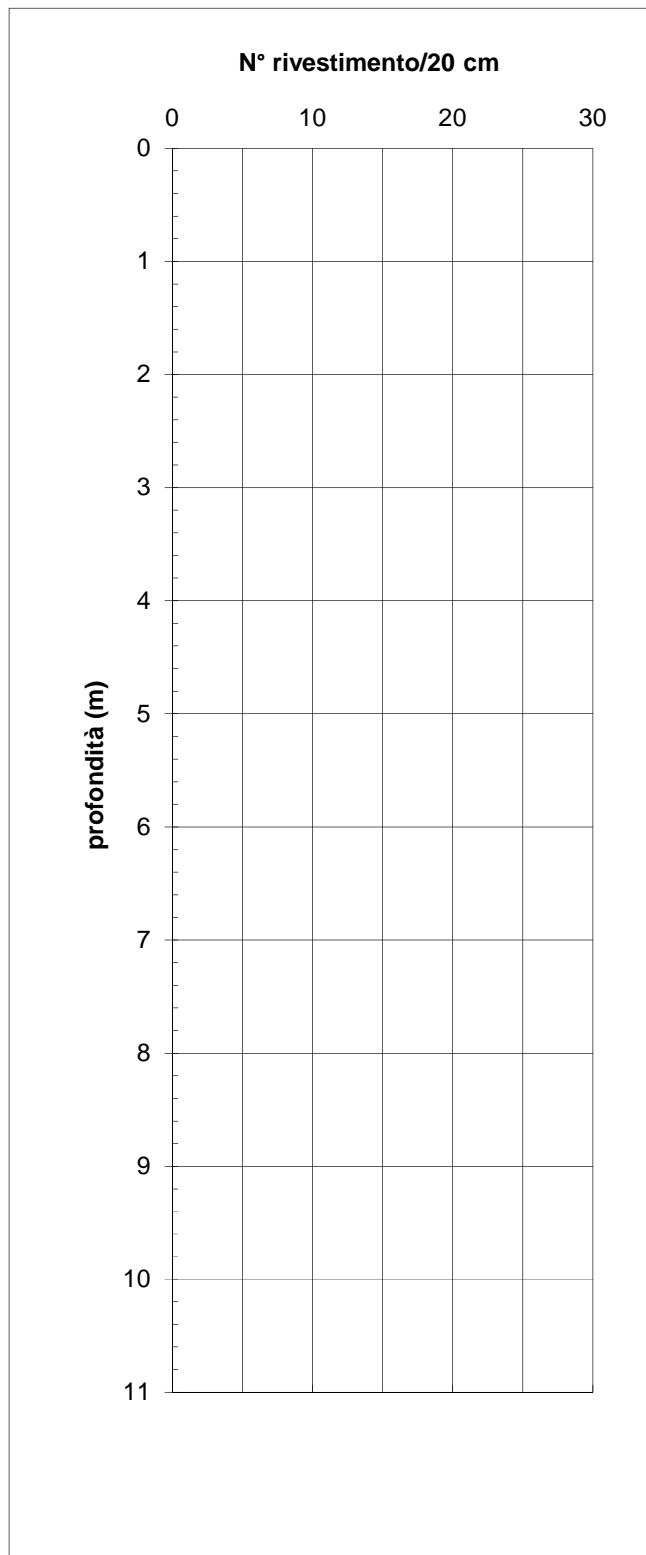
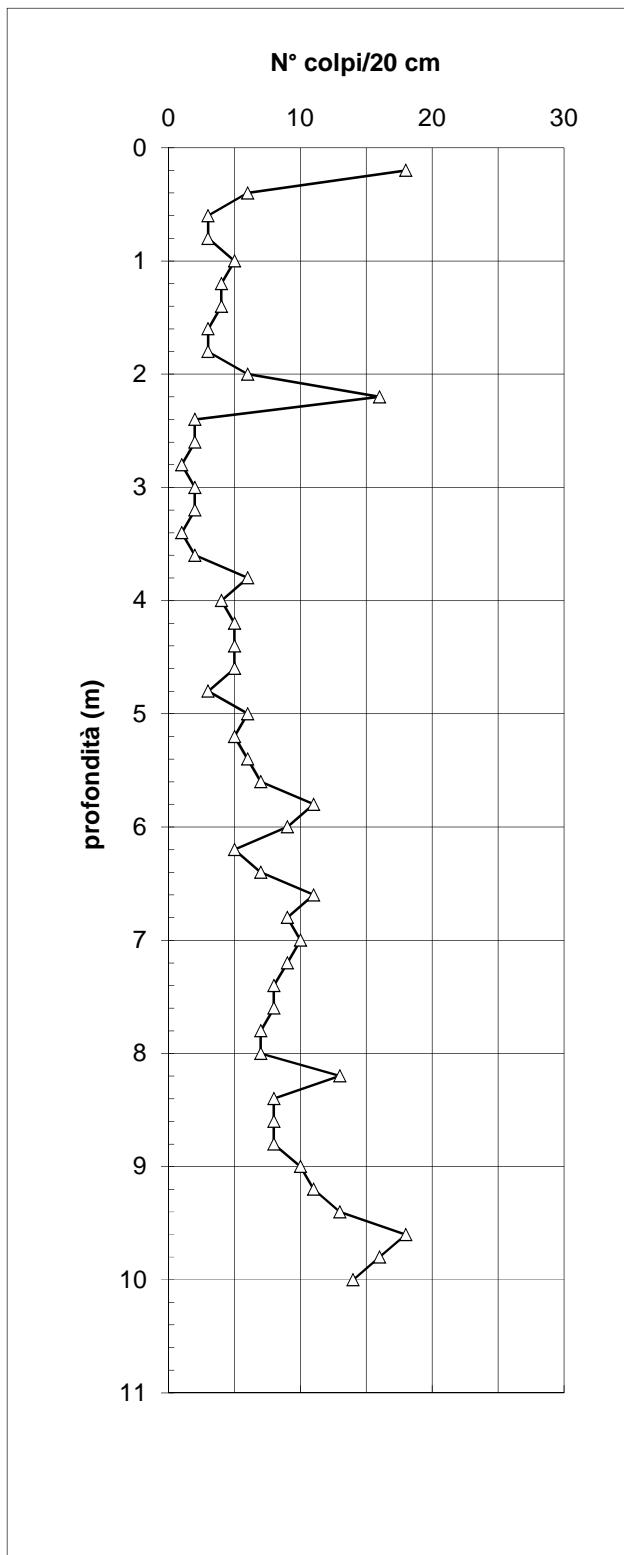
P.IVA 02019570460

Autorizzazione Ministero  
delle Infrastrutture e dei  
Trasporti ad effettuare e  
certificare prove geotecniche  
sui terreni n. 5021 del  
24/05/2011

<i>profondità base strato da p.c. (m)</i>	<i>N° colpi/20 cm</i>	<i>N° colpi rivestimento</i>
0,20	18	
0,40	6	
0,60	3	
0,80	3	
1,00	5	
1,20	4	
1,40	4	
1,60	3	
1,80	3	
2,00	6	
2,20	16	
2,40	2	
2,60	2	
2,80	1	
3,00	2	
3,20	2	
3,40	1	
3,60	2	
3,80	6	
4,00	4	
4,20	5	
4,40	5	
4,60	5	
4,80	3	
5,00	6	
5,20	5	
5,40	6	
5,60	7	
5,80	11	
6,00	9	
6,20	5	
6,40	7	
6,60	11	
6,80	9	
7,00	10	
7,20	9	
7,40	8	
7,60	8	
7,80	7	
8,00	7	

<i>profondità base strato da p.c. (m)</i>	<i>N° colpi/20 cm</i>	<i>N° colpi rivestimento</i>
8,20	13	
8,40	8	
8,60	8	
8,80	8	
9,00	10	
9,20	11	
9,40	13	
9,60	18	
9,80	16	
10,00	14	
10,20		
10,40		
10,60		
10,80		
11,00		
11,20		
11,40		
11,60		
11,80		
12,00		
12,20		
12,40		
12,60		
12,80		
13,00		
13,20		
13,40		
13,60		
13,80		
14,00		
14,20		
14,40		
14,60		
14,80		
15,00		
15,20		
15,40		
15,60		
15,80		
16,00		

DIAGRAMMI





## UBICAZIONE DELLA PROVA



**PROVA PENETROMETRICA STATICA CPT**

*Il presente certificato è composto da n. 4 pagine*

*norma di riferimento:* Raccomandazioni AGI 1977  
*deviazioni dalla norma:* Nessuna

verbale di accettazione n° **134/2014** del **26/09/2014**  
certificato di prova n° **214/2014** del **16/10/2014**

Int. Certificati: **A.A.M.P.S.**  
Località: **loc. Cisternino, Livorno**  
prova n° **3**

**CARATTERISTICHE DEL SISTEMA**

*penetrometro:* Pagani TG 63-100/200 n. matricola P 001138  
*sistema di ancoraggio  $\phi$ :* 100 x 1000  
*sistema di misura:* selettore con cella di carico e scheda elettronica acquisizione dati manuale  
*punta:* conica meccanica

*diametro* 3,57 cm  
*area punta* 10 cm<sup>2</sup>  
*angolo di apertura* 60 °  
*area manicotto* 150 cm<sup>2</sup>

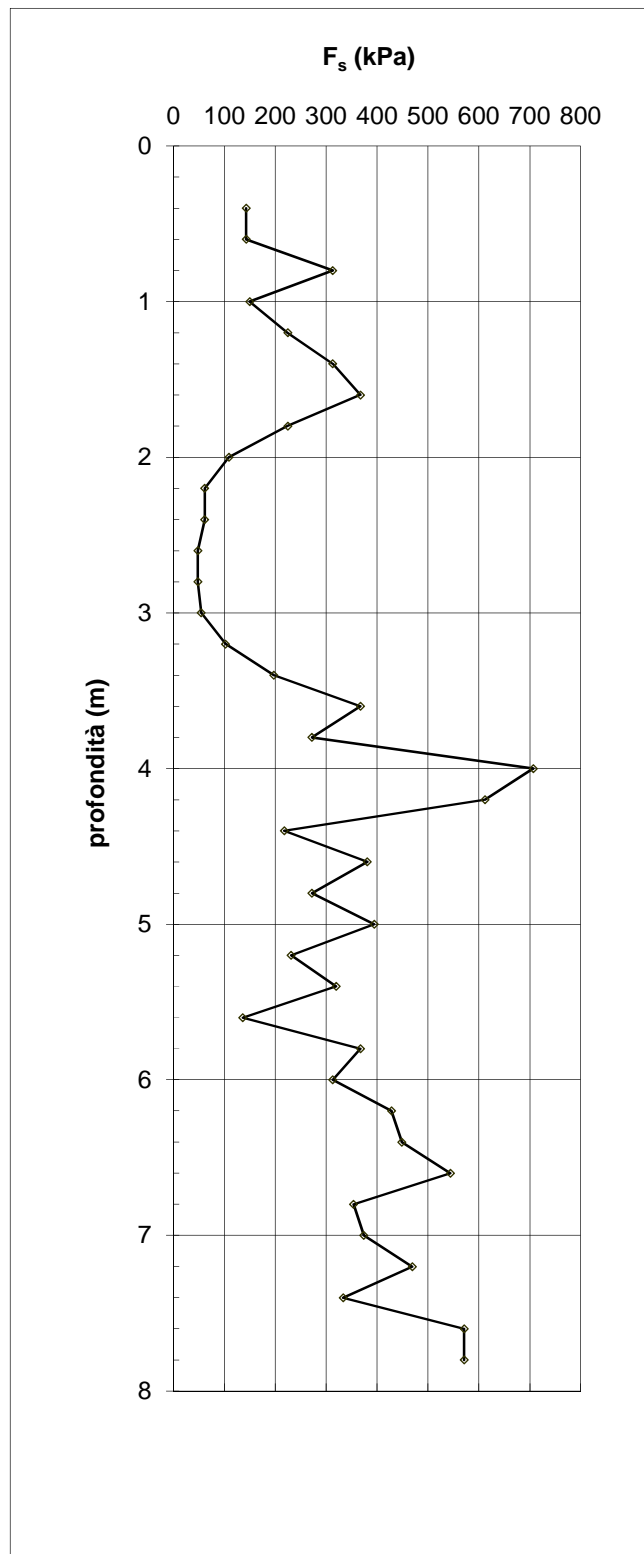
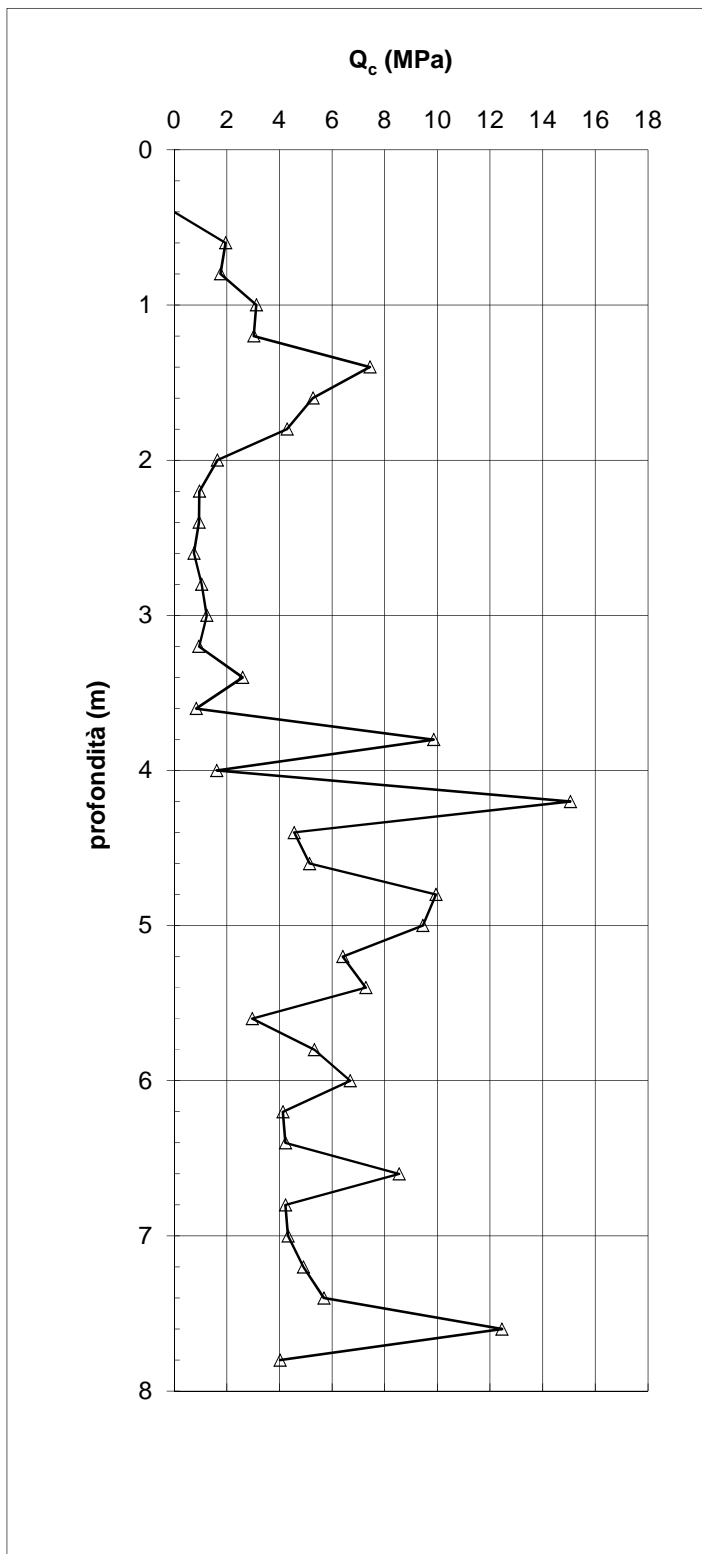
**DATI DI PROVA**

*data inizio lavori:* 26/09/2014 *prof. inizio prova (m):* - 0,00 da p.c.  
*data fine lavori:* 26/09/2014 *prof. fine prova (m):* - 7,80 da p.c.  
*Prescavo profondità* metri 0,00 *totale metri prova:* 7,80 m  
*Installato piezometro* metri 0,00 *livello di falda (m):* n.r. da p.c.

profondità base strato da p.c. (m)	Lecture di campagna (kg/cm <sup>2</sup> )		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
0,20						0,00	0,00	
0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
0,60	20,00	41,00	1,95	4,01	1,95	142,76	13,69	
0,80	18,00	39,00	1,76	3,82	1,76	312,71	5,62	
1,00	32,00	78,00	3,13	7,64	3,13	149,56	20,90	
1,20	31,00	53,00	3,03	5,18	3,03	224,34	13,49	

profondità da p.c. (m)	Lecture (kg/cm2)		Forza assiale (kN)		Resistenza alla punta - $q_c$ (MPa)	Attrito laterale unitario - $f_s$ (kPa)	$q_c/f_s$	note
	punta	punta + manicotto	punta	punta + manicotto				
1,40	76,00	109,00	7,44	10,67	7,44	312,71	23,78	
1,60	54,00	100,00	5,28	9,79	5,28	367,10	14,37	
1,80	44,00	98,00	4,29	9,59	4,29	224,34	19,13	
2,00	17,00	50,00	1,64	4,88	1,64	108,77	15,10	
2,20	10,00	26,00	0,95	2,52	0,95	61,18	15,57	
2,40	10,00	19,00	0,95	1,83	0,95	61,18	15,53	
2,60	8,00	17,00	0,75	1,63	0,75	47,59	15,79	
2,80	11,00	18,00	1,04	1,73	1,04	47,59	21,92	
3,00	13,00	20,00	1,24	1,92	1,24	54,38	22,74	
3,20	10,00	18,00	0,94	1,72	0,94	101,97	9,21	
3,40	27,00	42,00	2,60	4,08	2,60	197,15	13,21	
3,60	9,00	38,00	0,84	3,68	0,84	367,10	2,28	
3,80	101,00	155,00	9,86	15,15	9,86	271,92	36,24	
4,00	17,00	57,00	1,62	5,54	1,62	707,00	2,28	
4,20	154,00	258,00	15,05	25,25	15,05	611,83	24,60	
4,40	47,00	137,00	4,55	13,38	4,55	217,54	20,93	
4,60	53,00	85,00	5,14	8,28	5,14	380,69	13,50	
4,80	102,00	158,00	9,94	15,43	9,94	271,92	36,56	
5,00	97,00	137,00	9,45	13,37	9,45	394,29	23,96	
5,20	66,00	124,00	6,40	12,09	6,40	231,14	27,71	
5,40	75,00	109,00	7,28	10,62	7,28	319,51	22,80	
5,60	31,00	78,00	2,97	7,58	2,97	135,96	21,82	
5,80	55,00	75,00	5,32	7,28	5,32	367,10	14,49	
6,00	69,00	123,00	6,69	11,98	6,69	312,71	21,39	
6,20	43,00	89,00	4,14	8,65	4,14	428,28	9,66	
6,40	44,00	107,00	4,23	10,41	4,23	448,68	9,43	
6,60	88,00	154,00	8,54	15,02	8,54	543,85	15,71	
6,80	44,00	124,00	4,23	12,07	4,23	353,50	11,96	
7,00	45,00	97,00	4,32	9,42	4,32	373,90	11,56	
7,20	51,00	106,00	4,91	10,30	4,91	469,07	10,46	
7,40	59,00	128,00	5,69	12,46	5,69	333,11	17,08	
7,60	128,00	177,00	12,45	17,26	12,45	571,04	21,81	
7,80	42,00	126,00	4,02	12,25	4,02			
8,00								
8,20								
8,40								
8,60								
8,80								
9,00								

DIAGRAMMI



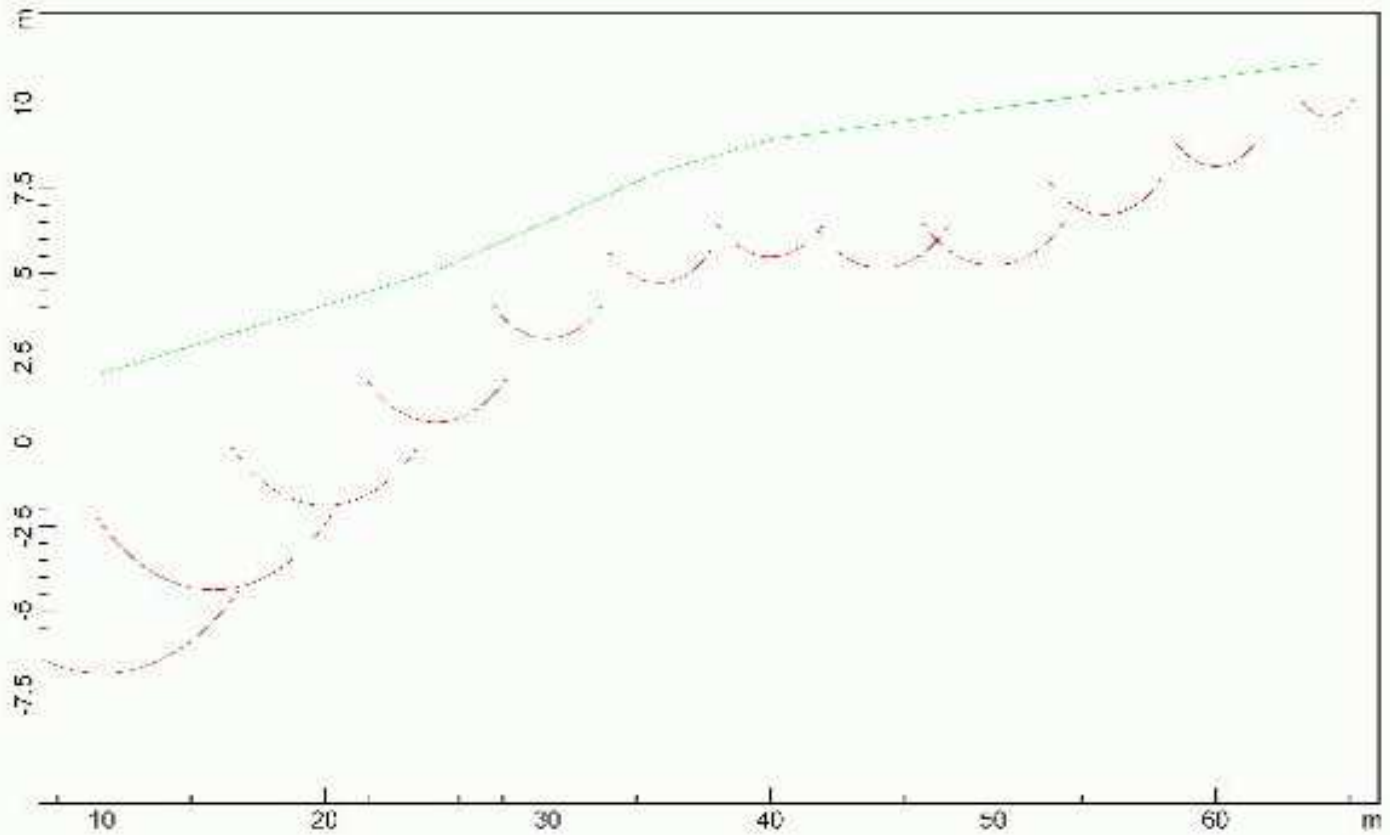


## UBICAZIONE DELLA PROVA

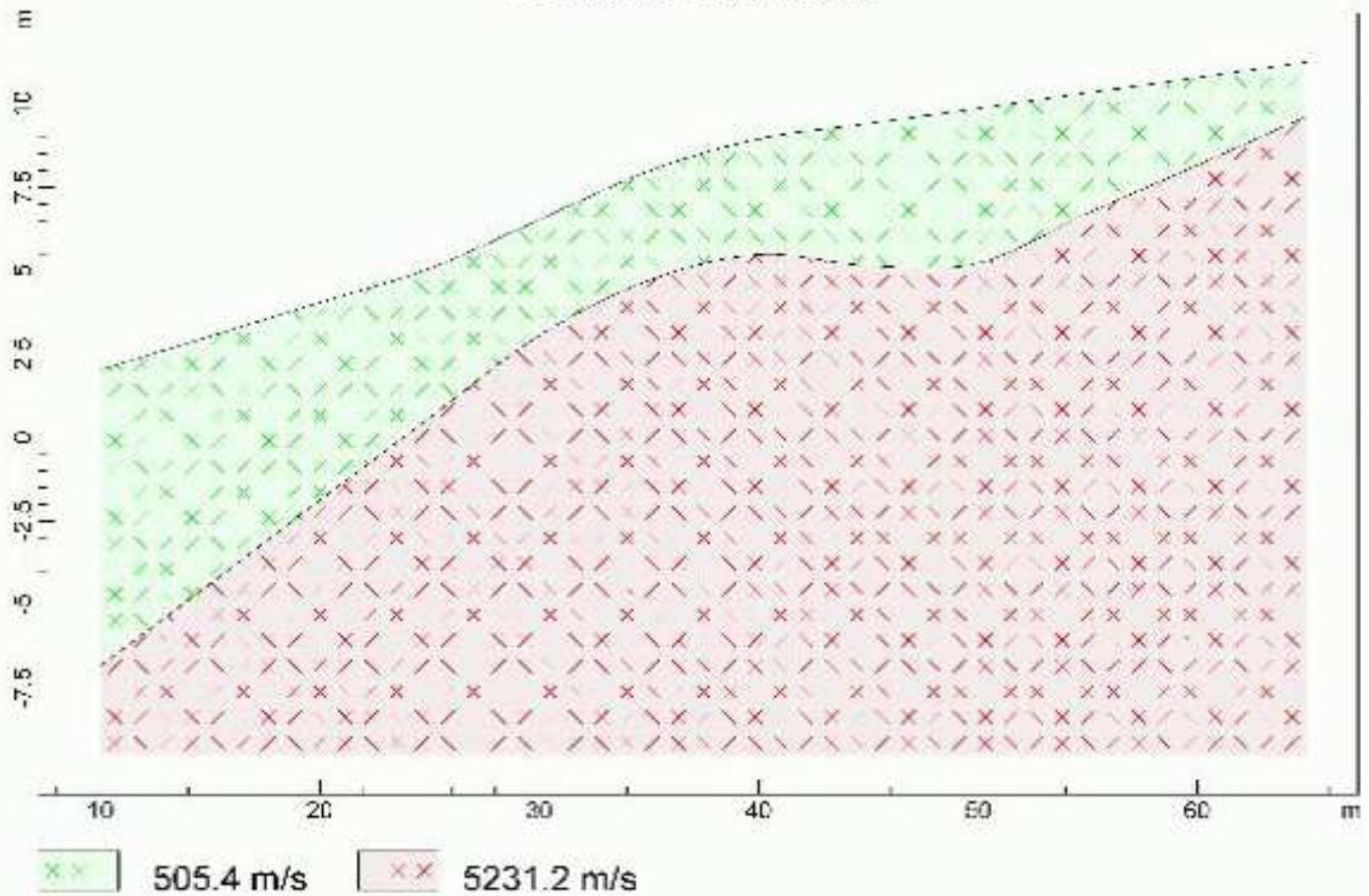


A.A.M.P.S. S.p.a.  
Variante Impianto Organico  
Discarica Loc. Vallin dell'Aquila Livorno

PROFONDITA' RIFRATTORI



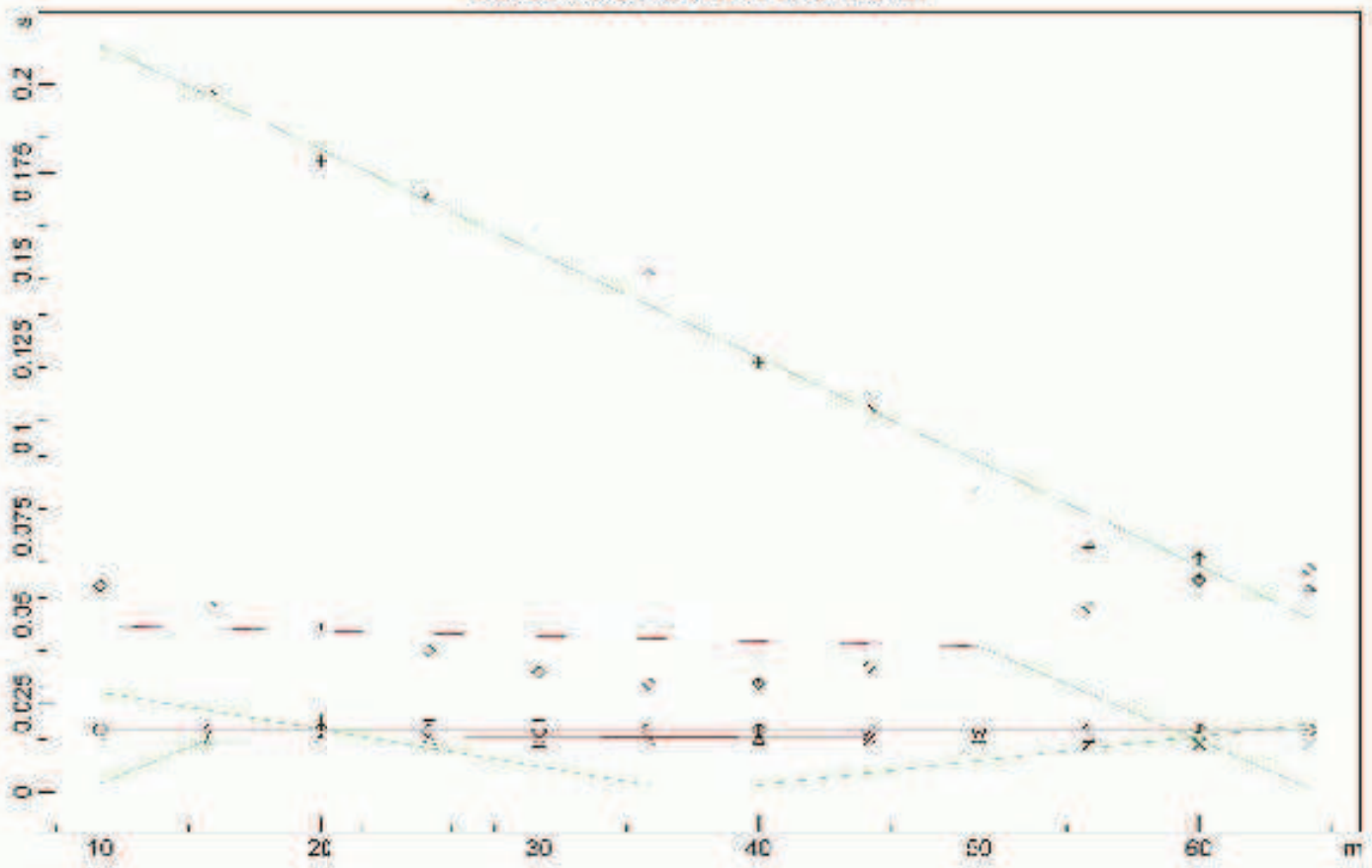
SEZIONE VERTICALE



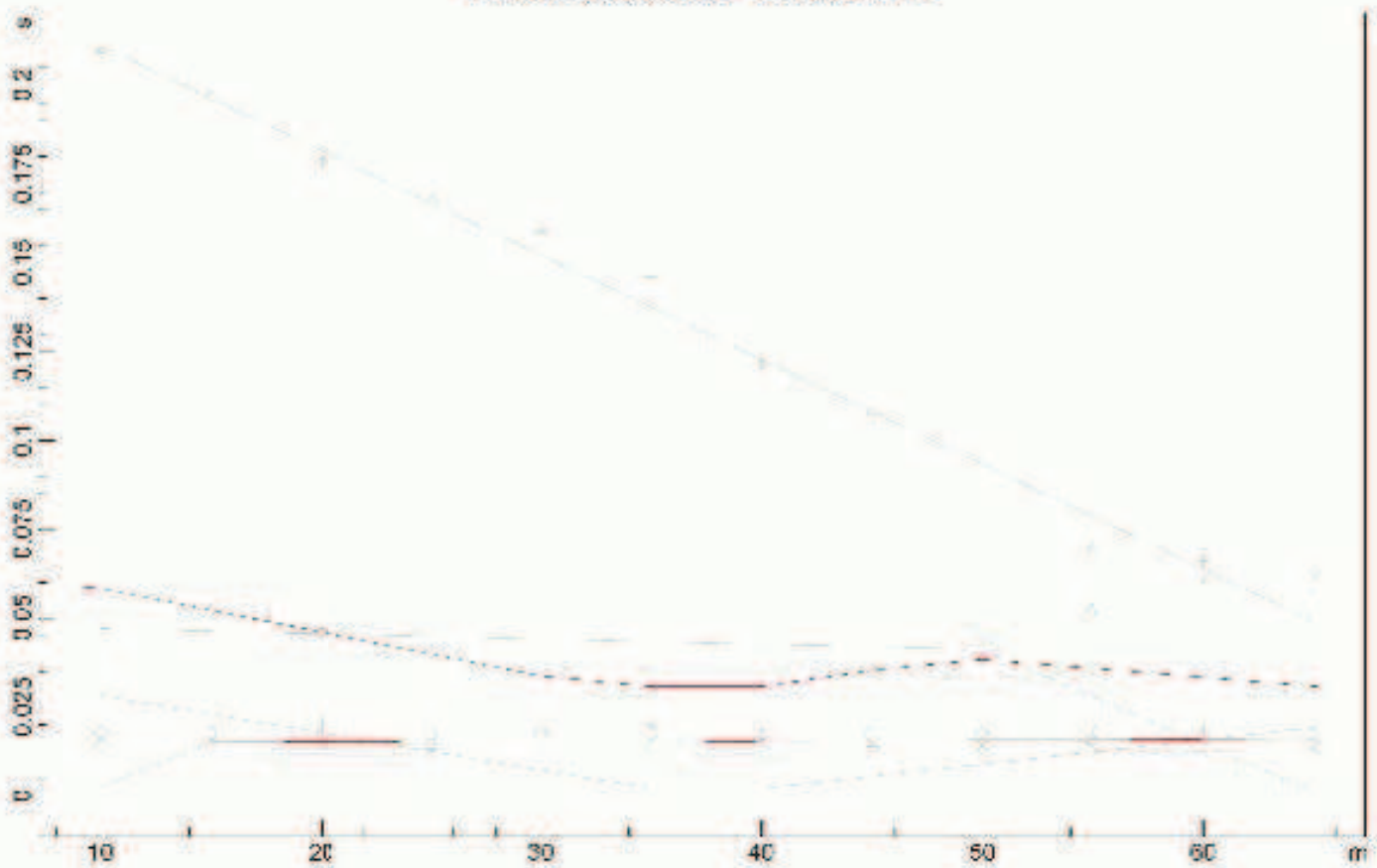


A.A.M.P.S. S.p.a.  
Variante Impianto Organico  
Discarica Loc. Vallin dell'Aquila Livorno

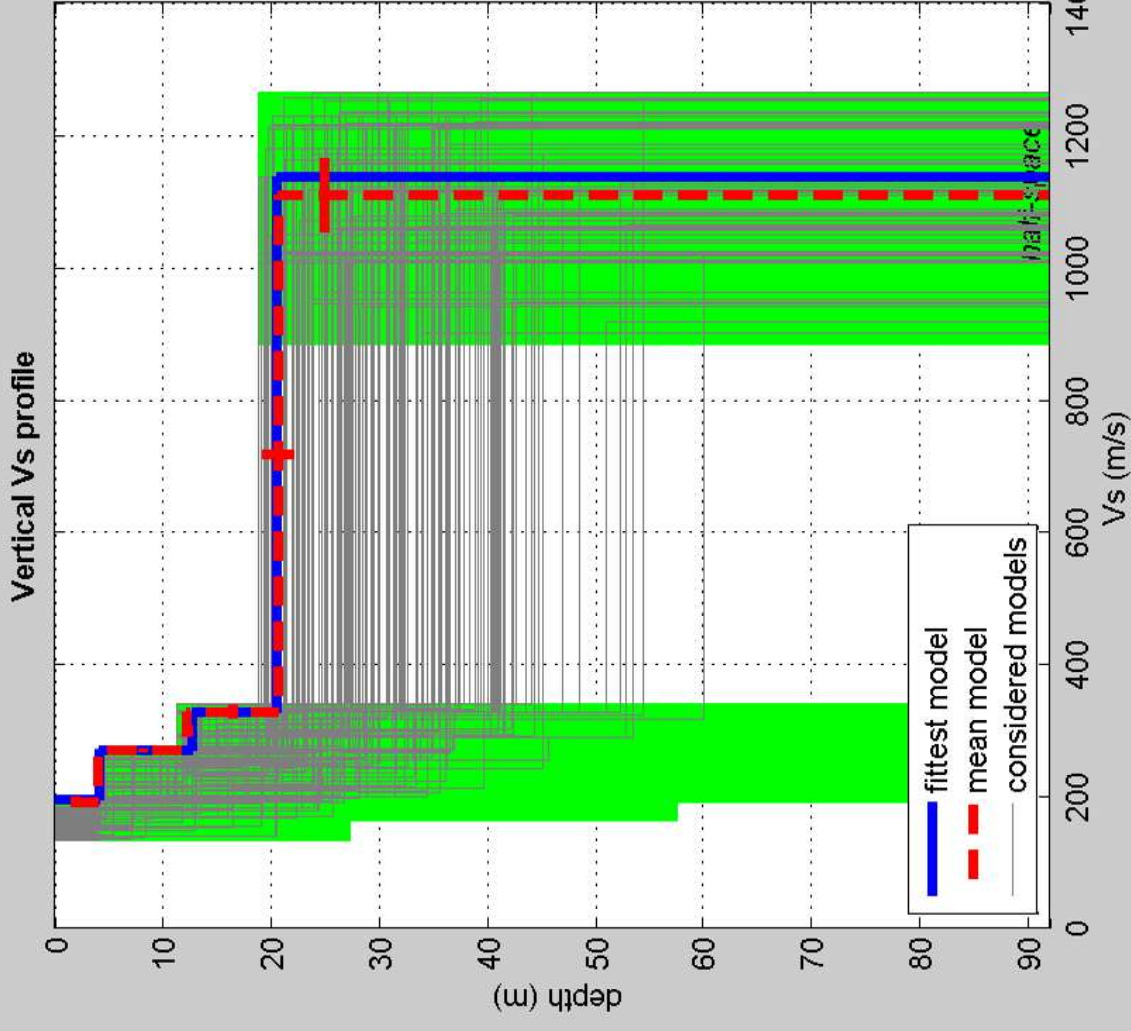
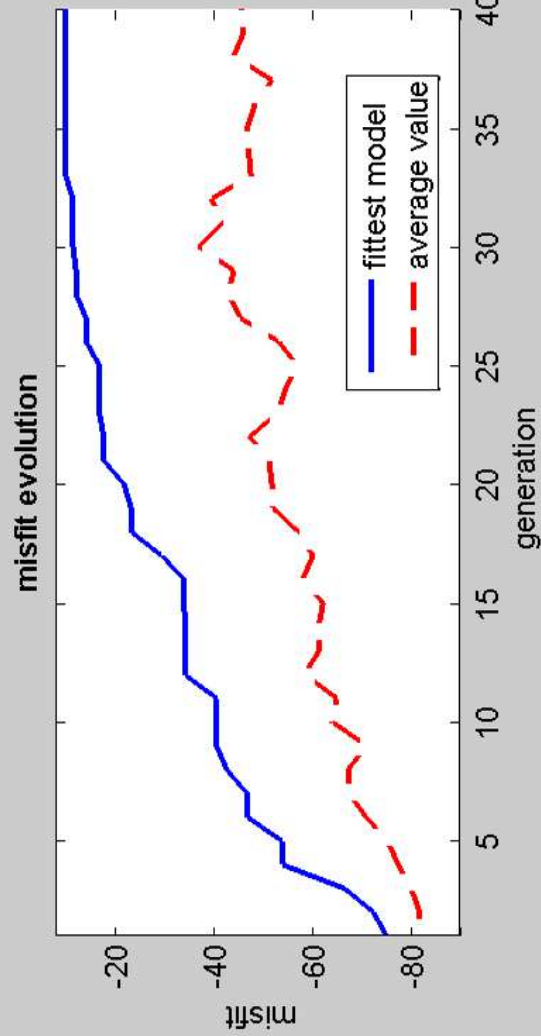
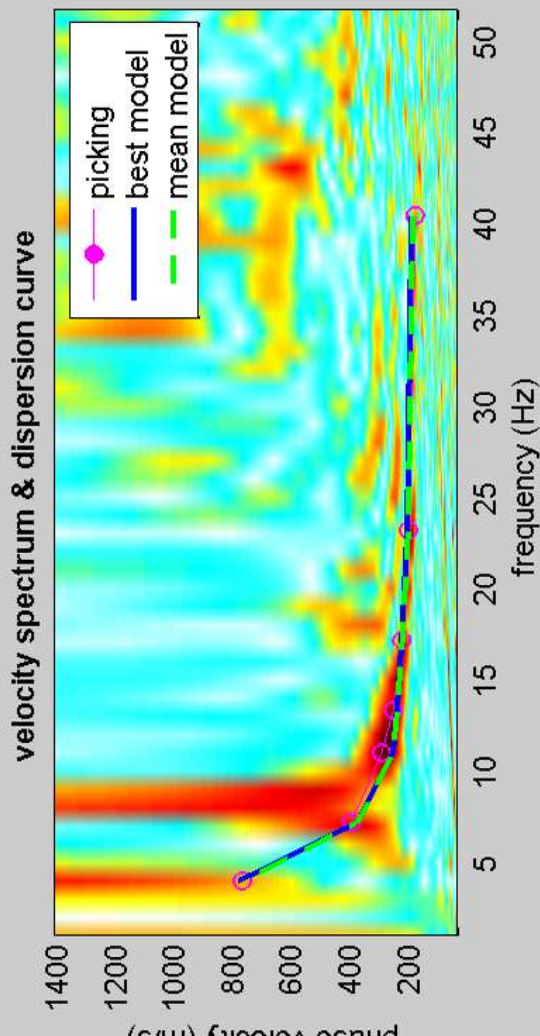
DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



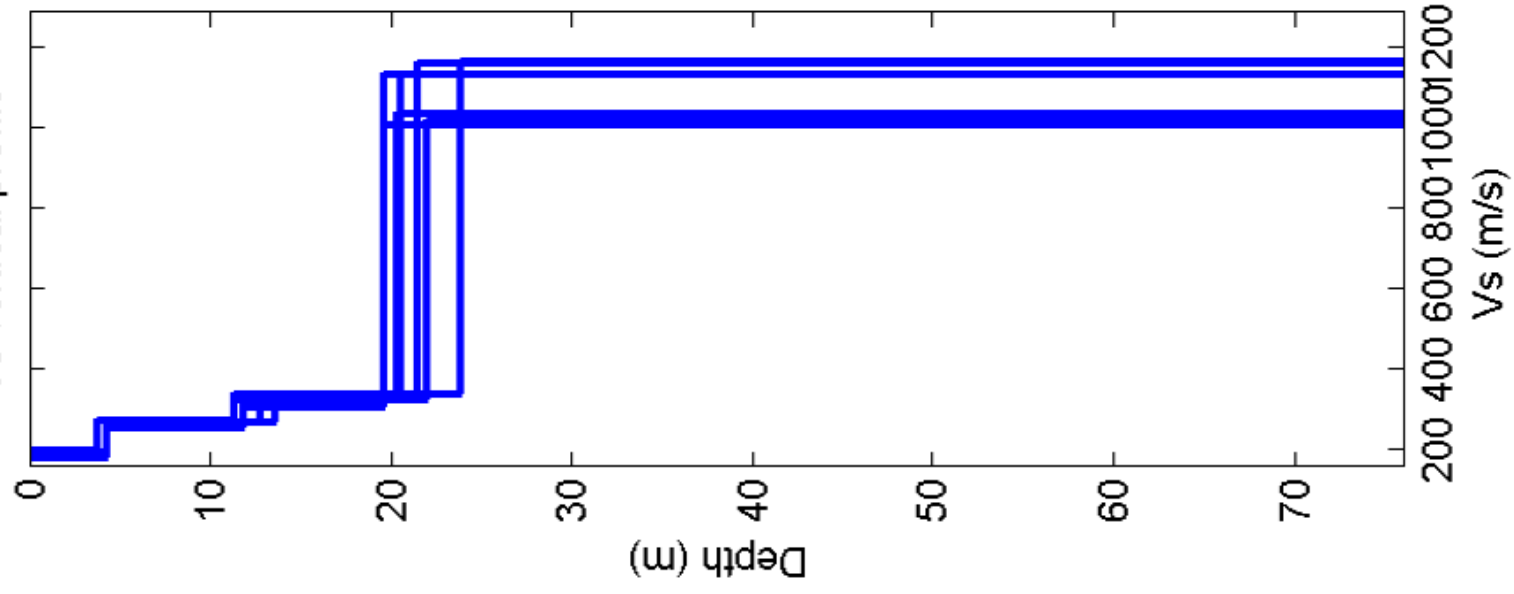




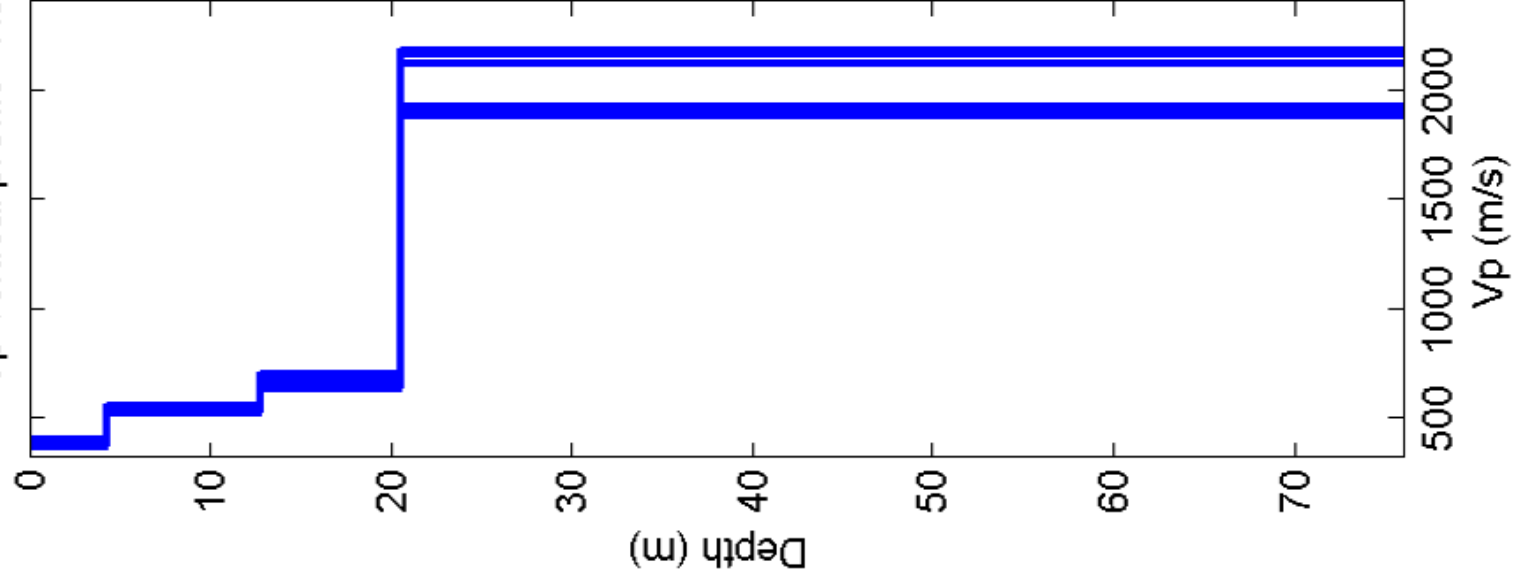
dataset: org-masw#1.DAT  
 dispersion curve: organico-aamps2.cdp  
 VS30 (best model): 351 m/s  
 VS30 (mean model): 348 m/s



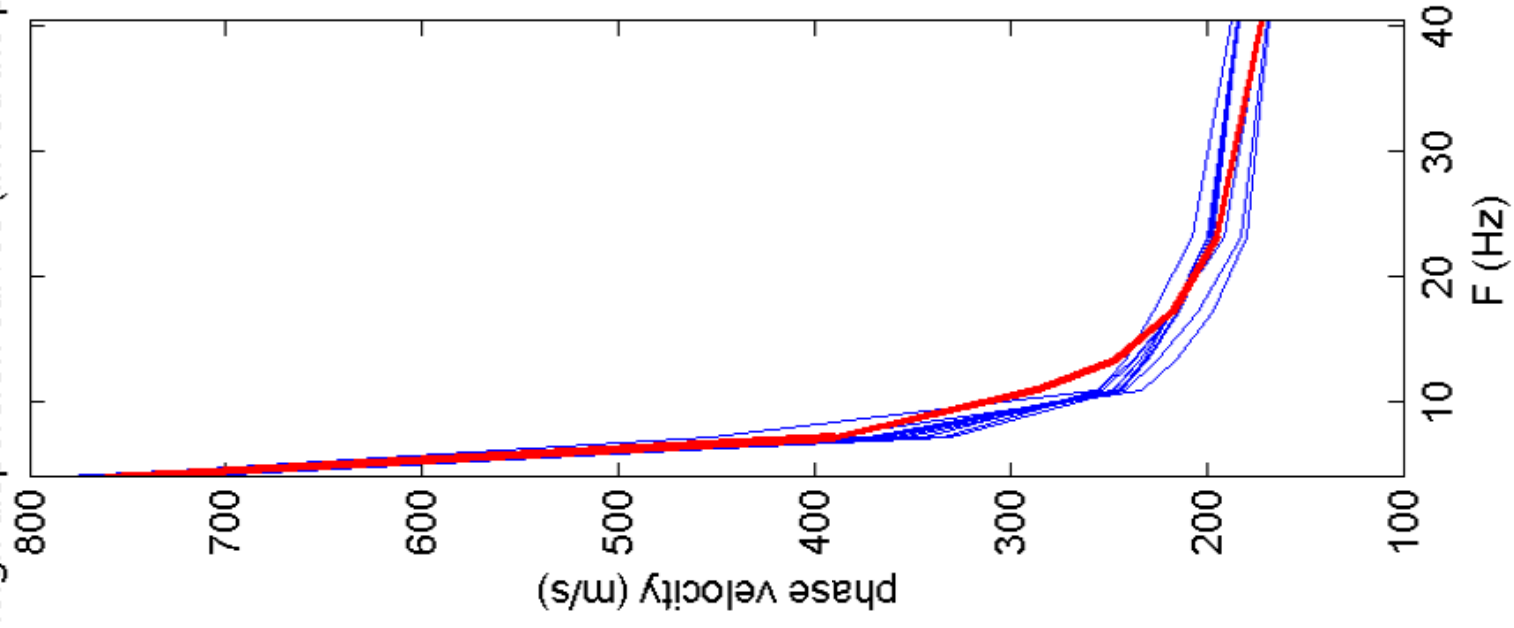
Vs vertical profile



Vp vertical profile



Rayleigh dispersion curves (in red the picked one)



winMASW\_report

==o== SECTION#1

dataset: org-masw#1.DAT  
minimum offset (m): 10  
geophone spacing (m): 5  
sampling (ms): 0.125  
Dispersion curve: organico-aamps2.cdp  
Number of individuals: 30  
Number of generations: 31

Adopted search space (minimum Vs & thickness):	132	3.795077	163
7.590154	191	7.590154	882.2192
Adopted search space (maximum Vs & thickness):	197	27.324555	271
30.360617	339	30.360617	1263
Adopted Poisson values:	0.35	0.35	0.35
			0.3

output folder: C:\DOCUME~1\STUDIO~1\Desktop\MASW-ORGANICO

==o== SECTION#2

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -80.9543  
-74.8987  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -81.6867  
-72.3818  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -79.9622  
-66.4392  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -77.3356  
-53.9532  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -75.2285  
-53.9532  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -70.81  
-46.7768  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -67.4397  
-46.7768  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -67.2386  
-42.6946  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -70.9289  
-40.6466  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 10; average & best misfits: -64.0772  
-40.6466  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 11; average & best misfits: -64.9744  
-40.6466  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 12; average & best misfits: -58.4054  
-34.2106  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 13; average & best misfits: -61.3913  
-34.2106  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 14; average & best misfits: -61.2981  
-34.2106  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 15; average & best misfits: -62.142  
-34.1523  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 16; average & best misfits: -58.0804  
-34.1523  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 17; average & best misfits: -60.1341  
-29.5404  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 18; average & best misfits: -57.2054  
-23.3789  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 19; average & best misfits: -52.0207  
-23.3789  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 20; average & best misfits: -51.8626  
-21.997  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 21; average & best misfits: -51.2284  
-17.8514  
Optimizing Vs & Thickness - generation: 22; average & best misfits: -47.3391  
-17.8514

winMASW\_report

Optimizing Vs & Thickness - generation: 23; average & best misfits: -53.0264  
 -16.9749  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 24; average & best misfits: -54.5624  
 -16.9749  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 25; average & best misfits: -57.0098  
 -16.9749  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 26; average & best misfits: -53.1903  
 -14.2859  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 27; average & best misfits: -45.4228  
 -14.2859  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 28; average & best misfits: -43.0726  
 -12.2701  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 29; average & best misfits: -44.117  
 -12.2441  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 30; average & best misfits: -37.0123  
 -11.6466  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 31; average & best misfits: -42.0437  
 -11.6466

Checking the new search space (for the finer search)

Now a finer search around the most promising search space area

Rayleigh wave analysis

Optimizing Vs & Thickness - generation: 1; average & best misfits: -39.6057  
 -11.6466  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 2; average & best misfits: -47.5806  
 -10.1394  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 3; average & best misfits: -47.136  
 -10.1394  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 4; average & best misfits: -46.8797  
 -10.1394  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 5; average & best misfits: -48.4122  
 -10.1394  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 6; average & best misfits: -51.906  
 -10.1394  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 7; average & best misfits: -44.1505  
 -10.1394  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 8; average & best misfits: -46.1203  
 -10.1394  
 Optimizing Vs & Thickness - generation: 9; average & best misfits: -45.7369  
 -10.1394

Model after the Vs & Thickness optimization (fixed Poisson values):

Vs (m/s): 196 269 327 1135  
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.3  
 Thickness (m): 4.3 8.5 7.8

Number of models considered to calculate the average model: 8

#####  
 RESULTS winMASW 4.1 Standard  
 #####

Dataset: org-masw#1.DAT  
 Analyzed curve: organico-aamps2.cdp

==o== SECTION#3

=====  
 MEAN MODEL

VS (m/s): 191 269 327 1107  
 Standard deviations (m/s): 7 2 10 55  
 Thickness (m): 4.2 8.1 8.5  
 Zagina p

Standard deviations (m): 0.2 0.5 1.5

Approximate values for Vp, density & elastic moduli  
 Vp (m/s): 398 560 681 2071  
 Density (gr/cm3): 1.83 1.91 1.96 2.23  
 Vp/Vs ratio: 2.08 2.08 2.08 1.87  
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.30  
 Young modulus (MPa): 180 374 566 7108  
 Shear modulus (MPa): 67 138 210 2734  
 Lamé (MPa): 156 323 490 4101  
 Bulk modulus (MPa): 201 415 630 5924

Fundamental mode  
 Mean model  
 f(Hz) VR(m/s)  
 4.01146 759.3838  
 7.20729 367.8191  
 11.0177 247.8854  
 13.3531 233.2104  
 17.1635 215.9349  
 23.1865 195.7681  
 40.3948 180.5238

==o== SECTION#4

=====

BEST MODEL

Vs (m/s): 195.50882 269.19136 327.28977 1135.3087  
 thickness (m): 4.2564 8.492 7.7956

Approximate values for Vp, density & elastic moduli  
 Vp (m/s): 407 560 681 2124  
 Density (gr/cm3): 1.84 1.91 1.96 2.24  
 Vp/Vs ratio: 2.08 2.08 2.08 1.87  
 Poisson: 0.35 0.35 0.35 0.30  
 Young modulus (MPa): 190 374 566 7494  
 Shear modulus (MPa): 71 138 210 2882  
 Lamé (MPa): 163 323 490 4329  
 Bulk modulus (MPa): 210 415 630 6250

dispersion curve (frequency - Rayleigh phase velocity)

Fundamental mode)  
 best model  
 F(Hz) VR(m/s)  
 4.01146 773.9517  
 7.20729 369.8047  
 11.0177 247.6521  
 13.3531 233.6728  
 17.1635 217.6678  
 23.1865 199.1593  
 40.3948 184.6939

==o== SECTION#5

Maximum penetration depth according to the "Steady State Rayleigh Method": 76 m

Inversion quality: very good

VS5 (mean model): 201 m/s

VS5 (best model): 204 m/s

VS20 (mean model): 265 m/s  
VS20 (best model): 265 m/s

VS30 (mean model): 348 m/s  
VS30 (best model): 351 m/s

==o== SECTION#6

Possible Soil Type: C  
(based on the mean model)

For the Italian Users:

Dalla normativa (modifiche del D.M. 14/09/2005 Norme Tecniche per le Costruzioni, emanate con D.M. Infrastrutture del 14/01/2008, pubblicato su Gazzetta Ufficiale Supplemento ordinario n° 29 del 04/02/2008):

A - Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi, caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo di 3 m.

B - Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).

C - Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

D - Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 inferiori a 180 m/s (ovvero NSPT30 < 15 nei terreni a grana grossa e cu30 < 70 kPa nei terreni a grana fina).

E - Terreni dei sottosuoli dei tipi C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con VS > 800 m/s).

S1 - Depositati di terreni caratterizzati da valori di VS30 inferiori 100 m/s (ovvero 10 < cu30 < 20 kPa) che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includano almeno 3 m di torba o argille altamente organiche.

S2 - Depositati di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Results saved in the folder "C:\DOCUME~1\STUDIO~1\Desktop\MASW-ORGANICO".

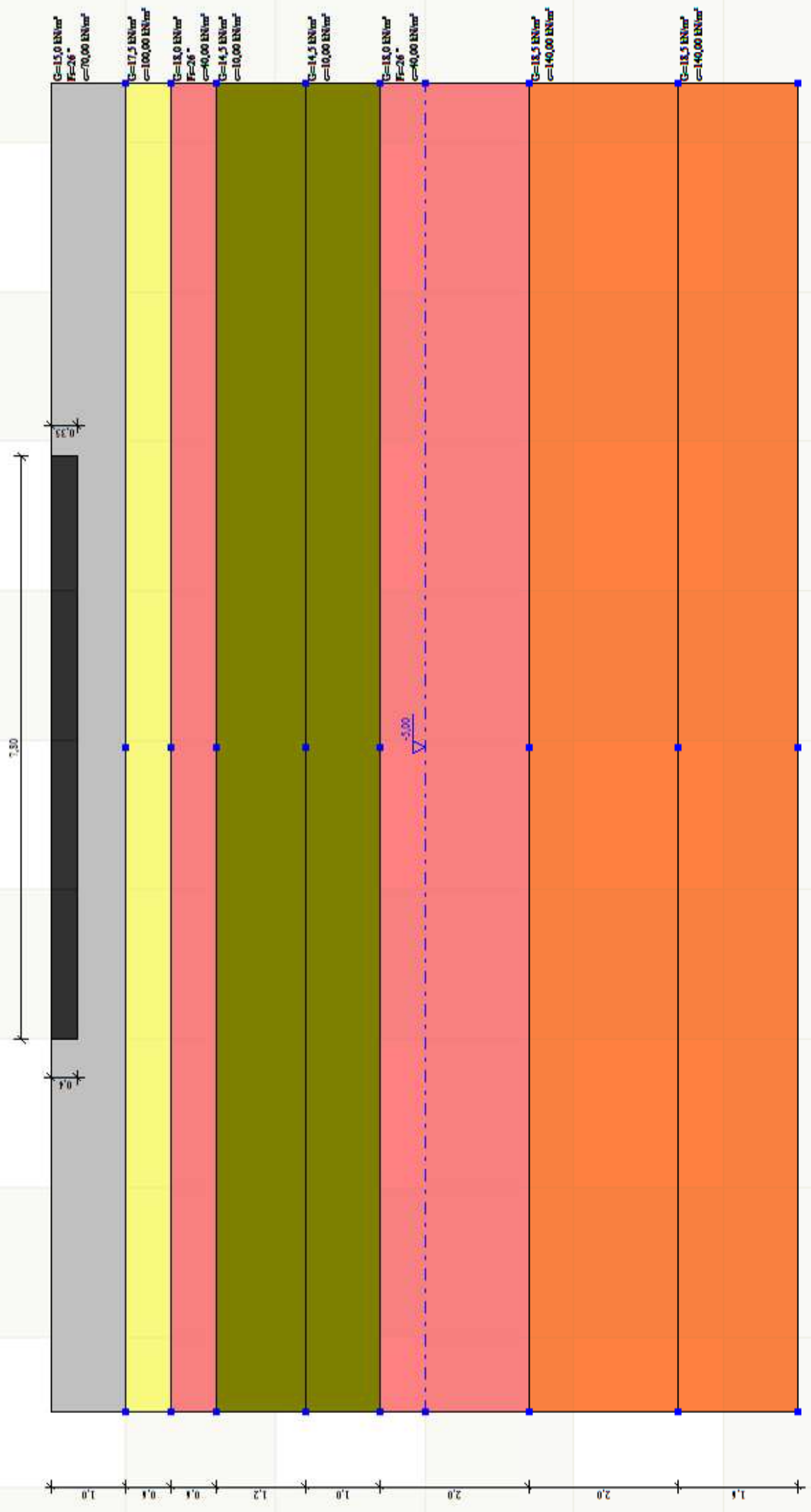
=====  
winMASW 4.1 Standard  
Surface Wave Analysis  
via MASW - Multichannel Analysis of Surface Waves

www.eliosoft.it

**PROGETTO PIATTAFORMA GESTIONE  
SFALCI E POTATURE C/O IMPIANTO  
STOCCAGGIO ORGANICO**

**ALLEGATO 2  
“SEZIONE LITOTECNICA”**

**8 Ottobre 2014**





**PROGETTO PIATTAFORMA GESTIONE  
SFALCI E POTATURE C/O IMPIANTO  
STOCCAGGIO ORGANICO**

**ALLEGATO 3**

**“SPETTRI DI RISPOSTA DEL TERRENO”**

**8 Ottobre 2014**

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: opere di sostegno  
 Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 43,566609  
 longitudine: 10,371989  
 Classe: 2  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

5217,874	Sito 1 ID: 20933	Lat: 43,5418Lon: 10,3170	Distanza:
2787,510	Sito 2 ID: 20934	Lat: 43,5437Lon: 10,3859	Distanza:
3141,814	Sito 3 ID: 20712	Lat: 43,5936Lon: 10,3834	Distanza:
5413,155	Sito 4 ID: 20711	Lat: 43,5918Lon: 10,3145	Distanza:

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C  
 Categoria topografica: T1  
 Periodo di riferimento: 50anni  
 Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 30 [anni]  
 ag: 0,036 g  
 Fo: 2,572  
 Tc\*: 0,212 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %  
 Tr: 50 [anni]  
 ag: 0,047 g  
 Fo: 2,511  
 Tc\*: 0,242 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %  
 Tr: 475 [anni]  
 ag: 0,131 g  
 Fo: 2,417  
 Tc\*: 0,267 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %  
 Tr: 975 [anni]  
 ag: 0,167 g  
 Fo: 2,458  
 Tc\*: 0,274 [s]

Coefficienti sismici

SLO:  
 Ss: 1,500  
 Cc: 1,750  
 St: 1,000  
 Kh: 0,010  
 Kv: 0,005  
 Amax: 0,531  
 Beta: 0,180

SLD:  
 Ss: 1,500  
 Cc: 1,680  
 St: 1,000

GeostruPS\_report\_3-10-2014\_13-22

	Kh:	0,013
	Kv:	0,006
	Amax:	0,690
	Beta:	0,180
SLV:		
	Ss:	1,500
	Cc:	1,620
	St:	1,000
	Kh:	0,047
	Kv:	0,024
	Amax:	1,921
	Beta:	0,240
SLC:		
	Ss:	1,450
	Cc:	1,610
	St:	1,000
	Kh:	0,058
	Kv:	0,029
	Amax:	2,370
	Beta:	0,240

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50  
Geostru software - [www.geostru.com](http://www.geostru.com)  
Coordinate WGS84  
latitudine: 43.565639  
longitudine: 10.370990

**PROGETTO PIATTAFORMA GESTIONE  
SFALCI E POTATURE C/O IMPIANTO  
STOCCAGGIO ORGANICO**

**ALLEGATO 4**

**“CALCOLO DELLA PORTANZA E DEI  
CEDIMENTI”**

**8 Ottobre 2014**



## CALCOLO PORTANZA E CEDIMENTI DI FONDAZIONI SUPERFICIALI

### NORMATIVE DI RIFERIMENTO

#### Norme tecniche per le Costruzioni 2008

*Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.*

#### Eurocodice 7

*Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.*

#### Eurocodice 8

*Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici.*

### DATI GENERALI

Azione sismica	NTC 2008
Larghezza fondazione	7,8 m
Lunghezza fondazione	22,33 m
Profondità piano di posa	0,35 m
Profondità falda	5,0

### SISMA

Accelerazione massima (ag/g)	0,054
Effetto sismico secondo	NTC(C7.11.5.3.1)
Fattore di struttura [q]	3
Periodo fondamentale vibrazione [T]	0,171
Coefficiente intensità sismico terreno [Khk]	0,0107
Coefficiente intensità sismico struttura [Khi]	0,1376

### 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,35	2,57	0,21
S.L.D.	50,0	0,46	2,51	0,24
S.L.V.	475,0	1,28	2,42	0,27
S.L.C.	975,0	1,64	2,46	0,27

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,69	0,2	0,0141	0,007
S.L.V.	1,92	0,24	0,047	0,0235
S.L.C.	2,3832	0,24	0,0583	0,0292

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Corr: Parametri con fattore di correzione (TERZAGHI)

DH: Spessore dello strato; Gam: Peso unità di volume; Gams: Peso unità di volume saturo; Fi: Angolo di attrito; Ficorr: Angolo di attrito corretto secondo Terzaghi; c: Coesione; c Corr: Coesione corretta secondo Terzaghi; Ey: Modulo Elastico; Ed: Modulo Edometrico; Ni: Poisson; Cv: Coeff. consolidaz. primaria; Cs: Coeff. consolidazione secondaria; cu: Coesione non drenata

DH [m]	Gam [kN/m <sup>3</sup> ]	Gams [kN/m <sup>3</sup> ]	Fi [°]	Fi Corr. [°]	c [kN/m <sup>2</sup> ]	c Corr. [kN/m <sup>2</sup> ]	cu [kN/m <sup>2</sup> ]	Ey [kN/m <sup>2</sup> ]	Ed [kN/m <sup>2</sup> ]	Ni	Cv [cmq/s]	Cs
1,0	15,0	16,0	26,0	26	70,0	46,9	0,0	0,0	6000,0	0,0	0,003	0,04
0,6	17,5	18,0	0,0	0	100,0	67,0	0,0	0,0	6500,0	0,0	0,0	0,0
0,6	18,0	18,5	26,0	26	40,0	26,8	0,0	0,0	4500,0	0,0	0,0	0,0
1,2	14,5	15,0	0,0	0	10,0	6,7	0,0	0,0	1000,0	0,0	0,0	0,0
1,0	14,5	15,0	0,0	0	10,0	6,7	0,0	0,0	1000,0	0,0	0,0	0,0
2,0	18,0	18,5	26,0	26	40,0	26,8	0,0	0,0	4500,0	0,0	0,0	0,0
2,0	18,5	19,0	0,0	0	140,0	93,8	0,0	0,0	18000,0	0,0	0,0	0,0
1,6	18,5	19,0	0,0	0	140,0	93,8	0,0	0,0	18000,0	0,0	0,0	0,0

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R1	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
2	A2+M2+R2	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
3	Sisma	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Progetto
4	S.L.E.	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio
5	S.L.D.	24,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef.Rid.Ca pacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	1	1
2	No	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
3	Si	1,25	1,25	1,4	1	1	1,8	1,1
4	No	1	1	1	1	1	1	1
5	No	1	1	1	1	1	1	1

## CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: Brinch - Hansen 1970

Carico limite [Qult]	861,5 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto[Rd]	478,61 kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	24,0 kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	35,9
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata

## COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 34460,13 kN/m<sup>3</sup>**A1+M1+R1**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	7,94
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,17
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,86
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1718,38 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1718,38 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed&lt;=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	14,21
Fattore [Nc]	27,09
Fattore [Ng]	11,35
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1983,44 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1983,44 kN/m <sup>2</sup>



Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	8,0
Fattore forma [Sc]	1,18
Fattore profondità [Dc]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,09
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,09
Fattore profondità [Dg]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1810,51 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1810,51 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	12,54
Fattore forma [Sc]	1,19
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,17
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,86
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1940,94 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1940,94 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	11,85
Fattore [Nc]	22,25
Fattore [Ng]	7,94
Fattore forma [Sc]	1,17
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,15
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,9
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
Carico limite	1712,89 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	1712,89 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### A2+M2+R2

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	3,69
Fattore forma [Sc]	1,16
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,14
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,86
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	936,45 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	520,25 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8,54
Fattore [Nc]	19,34
Fattore [Ng]	6,02
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1108,86 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	616,03 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	3,61
Fattore forma [Sc]	1,15
Fattore profondità [Dc]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,07
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,07
Fattore profondità [Dg]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	966,8 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	537,11 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	6,48
Fattore forma [Sc]	1,16
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0

Fattore forma [Sq]	1,14
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,86
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	1071,47 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	595,26 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	3,69
Fattore forma [Sc]	1,15
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,13
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,9
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	936,67 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	520,37 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	3,69

Fattore forma [Sc]	1,16
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,14
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,86
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,6
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	864,21 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	480,12 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: TERZAGHI (1955) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	8,54
Fattore [Nc]	19,34
Fattore [Ng]	6,02
Fattore forma [Sc]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,6
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	971,82 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	539,9 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

Autore: MEYERHOF (1963) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	3,61
Fattore forma [Sc]	1,15
Fattore profondità [Dc]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,07
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore forma [Sg]	1,07
Fattore profondità [Dg]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0

Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,6
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	877,76 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	487,64 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

Autore: VESIC (1975) (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	6,48
Fattore forma [Sc]	1,16
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,14
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,86
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,6
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0
=====	
Carico limite	944,58 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	524,76 kN/m <sup>2</sup>
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	Verificata
=====	

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

Fattore [Nq]	7,3
Fattore [Nc]	16,14
Fattore [Ng]	3,69
Fattore forma [Sc]	1,15
Fattore profondità [Dc]	1,02
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1,0
Fattore inclinazione base [Bc]	1,0
Fattore forma [Sq]	1,13
Fattore profondità [Dq]	1,01
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1,0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1,0
Fattore inclinazione base [Bq]	1,0
Fattore forma [Sg]	0,9
Fattore profondità [Dg]	1,0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1,0

Fattore inclinazione pendio [Gg]	1,0
Fattore inclinazione base [Bg]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1,0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0,6
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1,0

Carico limite	861,5 kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	478,61 kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

### CEDIMENTI PER OGNI STRATO

**\*Cedimento edometrico calcolato con: Metodo consolidazione monodimensionale di Terzaghi**

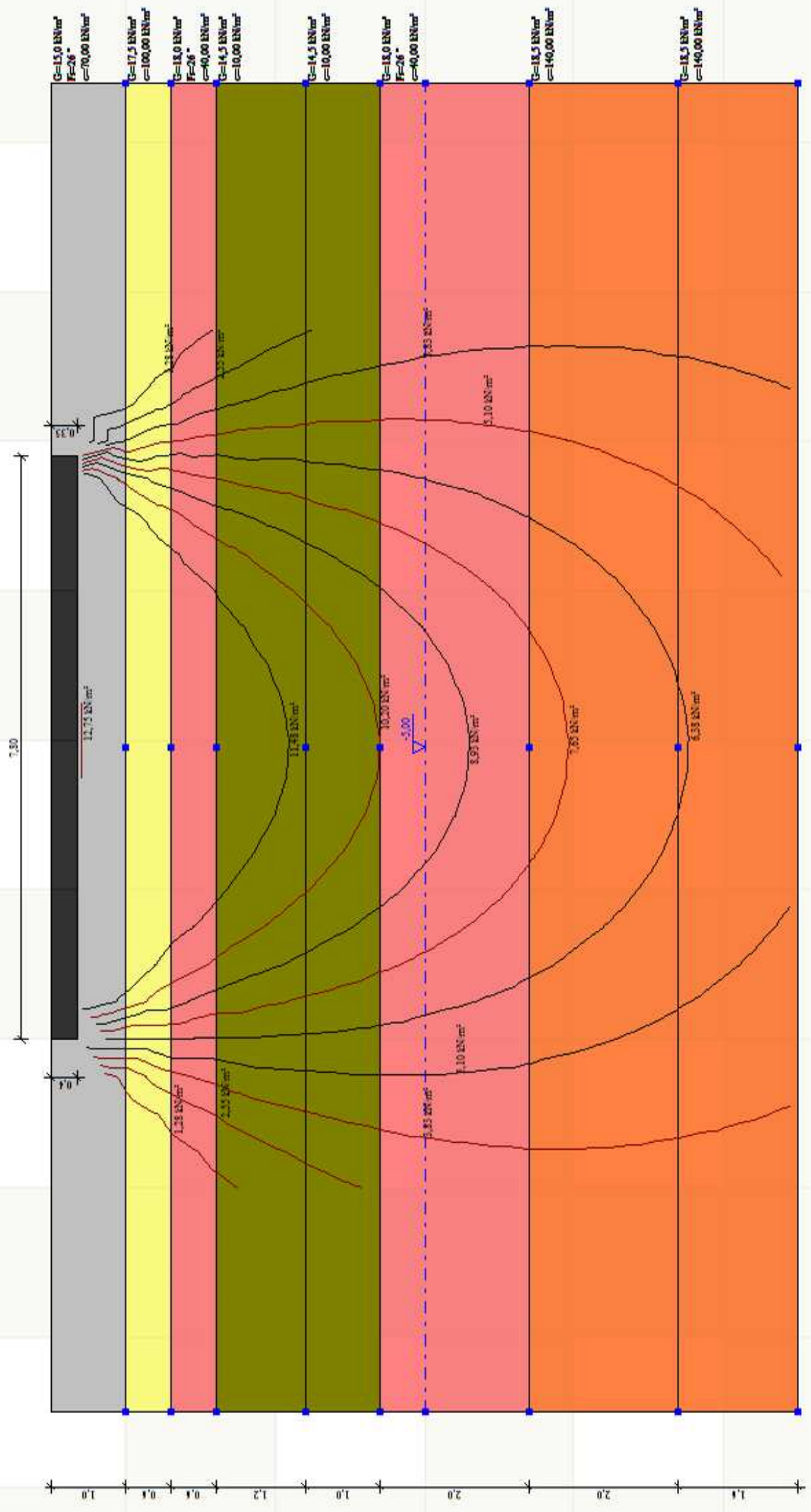
Pressione normale di progetto	24,0 kN/m <sup>2</sup>
Cedimento totale	5,08 cm

Z: Profondità media dello strato; Dp: Incremento di tensione; Wc: Cedimento di consolidazione; Ws: Cedimento secondario (deformazioni viscosi); Wt: Cedimento totale.

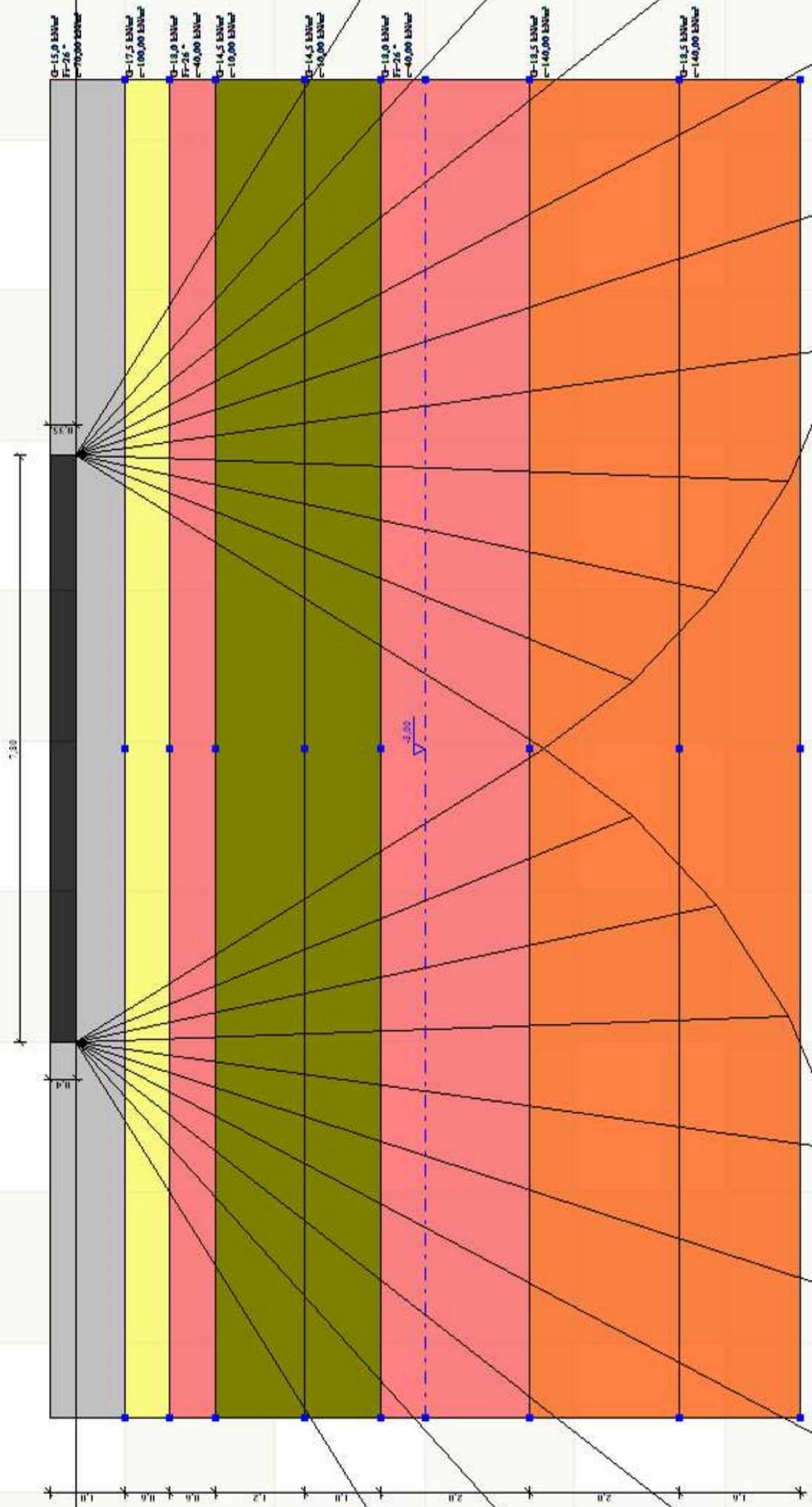
Strato	Z (m)	Tensione (kN/m <sup>2</sup> )	Dp (kN/m <sup>2</sup> )	Metodo	Wc (cm)	Ws (cm)	Wt (cm)
1	0,675	10,125	18,745	Edometrico	0,2	--	0,2
2	1,3	20,25	18,64	Edometrico	0,17	--	0,17
3	1,9	30,9	18,322	Edometrico	0,24	--	0,24
4	2,8	45	17,398	Edometrico	2,09	--	2,09
5	3,9	60,95	15,79	Edometrico	1,58	--	1,58
6	5,4	82,477	13,417	Edometrico	0,6	--	0,6
7	7,4	100,363	10,656	Edometrico	0,12	--	0,12
8	9,2	116,911	8,699	Edometrico	0,08	--	0,08

Decorso cedimenti nel tempo Strato..1 Wt=0,2 cm

Cedimento [cm]	% Ced	Tempo giorni
0,02	10	0,297068
0,04	20	1,21142
0,06	30	2,727623
0,08	40	4,861111
0,1	50	7,561728
0,12	60	11,03395
0,14	70	15,54784
0,16	80	21,875
0,18	90	32,71605
0,2	100	38,58025







**PROGETTO PIATTAFORMA GESTIONE  
SFALCI E POTATURE C/O IMPIANTO  
STOCCAGGIO ORGANICO**

**ALLEGATO 5**

**“ANALISI DI STABILITA’ DEL PENDIO”**

**8 Ottobre 2014**

## RELAZIONE DI CALCOLO SEZ1-attuale

### Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	43,565639/10,37099
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	6,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,58 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	46,39 m
Ascissa vertice destro superiore xs	-0,58 m
Ordinata vertice destro superiore ys	60,19 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

### 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,35	2,57	0,21
S.L.D.	50,0	0,46	2,51	0,24
S.L.V.	475,0	1,28	2,42	0,27
S.L.C.	975,0	1,64	2,46	0,27

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,69	0,2	0,0141	0,007
S.L.V.	1,92	0,24	0,047	0,0235
S.L.C.	2,3832	0,24	0,0583	0,0292

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,005 4

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	37,96
2	2,26	38,6
3	4,46	39,95
4	5,86	41,08
5	13,36	43,02
6	22,36	44,75
7	29,16	45,1
8	32,8	45,34
9	39,16	45,5 2

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,04	37,2
2	5,9	38,26
3	13,27	39,12
4	22,36	39,75
5	29,16	40,1
6	32,8	40,34
7	39,16	40,5 2

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	37,96
2	2,26	38,6
3	4,46	39,95
4	5,86	41,08
5	13,36	43,02
6	22,36	43,75
7	29,16	44,1
8	32,8	44,34
9	39,16	44,5 2

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	37,96
2	0,46	38,09
3	2,19	38,53
4	4,36	39,82
5	6,0	41,13
6	13,36	42,02
7	22,36	43,15
8	29,16	43,5
9	32,8	43,74
10	39,16	43,9 2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	35,76
2	0,04	37,94
3	2,21	38,55
4	4,06	39,7
5	13,36	40,82

6	22,36	42,35
7	29,16	42,9
8	32,8	43,15
9	39,16	43,3 2

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	35,76
2	0,09	37,98
3	2,13	38,51
4	4,14	39,74
5	12,37	40,72
6	22,36	40,75
7	29,16	40,85
8	32,8	40,94
9	39,16	41,1 2

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	31,56
2	0,04	35,81
3	0,0	36,95
4	2,09	37,36
5	4,47	37,69
6	22,36	38,35
7	29,16	38,7
8	32,8	38,94
9	39,16	39,12

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m <sup>2</sup> )	cu (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (kN/m <sup>3</sup> )	Gs (kN/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	70		26	15	16	0,00	Manto asfaltato	
2	100			17,5	18	0,00	Limi sabbiosi	
3	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
4	10			14,5	15	0,00	Argille molli	
5	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
6	140			18,5	19	0,00	Limi argillosi	







**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

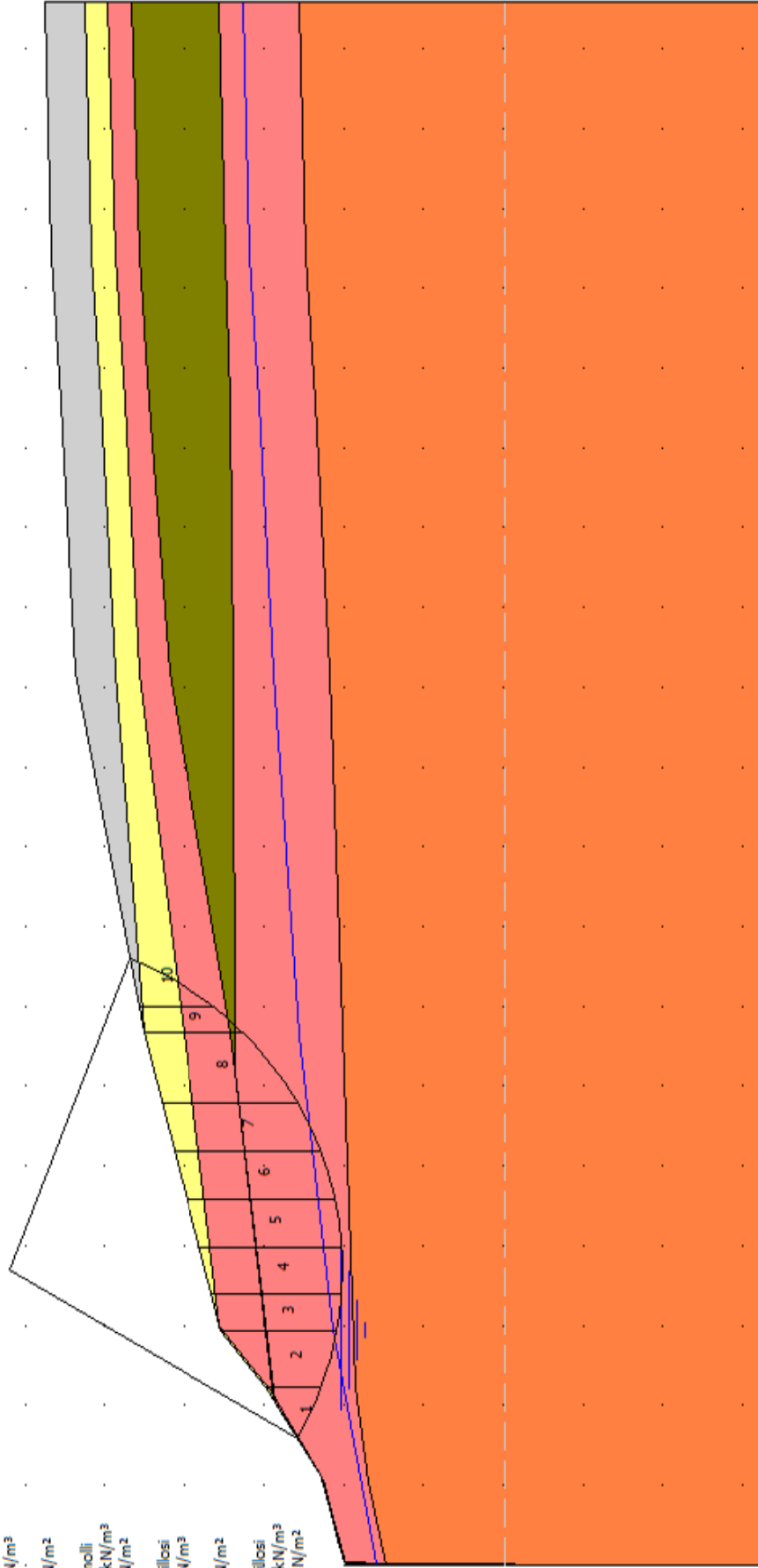
Fs minimo individuato	2,69
Ascissa centro superficie	7,37 m
Ordinata centro superficie	46,39 m
Raggio superficie	8,37 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei concii. Superficie...xc = 7,373 yc = 46,392 Rc = 8,372 Fs=2,6936**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,3	-25,3	1,43	17,61	0,19	0,1	32,0	0,0	0,0	26,8	17,1
2	1,4	-15,4	1,45	57,01	0,61	0,31	32,0	0,0	0,0	63,4	16,3
3	0,91	-7,3	0,92	52,37	0,56	0,28	32,0	0,0	0,0	54,1	10,0
4	1,2	0,0	1,2	76,7	0,82	0,41	32,0	0,0	0,0	76,7	13,0
5	1,2	8,3	1,21	81,59	0,87	0,44	32,0	0,0	0,0	80,5	13,2
6	1,2	16,7	1,25	82,49	0,88	0,45	32,0	0,0	0,0	82,1	14,1
7	1,2	25,6	1,33	79,0	0,85	0,43	32,0	0,0	0,0	80,7	15,9
8	1,78	37,9	2,26	99,65	1,07	0,54	32,0	0,0	0,0	107,3	31,0
9	0,62	48,9	0,94	24,86	0,27	0,13	32,0	0,0	0,0	26,2	15,4
10	1,2	60,5	2,44	23,99	0,26	0,13	32,0	0,0	0,0	2,2	53,4

-  Manto asfaltato  
g=15 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=26°  
c=70 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi sabbiosi  
g=17,5 kN/m<sup>3</sup>  
c=100 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi argillosi  
g=18 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=26°  
c=40 kN/m<sup>2</sup>
-  Argille molli  
g=14,5 kN/m<sup>3</sup>  
c=10 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi argillosi  
g=18 kN/m<sup>3</sup>  
Fi=26°  
c=40 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi argillosi  
g=18,5 kN/m<sup>3</sup>  
c=140 kN/m<sup>2</sup>



## RELAZIONE DI CALCOLO SEZ2-attuale

### Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	43,565639/10,37099
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	6,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-3,34 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	46,41 m
Ascissa vertice destro superiore xs	-3,34 m
Ordinata vertice destro superiore ys	57,07 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

### 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,35	2,57	0,21
S.L.D.	50,0	0,46	2,51	0,24
S.L.V.	475,0	1,28	2,42	0,27
S.L.C.	975,0	1,64	2,46	0,27

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,69	0,2	0,0141	0,007
S.L.V.	1,92	0,24	0,047	0,0235
S.L.C.	2,3832	0,24	0,0583	0,0292

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,005 4



**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	37,96
2	3,1	38,6
3	3,8	39,95
4	6,15	41,08
5	6,92	44,27
6	9,65	44,8
7	11,99	44,84
8	15,44	45,14
9	17,7	45,31
10	21,92	45,37
11	26,1	45,48
12	30,1	45,5 2

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,03	37,43
2	4,45	38,14
3	7,32	38,6
4	10,05	39,06
5	12,51	39,49
6	15,47	39,81
7	17,7	40,1
8	21,92	40,37
9	26,1	40,48
10	30,1	40,5 2

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	37,96
2	3,1	38,6
3	3,8	39,95
4	6,15	41,08
5	6,67	43,23
6	6,92	43,27
7	9,65	43,8
8	11,99	43,84
9	15,44	44,14
10	17,7	44,31
11	21,92	44,37
12	26,1	44,48
13	30,1	44,5 2

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	38,0
2	3,08	38,63
3	3,24	38,94
4	3,81	39,99
5	3,81	39,99
6	6,18	41,08
7	6,92	41,3
8	9,65	42,4

9	11,99	42,64
10	15,44	43,24
11	17,7	43,51
12	21,92	43,77
13	26,1	43,88
14	30,1	43,9 2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	38,0
2	1,86	38,38
3	3,08	38,6
4	7,41	39,44
5	9,53	39,9
6	11,99	41,84
7	15,44	42,64
8	17,7	42,91
9	21,92	43,17
10	26,1	43,28
11	30,1	43,3 2

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	17,98
2	0,05	38,0
3	9,65	39,9
4	11,99	40,2
5	15,44	40,44
6	17,7	40,71
7	21,92	40,97
8	26,1	41,08
9	30,1	41,1 2

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	17,98
2	0,03	20,02
3	-0,01	37,11
4	6,57	37,84
5	11,94	38,35
6	15,44	38,5
7	17,7	38,7
8	21,92	38,97
9	26,1	39,08
10	30,1	39,12

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m <sup>2</sup> )	cu (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (kN/m <sup>3</sup> )	Gs (kN/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	70		26	15	16	0,00	Manto asfaltato	
2	100			17,5	18	0,00	Limi sabbiosi	
3	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
4	10			14,5	15	0,00	Argille molli	
5	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
6	140			18,5	19	0,00	Limi argillosi	

### Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,46
Ascissa centro superficie	3,37 m
Ordinata centro superficie	53,87 m
Raggio superficie	15,21 m

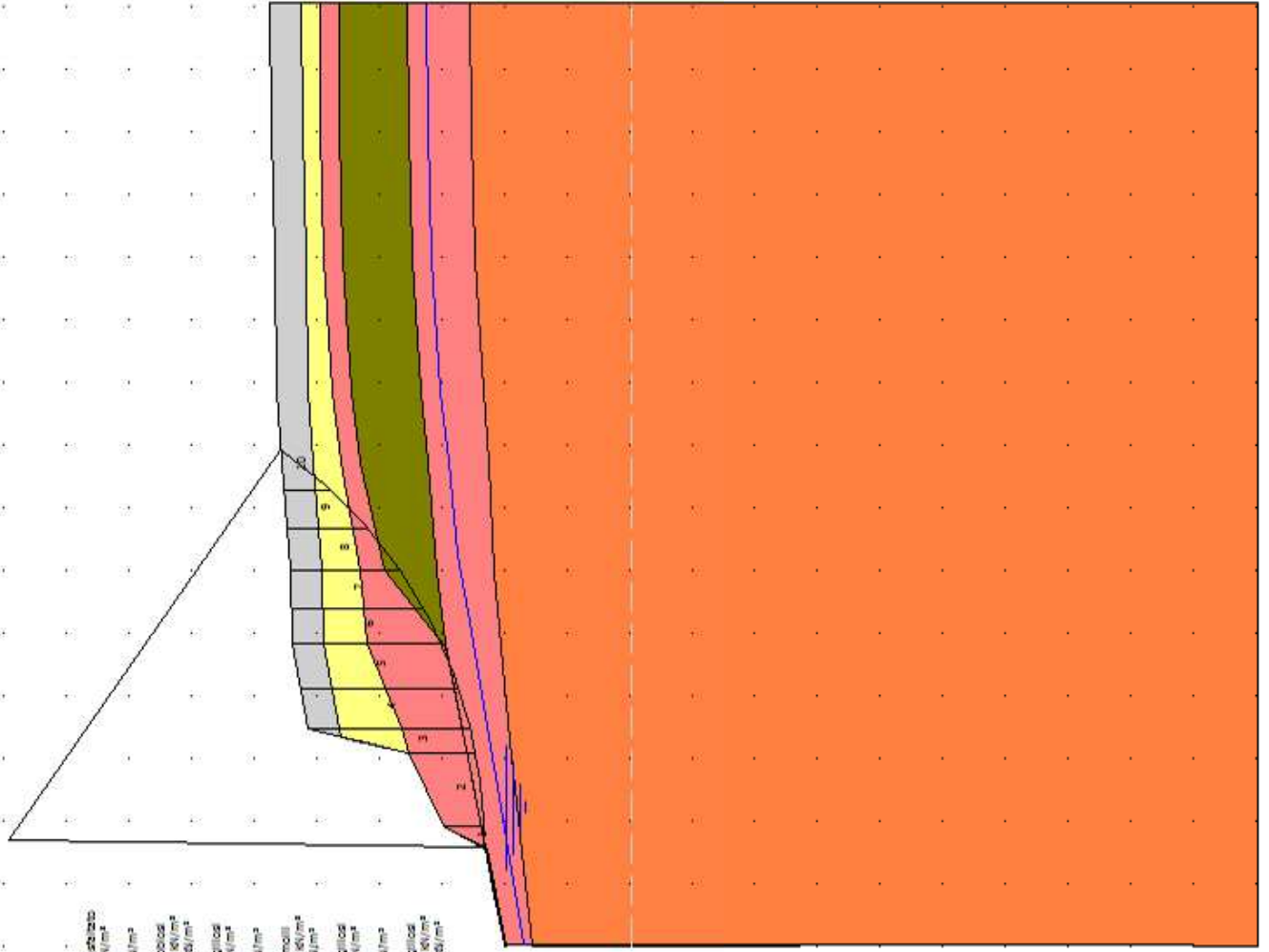
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

### Analisi dei concii. Superficie...xc = 3,368 yc = 53,871 Rc = 15,208 Fs=1,459

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,67	0,4	0,67	7,96	0,09	0,04	32,0	0,0	0,0	7,9	13,3
2	2,35	6,1	2,36	76,87	0,82	0,42	32,0	0,0	0,0	72,3	47,4
3	0,8	12,1	0,81	54,35	0,58	0,29	32,0	0,0	0,0	52,1	16,6
4	1,27	16,1	1,32	116,57	1,25	0,63	32,0	0,0	0,0	113,7	27,4
5	1,43	21,5	1,54	126,35	1,35	0,68	32,0	0,0	0,0	123,7	33,0
6	1,11	26,7	1,24	88,65	0,95	0,48	8,0	0,0	0,0	96,1	6,9
7	1,23	31,8	1,45	83,0	0,89	0,45	8,0	0,0	0,0	93,2	8,5
8	1,31	37,7	1,65	69,72	0,75	0,38	8,0	0,0	0,0	81,7	10,4
9	1,27	44,1	1,77	44,95	0,48	0,24	32,0	0,0	0,0	28,4	49,1
10	1,27	51,3	2,03	16,18	0,17	0,09	56,0	0,0	0,0	-62,5	113,3

Xc = 3.27 / Cc = 53.87 / Rc = 15.21 / Pp = 1.46

- Manto 220/230  
C=13 kN/m<sup>2</sup>  
Fi=25°  
C=70 kN/m<sup>3</sup>
- Umi pedregosa  
C=17.5 kN/m<sup>2</sup>  
C=100 kN/m<sup>3</sup>
- Umi argilosa  
C=18 kN/m<sup>2</sup>  
Fi=25°  
C=40 kN/m<sup>3</sup>
- Argille molli  
C=14.5 kN/m<sup>2</sup>  
C=10 kN/m<sup>3</sup>
- Umi argilosa  
C=18 kN/m<sup>2</sup>  
Fi=25°  
C=40 kN/m<sup>3</sup>
- Umi argilosa  
C=18.5 kN/m<sup>2</sup>  
C=140 kN/m<sup>3</sup>



## RELAZIONE DI CALCOLO SEZ1-progetto

### Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	43,565639/10,37099
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	6,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-5,69 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	46,58 m
Ascissa vertice destro superiore xs	-5,69 m
Ordinata vertice destro superiore ys	61,32 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

### 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,35	2,57	0,21
S.L.D.	50,0	0,46	2,51	0,24
S.L.V.	475,0	1,28	2,42	0,27
S.L.C.	975,0	1,64	2,46	0,27

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,69	0,2	0,0141	0,007
S.L.V.	1,92	0,24	0,047	0,0235
S.L.C.	2,3832	0,24	0,0583	0,0292

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,005 4

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	37,96
2	2,26	38,6
3	4,46	39,95
4	5,86	41,08
5	13,36	43,02
6	22,36	44,75
7	29,16	45,1
8	32,8	45,34
9	39,16	45,5 2

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,04	37,2
2	5,9	38,26
3	13,27	39,12
4	22,36	39,75
5	29,16	40,1
6	32,8	40,34
7	39,16	40,5 2

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	37,96
2	2,26	38,6
3	4,46	39,95
4	5,86	41,08
5	13,36	43,02
6	22,36	43,75
7	29,16	44,1
8	32,8	44,34
9	39,16	44,5 2

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	37,96
2	0,46	38,09
3	2,19	38,53
4	4,36	39,82
5	6,0	41,13
6	13,36	42,02
7	22,36	43,15
8	29,16	43,5
9	32,8	43,74
10	39,16	43,9 2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	35,76
2	0,04	37,94
3	2,21	38,55
4	4,06	39,7
5	13,36	40,82

6	22,36	42,35
7	29,16	42,9
8	32,8	43,15
9	39,16	43,3 2

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	35,76
2	0,09	37,98
3	2,13	38,51
4	4,14	39,74
5	12,37	40,72
6	22,36	40,75
7	29,16	40,85
8	32,8	40,94
9	39,16	41,1 2

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	31,56
2	0,04	35,81
3	0,0	36,95
4	2,09	37,36
5	4,47	37,69
6	22,36	38,35
7	29,16	38,7
8	32,8	38,94
9	39,16	39,12

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m <sup>2</sup> )	cu (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (kN/m <sup>3</sup> )	Gs (kN/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	70		26	15	16	0,00	Manto asfaltato	
2	100			17,5	18	0,00	Limi sabbiosi	
3	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
4	10			14,5	15	0,00	Argille molli	
5	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
6	140			18,5	19	0,00	Limi argillosi	

**Carichi distribuiti**

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m²)
1	22,36	44,75	30,16	45,15147	24

**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**







Fs minimo individuato	1,84
Ascissa centro superficie	16,75 m
Ordinata centro superficie	46,58 m
Raggio superficie	7,88 m

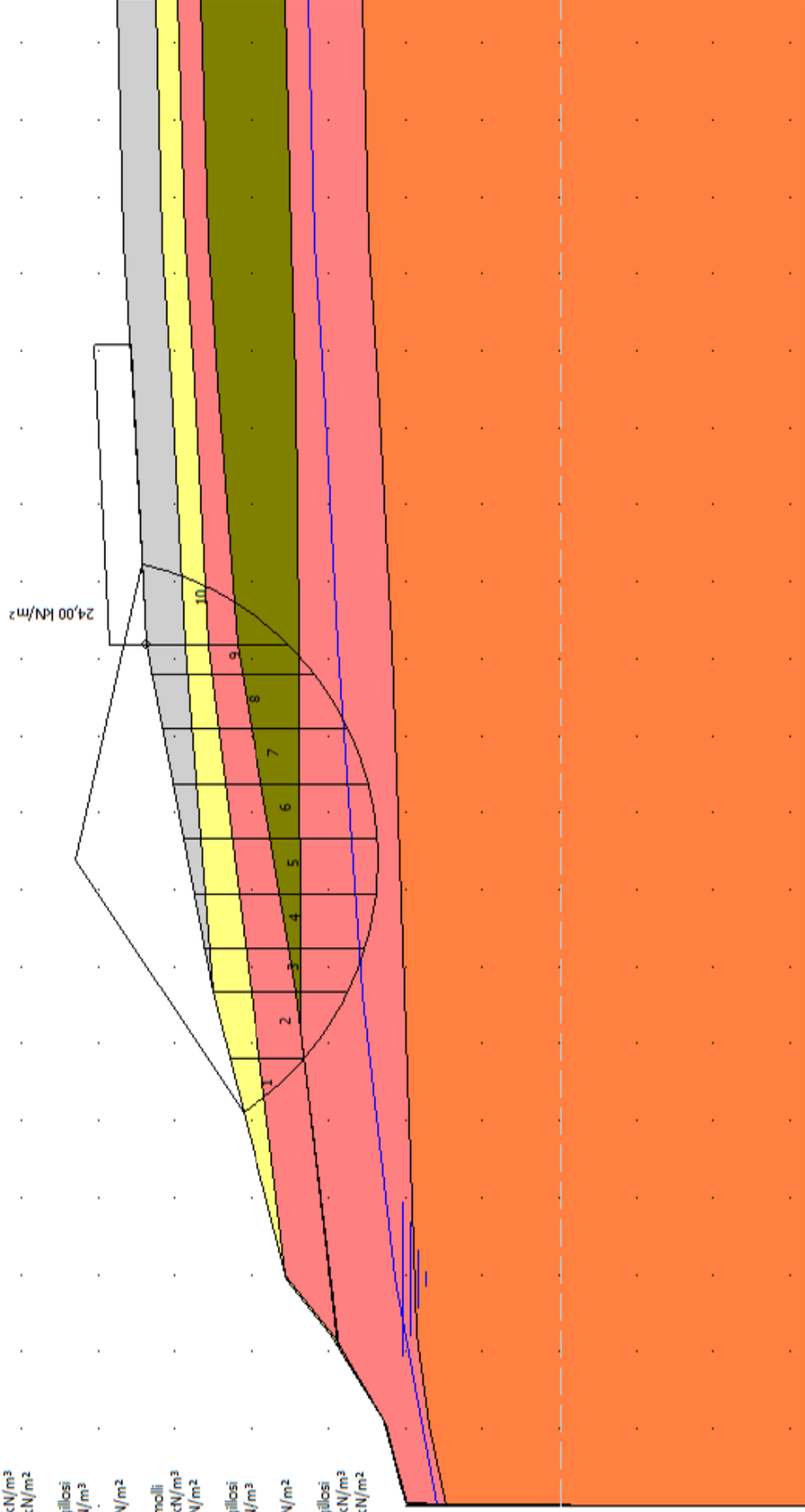
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei concii. Superficie...xc = 16,754 yc = 46,577 Rc = 7,883 Fs=1,8395**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m²)	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	1,43	-48,5	2,15	28,49	0,3	0,15	32,0	0,0	0,0	81,3	51,2
2	1,74	-33,1	2,07	90,88	0,97	0,49	32,0	0,0	0,0	129,8	39,1
3	1,11	-21,2	1,19	78,85	0,84	0,43	32,0	0,0	0,0	91,9	20,2
4	1,43	-11,5	1,45	115,75	1,24	0,63	32,0	0,0	0,0	122,8	23,5
5	1,43	-1,1	1,43	125,39	1,34	0,68	32,0	0,0	0,0	125,8	22,5
6	1,43	9,4	1,44	128,18	1,37	0,69	32,0	0,0	0,0	126,1	23,2
7	1,43	20,2	1,52	123,84	1,33	0,67	32,0	0,0	0,0	123,1	25,6
8	1,43	31,8	1,68	111,16	1,19	0,6	32,0	0,0	0,0	114,4	31,2
9	0,76	41,6	1,02	50,34	0,54	0,27	32,0	0,0	0,0	53,0	21,6
10	2,09	61,4	4,36	136,18	1,46	0,74	8,0	0,0	0,0	252,6	35,9



-  Manto asfaltato  
g=15kN/m<sup>3</sup>  
Fi=26°  
c=70 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi sabbiosi  
g=17,5kN/m<sup>3</sup>  
c=100 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi argillosi  
g=18kN/m<sup>3</sup>  
Fi=26°  
c=40 kN/m<sup>2</sup>
-  Argille molli  
g=14,5kN/m<sup>3</sup>  
c=10 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi argillosi  
g=18kN/m<sup>3</sup>  
Fi=26°  
c=40 kN/m<sup>2</sup>
-  Limi argillosi  
g=18,5kN/m<sup>3</sup>  
c=140 kN/m<sup>2</sup>



## RELAZIONE DI CALCOLO SEZ2-progetto

### Analisi di stabilità dei pendii con JANBU

Lat./Long.	43,565639/10,37099
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	6,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,1
Coefficiente parziale resistenza	1,1
Analisi	Condizione non drenata
Superficie di forma circolare	

### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	-0,21 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	46,13 m
Ascissa vertice destro superiore xs	-0,21 m
Ordinata vertice destro superiore ys	59,76 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

### 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:	C
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,35	2,57	0,21
S.L.D.	50,0	0,46	2,51	0,24
S.L.V.	475,0	1,28	2,42	0,27
S.L.C.	975,0	1,64	2,46	0,27

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,525	0,2	0,0107	0,0054
S.L.D.	0,69	0,2	0,0141	0,007
S.L.V.	1,92	0,24	0,047	0,0235
S.L.C.	2,3832	0,24	0,0583	0,0292

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0107
Coefficiente azione sismica verticale	0,005 4

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0,0	37,96
2	3,1	38,6
3	3,8	39,95
4	6,15	41,08
5	6,92	44,27
6	9,65	44,8
7	11,99	44,84
8	15,44	45,14
9	17,7	45,31
10	21,92	45,37
11	26,1	45,48
12	30,1	45,5 2

**Falda**

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,03	37,43
2	4,45	38,14
3	7,32	38,6
4	10,05	39,06
5	12,51	39,49
6	15,47	39,81
7	17,7	40,1
8	21,92	40,37
9	26,1	40,48
10	30,1	40,5 2

**Vertici strato .....1**

N	X (m)	y (m)
1	0,0	37,96
2	3,1	38,6
3	3,8	39,95
4	6,15	41,08
5	6,67	43,23
6	6,92	43,27
7	9,65	43,8
8	11,99	43,84
9	15,44	44,14
10	17,7	44,31
11	21,92	44,37
12	26,1	44,48
13	30,1	44,5 2

**Vertici strato .....2**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	38,0
2	3,08	38,63
3	3,24	38,94
4	3,81	39,99
5	3,81	39,99
6	6,18	41,08
7	6,92	41,3
8	9,65	42,4

9	11,99	42,64
10	15,44	43,24
11	17,7	43,51
12	21,92	43,77
13	26,1	43,88
14	30,1	43,9 2

**Vertici strato .....3**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	38,0
2	1,86	38,38
3	3,08	38,6
4	7,41	39,44
5	9,53	39,9
6	11,99	41,84
7	15,44	42,64
8	17,7	42,91
9	21,92	43,17
10	26,1	43,28
11	30,1	43,3 2

**Vertici strato .....4**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	17,98
2	0,05	38,0
3	9,65	39,9
4	11,99	40,2
5	15,44	40,44
6	17,7	40,71
7	21,92	40,97
8	26,1	41,08
9	30,1	41,1 2

**Vertici strato .....5**

N	X (m)	y (m)
1	0,02	17,98
2	0,03	20,02
3	-0,01	37,11
4	6,57	37,84
5	11,94	38,35
6	15,44	38,5
7	17,7	38,7
8	21,92	38,97
9	26,1	39,08
10	30,1	39,12

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kN/m <sup>2</sup> )	cu (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (kN/m <sup>3</sup> )	Gs (kN/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia	
1	70		26	15	16	0,00	Manto asfaltato	
2	100			17,5	18	0,00	Limi sabbiosi	
3	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
4	10			14,5	15	0,00	Argille molli	
5	40		26	18	18,5	0,00	Limi argillosi	
6	140			18,5	19	0,00	Limi argillosi	

#### Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kN/m <sup>2</sup> )
1	9,65	44,8	17,45	44,93333	24

#### Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,06
Ascissa centro superficie	7,37 m
Ordinata centro superficie	48,18 m
Raggio superficie	10,17 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

#### Analisi dei conc. Superficie...xc = 7,367 yc = 48,176 Rc = 10,172 Fs=1,0611

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (kN)	Kh•Wi (kN)	Kv•Wi (kN)	c (kN/m <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (kN)	N'i (kN)	Ti (kN)
1	0,56	-22,2	0,6	6,76	0,07	0,04	32,0	0,0	0,0	14,0	17,8
2	2,35	-13,7	2,42	96,86	1,04	0,52	32,0	0,0	0,0	115,9	68,3
3	1,25	-3,3	1,26	128,85	1,38	0,7	32,0	0,0	0,0	131,1	34,5
4	1,39	4,1	1,39	161,39	1,73	0,87	32,0	0,0	0,0	159,1	38,2
5	0,86	10,5	0,87	101,04	1,08	0,55	32,0	0,0	0,0	98,3	24,3
6	2,34	20,0	2,49	310,66	3,32	1,68	32,0	0,0	0,0	305,7	72,7
7	0,96	30,2	1,11	112,47	1,2	0,61	32,0	0,0	0,0	112,3	35,3
8	1,39	38,3	1,77	143,29	1,53	0,77	32,0	0,0	0,0	144,3	61,7
9	1,1	47,9	1,64	95,12	1,02	0,51	8,0	0,0	0,0	129,4	16,8
10	1,67	63,0	3,68	92,85	0,99	0,5	32,0	0,0	0,0	6,4	222,0

NC = 3,95 (C = 33,44 RC = 14,88 P<sub>50</sub> = 1,04)

- Manto 220/230  
C = 1350/m³  
Fr = 25°  
C = 70 kN/m³
- Umi ardida  
C = 7.500/m³  
C = 100 kN/m³
- Umi argilosa  
C = 1800/m³  
Fr = 25°  
C = 40 kN/m³
- Argille molli  
C = 14.500/m³  
C = 10 kN/m³
- Umi argilosa  
C = 1800/m³  
Fr = 25°  
C = 40 kN/m³
- Umi argilosa  
C = 18.500/m³  
C = 140 kN/m³

