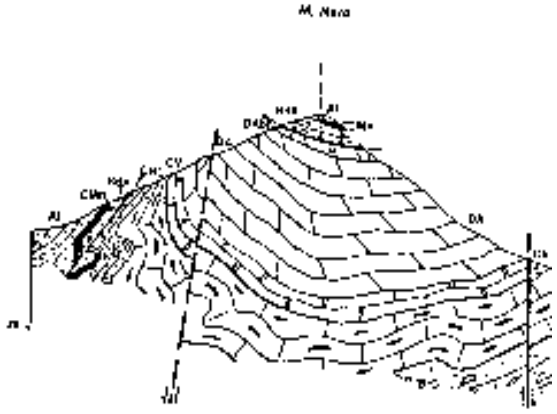
REGIONE UMBRIA

PROVINCIA DI TERNI

COMUNE DI TERNI

RELAZIONE GEOLOGICA

STUDIO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO
(ai sensi dell'Art. 24, L.R. 11 del 22/02/2005)
A CORREDO DI UN PIANO ATTUATIVO PER LA
REALIZZAZIONE DI FABBRICATI IN LOCALITA' TOANO
ZONA C – VERDE URBANO B (CB)



SGA Studio Geologi Associati

Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi

TERNI, Via F. Rismondo 19 – RIETI, Via P. Boschi 67
P.I. 00637290552 - ☎ fax 074458096 - sga@geoass.it

Novembre 2010

IL TECNICO

Dott. Geol. Tonino Uffreduzzi

I COMMITTENTI

Schiarelli Luana
De Rinaldis Irma
Troncalupi Primo

1. PREMESSA 2

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO 3

3. QUADRO GEOLOGICO 4

4. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA 6

4.1. Indagini in sito 6

4.2. Stratigrafia dell'area 7

4.3. Idrogeologia dell'area 9

4.4. Caratterizzazione geomeccanica dei terreni 10

4.4.1. La prova penetrometrica dinamica continua 10

4.4.2. Risultati ed elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche 15

4.5. Caratterizzazione sismica dei terreni - MASW 18

4.5.1. Metodologia della MASW 19

4.5.2. Sistema di acquisizione 23

4.5.3. Descrizione della procedura MASW 24

4.5.4. Risultati dell'indagine 26

4.5.5. Modello sismostratigrafico e calcolo della Vs30 30

5. ACCLIVITÀ DEI VERSANTI 32

6. PROPENSIONE AL DISSESTO DEI VERSANTI 33

7. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA 35

7.1. Zonazione sismica 35

7.2. Categoria di suolo 35

7.3. Amplificazione topografica 37

7.4. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento 38

7.5. Parametri e coefficienti sismici 40

8. PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ DELL'AREA 41

9. PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI 42

9.1 Aree non idonee all'edificabilità 42

9.2 Aree idonee all'edificabilità 43

9.3. Indicazioni tecnico-progettuali per le aree idonee all'edificabilità 43

10. CONCLUSIONI 45

Appendice 1: Ubicazione delle indagini eseguite e dei dati geognostici acquisiti 46

Appendice 2: Stratigrafie e report delle prove penetrometriche ... 47

Appendice 3: Stratigrafia del sondaggio fornito dalla Committenza 48

Appendice 4: Documentazione fotografica 49

1. PREMESSA

Per conto dei Sig.ri Schiarelli Luana, De Rinaldis Irma e Troncalupi Rino è stato effettuato lo studio geologico e geomorfologico di un'area sita in loc. Toano nel territorio del Comune di Terni (Tr), all'interno del Foglio catastale n. 73 particelle nn.1067, 1069, 1071, 1264, 1338 e 1340, ove è in atto un Piano Attuativo per la realizzazione di alcuni fabbricati in zona C - Verde urbano B (CB).

Lo studio è stato finalizzato alla redazione della Relazione geologica, idrogeologica e geotecnica e del relativo parere, previsti dall'Art.24 della L.R. 11 del 22/2/2005.

L'indagine è stata realizzata mediante l'esecuzione di un rilievo geologico e geomorfologico di campagna, integrato con i dati acquisiti da un apposita indagine penetrometrica e sismica, integrata con le informazioni stratigrafiche derivanti da una sondaggio profondo fornito dalla Committenza.

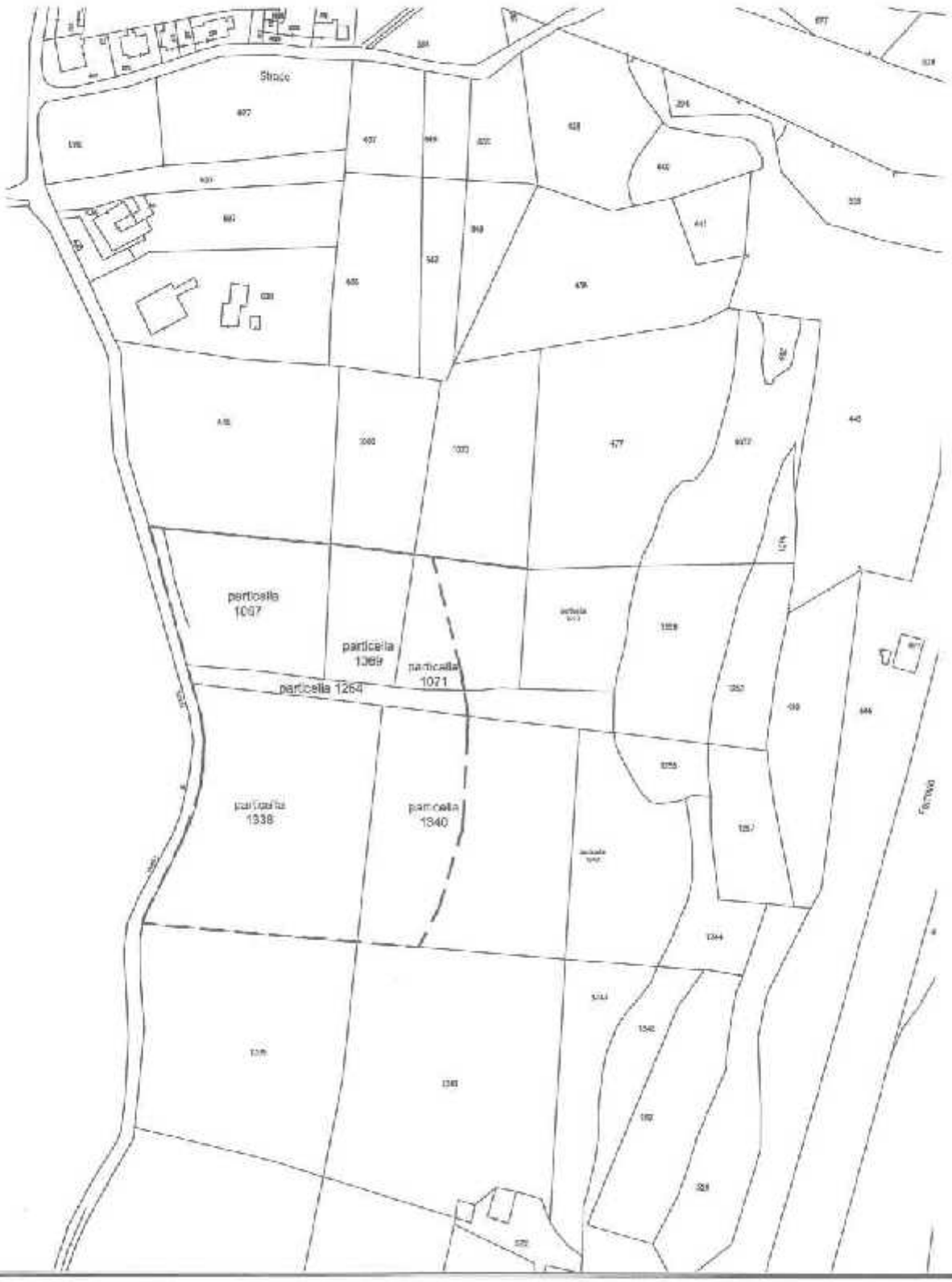
Tale indagine ha avuto lo scopo di pervenire alla conoscenza geologica dell'area permettendo di raccogliere dati inerenti le litologie presenti in affioramento, l'assetto idrogeologico e la stabilità globale dell'area, necessari per la identificazione degli eventuali impedimenti di tipo geologico alla utilizzazione di detta area per lo scopo di progetto.

COMUNE DI TERNI

PLANIMETRIA CATASTALE

Foglio n°73 | **Part.lle nn° 1067-1069-1071/p-1264/p-1338-1340/p**

Scala 1:2000



Studio Geologi Associati, Via Rismondo19 Terni, tel e Fax: 0744-58096 e-mail:geoass@tin.it

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

L'area in oggetto è situata in località Toano, nel territorio comunale di Terni, circa 2 km a Nord del capoluogo, immediatamente ad Ovest dell'abitato di Trevi e quindi dell'imbocco della Valserra.

Essa si trova alla quota topografica di 195-200 metri s.l.m., in un settore caratterizzato dalla fascia pedemontana e collinare di raccordo tra il versante Sud di M.te Torre Maggiore (che costituisce la propaggine meridionale dei Monti Martani) e la piana ternana.

La superficie investigata è caratterizzata da una debole pendenza in direzione Sud-Ovest, in direzione del fondovalle su cui scorre il Fosso di Toano, posto ad alcune centinaia di metri.

La quota massima raggiunta dal rilievo collinare è appena di 220 metri, immediatamente a monte dell'area indagata, in corrispondenza della cima denominata Il Torrone.

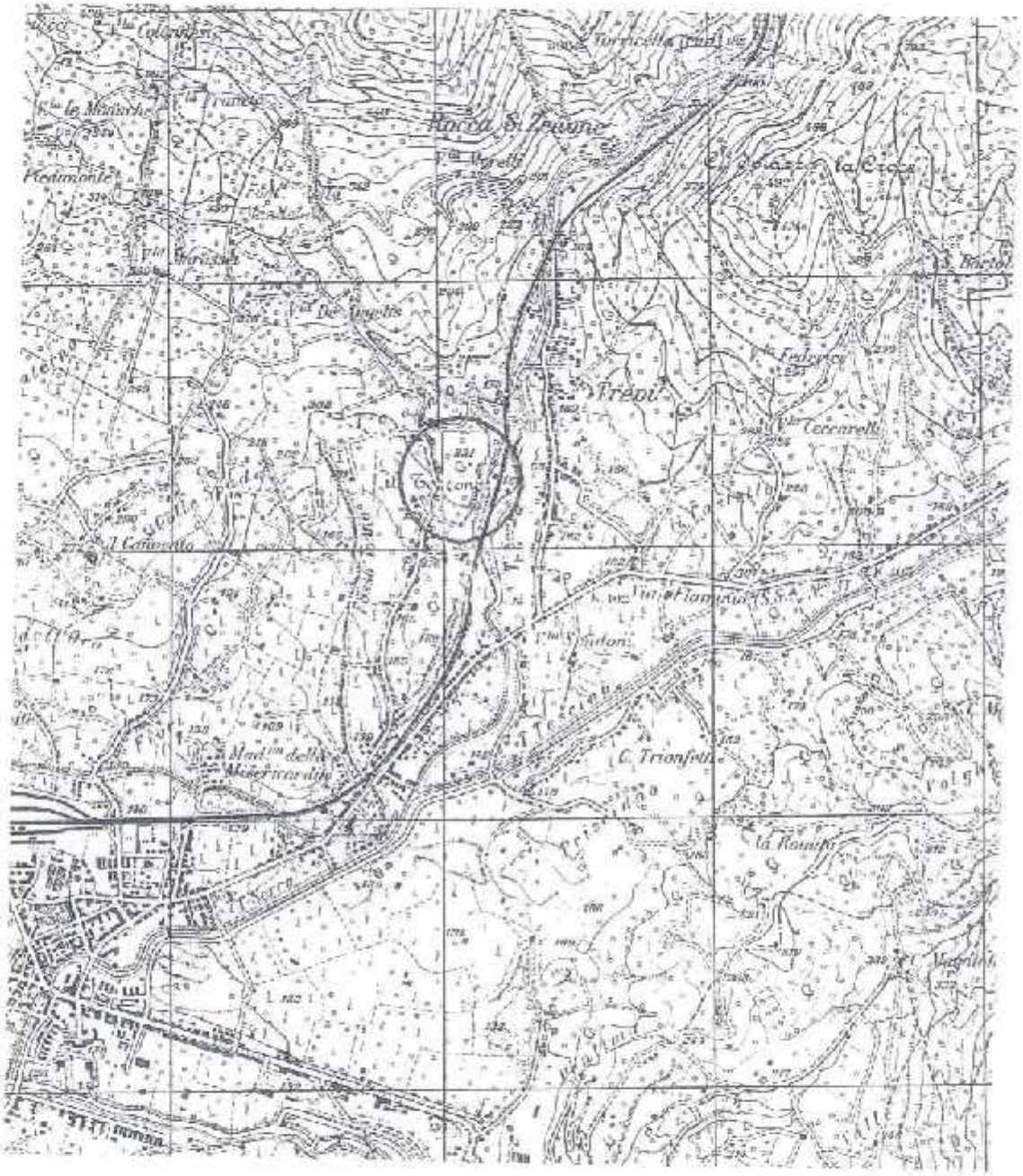
Ad Est il rilievo in esame presenta pendenze più sostenute in quanto inciso profondamente dal Torrente Serra.

L'idrografia dell'area, che risente principalmente della presenza della depressione morfologica dalla conca ternana, è costituita da una serie di fossi più o meno incisi posti in direzione Nord-Sud, tra cui il Fosso Toano che confluiscono da destra nel Torrente Serra affluente a sua volta del Fiume Nera.

Tali fossi drenano le acque di scorrimento superficiali e quelle provenienti da alcune sorgenti, di limitata portata, presenti a monte lungo la fascia pedemontana.

COMUNE DI TERNI

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA

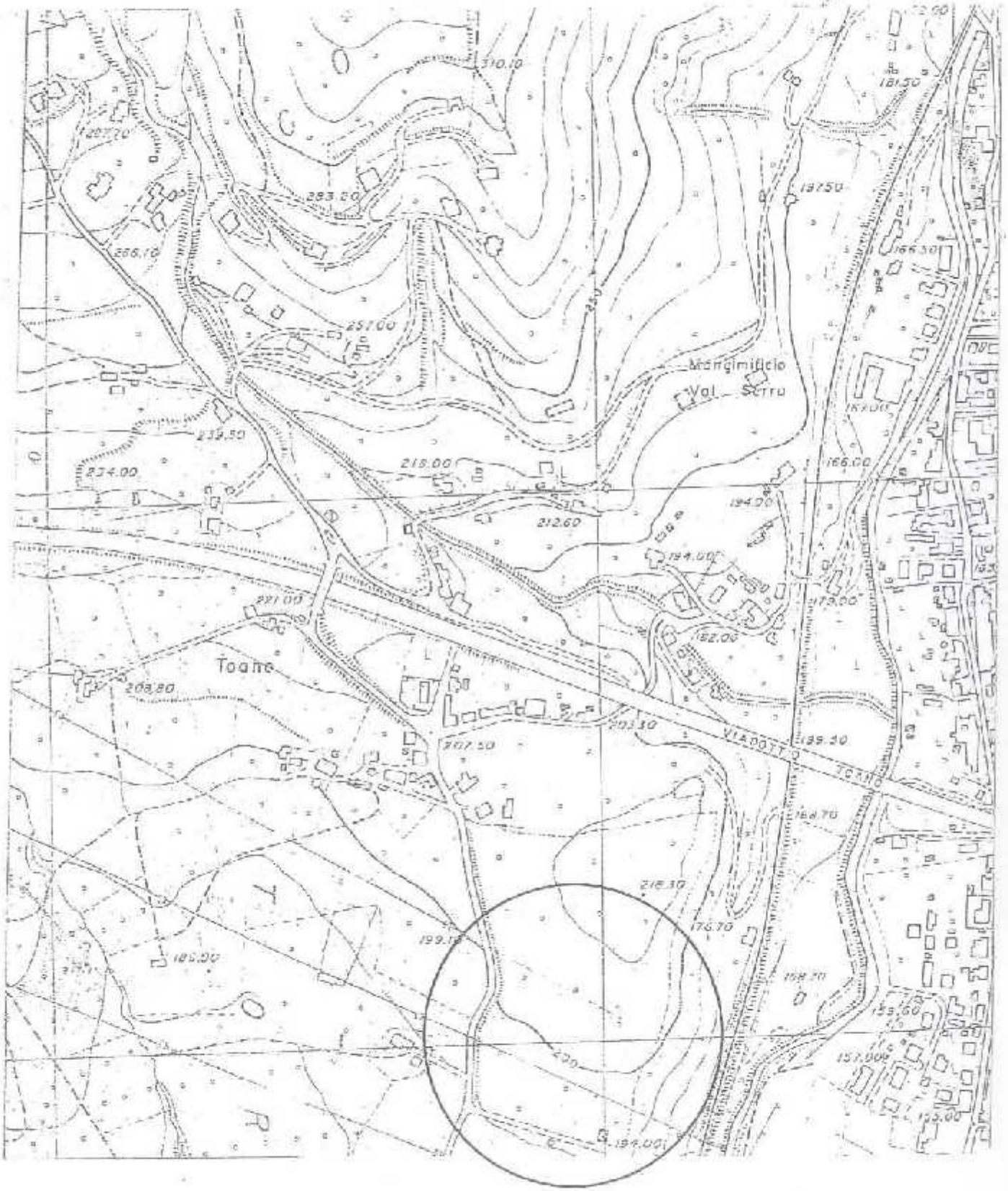


Cartografia I.G.M.I. Foglio n° : 138 "TERNI"
Quadrante : IV°
Tavolette : N.E. "Cesi" e S.E. "Terni"

Scala 1:25.000

COMUNE DI TERNI

QUADRO GEOGRAFICO



Carta Tecnica Regione Umbria

Sez. 347014 " ROCCA S. ZENONE"

SCALA 1:5.000

3. QUADRO GEOLOGICO

Dal punto di vista geologico l'area è situata in quella parte dell'Appennino Centrale costituita da formazioni litoidi calcareo-silico-marnose, appartenenti alla successione stratigrafica nota in letteratura con il nome di Serie umbro-marchigiana.

Tali formazioni sono costituite da sedimenti emipelagici depostisi nel bacino di sedimentazione umbro-marchigiano-sabino, nell'intervallo di tempo che va dal Giurassico inferiore sino al Miocene medio.

La conca ternana è una depressione intramontana di origine tettonica avente geometria subrettangolare, formatasi dal risultato delle intense fasi tettoniche distensive che a partire dal Miocene sup. hanno interessato questa parte dell'Appennino Centrale.

Queste, tramite grandi faglie a direzioni generali Est-Ovest e Nord-Sud, hanno determinato il ribassamento del settore e l'instaurarsi di un ampio bacino lacustre (ramo occidentale del Bacino Tiberino) nel Pliocene superiore.

Il riempimento di tale depressione si è avuto tramite la deposizione di un potente spessore di sedimenti di origine continentale e facies lacustre, costituiti da una alternanza di sabbie, sabbie argillose e conglomerati, in frequenti eteropia di facies, in cui si può comunque riconoscere un complesso inferiore o basale costituito da argille ed argille sabbiose, un complesso intermedio con sabbie e sabbie argillose ed uno superiore rappresentato da ghiaie e sabbie, conglomerati a matrice sabbiosa, talora cementati.

Tali depositi affiorano diffusamente, con spessori estremamente variabili, lungo le fasce pedemontano-collinari poste a raccordo tra la piana e le dorsali montuose.

Gli eventi succedutisi nel Quaternario hanno determinato il graduale riempimento del lago e l'instaurarsi di un reticolo fluviale che ha permesso la deposizioni di sedimenti in facies fluviale, variabili per granulometria e distribuzione areale, quali limi, sabbie e ghiaie.

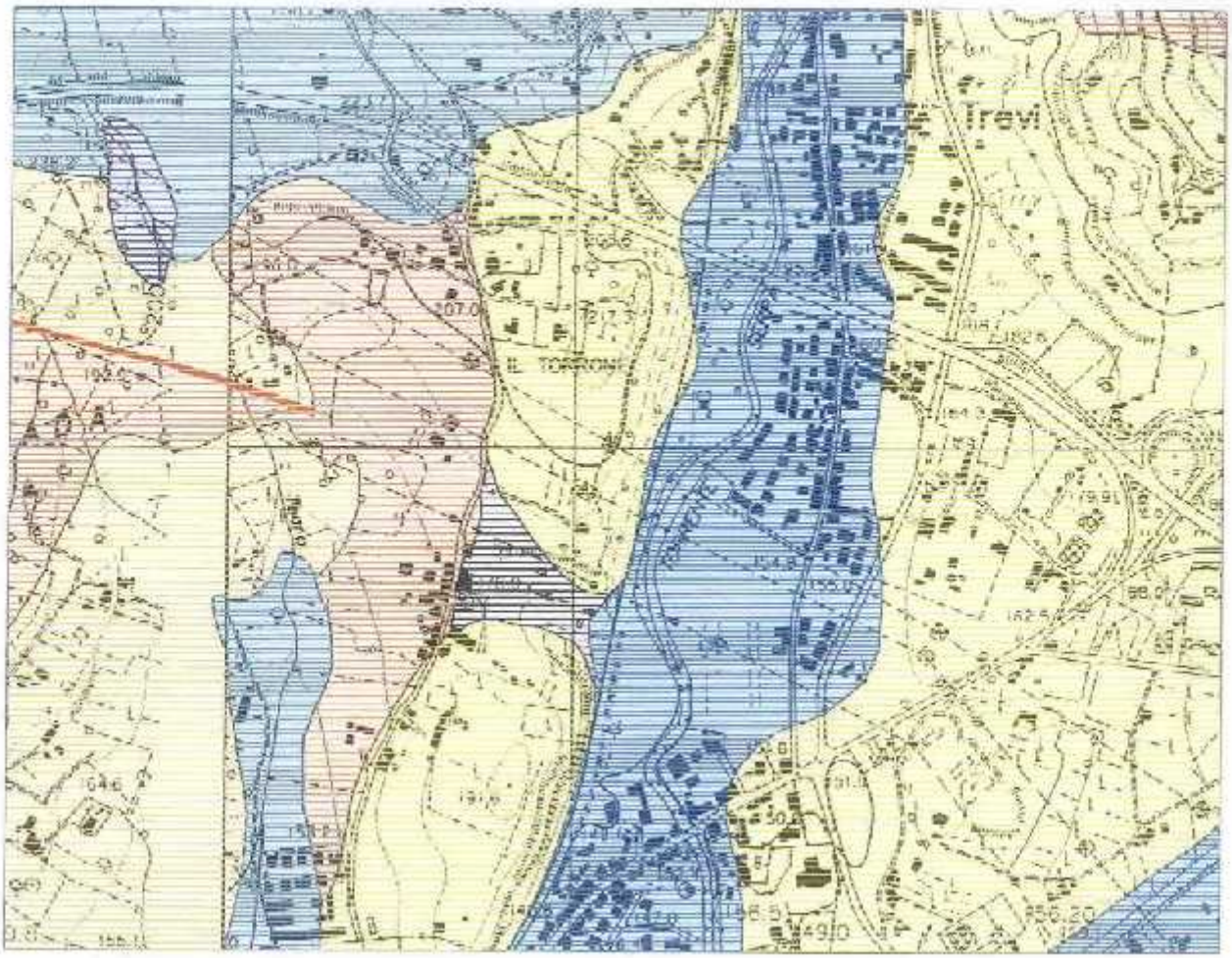
In particolare la pianura alluvionale del Fiume Nera è caratterizzata dalla presenza di depositi fluviali di età olocenica che poggiano, con spessori estremamente variabili, sui sedimenti lacustri

più antichi, costituiti da sedimenti fini quali limi e limi-sabbiosi e da ghiaie e ghiaie sabbiose, più o meno cementate.

Il settore di raccordo tra i rilievi e la piana alluvionale è generalmente caratterizzato dalla presenza di una estesa e potente coltre detritica recente, talora in forma di conoide, costituita da brecce di pendio a clasti calcarei, eterogenei ed eterometrici, immersi in una matrice da scarsa a prevalente, generalmente limo-argillosa di colore rossastro.

L'analisi dei dati bibliografici integrata dal rilevamento geologico di campagna ha permesso di individuare l'assetto geologico dell'area caratterizzato dalla presenza di Depositi fluvio-lacustri, di età pleistocenica, in particolare le formazioni conglomeratiche di chiusura del ciclo sedimentario lacustre.

CARTA GEOLOGICA DELL'AREA DI TOANO (TR)



LEGENDA

Scala 1:10.000

Accumuli Antropici (Olocene)

Depositi Eluvio-Colluviali (Pleistocene-Olocene)

DEPOSITI ALLUVIONALI
limi sabbiosi e limi argillosi con inglobati depositi lentiformi e nastriformi di ghiaie e ghiaie sabbiose sciolte o debolmente cementate, talora a stratificazione incrociata, con intercalazione di lenti di sabbie bruno-giallastre e di argille grigie (Pleistocene-Olocene)

Alluvioni in rapporto con la morfologia e la dinamica attuale

Alluvioni non in rapporto con la dinamica attuale, ma in continuità morfologica

DETRITI DI VERSANTE
depositi essenzialmente gravitativi, a granulometria variabile, da ben classati a fortemente eterometrici, i clasti sono prevalentemente a spigoli vivi, per lo più in accumuli massivi o grossolanamente stratificati (Pleistocene-Olocene)

DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI DEL BACINO TIBERINO

Travertini, Sabbie e Limi travertinosi: limi calcareo-travertinosi, sabbie limose fini sottilmente laminate, associate a travertino fitotermale e fitoclastico, subordinatamente a strati di calcare litoide; è presente malacofauna dulcicola terrestre (Pleistocene inferiore e medio)

ghiaie e conglomerati in matrice sabbiosa, conglomerati poco coerenti a clasti calcarei da poco a ben evoluti, localmente con evidenti embriciature; possono essere presenti livelli di sabbie limose o argille (Pleistocene inferiore e medio)

Argille ed Argille sabbiose: argille ed argille siltose grigie e marroni chiaro, sabbie argillose giallastre o avane, a luoghi con patine di alterazione e di ossidi ferrosi, laminate o sottilmente stratificate, alternate a livelli sabbiosi con strutture trattive (Pliocene superiore-Pleistocene inferiore)

Limiti geologici

Faglia

4. INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

4.1. Indagini in sito

In funzione della tipologia di progetto in esame, consistente in un Piano Attuativo e dell'assetto geologico del sito, ritenuto non complesso, tenuto conto di quanto previsto nel D.M. 11/03/1988[1] e nella C.LL.PP. n.30483 del 24/09/1988[2], nonché nel D.M. 14/01/2008[3] e nella circolare applicativa [4], al fine della documentata ricostruzione del modello geologico e geotecnico, è stato ritenuto necessario effettuare:

- un rilevamento geologico di campagna;
- l'esecuzione di n.7 prove penetrometriche dinamiche con penetrometro medio;
- l'esecuzione di uno stendimento sismico di tipo MASW;
- analisi della stratigrafia di un sondaggio eseguito nell'area, spinto fino alla profondità di 85 metri dal p.c., fornito dalla Committenza;
- l'utilizzo di conoscenze personali e di letteratura.

Gli studi eseguiti hanno avuto lo scopo di pervenire ad una ricostruzione della stratigrafia locale, delle condizioni della circolazione idrica sotterranea ed alla definizione dei principali caratteri litologici e strutturali dei terreni di sedime.

6

1 D.M. 11/03/1988, "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
2 C.LL.PP. n. 30483 del 24/09/1988, "Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione".
3 D.M. 14/01/2008, "Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".
4 Circolare 2/02/2009, n.617 "Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni».

4.2. Stratigrafia dell'area

In base al rilevamento geologico di superficie e grazie ai risultati delle indagini eseguite è stato possibile individuare due diverse successioni stratigrafiche, relative ai primi metri di sottosuolo.

La stratigrafia della parte di valle (lato Sud) è stata definita grazie alle prove penetrometriche nn.1, 2 e 3 ed è la seguente:

- in superficie con spessore di 0,5/1,0 metro SUOLO VEGETALE di natura sabbiosa con presenza di abbondanti ciottoli calcareo-marnosi;
- da 0,5/1,0 metro fino a 3,1/3,7 metri terreno di copertura ed alterazione, costituito da sabbie e sabbie limose a diverso grado di addensamento, con presenza di livelli prevalentemente ciottolosi; si osserva una buona correlabilità nelle caratteristiche di tale copertura con presenza di uno primo strato più addensato ed un secondo invece scarsamente resistente, probabilmente costituito da sabbie limo-argillose
- al di sotto della profondità di 3,0-4,0 metri sono presenti conglomerati in matrice sabbioso-limosa.

La stratigrafia della parte di monte (lato Nord) è stata definita grazie alle prove penetrometriche n.4, 5, 6 e 7 ed è la seguente:

- in superficie con spessore di 0,7/1,1 metro SUOLO VEGETALE di natura sabbiosa con presenza di ciottoli calcareo-marnosi;
- al di sotto, per una profondità di almeno 3,0-4,0 metri sono presenti conglomerati in matrice sabbioso-limosa.

Per quanto riguarda la stratigrafia dei terreni fino a circa 30 metri si fa riferimento a quanto emerso dal rilevamento geologico e dal sondaggio disponibile, che forniscono le seguenti indicazioni:

- da 3,0/4,0 metri fino a c.a. 9,0 metri, argille marnose ed alternanze di ciottoli ed argille marnose, appartenenti alla Formazione dei Conglomerati;
- da c.a. 9,0 a 18,0 metri, conglomerati con scarsa matrice limoso-sabbiosa;

- da c.a. 18,0 a c.a. 21,0 metri, argilla marnosa consistente con sottili livelli di ciottoli, appartenenti alla Formazione dei Conglomerati.
- da c.a. 21,0 a c.a. 29,0 metri, conglomerati con scarsa matrice limoso-sabbiosa;
- da c.a. 29,0 e 36,0 metri, argilla marnosa consistente con sottili livelli di ciottoli, appartenenti alla Formazione dei Conglomerati.

L'assetto geologico è riassunto nelle CARTE GEOLOGICHE, alla scala 1:10.000 ed alla scala 1:600, in allegato.

COMUNE DI TERNI (TR)	Localita' "Toano"	PIANO ATTUATIVO

CARTA GEOLOGICA DI DETTAGLIO

LEGENDA

- Sabbie e sabbie limose con ciottoli *(Pleistocene)*
- Conglomerati in matrice sabbioso-limosa, localmente intercalazioni sabbioso-limose o limo-argillose *(Pleistocene)*
- Scarpata stradale-antropica
- Perimetro del Piano Attuativo

scala 1:600

SGA Studio Geologi Associati

Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi

TERNI, Via F. Reinerio 19 - RIETI, Via P. Boselli 67

P.I. 00637200552 - ☎ fax 074458096 - sga@geoass.it

4.3. Idrogeologia dell'area

L'assetto idrogeologico locale risente delle caratteristiche idrogeologiche delle formazioni litologiche affioranti, in particolare della loro permeabilità primaria.

La variabilità granulometrica dei terreni presenti nell'area in oggetto (depositi fluvio-lacustri, in contatto eteropico tra le varie facies), favorisce una infiltrazione delle acque superficiali molto diversificata, con presenza di facies impermeabili od a bassa permeabilità e di facies permeabili all'interno dei quali possono instaurarsi acquiferi di limitata entità confinati alla base ed al tetto dai terreni impermeabili.

In particolare, la facies conglomeratica è maggiormente permeabile, con valori del coefficiente k di circa $1 \cdot 10^{-3}$ cm/sec., le sabbie e sabbie argillose possiedono una permeabilità nel complesso media, con valori del coefficiente k di $1 \cdot 10^{-4}/10^{-5}$ cm/sec, mentre i depositi argillosi ed argillo-sabbiosi sono poco permeabili, con valori del coefficiente di permeabilità (k) di $1 \cdot 10^{-6}/10^{-7}$ cm/sec.

Non è stata individuata nelle indagini in sito la presenza di falda idrica nei primi metri di profondità dal p.c., dati bibliografici riferiti a pozzi di captazione in aree limitrofe, individuano la superficie piezometrica dell'acquifero posta ad una profondità di almeno 20 metri dal piano campagna.

4.4. Caratterizzazione geomeccanica dei terreni

Vengono di seguito riportate la sintesi delle caratteristiche fisiche e geomeccaniche dei terreni presenti, desunte dalle varie metodologie di indagine svolte nell'area in oggetto.

Per la definizione delle caratteristiche dei depositi prevalentemente granulari presenti nei primi metri, si è ritenuto corretto fare riferimento ai parametri emersi dalla elaborazione dei dati provenienti dalle prove penetrometriche dinamiche.

I dati ottenuti sono stati analizzati mediante l'utilizzo del programma Dynamic Probing, che consente di elaborare ed interpretare i profili penetrometrici, calcolare la Resistenza di punta (Rpd) e correlarla direttamente, in profilo ed in tabella, al numero dei colpi (N).

4.4.1. La prova penetrometrica dinamica continua

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi δ) misurando il numero di colpi N necessari; la elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il terreno attraversato e di avere un raffronto sulle consistenze dei vari strati attraversati.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, è comunque trattato con le opportune cautele.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono il peso della massa battente M, l'altezza libera di caduta H, il diametro di base del cono D e l' area di base A (angolo di apertura α) della punta conica, l'avanzamento (penetrazione) δ, la presenza o meno del rivestimento esterno.

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente):

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)
Leggero	DPL (Light)	M <10
Medio	DPM (Medium)	10<M<40
Pesante	DPH (Heavy)	40<M <60
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M>60

4.4.1.1. Correlazione con Nspt

La maggior parte delle correlazioni esistenti riguarda i valori del numero di colpi Nspt ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di rapportare il numero di colpi di una prova dinamica con Nspt.

Il passaggio viene dato da:

$$Nspt = \beta_t N$$

dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Qspt è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

M = peso massa battente;

M' = peso aste;

H = altezza di caduta;

A = area base punta conica;

δ = passo di avanzamento.

4.4.1.2. Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd

Formula Olandesi $$Rpd = \frac{M^2 \cdot H}{[A \cdot e \cdot (M + P)]} = \frac{M^2 \cdot H \cdot N}{[A \cdot \delta \cdot (M + P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta (area A);

e = infissione media per colpo (δ/ N);

M = peso massa battente (altezza caduta H);

P = peso totale aste e sistema battuta.

4.4.1.3. Correlazioni terreni incoerenti

Nella correzione Nspt in presenza di falda il valore di Nspt corretto = 15 + 0.5 × (Nspt - 15) dove Nspt è il valore medio nello strato; la correzione viene applicata in presenza di falda solo se il numero di colpi è maggiore di 15 (la correzione viene eseguita se tutto lo strato è in falda).

Il valore dell'Angolo di Attrito interno viene valutato con i diversi metodi:

- Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956 - Correlazione valida per terreni non molli a prof. < 5 mt.; correlazione valida per sabbie e ghiaie rappresenta valori medi. - Correlazione storica molto usata, valevole per prof. < 5 mt. per terreni sopra falda e < 8 mt. per terreni in falda (tensioni < 8-10 t/mq)
- Meyerhof 1956 - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche (da modifica sperimentale di dati).
- Sowers 1961)- Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. < 4 mt. sopra falda e < 7 mt. per terreni in falda) σ>5 t/mq.
- De Mello - Correlazione valida per terreni prevalentemente sabbiosi e sabbioso-ghiaiosi (da modifica sperimentale di dati) con angolo di attrito < 38° .Malcev 1964 - Angolo di attrito in gradi valido per sabbie in genere (cond. ottimali per prof. > 2 m. e per valori di angolo di attrito < 38°).
- Schmertmann 1977- Angolo di attrito (gradi) per vari tipi litologici (valori massimi). N.B. valori spesso troppo ottimistici poiché desunti da correlazioni indirette da Dr %.
- Shioi-Fukuni 1982 (ROAD BRIDGE SPECIFICATION) Angolo di attrito in gradi valido per sabbie - sabbie fini o limose e limi siltosi (cond. ottimali per prof. di prova > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) σ>15 t/mq.
- Shioi-Fukuni 1982 (JAPANESE NATIONALE RAILWAY) Angolo di attrito valido per sabbie medie e grossolane fino a ghiaiose.

- Angolo di attrito in gradi (Owasaki & Iwasaki) valido per sabbie - sabbie medie e grossolane-ghiaiose (cond. ottimali per prof. > 8 mt. sopra falda e > 15 mt. per terreni in falda) s>15 t/mq.
- Meyerhof 1965 - Correlazione valida per terreni per sabbie con % di limo < 5% a profondità < 5 mt. e con % di limo > 5% a profondità < 3 mt.
- Mitchell e Katti (1965) - Correlazione valida per sabbie e ghiaie.

La Densità relativa (%) viene valutata con i diversi metodi:

- Gibbs & Holtz (1957) correlazione valida per qualunque pressione efficace, per ghiaie Dr viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Skempton (1986) elaborazione valida per limi e sabbie e sabbie da fini a grossolane NC a qualunque pressione efficace, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.
- Meyerhof (1957).
- Schultze & Menzenbach (1961) per sabbie fini e ghiaiose NC, metodo valido per qualunque valore di pressione efficace in depositi NC, per ghiaie il valore di Dr % viene sovrastimato, per limi sottostimato.

Il Modulo Di Young (Ey) viene valutato con i diversi metodi:

- Terzaghi - elaborazione valida per sabbia pulita e sabbia con ghiaia senza considerare la pressione efficace.
- Schmertmann (1978), correlazione valida per vari tipi litologici .
- Schultze-Menzenbach , correlazione valida per vari tipi litologici.
- D'Appollonia ed altri (1970) , correlazione valida per sabbia, sabbia SC, sabbia NC e ghiaia
- Bowles (1982), correlazione valida per sabbia argillosa, sabbia limosa, limo sabbioso, sabbia media, sabbia e ghiaia.

Il Modulo Edometrico viene valutato con i diversi metodi:

- Begemann (1974) elaborazione desunta da esperienze in Grecia, correlazione valida per limo con sabbia, sabbia e ghiaia
- Buismann-Sanglerat, correlazione valida per sabbia e sabbia argillosa.
- Farrent (1963) valida per sabbie, talora anche per sabbie con ghiaia (da modifica sperimentale di dati).
- Menzenbach e Malcev valida per sabbia fine, sabbia ghiaiosa e sabbia e ghiaia.

Lo Stato di consistenza viene valutato con la Classificazione A.G.I. 1977 mentre il Peso di Volume Gamma con il metodo di Meyerhof ed altri, valido per sabbie, ghiaie, limo, limo sabbioso ed il Peso di volume saturo con la correlazione di Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948-1967 valida per peso specifico del materiale pari a circa γ = 2,65 t/mc e per peso di volume secco variabile da 1,33 (Nspt = 0) a 1,99 (Nspt = 95).

Il Modulo di poisson viene valutato con la Classificazione A.G.I.

Il Modulo di deformazione di taglio (G) viene valutato con i metodi di Ohsaki & Iwasaki – elaborazione valida per sabbie con fine plastico e sabbie pulite e di Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982) elaborazione valida soprattutto per sabbie e per tensioni litostatiche comprese tra 0,5 - 4,0 kg/cmq.

4.4.2. Risultati ed elaborazione delle prove penetrometriche dinamiche

L'analisi delle prove penetrometriche dinamiche eseguite nell'area in esame ha portato ai risultati elencati nelle seguenti tabelle.

PROVA N° 1				quota del p.c. (m)	
Strato	Profondità dal p.c. (m)		Spessore (m)	Numero di colpi Nspt	
	da	a			
1	0.0	0.9	0.9	5	
2	0.9	2.1	1.2	26	
3	2.1	3.1	1.0	10	
4	3.1	3.2	0.1	50	

PROVA N° 2				quota del p.c. (m)	
Strato	Profondità dal p.c. (m)		Spessore (m)	Numero di colpi Nspt	
	da	a			
1	0.0	1.0	1.0	3	
2	1.0	2.9	1.9	15	
3	2.9	3.4	0.5	5	
4	3.4	3.5	0.1	51	

PROVA N° 3				quota del p.c. (m)	
Strato	Profondità dal p.c. (m)		Spessore (m)	Numero di colpi Nspt	
	da	a			
1	0.0	0.5	0.5	3	
2	0.5	2.9	2.4	25	
3	2.9	3.7	0.8	10	
4	3.7	3.8	0.1	53	

PROVA N° 4				quota del p.c. (m)	
Strato	Profondità dal p.c. (m)		Spessore (m)	Numero di colpi Nspt	
	da	a			
1	0.0	0.9	0.9	4	
2	0.9	1.4	0.5	35	

PROVA N° 5				quota del p.c. (m)	
Strato	Profondità dal p.c. (m)		Spessore (m)	Numero di colpi Nspt	
	da	a			
1	0.0	0.8	0.8	7	
2	0.8	1.1	0.3	42	

PROVA N° 6				quota del p.c. (m)	
Strato	Profondità dal p.c. (m)		Spessore (m)	Numero di colpi Nspt	
	da	a			
1	0.0	0.9	0.9	5	
2	0.9	1.0	0.1	59	

PROVA N° 7				quota del p.c. (m)	
Strato	Profondità dal p.c. (m)		Spessore (m)	Numero di colpi Nspt	
	da	a			
1	0.0	0.7	0.7	6	
2	0.7	0.8	0.1	58	

Le elaborazioni eseguite con i metodi sopradescritti hanno condotto all'individuazione dei principali parametri fisici e meccanici dei terreni, che sono riassunti nelle tabelle di seguito riportate.

PROVA N° 1				quota del p.c. (m)		155
Strato	Nspt	γ (g/mc)	Φ°	C (kg/cmq)	Ey (kg/cmq)	Ed (kg/cmq)
1	5	1,54	28,5	0.0	---	37,73
2	26	2,09	34,8	0.0	205,00	80,87
3	10	1,73	30	0.0	---	48,00
4	50	2,24	42	0.0	325,00	130,17

PROVA N° 2				quota del p.c. (m)		155
Strato	Nspt	γ (g/mc)	Φ°	C (kg/cmq)	Ey (kg/cmq)	Ed (kg/cmq)
1	3	1,45	27,9	0.0	---	33,63
2	15	1,88	31,5	0.0	150,00	58,28
3	5	1,54	28,5	0.0	---	37,73
4	51	2,24	42,3	0.0	330,00	132,22

PROVA N° 3				quota del p.c. (m)		155
Strato	Nspt	γ (g/mc)	Φ°	C (kg/cmq)	Ey (kg/cmq)	Ed (kg/cmq)
1	3	1,45	27,9	0.0	---	33,63
2	15	2,08	34,5	0.0	200,00	78,82
3	5	1,73	30	0.0	---	48,00
4	51	2,25	42,9	0.0	340,00	136,33

PROVA N° 4				quota del p.c. (m)		155
Strato	Nspt	γ (g/mc)	Φ°	C (kg/cmq)	Ey (kg/cmq)	Ed (kg/cmq)
1	4	1,49	28,2	0.0	---	35,68
2	35	2,18	37,5	0.0	250,00	99,36

PROVA N° 5				quota del p.c. (m)		155
Strato	Nspt	γ (g/mc)	Φ°	C (kg/cmq)	Ey (kg/cmq)	Ed (kg/cmq)
1	7	1,62	29,1	0.0	---	41,84
2	42	2,21	39,6	0.0	285,00	113,73

PROVA N° 6				quota del p.c. (m)		155
Strato	Nspt	γ (g/mc)	Φ°	C (kg/cmq)	Ey (kg/cmq)	Ed (kg/cmq)
1	5	1,54	28,5	0.0	---	37,73
2	59	2,28	44,7	0.0	370,00	148,65

PROVA N° 7				quota del p.c. (m)		155
Strato	Nspt	γ (g/mc)	Φ°	C (kg/cmq)	Ey (kg/cmq)	Ed (kg/cmq)
1	6	1,58	28,8	0.0	---	39,79
2	58	2,27	44,4	0.0	365,00	146,60

In base ai risultati delle indagini eseguite è stato possibile ricostruire uno schema riassuntivo riguardante i principali parametri geotecnici dei terreni di sottosuolo del sito, come di seguito indicato:

SCHEMA RIEPILOGATIVO – PARAMETRI GEOTECNICI					
Strato	Spessore (m)	Descrizione	Nspt	ϕ ° angolo di attrito interno valutato	γ (g/cmc) peso di volume
1	da 0.0 a 1.0	TERRENO SUPERFICIALE	da 3 a 7	27 - 29	1.45-1.62
2	da 1.0 a 2.5	COPERTURA ADDENSATA	da 15 a 26	31 - 34	1.88-2.09
3	da 2.5 a 3.5	COPERTURA SCARSAMENTE ADDENSATA	da 5 a 10	28 - 30	1.54-1.73
4	da 1.0/3.5 a 30.0	FORMAZIONE DEI CONGLOMERATI	da 35 a 59	37 - 44	2.25-2.28

4.5. Caratterizzazione sismica dei terreni - MASW

Dal punto di vista sismico si dispongono dei dati provenienti da uno stendimento sismico con metodologia MASW, finalizzato alla valutazione della Vs(30).

La stesa sismica è stata eseguita dallo Scrivente, con andamento circa SW-NE, all'interno dell'area interessata dall'intervento.

Nel sito in esame per caratterizzare uno spessore di circa 30 metri del sottosuolo è stato realizzato uno stendimento di 24 geofoni verticali per una lunghezza complessiva di 69 metri (distanza intergeofonica 3.0 metri); attraverso delle energizzazioni mediante massa battente su posizioni esterne allo stendimento, alla distanza di 9.0 metri dal primo geofono, sono stati acquisiti i sismogrammi.

Dall'elaborazione di detti si ottiene il grafico velocità/profondità delle onde S fino alla profondità di 30 metri, da cui è stato possibile risalire alla Vs30.

4.5.1. Metodologia della MASW

L'acquisizione dei sismogrammi è basata sulla metodologia MASW la cui tecnica e procedura di elaborazione è di seguito descritta.

Nella maggior parte delle indagini sismiche per le quali si utilizzano le onde compressive, più di due terzi dell'energia sismica totale generata viene trasmessa nella forma di onde di Rayleigh, la componente principale delle onde superficiali. Ipotizzando una variazione di velocità dei terreni in senso verticale, ciascuna componente di frequenza dell'onda superficiale ha una diversa velocità di propagazione (chiamata velocità di fase) che, a sua volta, corrisponde ad una diversa lunghezza d'onda per ciascuna frequenza che si propaga. Questa proprietà si chiama dispersione.

Sebbene le onde superficiali siano considerate rumore per le indagini sismiche che utilizzano le onde di corpo (riflessione e rifrazione), la loro proprietà dispersiva può essere utilizzata per studiare le proprietà elastiche dei terreni superficiali.

La costruzione di un profilo verticale di velocità delle onde di taglio (Vs), ottenuto dall'analisi delle onde piane della modalità fondamentale delle onde di Rayleigh è una delle pratiche più comuni per utilizzare le proprietà dispersive delle onde superficiali. Questo tipo di analisi fornisce i parametri fondamentali comunemente utilizzati per valutare la rigidezza superficiale, una proprietà critica per molti studi geotecnici.

L'intero processo comprende tre passi successivi: l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll), la costruzione di una curva di dispersione (il grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza) e l'inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs.

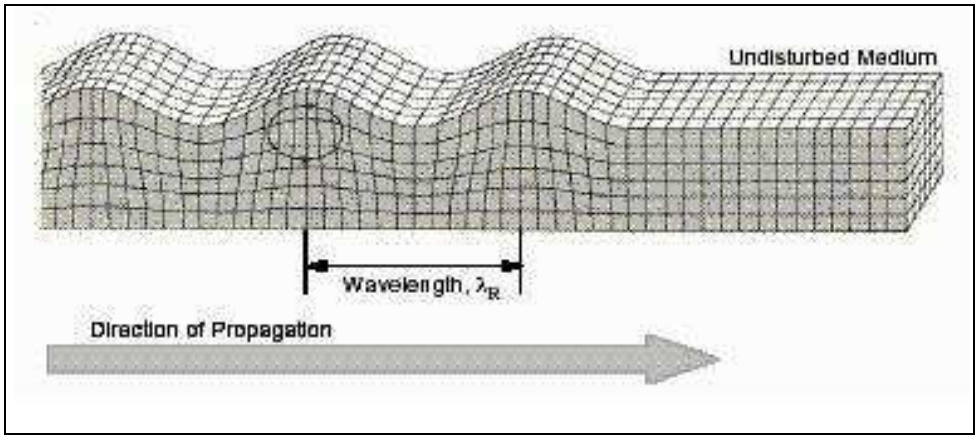
Per ottenere un profilo Vs bisogna produrre un treno d'onde superficiali a banda larga e registrarlo minimizzando il rumore. Una molteplicità di tecniche diverse sono state utilizzate nel tempo per ricavare la curva di dispersione, ciascuna con i suoi vantaggi e svantaggi.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando la curva di dispersione misurata come

riferimento sia per la modellizzazione diretta che per la procedura ai minimi quadrati.

Dei valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità sono necessari per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione e vengono solitamente stimati utilizzando misure prese in loco o valutando le tipologie dei materiali.

Quando si generano le onde piane della modalità fondamentale delle onde di Reyleigh, vengono generate anche una molteplicità di tipi diversi di onde. Fra queste le onde di corpo, le onde superficiali non piane, le onde riverberate (back scattered) dalle disomogeneità superficiali, il rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane.



Le onde di corpo sono in vario modo riconoscibili in un sismogramma multicanale. Quelle rifratte e riflesse sono il risultato dell'interazione fra le onde e l'impedenza acustica (il contrasto di velocità) fra le superfici di discontinuità, mentre le onde di corpo dirette viaggiano, come è implicito nel nome, direttamente dalla sorgente ai ricevitori (geofoni).

Le onde che si propagano a breve distanza dalla sorgente sono sempre onde superficiali. Queste onde, in prossimità della sorgente, seguono un complicato comportamento non lineare e non possono essere trattate come onde piane.

Le onde superficiali riverberate (back scattered) possono essere prevalenti in un sismogramma multicanale se in prossimità delle misure sono presenti discontinuità orizzontali quali fondazioni e muri di contenimento. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore

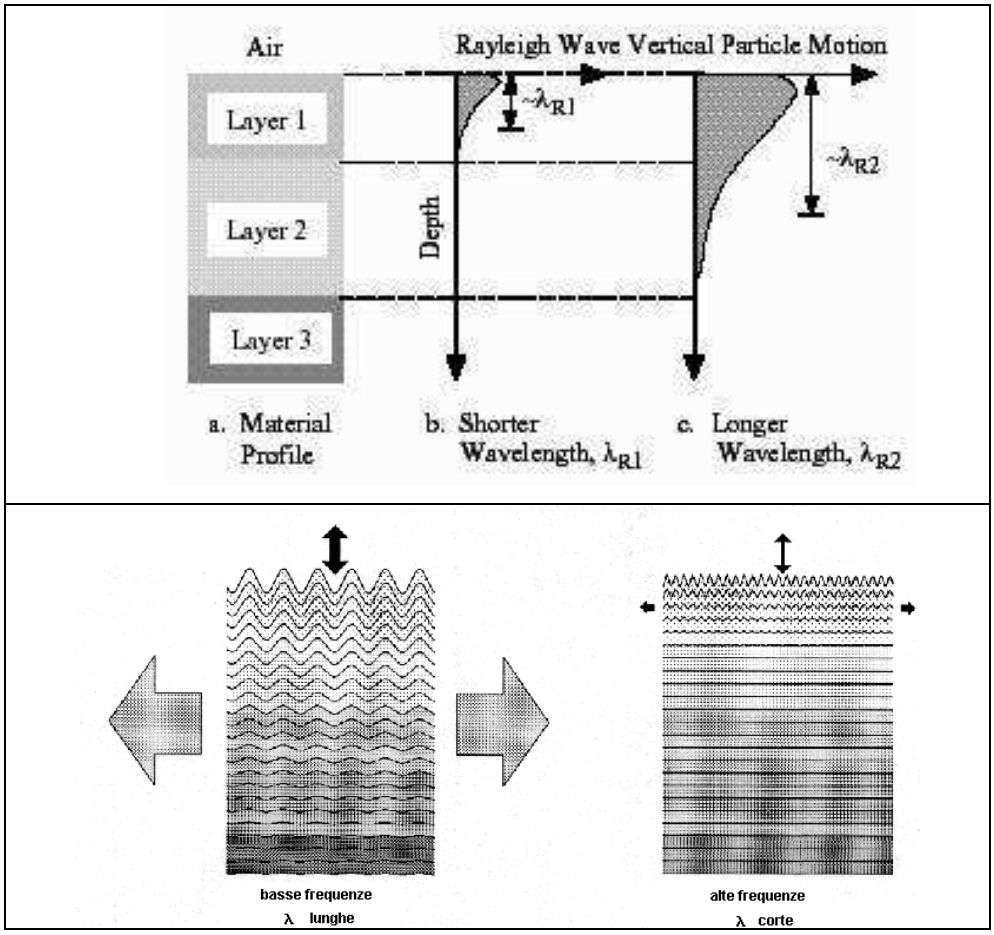
generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno.

La scomposizione di un campo di onde registrate in un formato a frequenza variabile consente l'identificazione della maggior parte del rumore, analizzando la fase e la frequenza dipendente dalla distanza dalla sorgente. La scomposizione può essere quindi utilizzata in associazione con la registrazione multicanale per minimizzare il rumore durante l'acquisizione. La scelta dei parametri di elaborazione così come del miglior intervallo di frequenza per il calcolo della velocità di fase, può essere fatto con maggior accuratezza utilizzando dei sismogrammi multicanale. Una volta scomposto il sismogramma, una opportuna misura di coerenza applicata nel tempo e nel dominio della frequenza può essere utilizzata per calcolare la velocità di fase rispetto alla frequenza.

La velocità di fase e la frequenza sono le due variabili (x; y), il cui legame costituisce la curva di dispersione. E' anche possibile determinare l'accuratezza del calcolo della curva di dispersione analizzando la pendenza lineare di ciascuna componente di frequenza delle onde superficiali in un singolo sismogramma. In questo caso MASW permette la miglior registrazione e separazione ad ampia banda ed elevati rapporti S/N (Segnale/Rumore).

Un buon rapporto S/N assicura accuratezza nel calcolo della curva di dispersione, mentre l'ampiezza di banda migliora la risoluzione e la possibile profondità di indagine del profilo Vs di inversione.

Le onde di superficie sono facilmente generate da una sorgente sismica quale, ad esempio, una mazza battente.

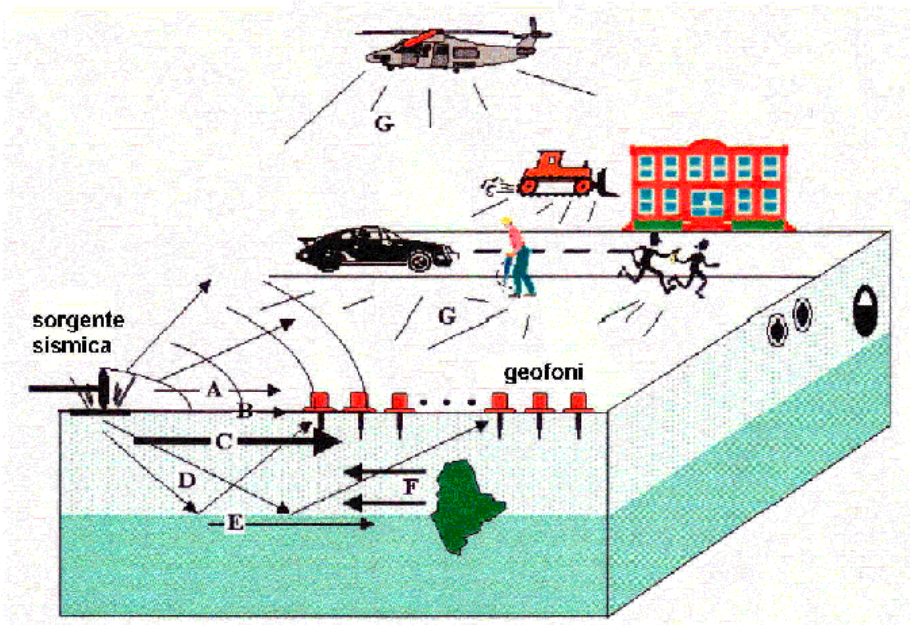


L'illustrazione mostra le proprietà di dispersione delle onde di superficie. Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Grazie a queste proprietà, una metodologia che utilizzi le onde superficiali può fornire informazioni sulle variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità. La velocità delle onde S (Vs) è il fattore dominante che governa le caratteristiche della dispersione.

4.5.2. Sistema di acquisizione

Il principale vantaggio di un metodo di registrazione multicanale è la capacità di riconoscimento dei diversi comportamenti, che consente di identificare ed estrarre il segnale utile dall'insieme di varie e differenti tipi di onde sismiche. Quando un impatto è applicato sulla superficie del terreno, tutte queste onde vengono simultaneamente generate con differenti proprietà di attenuazione, velocità e contenuti spettrali. Queste proprietà sono individualmente identificabili in una registrazione multicanale e lo stadio successivo del processo fornisce grande versatilità nell'estrazione delle informazioni utili.

Sistema di acquisizione multicanale



A-onde in aria; B-onde dirette; C-onde di superficie; D-onde riflesse; E-onde rifratte; F-onde riverberate; G-rumore ambientale

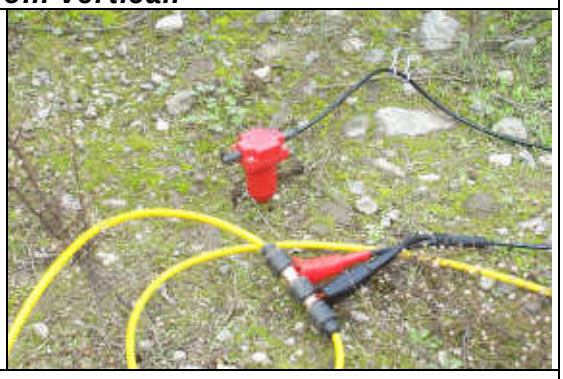
4.5.3. Descrizione della procedura MASW

La procedura MASW può sintetizzarsi in tre fasi:

- acquisizione dei dati in sito;
- estrazione della curva di dispersione;
- inversione della curva di dispersione per ottenere il profilo verticale delle Vs che descrive la variazione di Vs con la profondità

4.5.3.1 Strumentazione utilizzata

Le acquisizioni sismiche in sito sono state eseguite con la seguente attrezzatura:

Sismografo digitale MAE a 24 canali e 24 Bit:	
Dotato di: - visualizzazione istantanea delle tracce su display LCD a colori retroilluminato; - registrazione ad incremento di segnale (stacking); - funzione di monitoring dei disturbi; - dispositivi di filtraggio selettivo; - ritardo di acquisizione preselezionabile; - zoom delle tracce video; - computer interno Pentium 133 MHz/16 Mb RAM con software di acquisizione Teknor Industrial Computers inc.; - interfaccia seriale per lo scaricamento dei dati.	
Geofoni verticali	
Dotati di: - frequenza caratteristica di 4,5 Hz, consentono di convertire in segnali elettrici gli spostamenti che si verificano nel terreno; - collegati al sismografo tramite degli appositi cavi multipolari; - tripodi di appoggio per superfici compatte.	
Accessori	
- Cavi sismici multipolari 12 prese interasse massimo 5 m; - Sorgente sismica con Massa battente da 8Kg e piastra di energizzazione terreno; - Geofono starter per la funzione time-break:	

4.5.3.2 Configurazione dello stendimento

Nel sito in esame per caratterizzare uno spessore di circa 30 metri del sottosuolo è stato realizzato uno stendimento di 24 geofoni verticali per una lunghezza complessiva di 23.0 metri (distanza intergeofonica 1.0 metri); attraverso delle energizzazioni mediante massa battente su posizioni esterne allo stendimento, alla distanza di 2.0 metri dall'ultimo geofono, sono stati acquisiti i sismogrammi.

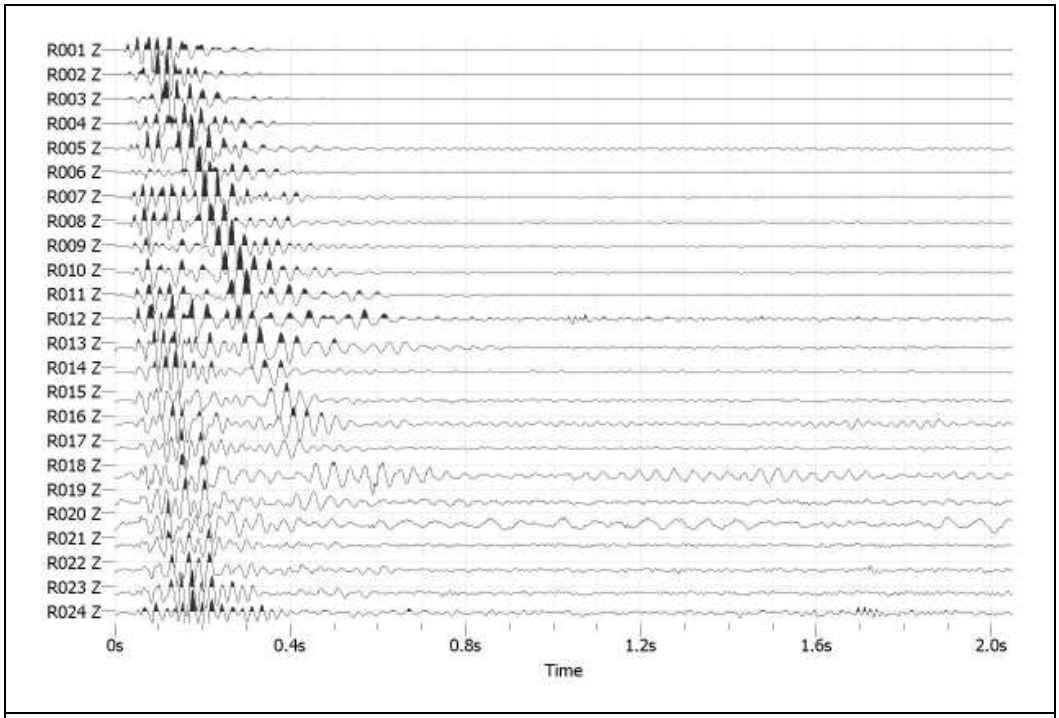
CONFIGURAZIONE STENDIMENTO SISMICO				
Lunghezza (m)	**Geofoni verticali**	**DG (m) Distanza geofoni**	**Punti di energizzazione**	**DG (m) Distanza energizzazione**
69,0	**24**	**3,0**	**1**	**9,0**

VISTA DELLO STENDIMENTO SISMICO

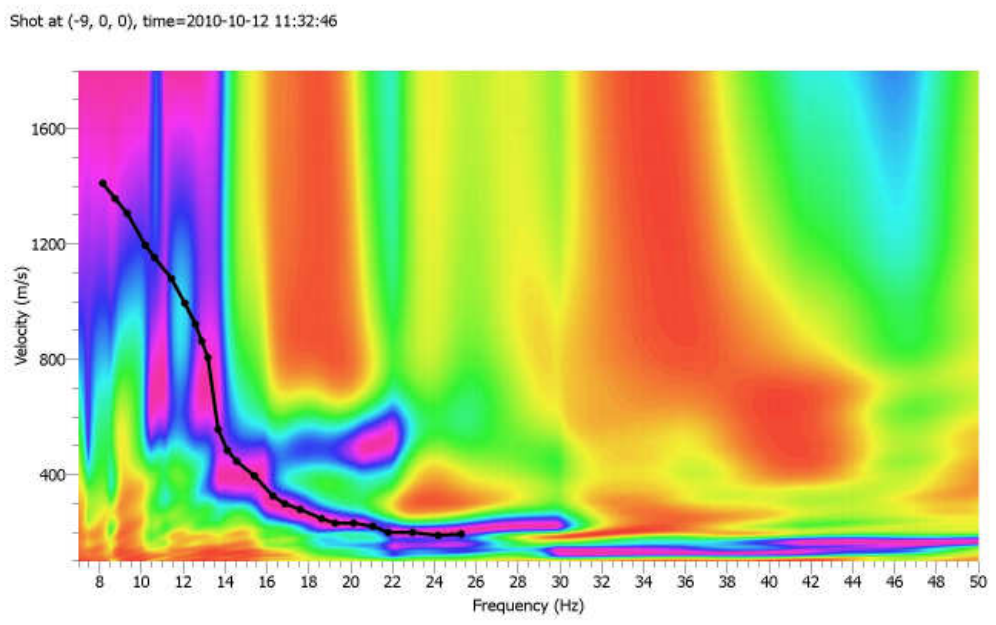
4.5.4. Risultati dell'indagine

L'elaborazione dei dati acquisiti, che è stata eseguita utilizzando il software "Sesarray" del Geopsy Project, un progetto di ricerca Sesame European dell'Université Joseph Fourier (Grenoble, France) e dell' Universität Potsdam (Potsdam, Germany); in una prova geofisica di tipo MASW attiva può essere ricondotta alle seguenti quattro fasi successivamente descritte.

La prima fase prevede la trasformazione delle serie temporali del/i segnale/i acquisiti nel dominio frequenza f – numero d'onda K.



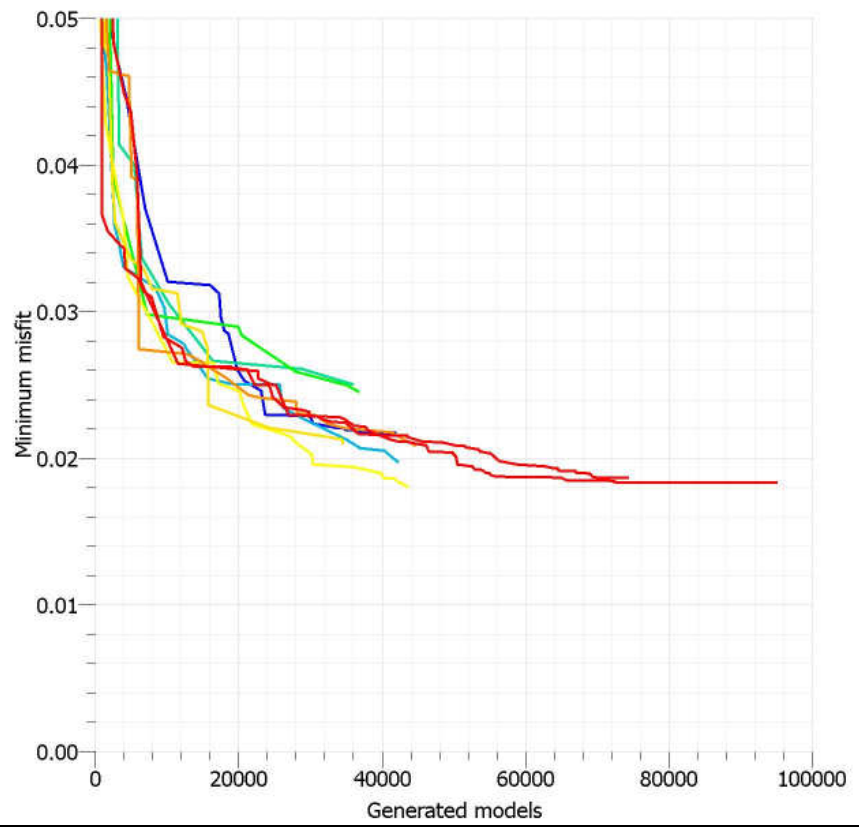
SEGNALE ACQUISITO



SPETTRO DELLE VELOCITÀ E CURVA DI DISPERSIONE

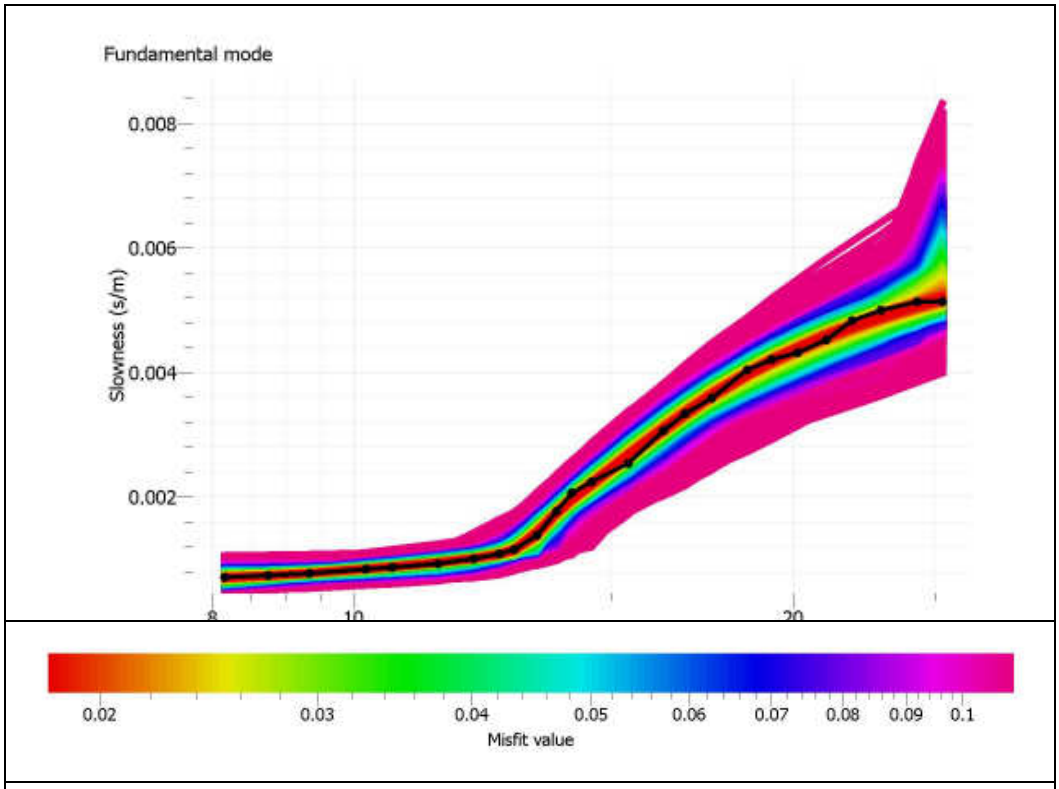
La seconda fase consiste nella individuazione delle coppie f-k cui corrispondono i massimi spettrali d'energia (densità spettrale) consentono di risalire alla curva di dispersione delle onde di Rayleigh nel piano Vfase (m/sec) – frequenza (**lentezza** (s/m) – **frequenza** (Hz).

La terza fase consiste nel tracciamento della curva di dispersione teorica attraverso la formulazione del profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs, modificando opportunamente lo spessore h, le velocità delle onde di taglio Vs e di compressione Vp, la densità di massa **ρ** degli strati che costituiscono il modello del suolo.



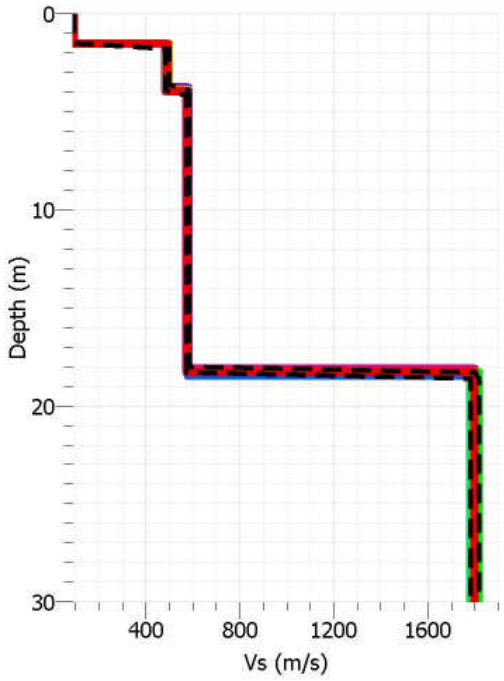
CURVA MINIMUM MISFIT PER I VARI MODELLI

La quarta ed ultima fase consiste nella modifica della curva teorica fino a raggiungere una sovrapposizione ottimale tra la velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale e la velocità di fase (o curva di dispersione) numerica corrispondente al modello di suolo.



CURVA DI DISPERSIONE TEORICA E CALCOLATA

La curva di dispersione prescelta nonché i profili verticali delle Vs ottenuti con il procedimento di inversione, completo dei suoi valori minimo, massimo, e del "modello migliore" a minor misfit; da cui si è ottenuto l'andamento della Vs con la profondità per i primi 30 metri.



ANDAMENTO DELLA VS CON LA PROFONDITÀ

4.5.5. Modello sismostratigrafico e calcolo della Vs30

In base a quanto sopra è stato possibile ricostruire un modello sismostratigrafico relativo in particolare alla velocità delle onde di superficie.

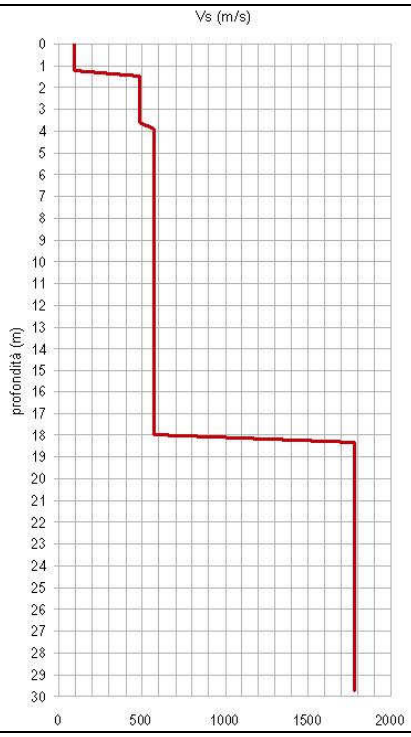


GRAFICO VELOCITÀ PROFONDITA'

Osservando il grafico si evince che nel sito indagato esiste una spessore di c.a. 1.5 metri di suolo, avente velocità Vs alquanto basse

(inferiori a 100 m/sec); al disotto è presente uno strato che si spinge fino a c.a. 4.0 m avente velocità di 484 m/sec, seguito da un potente strato di terreni leggermente più addensati con Vs pari a 572 m/sec, che giunge fino alla profondità di 18 metri dal p.c.; infine da 18 fino a 30 metri di profondità si misurano velocità molto elevate pari a 1780 m/sec, attribuibili con molta probabilità ad un deposito conglomeratico estremamente cementato.

Per quanto riguarda il calcolo della velocità Vs30, mediante la formula $Vs30 = 30/\Sigma(h_i/v_i)$ dove hi e Vi indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (m/s) dello strato i – esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m, si rimanda alla successiva tabella.

STRATO	PROFONDITA' dal p.c.	Spessore strato (metri)	Velocità onda S misurata in sito (m/s)	Rapporto spessore velocità	Tempi parziali in secondi (onda S misurata)
h_1	da 0.0 a 1.5	1,5	93	h_1/V_1	0,0161
h_2	da 1.5 a 3.9	2,4	484	h_2/V_2	0,0050
h_3	da 3.9 a 18.3	14,4	572	h_3/V_3	0,0252
h_4	da 18.3 a 30.0	11,7	1780	h_4/V_4	0,0066
h_{totale}		**30,00**		**S** hi/Vi	**0,0528**
V_{S30} *(m/s)* = 30/S(hi/Vi) =				**568**	

La Vs30 per il sito in esame risulta quindi 568 m/sec che, viste le considerazioni stratigrafiche sopra descritte, corrisponde all'inserimento nella **categoria di suolo B** (360 m/s < vs30 < 800 m/s).

5. ACCLIVITÀ DEI VERSANTI

Al fine di poter valutare la propensione al dissesto e quindi la eventuale presenza di elementi geomorfologici che possano limitare l'uso dell'area oggetto del Piano Attuativo, oltre ai rilievi di campagna si è proceduto alla realizzazione della CARTA DELLE ACCLIVITÀ, alla scala 1:600.

Mediante il metodo geometrico dei rapporti cartografici tra le isoipse, la carta prevede la suddivisione del territorio per opportune classi di pendenza, di seguito riassunte:

CLASSI DI ACCLIVITA'						
A			P <	5 %	(2.9°)	Bassissima-nulla acclività
B	(2.9°)	5 %	< P <	10 %	(5.7°)	Bassa acclività
C	(5.7°)	10 %	< P <	20 %	(11.3°)	Media acclività
D	(11.3°)	20 %	< P <	40 %	(21.8°)	Medio-alta acclività
E			P >	40%	(21.8°)	Alta acclività

L'analisi dei risultati ottenuti evidenzia come il lotto indagato sia caratterizzato dalla presenza della classe di acclività B, di entità bassa, con valori di pendenza compresi tra il 5% ed il 10% ed inclinazione compresa tra 2.9° e 5.7°.

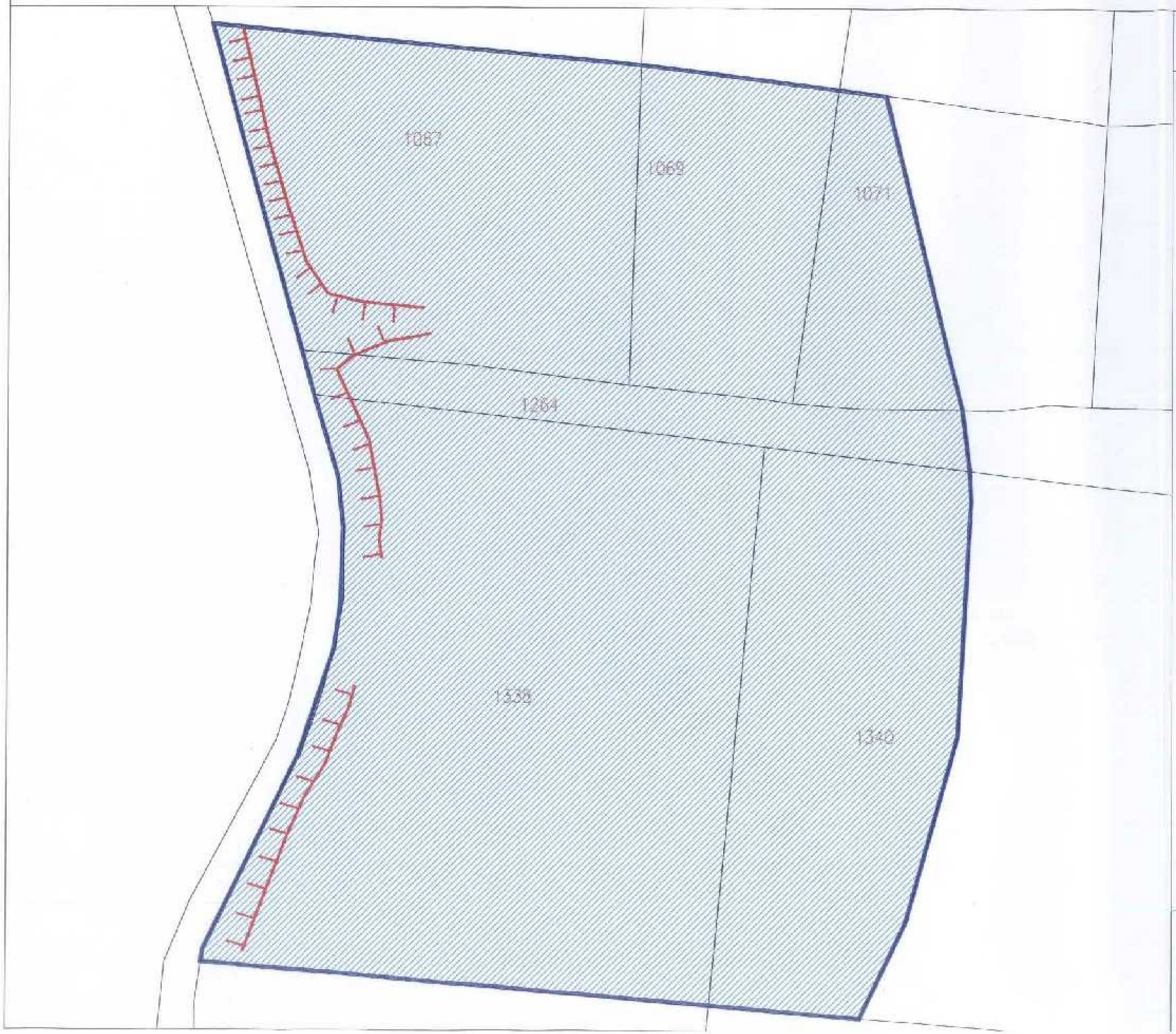
Si tratta dunque di un'area morfologicamente molto omogenea.

L'unico elemento morfologico segnalato è una scarpata lungo il lato occidentale del lotto, immergente verso la strada che lo costeggia; la continuità di tale scarpata è interrotta in corrispondenza dei due attuali accessi all'area.

Si tratta comunque di una modesta rottura di pendio di origine antropica, il cui dislivello è modesto, mediamente compreso tra 1 e 2 metri.

COMUNE DI TERNI (TR)	Localita' "Toano"	PIANO ATTUATIVO

CARTA DELLE ACCLIVITA'



LEGENDA

- CLASSE A — Acclività bassissima o nulla (P<5%)
- CLASSE B — Acclività bassa (5%<P<10%)
- CLASSE C — Acclività media (10%<P<20%)
- CLASSE D — Acclività medio-alta (20%<P<40%)
- CLASSE E — Acclività alta (P>40%)
- Scarpata stradale-antropica
- Perimetro del Piano Attuativo

scala 1:600

SGA Studio Geologi Associati
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
TERNI, Via F. Rismondo 19 – RIETI, Via P. Boschi 67
P.I. 00637390557 - Fax 0744458096 - sga@geoass.it

6. PROPENSIONE AL DISSESTO DEI VERSANTI

Oltre alle evidenze di dissesti già in atto od in preparazione, le metodologie di pianificazione territoriale prevedono una analisi della propensione al dissesto dei versanti, che si basa sulla sovrapposizione di alcuni elementi del territorio, come l'acclività dei versanti, la natura e la giacitura dei terreni presenti, le evidenze geomorfologiche, etc.

Per l'area studiata si è quindi cercato di individuare con maggior dettaglio le varie problematiche geomorfologiche presenti, per le quali non si è realizzata una specifica cartografia tematica, in quanto non sono stati evidenziati elementi di rilievo né a seguito delle indagini di campagna, né dai dati di letteratura esistenti.

Il settore di studio è stato ascritto interamente in un'area a pericolosità geologica 'bassissima o nulla'.

Tale condizione è descritta, nella CARTA DELLE PERICOLOSITA', in scala 1:600, in allegato.

Gli studi effettuati comprendenti anche il rilievo geologico hanno consentito di definire l'assetto geomorfologico dell'area, che risulta priva di elementi testimonianti la presenza di dissesti idrogeologici in atto o latenti.

In particolare l'area in oggetto:

- non è classificata come area a rischio elevato e molto elevato per frana – R3 e R4, così come individuate dal Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) [5];
- non ricade tra le aree di dissesto individuate nell'inventario delle frane parte del Piano di Assetto Idrogeologico (PAI).

Dal punto di vista della pericolosità per inondabilità dei corsi d'acqua, il sito non rientra nelle aree perimetrate nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI), come:

- aree a rischio medio (R2), elevato (R3) e molto elevato (R4), per inondabilità;

33

[5] Autorità di Bacino del Fiume Tevere - P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico) adottato con modifiche ed integrazione dal Comitato Istituzionale con Delibera n.114 del 05 aprile 2006, DPCM deliberato dal Consiglio dei Ministri nella seduta n. 22 del 10 novembre 2006.

- aree a rischio molto elevato (R4), per inondabilità del reticolo secondario;
- fascia di esondazione di tipo A, B e C del reticolo principale.

Il sito in oggetto non risulta sottoposto a Vincolo Idrogeologico (R.D. 3267/23 e 1126/26).

Lo studio dell'area eseguito grazie al rilievo geologico e geomorfologico e la successiva valutazione della pericolosità geologica, ha permesso di accertare l'assenza di instabilità della porzione di terreno interessato dal piano attuativo.

7. DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Le NTC 2008 calcolano i coefficienti Ko e Kv in dipendenza di vari fattori: Ko = a_{max}/g e Kv = $\pm 0,5 \times Kh$, con a_{max} che è l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito e g il valore dell'accelerazione di gravità.

I fattori presenti nelle precedenti formule dipendono dall'accelerazione massima attesa sul sito di riferimento rigido e dalle caratteristiche geomorfologiche del territorio infatti $a_{max} = S_S x S_T x a_g$ dove:

- S_S (effetto di amplificazione stratigrafica): $0.90 \leq Ss \leq 1.80$; è funzione di F_0 (Fattore massimo di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e della categoria di suolo (A, B, C, D, E);
- S_T (effetto di amplificazione topografica) per fondazioni in prossimità di pendi.

7.1. Zonazione sismica

Per quanto riguarda le prescrizioni per le zone sismiche e l'applicazione delle norme e dei requisiti costruttivi previsti dalla normativa vigente, si ricorda che il territorio del Comune di Terni è così classificato:

- grado di sismicità S=2, in base ai Decreti fino al 1984;
- zona 2, in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003.

7.2. Categoria di suolo

Tra le importanti novità relative alle metodologie di calcolo delle strutture è stato introdotto l'uso di coefficienti per la determinazione dello spettro elastico di risposta che dipendono la classificazione dei suoli, per la definizione dell'azione sismica di progetto, in 5 categorie principali (dalla A alla E) a cui ne sono aggiunte altre 2 (S1 ed S2 per le quali sono richiesti studi speciali per definire l'azione sismica da considerare), distinte sulla base del parametro Vs30, o in alternativa del valore di NSPT o cu.

CATEGORIA DI SOTTOSUOLO	
categoria	**DESCRIZIONE**
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 metri
B	**Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30}>50$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30}>250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	**Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15<NSPT_{30}<50$ nei terreni a grana grossa e $70<cu_{30}<250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	**Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,** con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30}<15$ nei terreni a grana grossa e $cu_{30}<70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	**Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,** posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di Vs30 inferiori a 100 m/s (ovvero $10<cu_{30}<20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Il parametro Vs30, rappresenta la velocità media di propagazione delle onde S entro 30 m di profondità (al di sotto del piano di fondazione) ed è calcolato mediante l'espressione Vs30=30/Si=1, N h1/V1 dove h1 e V1 indicano rispettivamente lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio <10-6) dello strato i-esimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori.

I valori medi di NSpt e della Cu sono invece determinabili a seguito delle indagini geognostiche.

L'indagine ha evidenziato uno spessore di c.a. 1.5 metri di suolo, avente velocità Vs alquanto basse (inferiori a 100 m/sec); al disotto è presente uno strato che si spinge fino a c.a. 4.0 m avente velocità di 484 m/sec, seguito da un potente strato di terreni leggermente più addensati con Vs pari a 572 m/sec, che giunge fino alla profondità di 18 metri dal p.c.; infine da 18 fino a 30 metri di

profondità si misurano velocità molto elevate pari a 1780 m/sec, attribuibili con molta probabilità ad un deposito conglomeratico estremamente cementato.

La Vs30 è risultata essere pari a 586 m/sec.

La normativa prescrive che in tale condizione stratigrafica la **categoria di suolo** sia di tipo **B** e che la velocità media delle onde di taglio nei primi 30 metri (Vs30) sia compresa tra 360 m/sec e 800 m/sec.

CATEGORIA DEI SUOLI DI FONDAZIONE		
TIPO DI TERRENO	**B**	360 < Vs (m/sec) < 800

7.3. Amplificazione topografica

Per amplificazione topografica si intendono quei fenomeni di focalizzazione o defocalizzazione delle traiettorie di propagazione delle onde sismiche, che avvengono in configurazioni geomorfologiche con rilievi creste ed avvallamenti.

Le NTC08 consentono, per configurazioni topografiche semplici che si discostano da superfici pianeggianti, il ricorso ad una valutazione approssimata dell'amplificazione topografica, basata sulla definizione di quattro categorie topografiche a ciascuna delle quali viene associato un valore specifico del coefficiente di amplificazione topografica S_T che moltiplica l'azione sismica di riferimento.

Tali valori sono massimi in quanto "la variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità o cresta fino alla base, dove S_T assume un valore unitario" (NTC08 punto 3.2.3.2.1).

In caso di siti di costruzione con altezza inferiore a 30 metri o per pendii o rilievi isolati con inclinazione media non superiore a 15°, gli effetti dell'amplificazione topografica possono essere trascurati.

Il valore di S_T varia con il variare delle quattro categorie topografiche introdotte nel seguente modo:

CATEGORIA TOPOGRAFICA	CARATTERISTICHE DELLA SUPERFICIE TOPOGRAFICA	UBICAZIONE DELL'OPERA	COEFFICIENTE DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA
T_1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15°$	--	1.0
T_2	Pendii con inclinazione media $i > 15°$	sommità del pendio	1.2
T_3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15° \leq i \leq 30°$	cresta del rilievo	1.2
T_4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30°$	cresta del rilievo	1.4

Nel caso in esame il sito rientra nella categoria topografica T1, in quanto contraddistinta da una superficie con un'inclinazione $i \leq 15°$ per un significativo intorno.

7.4. Vita nominale, classi d'uso e periodo di riferimento

Il parametro di entrata per il calcolo è il tempo di ritorno dell'evento sismico che è valutato come segue: $T_R = -V_R / \ln(1 - P_{VR})$

Con V_R periodo di riferimento della costruzione e P_{VR} probabilità di superamento, nella vita di riferimento, associata allo stato limite considerato.

Il periodo di riferimento (V_R) è ottenuto come prodotto della vita nominale dell'opera (V_N) per il coefficiente della classe d'uso (C_U) della stessa e non può essere inferiore a 35 anni; se si considera come limite superiore $V_N = 100$ il limite massimo per il periodo di riferimento è pari a 200 anni.

La vita nominale V_N definisce la durata della vita di progetto della struttura e nelle NTC08 viene così definita:

DURATA DELLA VITA NOMINALE	TIPOLOGIA E IMPORTANZA DELL'OPERA
$V_N \leq 10$ anni	Opere provvisorie, provvisionali e strutture in fase costruttiva, che abbiano una durata prevista di progetto non inferiore ai 2 anni; in caso contrario ($V_N \leq 2$ anni) le verifiche sismiche possono essere omesse
$V_N \geq 50$ anni	Opere ordinarie, ponti, infrastrutture e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale

$V_N \geq$ 100 anni	Grandi opere, ponti, infrastrutture e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica

Inoltre le strutture sono divise in classi d'uso, in base al livello di affollamento tipicamente presente nell'opera e delle possibili conseguenze, in termini sia di vittime sia di rischi per l'ambiente, derivabili da un eventuale collasso o interruzione d'uso.

Nelle NTC08 sono previste quattro classi d'uso e a ciascuna di esse è associato un valore del coefficiente d'uso C_U, come specificato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	UTILIZZO DELL'OPERA	COEFFICIENTE D'USO C_U
I	Costruzioni con occasionale presenza di persone, quali ad esempio edifici agricoli	**0.7**
II	Costruzioni ordinarie con normali affollamenti, in assenza di sostanze pericolose per l'ambiente e senza funzioni pubbliche o sociali essenziali, quali ad esempio edifici residenziali o uffici non aperti al pubblico	**1.0**
III	Opere rilevanti, con particolari affollamenti, presenza contemporanea di comunità di dimensioni significative o sostanze pericolose, quali ad esempio scuole, cinema, teatri, musei o centri commerciali, oltre ad industrie con attività pericolose	**1.5**
IV	Opere strategiche, anche in riferimento alla gestione dell'emergenza, come ad esempio municipi, caserme, ospedali e delle industrie a rischio; rientrano in questa categoria anche le reti viarie e ferroviarie e i ponti di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, anche in seguito a un evento sismico	**2.0**

Tenuto conto delle informazioni fornite dalla Committenza, si ritiene corretto adottare per intervento in progetto, i seguenti parametri:

VITA NOMINALE	**$\geq$ 50 anni**
CLASSE DI USO	**II**

7.5. Parametri e coefficienti sismici

In osservanza al D.M. 14/01/2008, i principali parametri e coefficienti sismici sono di seguito riepilogati:

Sito in esame	latitudine	longitudine	Classe	Vita nominale
	42,582988	12,672406	2	50

Siti di riferimento	N°	ID	latitudine	longitudine	distanza
	1	25406	42,5815	12,6073	5331,357
	2	25407	42,5820	12,6752	25462952
	3	25185	42,6320	12,6746	5455,066
	4	25184	42,6315	12,6067	7619,283

Parametri sismici	Categoria sottosuolo			B
	Categoria topografica			T1
	Periodo di riferimento			50 anni
	Coefficiente cu			1,0
	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
Prob. sup. (%)	81	63	10	5
Tr (anni)	30	50	475	975
Ag (g)	0,060	0,074	0,175	0,219
Fo	2,500	2,480	2,442	2,478
Tc* (s)	0,270	0,281	0,324	0,336

Coefficienti Sismici	Operatività (SLO)	Danno (SLD)	Salvaguardia della vita (SLV)	Prevenzione dal collasso (SLC)
Ss	1,200	1,200	1,200	1,180
Cc	1,430	1,420	1,380	1,370
St	1,000	1,000	1,000	1,000
Ko	0,014	0,018	0,050	0,072
Kv	0,007	0,009	0,025	0,036
Amax	0,703	0,871	2,056	2,530
Beta	0,200	0,200	0,240	0,280

8. PERICOLOSITÀ E VULNERABILITÀ DELL'AREA

Partendo delle cartografie tematiche a disposizione e dalle verifiche eseguite, è stata elaborata per la superficie del lotto in esame, la CARTA DELLE PERICOLOSITA', in scala 1:600, in allegato.

Questo elaborato è stato eseguito in base ai risultati desunti dal rilievo geologico-geomorfologico, dell'analisi bibliografica e dai dati della Carta delle Acclività; tali risultati hanno portato alla definizione che l'area in esame è globalmente stabile.

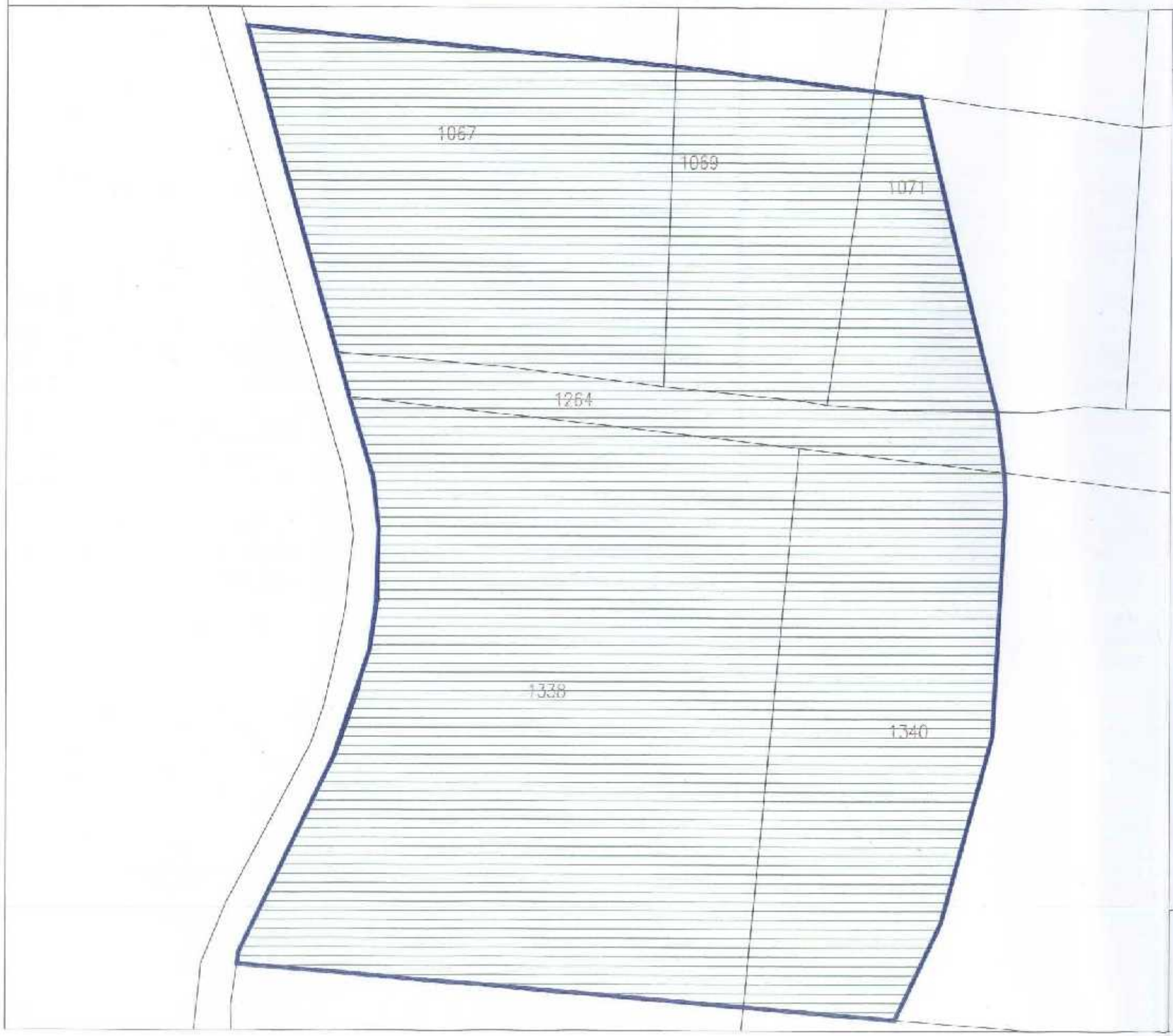
In particolare nell'area oggetto della lottizzazione è stata individuata una unica classe di pericolosità, in relazione alle pendenze presenti ed alla geologia, come di seguito specificato.

AREA A NULLA-BASSISSIMA PERICOLOSITÀ

CONDIZIONI MORFOLOGICHE CON ACCLIVITÀ BASSISSIMA, BASSA E MEDIO-BASSA (INCLINAZIONE INFERIORE A 11°), IN CUI IL SUBSTRATO CONGLOMERATICO E' LOCALMENTE COPERTO DA DEPOSITI SABBIOSO-LIMOSI

COMUNE DI TERNI (TR)	Localita' "Toano"	PIANO ATTUATIVO

CARTA DELLE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE



LEGENDA

- Pericolosità bassissima o nulla
- Pericolosità media
- Pericolosità elevata
- Perimetro del Piano Attuativo

scala 1:600

SGA Studio Geologi Associati
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
TERNI, Via F. Rismondo 19 - RIETI, Via P. Boselli 67
P.I. 00637290552 - ☎ fax 0744 58096 - sga@gemma.it

9. PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI

Ai fini di pervenire alla conoscenza approfondita delle condizioni fisiche del territorio, da utilizzare nella formazione del piano di lottizzazione, si è proceduto alla valutazione delle penalità dell'area in oggetto, sovrapponendo ed incrociando i dati finora descritti.

Il risultato che si ottiene con tale metodologia è la zonazione del territorio in aree a diversa penalità ai fini edificatori (riportato nell'allegata CARTA DELLE PENALITÀ AI FINI EDIFICATORI, alla scala 1:600), come di seguito descritto:

AREE NON IDONEE - NON EDIFICABILI

SOGGETTE AD IMPALUDAMENTO O ESONDAZIONE, CON PRESENZA DI FRANE E MOVIMENTI DEL TERRENO ATTIVI, AD ELEVATA PROPENSIONE AL DISSESTO IDROGEOLOGICO, ALTA ACCLIVITÀ E/O ELEVATA SUSCETTIBILITÀ SISMICA;

AREE A MEDIA O BASSA IDONEITÀ TERRITORIALE – ATTITUDINE ALL'EDIFICABILITÀ CONDIZIONATA

IN CUI L'ACCLIVITÀ IN RELAZIONE ALLE CARATTERISTICHE GEOLOGICO-TECNICHE DEI TERRENI, LA NATURA DEI TERRENI E/O LA PRESENZA DI FALDA A BASSA PROFONDITÀ DAL PIANO CAMPAGNA RENDONO L'EDIFICABILITÀ SOGGETTA A PRESCRIZIONI DI CARATTERE TECNICO-COSTRUTTIVO;

AREE AD ELEVATA IDONEITÀ TERRITORIALE - ATTITUDINE ALL'EDIFICABILITÀ

IN CUI NON SI INDIVIDUANO LIMITI DI NATURA GEOLOGICO-TECNICA ALL'EDIFICAZIONE.

Tra queste tipologie, le aree a bassa, a media e ad elevata attitudine rappresentano gradi d'attitudine all'insediamento urbanistico crescenti, mentre l'altra tipologia esclude la possibilità di prevedere insediamenti nelle aree che ricadono al suo interno.

9.1 Aree non idonee all'edificabilità

Non sono state individuate condizioni di impaludamento, con falda al piano campagna, o presenza di frane e movimenti del terreno inattivi ed attivi, ed il terreno di sedime non si presenta con scadenti caratteristiche geologico-tecniche, che potrebbero causare elevata propensione al dissesto idrogeologico ed elevata suscettibilità

sismica; pertanto **si è ritenuto di non individuare AREE NON EDIFICABILI**.

9.2 Aree idonee all'edificabilità

La totalità dell'area della lottizzazione, in base ai rilievi eseguiti, è stata così definita: AREA AD ELEVATA ATTITUDINE ALL'EDIFICABILITA', in quanto essa è caratterizzata dalla presenza delle seguenti condizioni:

- acclività bassa (P < 10%),
- non soggetta a dissesti in atto,
- non esondabile,
- caratterizzata da pericolosità bassissima o nulla,
- terreni di sedime caratterizzati da buone o discrete caratteristiche geologico-tecniche.

9.3. Indicazioni tecnico-progettuali per le aree idonee all'edificabilità

In base all'indagine svolta nell'area pur non rilevando elementi di pericolosità geologica gli interventi edificatori dovranno tenere conto di alcune indicazioni tecniche e progettuali finalizzate a garantire la stabilità a lungo termine sia del pendio che delle opere:

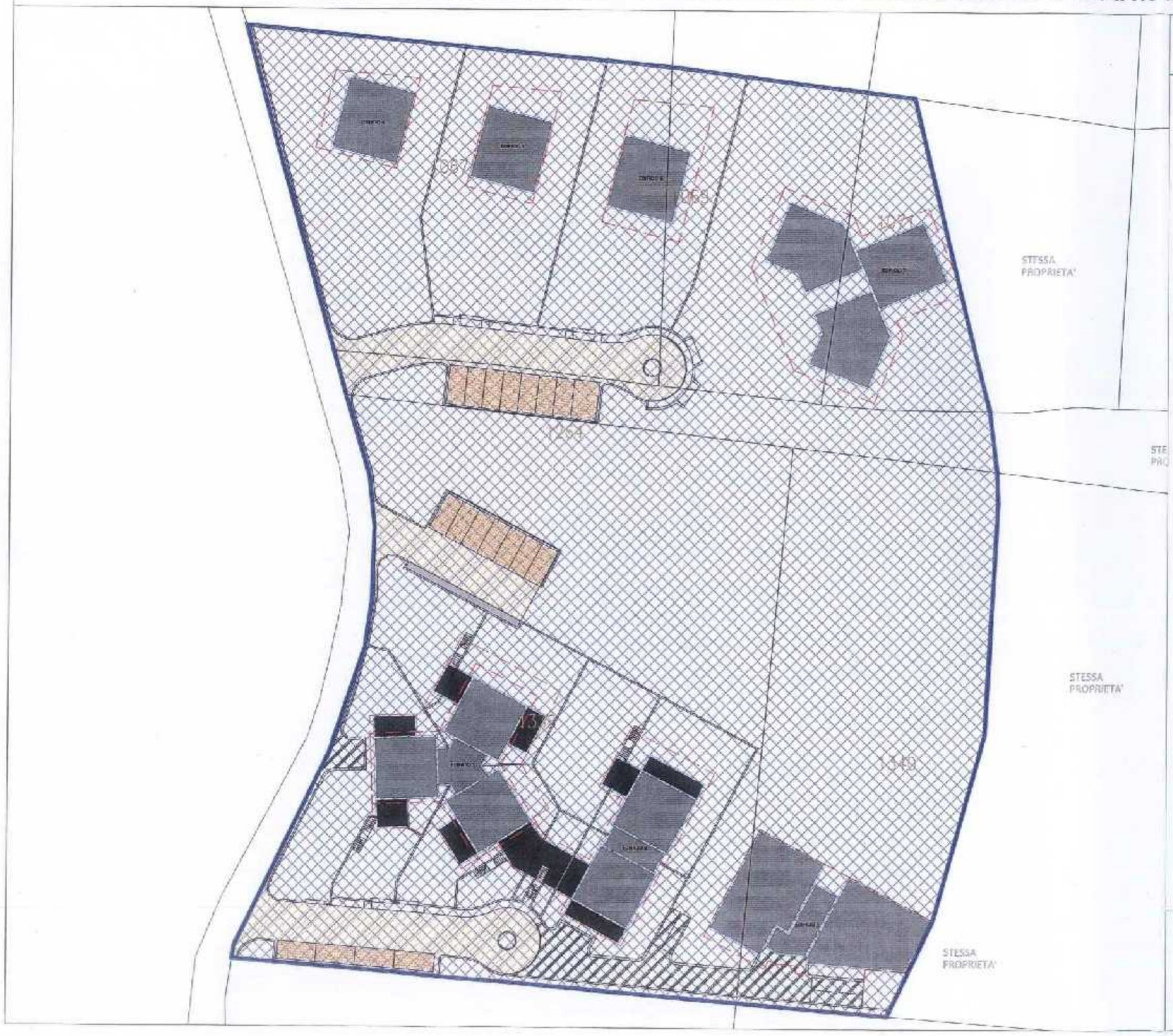
- nei rimodellamenti del pendio prevedere per le scarpate un angolo di inclinazione compatibile con le caratteristiche geotecniche del materiale (in particolare l'angolo di attrito), in tali tratti rimodellati si potrà procedere ad un rinverdimento mediante l'apposizione di essenze vegetali erbacee ed arbustive autoctone, con funzione di rafforzamento corticale del terreno.
- adottare opportuni drenaggi a monte delle eventuali opere di contenimento che favoriscano il deflusso e l'allontanamento dal terreno delle acque di filtrazione;
- per quanto riguarda l'eventuale posa dei rilevati si consiglia di asportare lo spessore di terreno vegetale presente, in quanto di natura compressibile e creare un piano di appoggio in contropendenza, il terreno da utilizzare per la costruzione

del rilevato dovrà essere di granulometria idonea, la cui messa in opera dovrà avvenire favorendone la compattazione;

- nella effettuazione di scavi e/o sbancamenti che comportino la creazione anche temporanea di pareti subverticali, si dovrà prevedere la messa in posto di adeguate opere di contenimento della spinta dei terreni, sia definitive che temporanee, al fine di garantire la stabilità dell'area; una attenzione particolare in tal senso dovrà essere posta agli sbancamenti previsti nella zona di valle, dove è presente uno spessore di 3.0-4.0 metri di terreni di copertura aventi caratteristiche geotecniche più scadenti;
- raccogliere e canalizzare le acque meteoriche sia provenienti dal versante a monte che dalle aree impermeabilizzate, allontanandole dal pendio e facendole opportunamente defluire nel reticolo idrografico in modo tale da non interferire con le stabilità del sito.

COMUNE DI TERNI (TR)	Localita' "Toano"	PIANO ATTUATIVO

CARTA DELLA IDONEITA' GEOLOGICA ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA



LEGENDA

- Area idonea all'edificabilità
- Area ad edificabilità condizionata
- Area non idonea all'edificazione
- Perimetro del Piano Attuativo
- Planimetria di progetto

scala 1:600

SGA Studio Geologi Associati
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
TERNI, Via F. Rismondo 19 - RIETI, Via F. Boschi 67
P.I. 00637290552 - ☎ fax 074458096 - sga@geoass.it

10. CONCLUSIONI

E' stato eseguito uno studio geologico, idrogeologico e geotecnico di un'area posta in loc. Toano, nel territorio del Comune di Terni (Tr), finalizzato alla redazione di una relazione geologica per l'ottenimento del parere, ai sensi dell'Art. 21 della L.R. n. 31/97, relativo ad un Piano Attuativo per la realizzazione di fabbricati.

Lo studio ha permesso di definire l'assetto geologico strutturale dell'area, evidenziando le caratteristiche dei terreni affioranti e la successione stratigrafica, nonché l'assetto idrogeologico.

Dallo studio si è evidenziato, come riportato nella CARTA DELLE IDONEITA' ALLA DESTINAZIONE URBANISTICA, in allegato, che il settore oggetto del Piano Attuativo può essere ritenuto una **area ad elevata attitudine all'edificabilità.**

Non si individuano pertanto controindicazioni geologiche di sorta alle destinazioni urbanistiche previste dal Piano Attuativo, fermo restando il rispetto delle indicazioni tecniche indicate.

Appendice 1: Ubicazione delle indagini eseguite e dei dati geognostici acquisiti

COMUNE DI TERNI (TR)	Localita' "Toano"	PIANO ATTUATIVO

CARTA CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI

LEGENDA

- P7 — Prova penetrometrica dinamica
- G01 — G24 — Stesa sismica MASW
- S — Sondaggio stratigrafico fornito dalla committenza
- Perimetro del Piano Attuativo

scala 1:600

SGA Studio Geologi Associati
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
TERNI, Via F. Rismondo 19 – RIETI, Via P. Boschi 67
P.I. 00637290552 - ☎ fax 074458096 - sga@geoass.it

Appendice 3: Stratigrafia del sondaggio fornito dalla Committenza

TERRA S.r.l.

STRATIGRAFIA

SCALA 1 : 400 Pagina 1/1

Riferimento: Indagini geognostiche raddoppio linea Spoleto - Terni	*Sondaggio:* SA 10
Località: Terni (TR)	*Quota:* 208,84
Impresa esecutrice: R.F.I. S.p.A.	*Data:* 04 -17/06/2005
Coordinate: 4.717.121 2.328.962	*Redattore:*
Perforazione: Wire-line	

ø mm	Rv	Ar	As	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	prove in foro	Campioni	Rp	VT	Prel. % 0 ---- 100	S.P.T.	N spt	RQD % 0 ---- 100	prof. metri	DESCRIZIONE
					1 2 3							29-30-28	58		3,0	Ciottolame calcareo in matrice limo-sabbiosa marrone con contaminazione vegetale al tetto
					4 5										5,0	Argilla marnosa molto consistente, con locali livelletti sabbiosi
					6 7 8 9							30-31-24 28-32-29	55 61		9,0	Alternanze di strati formati da ciottoli e ghiaie calcaree con livelli argilloso-marnosi consistenti; da 8.0 a 9.0 m di colore rossastro
					10 11 12 13 14 15 16 17 18							29-R 33-R 28-R	R R R		18,5	Ciottolame calcareo con inclusi di scaglia rossa, con poca o nulla frazione fine limoso-sabbiosa (i ciottoli si presentano evoluti).
					19 20 21			1) SDi < 19.00 20.00 2) Den< 20,50				19-21-33	54		21,5	Argilla marnosa avana-grigiastra molto consistente, con livelli di terra rossa e ghiaia con ciottoli
					22 23 24 25 26 27 28 29			3) Den< 29.00 29.70				32-R	R		29,0	Ciottolame calcareo evoluto c.s.
					30 31 32 33 34 35 36			4) SDi < 30,00 5) SDi < 33.00 33,40 6) SDi < 35.70 36,00							36,5	Argilla limosa debolmente sabbiosa avana, consistente; presenti locali livelletti a ghiaia e/o ciottoli
					37 38 39 40 41										41,0	Ciottolame calcareo c.s. ma di dimensioni maggiori
					42 43 44 45										45,0	Argilla sabbiosa talora limosa, marrone, c.s.
					46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70			7) Den< 56.00 56,50 8) Den< 59.00 59,50							70,5	Alternanze di livelli ciottolosi calcarei con livelli limo-argillosi talora sabbiosi consistenti c.s.
101					71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85										85,5	Ciottolame calcareo con elementi di scaglia rossa e calcareniti grigie; i ciottoli si presentano evoluti.

Utilizzate n. 12 cassette catalogatrici

Appendice 4: Documentazione fotografica

Foto 1 – Fase di esecuzione della prova penetrometrica n.1

Foto 2 – Fase di esecuzione della prova penetrometrica n.2

Foto 3 – Fase di esecuzione della prova penetrometrica n.3

Foto 4 – Fase di esecuzione della prova penetrometrica n.4

Foto 5 – Fase di esecuzione della prova penetrometrica n.5

Foto 6 – Fase di esecuzione della prova penetrometrica n.6

Foto 7 - Affioramento di conglomerati nel settore nord-orientale del lotto

Appendice 2: Stratigrafie e report delle prove penetrometriche

STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
Via F. Rismondo n. 19 - 05100 Terni (TR)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT

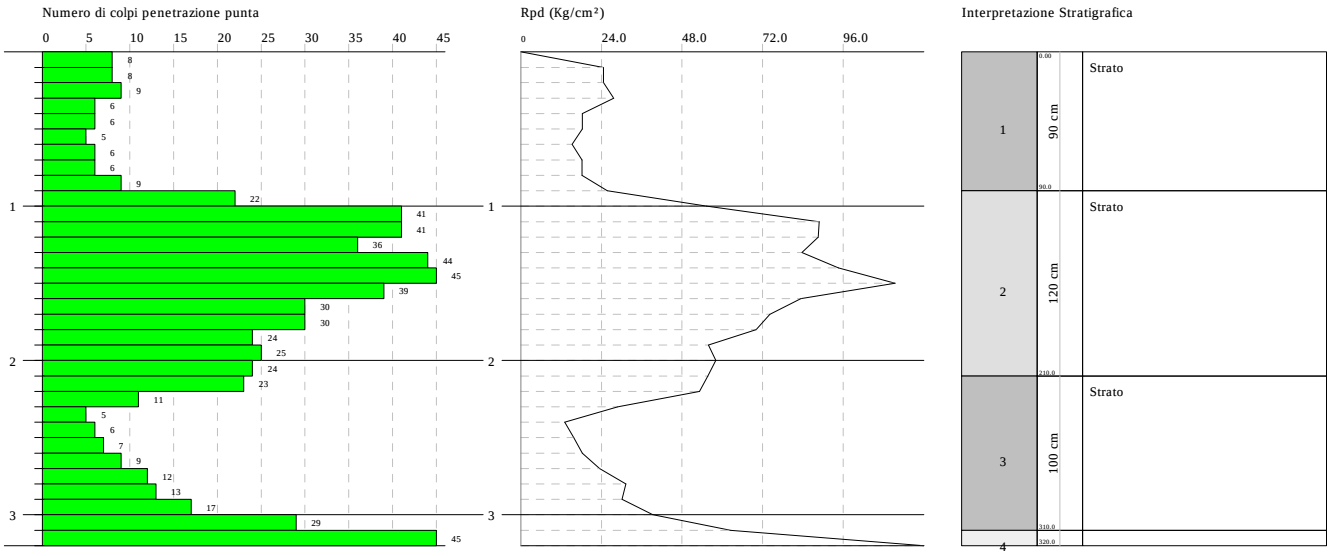
Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi

Data: 12/10/2010

Cantiere: Piano Attuativo

Località: Loc. Toano

Scala 1:49

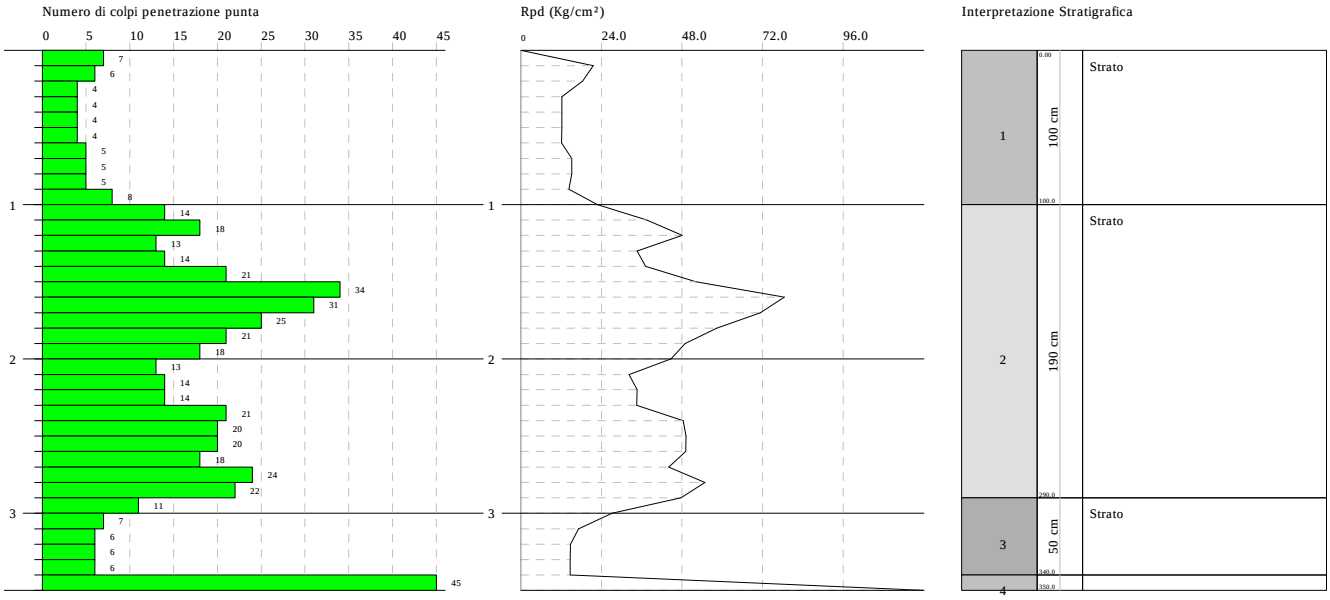


STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
Via F. Rismondo n. 19 - 05100 Terni (TR)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT

Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi
Data: 12/10/2010
Cantiere: Piano Attuativo
Località: Loc. Toano

Scala 1:49

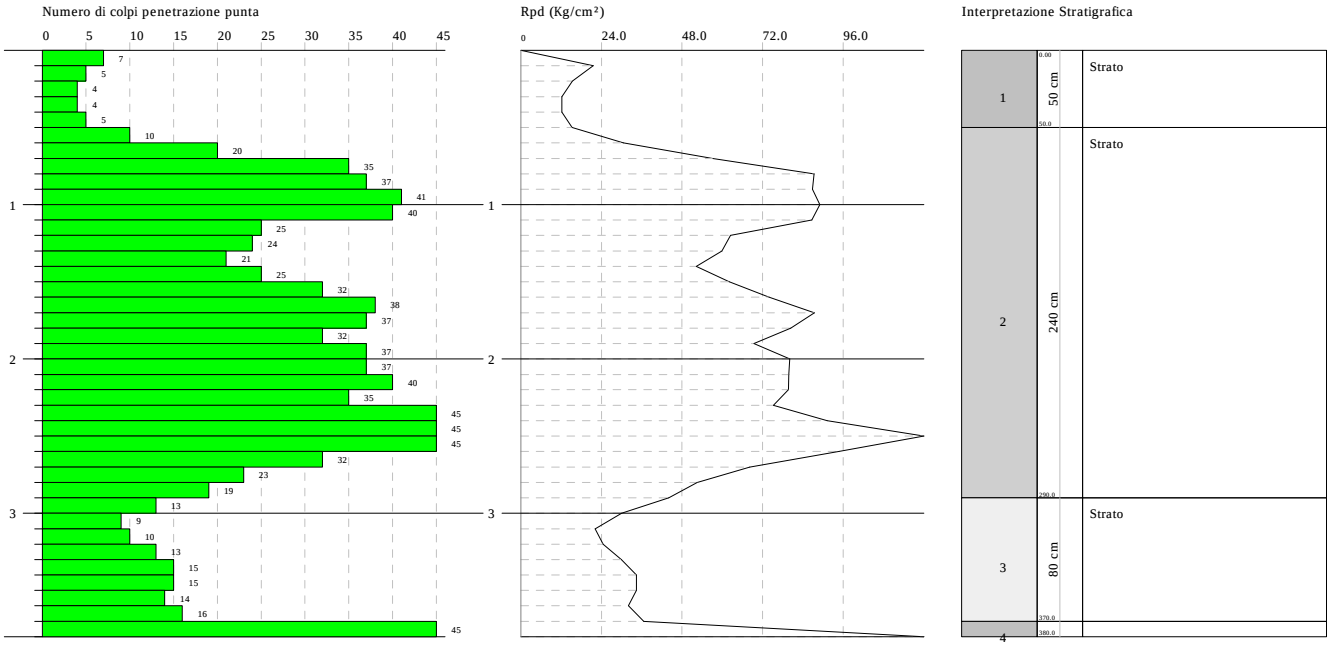


STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
Via F. Rismondo n. 19 - 05100 Terni (TR)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT

Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi
Data: 12/10/2010
Cantiere: Piano Attuativo
Località: Loc. Toano

Scala 1:49



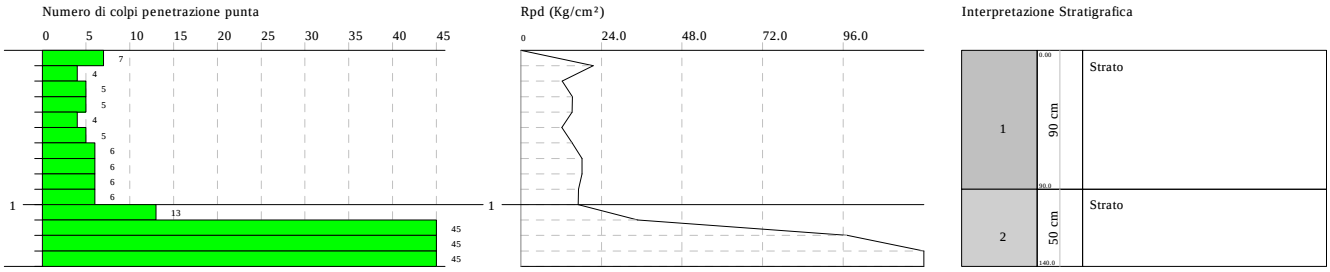
STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
Via F. Rismondo n. 19 - 05100 Terni (TR)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT

Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi
Cantiere: Piano Attuativo
Località: Loc. Toano

Data: 12/10/2010

Scala 1:49

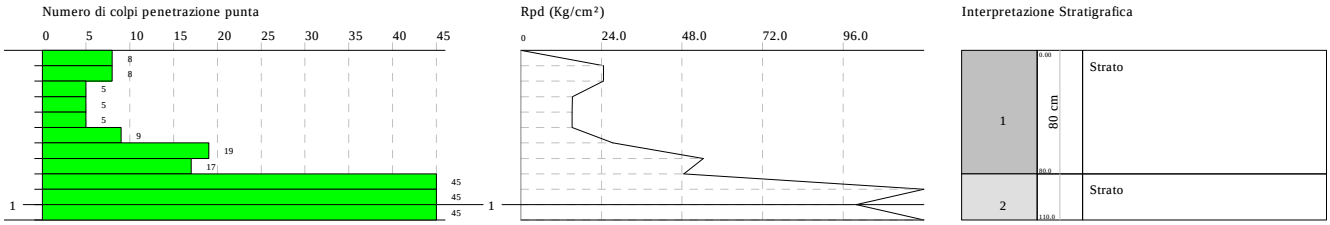


STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
Via F. Rismondo n. 19 - 05100 Terni (TR)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT

Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi
Data: 12/10/2010
Cantiere: Piano Attuativo
Località: Loc. Toano

Scala 1:49

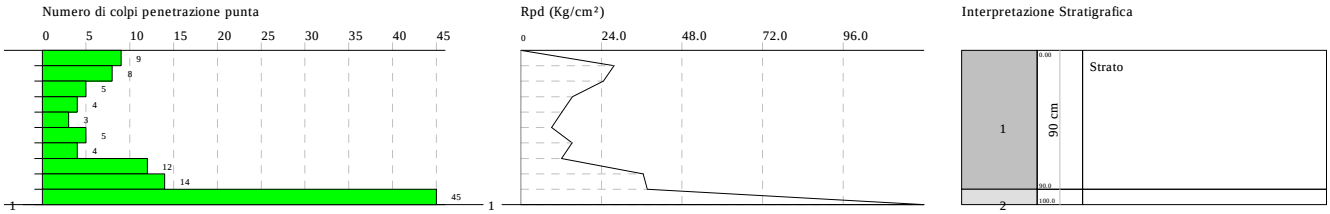


STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
Via F. Rismondo n. 19 - 05100 Terni (TR)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT

Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi
Data: 12/10/2010
Cantiere: Piano Attuativo
Località: Loc. Toano

Scala 1:49

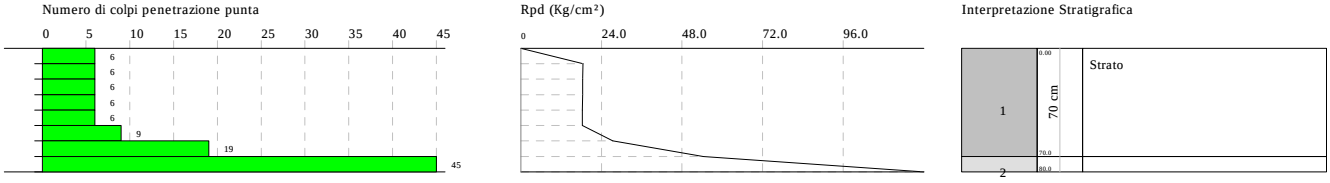


STUDIO GEOLOGI ASSOCIATI
Dott. F. Sabatini - Dott. T. Uffreduzzi
Via F. Rismondo n. 19 - 05100 Terni (TR)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7
Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT

Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi
Data: 12/10/2010
Cantiere: Piano Attuativo
Località: Loc. Toano

Scala 1:49



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Schiarelli, De Rinaldis, Troncalupi
Cantiere: Piano Attuativo
Località: Loc. Toano

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: Deep Drill DM30IT

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	17 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,766
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT
Prova eseguita in data 12/10/2010
Profondità prova 3,20 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	8	0,857	24,67	28,80	1,23	1,44
0,20	8	0,855	24,61	28,80	1,23	1,44
0,30	9	0,853	27,63	32,40	1,38	1,62
0,40	6	0,851	18,38	21,60	0,92	1,08
0,50	6	0,849	18,34	21,60	0,92	1,08
0,60	5	0,847	15,25	18,00	0,76	0,90
0,70	6	0,845	18,26	21,60	0,91	1,08
0,80	6	0,843	18,22	21,60	0,91	1,08
0,90	9	0,842	25,72	30,57	1,29	1,53
1,00	22	0,740	55,27	74,72	2,76	3,74
1,10	41	0,638	88,84	139,25	4,44	6,96
1,20	41	0,636	88,60	139,25	4,43	6,96
1,30	36	0,685	83,70	122,26	4,18	6,11
1,40	44	0,633	94,57	149,43	4,73	7,47
1,50	52	0,631	111,47	176,60	5,57	8,83
1,60	39	0,630	83,39	132,45	4,17	6,62
1,70	30	0,728	74,17	101,89	3,71	5,09
1,80	30	0,726	74,00	101,89	3,70	5,09
1,90	24	0,725	55,91	77,14	2,80	3,86
2,00	25	0,723	58,11	80,36	2,91	4,02
2,10	24	0,722	55,67	77,14	2,78	3,86
2,20	23	0,720	53,24	73,93	2,66	3,70
2,30	11	0,819	28,94	35,36	1,45	1,77
2,40	5	0,817	13,13	16,07	0,66	0,80
2,50	6	0,816	15,73	19,29	0,79	0,96
2,60	7	0,814	18,32	22,50	0,92	1,13
2,70	9	0,813	23,51	28,93	1,18	1,45
2,80	12	0,811	31,30	38,57	1,56	1,93
2,90	13	0,760	30,14	39,66	1,51	1,98
3,00	17	0,759	39,35	51,86	1,97	2,59
3,10	29	0,707	62,58	88,47	3,13	4,42
3,20	66	0,606	122,02	201,36	6,10	10,07

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	5	0,90	5	Skempton 1986	20,83
[2] - Strato	26	2,10	26	Skempton 1986	59,15
[3] - Strato	10	3,10	10	Skempton 1986	32,99
[4] - Strato	50	3,20	50	Skempton 1986	80,36

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	5	0,90	5	Japanese National Railway	28,5
[2] - Strato	26	2,10	26	Japanese National Railway	34,8

[3] - Strato	10	3,10	10	Japanese National Railway	30
[4] - Strato	50	3,20	50	Japanese National Railway	42

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	26	2,10	26	Bowles (1982) Sabbia Media	205,00
[3] - Strato	10	3,10	10	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[4] - Strato	50	3,20	50	Bowles (1982) Sabbia Media	325,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,73
[2] - Strato	26	2,10	26	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	80,87
[3] - Strato	10	3,10	10	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,00
[4] - Strato	50	3,20	50	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	130,17

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	5	0,90	5	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	26	2,10	26	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	10	3,10	10	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[4] - Strato	50	3,20	50	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	5	0,90	5	Meyerhof ed altri	1,54
[2] - Strato	26	2,10	26	Meyerhof ed altri	2,09
[3] - Strato	10	3,10	10	Meyerhof ed altri	1,73
[4] - Strato	50	3,20	50	Meyerhof ed altri	2,24

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	5	0,90	5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] - Strato	26	2,10	26	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Strato	10	3,10	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[4] - Strato	50	3,20	50	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	5	0,90	5	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	26	2,10	26	(A.G.I.)	0,3
[3] - Strato	10	3,10	10	(A.G.I.)	0,33
[4] - Strato	50	3,20	50	(A.G.I.)	0,25

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Ohsaki (Sabbie pulite)	295,08
[2] - Strato	26	2,10	26	Ohsaki (Sabbie pulite)	1389,92
[3] - Strato	10	3,10	10	Ohsaki (Sabbie pulite)	566,13
[4] - Strato	50	3,20	50	Ohsaki (Sabbie pulite)	2570,07

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	5	0,90	5	Ohta & Goto (1978) Limi	77,47
[2] - Strato	26	2,10	26	Ohta & Goto (1978) Limi	129,99
[3] - Strato	10	3,10	10	Ohta & Goto (1978) Limi	122,52
[4] - Strato	50	3,20	50	Ohta & Goto (1978) Limi	167,96

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	5	0,90	5	Navfac 1971-1982	0,99
[2] - Strato	26	2,10	26	Navfac 1971-1982	5,03
[3] - Strato	10	3,10	10	Navfac 1971-1982	2,10
[4] - Strato	50	3,20	50	Navfac 1971-1982	8,18

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Robertson 1983	10,00
[2] - Strato	26	2,10	26	Robertson 1983	52,00
[3] - Strato	10	3,10	10	Robertson 1983	20,00
[4] - Strato	50	3,20	50	Robertson 1983	100,00

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT
Prova eseguita in data 12/10/2010
Profondità prova 3,50 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	7	0,857	21,59	25,20	1,08	1,26
0,20	6	0,855	18,46	21,60	0,92	1,08
0,30	4	0,853	12,28	14,40	0,61	0,72
0,40	4	0,851	12,25	14,40	0,61	0,72
0,50	4	0,849	12,22	14,40	0,61	0,72
0,60	4	0,847	12,20	14,40	0,61	0,72
0,70	5	0,845	15,21	18,00	0,76	0,90
0,80	5	0,843	15,18	18,00	0,76	0,90
0,90	5	0,842	14,29	16,98	0,71	0,85
1,00	8	0,840	22,82	27,17	1,14	1,36
1,10	14	0,788	37,47	47,55	1,87	2,38
1,20	18	0,786	48,07	61,13	2,40	3,06
1,30	13	0,785	34,64	44,15	1,73	2,21
1,40	14	0,783	37,22	47,55	1,86	2,38
1,50	21	0,731	52,15	71,32	2,61	3,57
1,60	34	0,680	78,47	115,47	3,92	5,77
1,70	31	0,678	71,37	105,28	3,57	5,26
1,80	25	0,726	61,67	84,91	3,08	4,25
1,90	21	0,725	48,92	67,50	2,45	3,38
2,00	18	0,773	44,73	57,86	2,24	2,89
2,10	13	0,772	32,24	41,79	1,61	2,09
2,20	14	0,770	34,66	45,00	1,73	2,25
2,30	14	0,769	34,59	45,00	1,73	2,25
2,40	21	0,717	48,41	67,50	2,42	3,38
2,50	20	0,766	49,22	64,29	2,46	3,21
2,60	20	0,764	49,13	64,29	2,46	3,21
2,70	18	0,763	44,13	57,86	2,21	2,89
2,80	24	0,711	54,88	77,14	2,74	3,86
2,90	22	0,710	47,66	67,12	2,38	3,36
3,00	11	0,809	27,14	33,56	1,36	1,68
3,10	7	0,807	17,24	21,36	0,86	1,07
3,20	6	0,806	14,75	18,31	0,74	0,92
3,30	6	0,805	14,73	18,31	0,74	0,92
3,40	6	0,803	14,71	18,31	0,74	0,92
3,50	67	0,602	123,08	204,41	6,15	10,22

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	3	1,00	3	Skempton 1986	15,3
[2] - Strato	15	2,90	15	Skempton 1986	43,02
[3] - Strato	5	3,40	5	Skempton 1986	20,83
[4] - Strato	51	3,50	51	Skempton 1986	81,21

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	3	1,00	3	Japanese National Railway	27,9
[2] - Strato	15	2,90	15	Japanese National Railway	31,5
[3] - Strato	5	3,40	5	Japanese National Railway	28,5
[4] - Strato	51	3,50	51	Japanese National Railway	42,3

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	1,00	3	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	15	2,90	15	Bowles (1982) Sabbia Media	150,00
[3] - Strato	5	3,40	5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[4] - Strato	51	3,50	51	Bowles (1982) Sabbia Media	330,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	1,00	3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,63
[2] - Strato	15	2,90	15	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	58,28
[3] - Strato	5	3,40	5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,73
[4] - Strato	51	3,50	51	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	132,22

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	3	1,00	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato	15	2,90	15	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	5	3,40	5	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[4] - Strato	51	3,50	51	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	3	1,00	3	Meyerhof ed altri	1,45
[2] - Strato	15	2,90	15	Meyerhof ed altri	1,88
[3] - Strato	5	3,40	5	Meyerhof ed altri	1,54
[4] - Strato	51	3,50	51	Meyerhof ed altri	2,24

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	3	1,00	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87

[2] - Strato	15	2,90	15	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95
[3] - Strato	5	3,40	5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[4] - Strato	51	3,50	51	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	3	1,00	3	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato	15	2,90	15	(A.G.I.)	0,32
[3] - Strato	5	3,40	5	(A.G.I.)	0,34
[4] - Strato	51	3,50	51	(A.G.I.)	0,25

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	1,00	3	Ohsaki (Sabbie pulite)	182,56
[2] - Strato	15	2,90	15	Ohsaki (Sabbie pulite)	828,78
[3] - Strato	5	3,40	5	Ohsaki (Sabbie pulite)	295,08
[4] - Strato	51	3,50	51	Ohsaki (Sabbie pulite)	2618,36

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3	1,00	3	Ohta & Goto (1978) Limi	72,37
[2] - Strato	15	2,90	15	Ohta & Goto (1978) Limi	124,33
[3] - Strato	5	3,40	5	Ohta & Goto (1978) Limi	112,78
[4] - Strato	51	3,50	51	Ohta & Goto (1978) Limi	171,53

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	3	1,00	3	Navfac 1971-1982	0,51
[2] - Strato	15	2,90	15	Navfac 1971-1982	3,12
[3] - Strato	5	3,40	5	Navfac 1971-1982	0,99
[4] - Strato	51	3,50	51	Navfac 1971-1982	8,32

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	1,00	3	Robertson 1983	6,00
[2] - Strato	15	2,90	15	Robertson 1983	30,00
[3] - Strato	5	3,40	5	Robertson 1983	10,00
[4] - Strato	51	3,50	51	Robertson 1983	102,00

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT
Prova eseguita in data 12/10/2010
Profondità prova 3,80 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	7	0,857	21,59	25,20	1,08	1,26
0,20	5	0,855	15,38	18,00	0,77	0,90
0,30	4	0,853	12,28	14,40	0,61	0,72
0,40	4	0,851	12,25	14,40	0,61	0,72
0,50	5	0,849	15,28	18,00	0,76	0,90
0,60	10	0,847	30,49	36,00	1,52	1,80
0,70	20	0,795	57,25	72,00	2,86	3,60
0,80	35	0,693	87,36	126,00	4,37	6,30
0,90	37	0,692	86,90	125,66	4,34	6,28
1,00	41	0,640	89,08	139,25	4,45	6,96
1,10	40	0,638	86,67	135,85	4,33	6,79
1,20	25	0,736	62,51	84,91	3,13	4,25
1,30	24	0,735	59,87	81,51	2,99	4,08
1,40	21	0,733	52,27	71,32	2,61	3,57
1,50	25	0,731	62,08	84,91	3,10	4,25
1,60	32	0,680	73,85	108,68	3,69	5,43
1,70	38	0,678	87,49	129,06	4,37	6,45
1,80	37	0,676	84,99	125,66	4,25	6,28
1,90	32	0,675	69,40	102,86	3,47	5,14
2,00	37	0,673	80,06	118,93	4,00	5,95
2,10	37	0,672	79,88	118,93	3,99	5,95
2,20	40	0,620	79,73	128,57	3,99	6,43
2,30	35	0,669	75,22	112,50	3,76	5,63
2,40	46	0,617	91,25	147,86	4,56	7,39
2,50	68	0,616	134,57	218,57	6,73	10,93
2,60	48	0,614	94,77	154,29	4,74	7,71
2,70	32	0,663	68,18	102,86	3,41	5,14
2,80	23	0,711	52,59	73,93	2,63	3,70
2,90	19	0,760	44,06	57,97	2,20	2,90
3,00	13	0,759	30,09	39,66	1,50	1,98
3,10	9	0,807	22,17	27,46	1,11	1,37
3,20	10	0,806	24,59	30,51	1,23	1,53
3,30	13	0,755	29,93	39,66	1,50	1,98
3,40	15	0,753	34,48	45,76	1,72	2,29
3,50	15	0,752	34,42	45,76	1,72	2,29
3,60	14	0,751	32,07	42,71	1,60	2,14
3,70	16	0,750	36,59	48,81	1,83	2,44
3,80	70	0,598	127,80	213,56	6,39	10,68

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI
Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	3	0,50	3	Skempton 1986	15,3

[2] - Strato	25	2,90	25	Skempton 1986	57,96
[3] - Strato	10	3,70	10	Skempton 1986	32,99
[4] - Strato	53	3,80	53	Skempton 1986	82,97

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	3	0,50	3	Japanese National Railway	27,9
[2] - Strato	25	2,90	25	Japanese National Railway	34,5
[3] - Strato	10	3,70	10	Japanese National Railway	30
[4] - Strato	53	3,80	53	Japanese National Railway	42,9

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	0,50	3	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	25	2,90	25	Bowles (1982) Sabbia Media	200,00
[3] - Strato	10	3,70	10	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[4] - Strato	53	3,80	53	Bowles (1982) Sabbia Media	340,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	0,50	3	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	33,63
[2] - Strato	25	2,90	25	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	78,82
[3] - Strato	10	3,70	10	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	48,00
[4] - Strato	53	3,80	53	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	136,33

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	3	0,50	3	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato	25	2,90	25	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
[3] - Strato	10	3,70	10	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[4] - Strato	53	3,80	53	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	3	0,50	3	Meyerhof ed altri	1,45
[2] - Strato	25	2,90	25	Meyerhof ed altri	2,08
[3] - Strato	10	3,70	10	Meyerhof ed altri	1,73
[4] - Strato	53	3,80	53	Meyerhof ed altri	2,25

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	3	0,50	3	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
[2] - Strato	25	2,90	25	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50
[3] - Strato	10	3,70	10	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
[4] - Strato	53	3,80	53	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	3	0,50	3	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato	25	2,90	25	(A.G.I.)	0,3
[3] - Strato	10	3,70	10	(A.G.I.)	0,33
[4] - Strato	53	3,80	53	(A.G.I.)	0,25

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	0,50	3	Ohsaki (Sabbie pulite)	182,56
[2] - Strato	25	2,90	25	Ohsaki (Sabbie pulite)	1339,61
[3] - Strato	10	3,70	10	Ohsaki (Sabbie pulite)	566,13
[4] - Strato	53	3,80	53	Ohsaki (Sabbie pulite)	2714,77

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	3	0,50	3	Ohta & Goto (1978) Limi	63,31
[2] - Strato	25	2,90	25	Ohta & Goto (1978) Limi	132,26
[3] - Strato	10	3,70	10	Ohta & Goto (1978) Limi	128,29
[4] - Strato	53	3,80	53	Ohta & Goto (1978) Limi	175,47

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	3	0,50	3	Navfac 1971-1982	0,51
[2] - Strato	25	2,90	25	Navfac 1971-1982	4,88
[3] - Strato	10	3,70	10	Navfac 1971-1982	2,10
[4] - Strato	53	3,80	53	Navfac 1971-1982	8,63

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato	3	0,50	3	Robertson 1983	6,00
[2] - Strato	25	2,90	25	Robertson 1983	50,00
[3] - Strato	10	3,70	10	Robertson 1983	20,00
[4] - Strato	53	3,80	53	Robertson 1983	106,00

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT
Prova eseguita in data 12/10/2010
Profondità prova 1,40 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	7	0,857	21,59	25,20	1,08	1,26
0,20	4	0,855	12,31	14,40	0,62	0,72
0,30	5	0,853	15,35	18,00	0,77	0,90
0,40	5	0,851	15,31	18,00	0,77	0,90
0,50	4	0,849	12,22	14,40	0,61	0,72
0,60	5	0,847	15,25	18,00	0,76	0,90
0,70	6	0,845	18,26	21,60	0,91	1,08
0,80	6	0,843	18,22	21,60	0,91	1,08
0,90	6	0,842	17,15	20,38	0,86	1,02
1,00	6	0,840	17,11	20,38	0,86	1,02
1,10	13	0,788	34,79	44,15	1,74	2,21
1,20	45	0,636	97,24	152,83	4,86	7,64
1,30	85	0,635	183,18	288,68	9,16	14,43
1,40	82	0,633	176,25	278,49	8,81	13,92

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	4	0,90	4	Skempton 1986	18,12
[2] - Strato	35	1,40	35	Skempton 1986	68,2

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	4	0,90	4	Japanese National Railway	28,2
[2] - Strato	35	1,40	35	Japanese National Railway	37,5

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	4	0,90	4	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	35	1,40	35	Bowles (1982) Sabbia Media	250,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	4	0,90	4	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	35,68
[2] - Strato	35	1,40	35	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	99,36

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	4	0,90	4	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
[2] - Strato	35	1,40	35	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	4	0,90	4	Meyerhof ed altri	1,49
[2] - Strato	35	1,40	35	Meyerhof ed altri	2,18

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	4	0,90	4	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
[2] - Strato	35	1,40	35	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	4	0,90	4	(A.G.I.)	0,35
[2] - Strato	35	1,40	35	(A.G.I.)	0,28

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	4	0,90	4	Ohsaki (Sabbie pulite)	239,25
[2] - Strato	35	1,40	35	Ohsaki (Sabbie pulite)	1837,97

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	4	0,90	4	Ohta & Goto (1978) Limi	74,53
[2] - Strato	35	1,40	35	Ohta & Goto (1978) Limi	130

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	4	0,90	4	Navfac 1971-1982	0,75
[2] - Strato	35	1,40	35	Navfac 1971-1982	6,27

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato	4	0,90	4	Robertson 1983	8,00
[2] - Strato	35	1,40	35	Robertson 1983	70,00

PROVA ... Nr.5

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT
Prova eseguita in data 12/10/2010
Profondità prova 1,10 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	8	0,857	24,67	28,80	1,23	1,44
0,20	8	0,855	24,61	28,80	1,23	1,44
0,30	5	0,853	15,35	18,00	0,77	0,90
0,40	5	0,851	15,31	18,00	0,77	0,90
0,50	5	0,849	15,28	18,00	0,76	0,90
0,60	9	0,847	27,44	32,40	1,37	1,62
0,70	19	0,795	54,39	68,40	2,72	3,42
0,80	17	0,793	48,55	61,20	2,43	3,06
0,90	57	0,642	124,19	193,58	6,21	9,68
1,00	46	0,640	99,95	156,23	5,00	7,81
1,10	64	0,638	138,67	217,36	6,93	10,87

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	7	0,80	7	Skempton 1986	25,97
[2] - Strato	42	1,10	42	Skempton 1986	73,95

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	7	0,80	7	Japanese National Railway	29,1
[2] - Strato	42	1,10	42	Japanese National Railway	39,6

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	7	0,80	7	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	42	1,10	42	Bowles (1982) Sabbia Media	285,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	7	0,80	7	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	41,84
[2] - Strato	42	1,10	42	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	113,73

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	7	0,80	7	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	42	1,10	42	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	7	0,80	7	Meyerhof ed altri	1,62
[2] - Strato	42	1,10	42	Meyerhof ed altri	2,21

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	7	0,80	7	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
[2] - Strato	42	1,10	42	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	7	0,80	7	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	42	1,10	42	(A.G.I.)	0,27

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	7	0,80	7	Ohsaki (Sabbie pulite)	404,86
[2] - Strato	42	1,10	42	Ohsaki (Sabbie pulite)	2181,56

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	7	0,80	7	Ohta & Goto (1978) Limi	80,26
[2] - Strato	42	1,10	42	Ohta & Goto (1978) Limi	129,31

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	7	0,80	7	Navfac 1971-1982	1,44
[2] - Strato	42	1,10	42	Navfac 1971-1982	7,14

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato	7	0,80	7	Robertson 1983	14,00
[2] - Strato	42	1,10	42	Robertson 1983	84,00

PROVA ... Nr.6

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT
Prova eseguita in data 12/10/2010
Profondità prova 1,00 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	9	0,857	27,75	32,40	1,39	1,62
0,20	8	0,855	24,61	28,80	1,23	1,44
0,30	5	0,853	15,35	18,00	0,77	0,90
0,40	4	0,851	12,25	14,40	0,61	0,72
0,50	3	0,849	9,17	10,80	0,46	0,54
0,60	5	0,847	15,25	18,00	0,76	0,90
0,70	4	0,845	12,17	14,40	0,61	0,72
0,80	12	0,843	36,43	43,20	1,82	2,16
0,90	14	0,792	37,64	47,55	1,88	2,38
1,00	78	0,640	169,47	264,91	8,47	13,25

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	5	0,90	5	Skempton 1986	20,83
[2] - Strato	59	1,00	59	Skempton 1986	88,93

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	5	0,90	5	Japanese National Railway	28,5
[2] - Strato	59	1,00	59	Japanese National Railway	44,7

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	59	1,00	59	Bowles (1982) Sabbia Media	370,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	37,73
[2] - Strato	59	1,00	59	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	148,65

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	5	0,90	5	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	59	1,00	59	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	5	0,90	5	Meyerhof ed altri	1,54
[2] - Strato	59	1,00	59	Meyerhof ed altri	2,28

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	5	0,90	5	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] - Strato	59	1,00	59	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	5	0,90	5	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	59	1,00	59	(A.G.I.)	0,23

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Ohsaki (Sabbie pulite)	295,08
[2] - Strato	59	1,00	59	Ohsaki (Sabbie pulite)	3002,72

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	5	0,90	5	Ohta & Goto (1978) Limi	77,47
[2] - Strato	59	1,00	59	Ohta & Goto (1978) Limi	137,14

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	5	0,90	5	Navfac 1971-1982	0,99
[2] - Strato	59	1,00	59	Navfac 1971-1982	9,70

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato	5	0,90	5	Robertson 1983	10,00
[2] - Strato	59	1,00	59	Robertson 1983	118,00

PROVA ... Nr.7

Strumento utilizzato... Deep Drill DM30IT
Prova eseguita in data 12/10/2010
Profondità prova ,80 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,10	6	0,857	18,50	21,60	0,93	1,08
0,20	6	0,855	18,46	21,60	0,92	1,08
0,30	6	0,853	18,42	21,60	0,92	1,08
0,40	6	0,851	18,38	21,60	0,92	1,08
0,50	6	0,849	18,34	21,60	0,92	1,08
0,60	9	0,847	27,44	32,40	1,37	1,62
0,70	19	0,795	54,39	68,40	2,72	3,42
0,80	76	0,643	176,02	273,60	8,80	13,68

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
[1] - Strato	6	0,70	6	Skempton 1986	23,45
[2] - Strato	58	0,80	58	Skempton 1986	87,85

Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
[1] - Strato	6	0,70	6	Japanese National Railway	28,8
[2] - Strato	58	0,80	58	Japanese National Railway	44,4

Modulo di Young

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm²)
[1] - Strato	6	0,70	6	Bowles (1982) Sabbia Media	---
[2] - Strato	58	0,80	58	Bowles (1982) Sabbia Media	365,00

Modulo Edometrico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm²)
[1] - Strato	6	0,70	6	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	39,79
[2] - Strato	58	0,80	58	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	146,60

Classificazione AGI

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - Strato	6	0,70	6	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
[2] - Strato	58	0,80	58	Classificazione A.G.I. 1977	MOLTO ADDENSATO

Peso unità di volume

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
[1] - Strato	6	0,70	6	Meyerhof ed altri	1,58
[2] - Strato	58	0,80	58	Meyerhof ed altri	2,27

Peso unità di volume saturo

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
[1] - Strato	6	0,70	6	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
[2] - Strato	58	0,80	58	Terzaghi-Peck 1948-1967	2,50

Modulo di Poisson

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
[1] - Strato	6	0,70	6	(A.G.I.)	0,34
[2] - Strato	58	0,80	58	(A.G.I.)	0,24

Modulo di deformazione a taglio dinamico

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
[1] - Strato	6	0,70	6	Ohsaki (Sabbie pulite)	350,25
[2] - Strato	58	0,80	58	Ohsaki (Sabbie pulite)	2954,85

Velocità onde di taglio

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde di taglio (m/s)
[1] - Strato	6	0,70	6	Ohta & Goto (1978) Limi	76,16
[2] - Strato	58	0,80	58	Ohta & Goto (1978) Limi	130,64

Modulo di reazione Ko

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
[1] - Strato	6	0,70	6	Navfac 1971-1982	1,22
[2] - Strato	58	0,80	58	Navfac 1971-1982	9,50

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

Descrizione	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
[1] - Strato	6	0,70	6	Robertson 1983	12,00
[2] - Strato	58	0,80	58	Robertson 1983	116,00