
COMUNE DI BRACCIANO

Committente: AMM.NE COMUNALE DI BRACCIANO

Località: Via Cupetta delle Cartiere

Intervento di riqualificazione-Campo sportivo “Bracciano”-

Progetto- Nuovo Spogliatoio-

RELAZIONE GEOLOGICA



Gennaio 2020

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott.Geol. F. Flumeri

Sommario

Introduzione	2
Caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche della zona	5
Risultati delle indagini stratigrafiche.....	9
Note sulla sismicità locale	12

Indice delle figure

Figura 1- CTR con ubicazione area di interesse in rosso	4
Figura 2- Stralcio Carta Geologia d'Italia scala 1:100.000 F. 143 Bracciano con ubicazione area.....	6
Figura 3 – Stralcio carta PAI con ubicazione area di interesse.....	8
Figura 4- Planimetria ubicazione indagini.....	10

Allegati:

carta geologica 1:1000

sezione geologica interpretativa

fascicolo “ indagini e prove eseguite secondo le disposizioni dell’Allegato C del RR n
14 del 2016

 planimetria ubicazione indagini

 stratigrafia di dettaglio

 elaborazione prove geofisiche MASW

 certificati prove di laboratorio

 documentazione fotografica

Introduzione

L'Amm.ne Comunale di Bracciano ha conferito, con protocollo n.40795 del 19/11/2019, allo scrivente Dott. Geol. Francesco Flumeri, regolarmente iscritto all'Albo dei Geologi della Regione Lazio con il n. 63, l'incarico di redigere la Relazione Geologica-geotecnica e sismica a supporto del progetto di un nuovo spogliatoio da realizzarsi nell'ambito della riqualificazione del Campo Sportivo di Bracciano sito in Via Cunetta delle Cartiere.

Unitamente all'incarico di redigere la Relazione Geologica, è stato dato incarico allo scrivente di provvedere a far eseguire da Impresa specializzata le indagini stratigrafiche e sismiche sul terreno e, da parte di un laboratorio geotecnico certificato, e le analisi e prove sui campioni indisturbati di terreno.

Nello specifico le indagini stratigrafiche e geotecniche sul terreno, oltre alle prove sismiche, sono state espletate dalla F.R.S Fondazioni e ricerche nel sottosuolo s.a.s., con personale specializzato e coperto dagli oneri sociali ed assicurativi. mentre le analisi e prove sui campioni indisturbati sono stati eseguiti nel laboratorio geotecnico certificato della GEOPLANNING.

A supporto dunque del progetto strutturale, e nel rispetto delle normative in vigore, vedi NTC 2018 e all.to "C" del R.R n.14/2016, il presente studio contiene gli elementi stratigrafici, geotecnici e sismici necessari per tutte le verifiche analitiche inerenti l'interazione tra la nuova struttura ed il terreno oltre che con eventuali strutture adiacenti.

L'area interessata dai campi sportivi del Comune di Bracciano, oggetto del progetto di riqualificazione, si inserisce in una zona a bassa pericolosità geologica, **zona sismica 3B** per cui, in considerazione della **classe d'uso II** attribuita alle nuove strutture adibite a spogliatoi, a queste ultime dovrebbe essere attribuito un *livello di vulnerabilità basso*

ma, trattandosi di opera pubblica, il livello di vulnerabilità viene innalzato a *livello di vulnerabilità medio* come definito nell'All.to "C" della Deliberazione 5 luglio 2016, n. 375 della Regione Lazio.

In ottemperanza dunque a quanto prescritto nelle NTC 2018, in tema di ricostruzione dei modelli geologico e geotecnico, vedi paragrafi 6.2.1 e 6.2.2 , e di quanto contenuto nell'all.to "C" del R.R. n.14/2016 pubblicato nella D.G.R. Lazio N.375 del 5 luglio 2016 relativamente alle indagini minime obbligatorie per la caratterizzazione sismica del sito, si è proceduto, in data 2-12-2019, alla esecuzione di n. 1 sondaggio stratigrafico spinto alla profondità di 15.0 m. dall'attuale p.c. ed alla esecuzione, nel foro di sondaggio di n. 3 prove penetrometriche dinamiche secondo le modalità dello Standard Penetration Test (SPT) per la valutazione in sito delle caratteristiche di resistenza e deformabilità dei terreni.

La caratterizzazione geotecnica è stata completata attraverso prove ed analisi su un campione indisturbato di terreno eseguite nel laboratorio geotecnico certificato della GEOPLANNING.

Per la classificazione sismica del sito è stato fatto riferimento alle "Prime disposizioni Delibera di Giunta Regionale n. 387 del 22 Maggio 2009 - Nuova classificazione sismica del territorio della Regione Lazio in applicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3519 del 28 Aprile 2006 e della DGR Lazio 766/03".

Così come raccomandato dalle NTC 2018, in tema di caratterizzazione sismica del sito, viene fornita la misura diretta della velocità equivalente V_{s30} di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 metri di terreno, computati a partire dal previsto piano di imposta fondazione, misurata sulla base dei risultati di *n. 2 prove geofisiche Masw* .

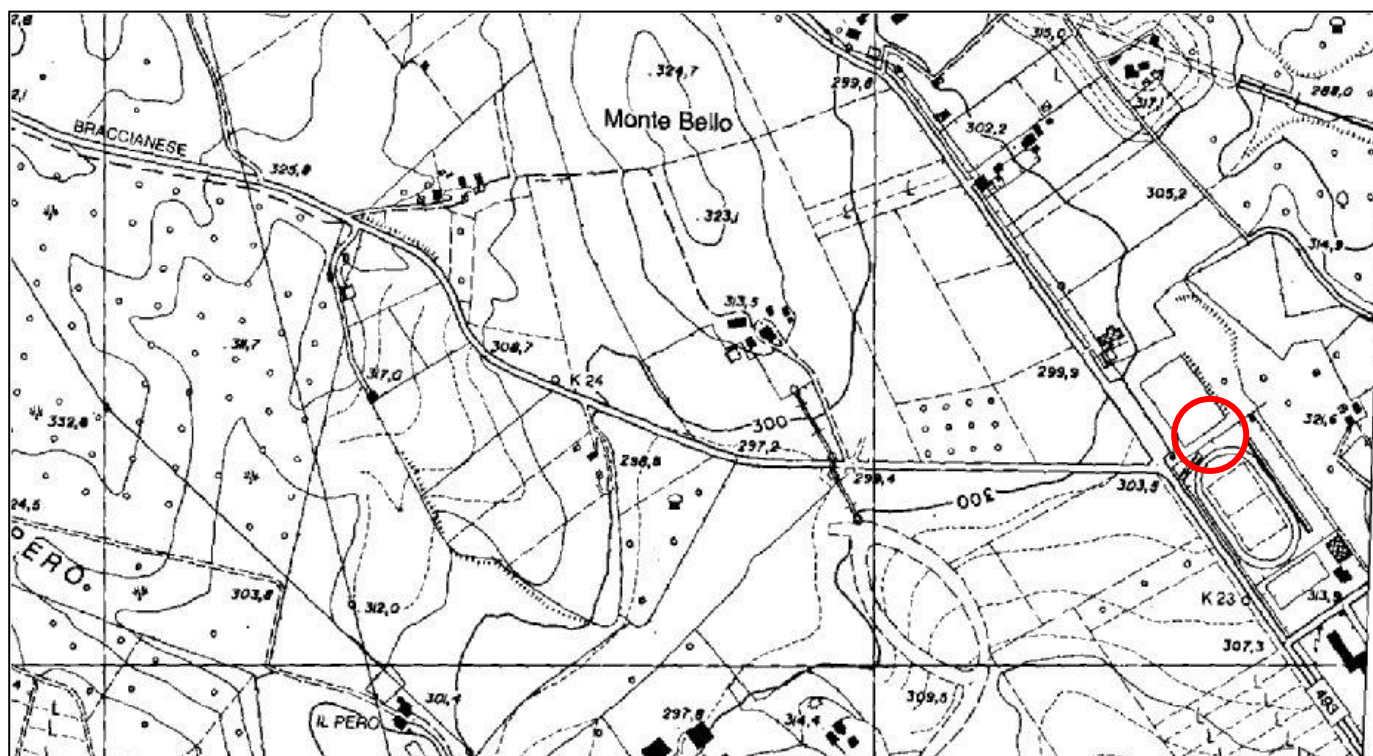
Nel caso specifico, trovandosi il bad-rock sismico a profondità superiori ai 30 m dal p.c, la V_s eq. si assume pari alla V_{s30} .

Le indagini di carattere stratigrafico e geotecnico sono state espletate dalla F.R.S. s.a.s., che ha provveduto anche alla esecuzione delle indagini finalizzate alla caratterizzazione sismica del substrato di appoggio delle strutture previste in progetto.

Nel fascicolo “indagini e prove eseguite secondo le disposizioni dell’All.to “C” al Regolamento Regionale N.14/2016”, allegato al presente studio, si sintetizzano tutte le prove eseguite, di carattere stratigrafico, geotecnico e sismico.

L’area interessata dal nuovo edificio viene perimetrata nello stralcio della CTR sez, 364060 riportato in fig. 1:

Figura 1- CTR con ubicazione area di interesse in rosso



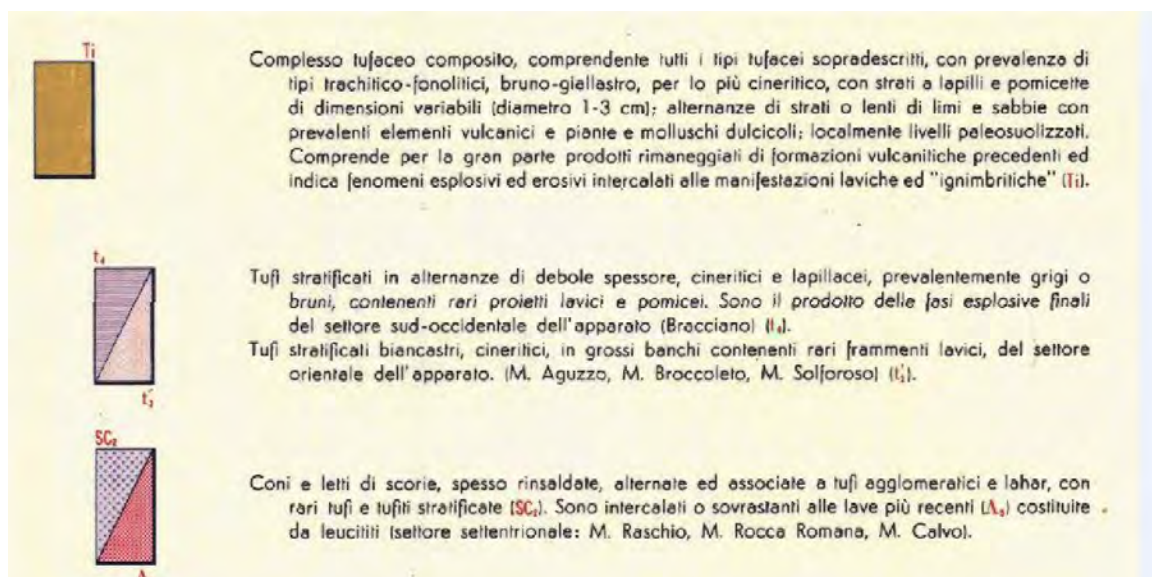
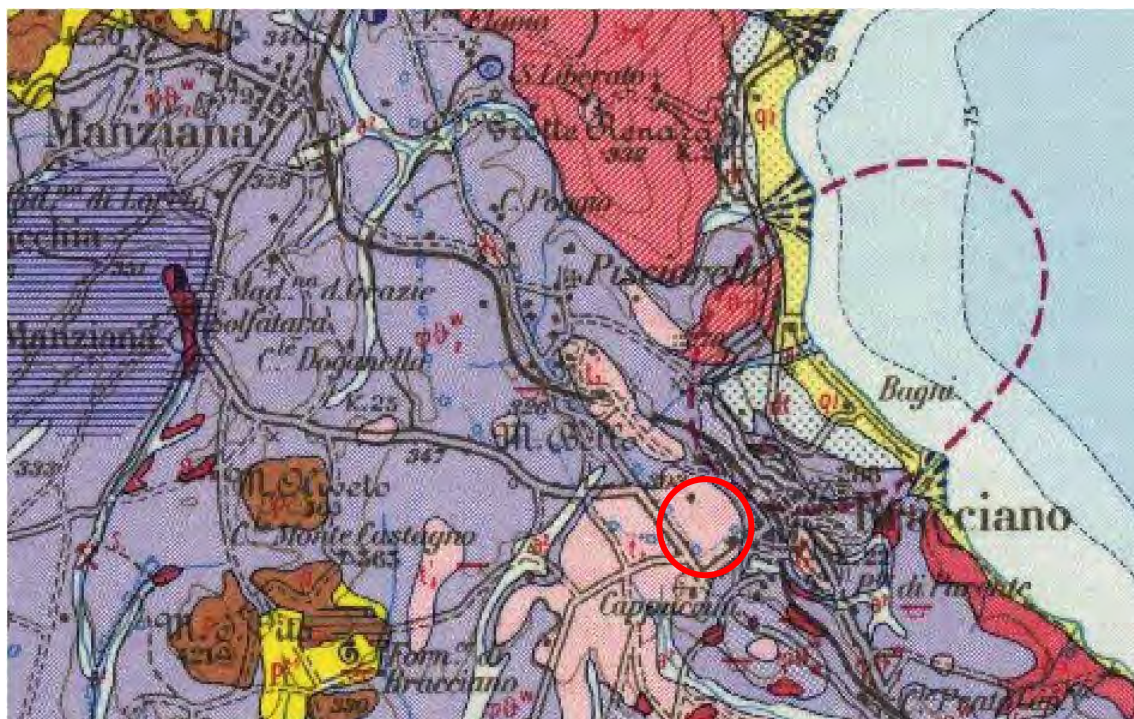
Caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche della zona

L'area che verrà ad essere impegnata dalle nuove strutture di progetto è situata in via Cupetta delle Cartiere nel quadrante SO di Bracciano in una fascia di terreno compresa tra i due campi sportivi oggetto del *progetto di adeguamento e ristrutturazione*.

A morfologia pianeggiante l'area, posta ad una quota di circa 305 m. s.l.m., è inserita all'interno di una zona priva di particolari e significativi elementi morfoevolutivi che possano, nel tempo, modificarne le attuali condizioni di stabilità.

La zona entro la quale è inserita l'area in studio è inserita, sotto il profilo geologico, in un comprensorio litologico caratterizzato esclusivamente, e per notevoli spessori, *superiori ai 30.0 m.*, da sedimenti di natura vulcanica come desumibile dalla Carta Geologica d'I scala 1: 100.000 n. 143 Bracciano della quale in fig,2 si riporta uno stralcio con su circoscritta l'area interessata dall'intervento edilizio.

Figura 2- Stralcio Carta Geologia d'Italia scala 1:100.000 F. 143 Bracciano con ubicazione area



Litologia della zona d'interesse t₂

Fatte salve pertanto delle modificazioni locali dovute ad interventi antropici, i terreni caratteristici della zona, sulla scorta dei dati di letteratura, sono rappresentati da una formazione piroclastica con caratteristiche prevalentemente tufacee, di colore marrone e grigiastro, a granulometria grossolana, passanti in profondità a piroclastiti tufacee giallo rossastre a volte anche con caratteristiche litoidi (tufo lionato).

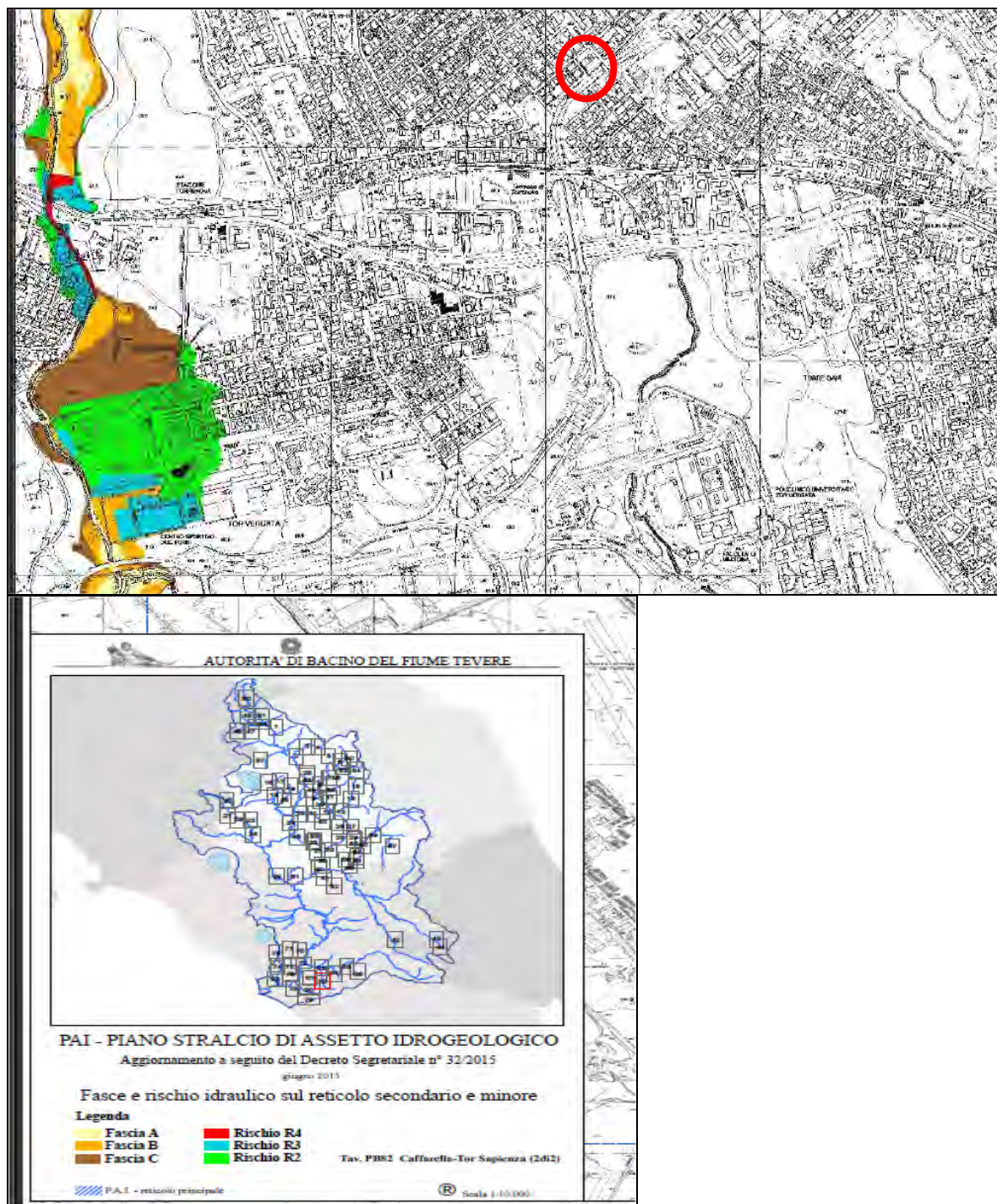
Lo spessore della formazione viene indicato come > di 30.0 m.

La continuità planimetrica della formazione vulcanica autoctona può risultare a volte interrotta dalla presenza di sedimenti eluviali o colluviali, sempre di natura vulcanica, ma alterati e plasticizzati per effetto di fenomeni di argillificazione dei minerali originari depositatisi nelle aree più depresse.

Sotto il profilo idrogeologico la formazione vulcanica autoctona ha una permeabilità variabile in relazione alla granulometria dei litotipi che la costituiscono, e rappresenta un acquifero complesso all'interno del quale possono rinvenirsi concentrazioni di acqua all'interno dei livelli pozzolanici o di quelli litoidi fratturati intercalati ai livelli tufacei o tufitici poco o nulla permeabili.

Dall'esame della cartografia relativa al Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I dell'A.B.Tevere, indicanti le fasce a rischio idraulico sul reticolo secondario e minore non emergono, sull'area ed al suo contorno, perimetrazioni che indichino situazioni di rischio idrogeologico; le osservazioni dirette sull'area dell'intervento e quelle ad essa adiacenti, non mostrano situazioni morfologiche riconducibili a dissesti passati e/o attuali. (in fig. 3 si riporta uno stralcio della carta PAI con indicata l'area d'interesse).

Figura 3 – Stralcio carta PAI con ubicazione area di interesse



Comune di Bracciano - località Via Cupetta delle Cartiere-
Progetto di adeguamento e ristrutturazione dei campi sportivi

Risultati delle indagini stratigrafiche

Per la ricostruzione del modello geologico del sottosuolo ci si è avvalsi di n. 1 sondaggio stratigrafico, spinto alla profondità di 15.0 m. ed ubicato, unitamente alle stese MASW, come indicato nella planimetria riportata in fig.4

L'esame della campionatura mostra la presenza sull'area di una coltre di terreno vegetale che raggiunge lo spessore di circa 2.0 m.

Al disotto di questo strato si rileva la presenza di un livello, di circa 4-0 m. di spessore, rappresentato da piroclastiti argillose marroni consistenti per i primi 2.0 m., e mediamente consistenti per i restanti 2.0 m.

Al disotto delle piroclastiti superficiali, che possono definirsi di risedimentazione, si rinviene la formazione piroclastica autoctona, presente fino alla massima profondità esplorata di 15.0 m., rappresentata da piroclastiti a struttura tufacea a granulometria limo-sabbiosa, caratterizzate però da uno spinto grado di alterazione che conferisce alla formazione una consistenza modesta..

Intorno ai 7.0 m. di profondità si rileva il livello statico di una falda collocata all'interno di un qualche livello della formazione tufacea a maggiore componente granulare sabbiosa.

Figura 4- Planimetria ubicazione indagini



Caratteristiche geotecniche

Le misure speditive di resistenza penetrometrica, effettuate con il pocket penetrometer all'interno delle piroclastiti argillose che caratterizzano il sottosuolo nei primi 4.0 m. immediatamente al disotto del terreno vegetale, hanno fatto registrare valori di $R_p = 2.5$ Kg/cmq nei primi 2.0 m. mentre nei restanti 2.0 m. il valore scende a $0.5 \div 1.0$ Kg/cmq. Dal rapporto $R_p/2 = C_u$ si può dedurre un valore di coesione non drenata $C_u \approx 1.0$ Kg/cmq per i primi due metri ed un valore di $C_u \approx 0.3$ Kg/cmq per i restanti due metri.

Nel corso della perforazione inoltre, al fine di caratterizzare i terreni sotto il profilo geotecnico, si è proceduto a misure dirette di resistenza in sito attraverso l'esecuzione di alcune prove penetrometriche dinamiche SPT, i cui risultati sono stati integrati con quelli ottenuti in laboratorio attraverso prove ed analisi effettuate su un campione indisturbato di terreno prelevato nei terreni coesivi più superficiali.

La prova SPT "*Standard Penetration Test*", consiste nell'infiggere nel terreno la punta standard per tre tratti successivi, ciascuno di 15 cm, mediante battitura con maglio avente massa ed altezza di caduta standardizzate.

Dalla somma del numero di colpi di maglio "N", relativi agli ultimi due tratti di avanzamento, si ottiene il valore di "N30spt", con il quale si valutano i vari parametri geotecnici del terreno attraverso i diagrammi di correlazione dei vari A.A.

I risultati delle n. 3 prove SPT, effettuate nel corso del sondaggio rispettivamente alle profondità di 2.0, 4.0 e 6.0 m., mostrano valori di N30 sostanzialmente omogenei e pari rispettivamente ad $N_{30} = 6$, $N_{30} = 5$ ed $N_{30} = 8$.

I valori registrati all'interno delle piroclastiti argillose consentono di attribuire a Queste ultime, nella ipotesi limite di un comportamento geotecnico di questi terreni di tipo prevalentemente coesivo, un valore della coesione non drenata $C_u = 0.5 \div 1.0$ Kg/cmq , congruente con quello stimato attraverso le misure di R_p con il pocket penetrometer.

Il valore di $N_{30} = 8$ misurato invece all'interno della formazione tufacea limo.sabbiosa consente invece di attribuire a questa formazione, nella ipotesi limite di un comportamento geotecnico di questa formazione di tipo prevalentemente incoerente, ovvero in condizioni di coesione $C' = 0$, un valore dell'angolo d'attrito $\phi' \geq 35^\circ$.

Dalle prove ed analisi di laboratorio sul campione indisturbato di terreno, prelevato alla profondità di 4.5 m., all'interno del livello delle piroclastiti argillificate, si è ricavato un valore del peso di volume del terreno $\gamma = 1.6$ t/mc , un valore della coesione drenata $C' = 0.08$ Kg/cmq ed un valore dell'angolo di attrito interno $\phi' = 30^\circ$

In sintesi, attraverso i risultati delle prove SPT e quelli ottenuti attraverso le prove di laboratorio, i parametri geotecnici dei terreni costituenti il substrato d'appoggio della struttura di progetto edificio possono essere sintetizzati come segue:

Piroclastiti risedimentate (da m.2.0 a m. 6.0)

$\gamma = 1.7 \text{ t/mc}$	<i>peso di volume</i>
$C' = 0.08 \div 0.15 \text{ K/ g/cm}^2$	<i>coesione drenata</i>
$\varphi' = 28^\circ \div 30^\circ$	<i>angolo di attrito</i>
$C_u = 0.5 \div 1.0 \text{ Kg/cm}^2$	<i>coesione non drenata</i>
$E_d = 60 \text{ Kg/cm}^2$	<i>modulo edometrico</i>
$K = 8 \div 10 \text{ Kg/cm}^2$	<i>coeff. di Wincler</i>

Tufi degradati (da m. 6.0 a m. 15,0)

$\gamma = 1.7 \text{ t/mc}$	<i>peso di volume</i>
$C' = 0.00 \div 0.05 \text{ K/ g/cm}^2$	<i>coesione drenata</i>
$\varphi' = 30^\circ \div 35^\circ$	<i>angolo di attrito</i>
$E_d = 60 \text{ Kg/cm}^2$	<i>modulo edometrico</i>

Per quanto concerne i parametri elastici del terreno questi vengono stimati sulla base dei risultati delle prove geofisiche eseguite , e vengono riassunti nelle tabelle riportate negli elaborati delle prove MASW allegate.

Note sulla sismicità locale

Classificazione sismica del sito

Il Municipio di Bracciano, a cui appartiene l'area in oggetto, è inserita all'interno della **zona 3 sottozona B** dove l'accelerazione con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni è compresa tra **0.062 ag e 0.10 ag**.

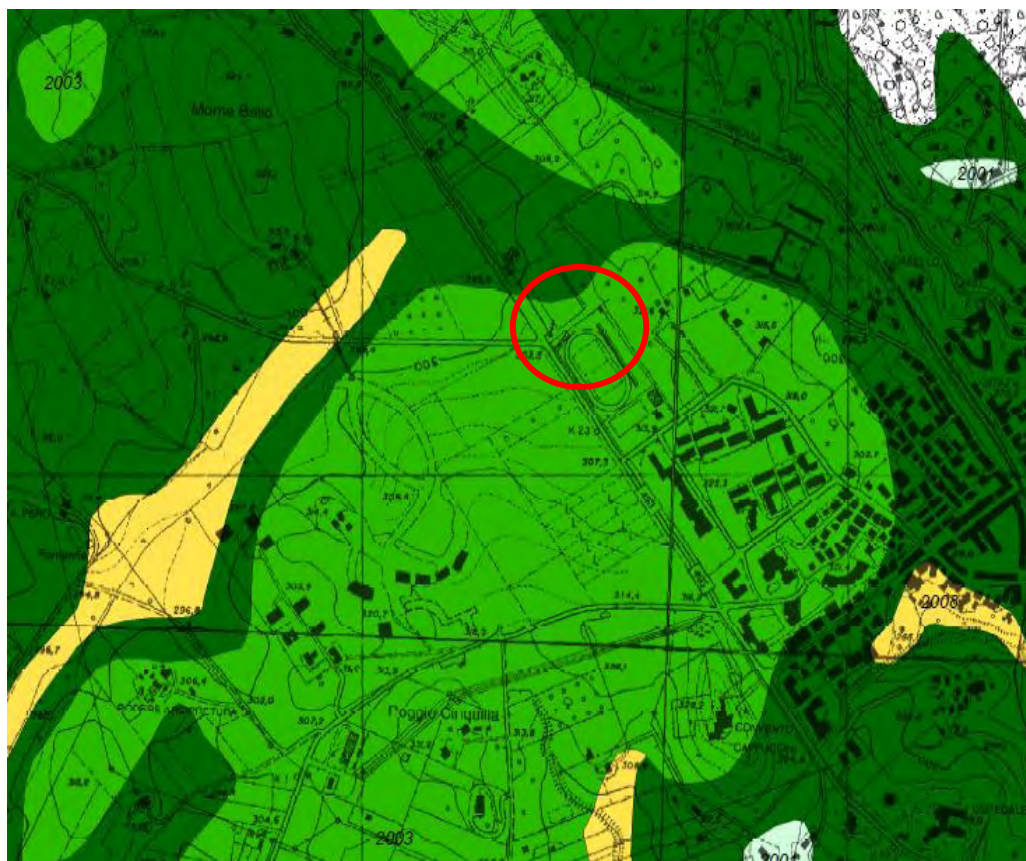
Il centro dell'area di interesse è identificato dalle coordinate (espresse in ED50) latitudine: 42,105410 longitudine 12,164070 è compresa all'interno della maglia di riferimento delimita dai seguenti siti di riferimento :

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 27397	Lat: 42,1269	Lon: 12,1419	Distanza: 3012,217
Sito 2	ID: 27398	Lat: 42,1277	Lon: 12,2092	Distanza: 4474,853
Sito 3	ID: 27620	Lat: 42,0777	Lon: 12,2103	Distanza: 4899,763
Sito 4	ID: 27619	Lat: 42,0769	Lon: 12,1429	Distanza: 3617,08

*L'area, nella della Carta della MS di livello 1- "Carta delle microzone omogenee in prospezione sismica" del Municipio di Bracciano, è inserita nelle zone con successione stratigrafica 2004 e quindi tra le zone stabili suscettibili di amplificazione **fig.5***

_ Figg.5 Stralcio Carta delle MOPS con ubicazione area





Legenda

Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

- Z001** Zona 1 - Lave con intercalazioni ignimbritiche da incoerenti a compatte.
- Z002** Zona 2 - Tufi stratificati litoidi con intercalate scorie e lapilli sovrastanti le ignimbriti incoerenti, compatte e/o lave.
- Z003** Zona 4 - Ignimbriti da incoerenti a compatte e luoghi con intercalazioni di lave.
- Z004** Zona 3 - Colate laviche e ignimbritiche con aspetto massivo e litoidi a luoghi sovrastanti depositi argillosi.
- Z007** Zona 7 - Argille a luoghi sovrastanti colate laviche e ignimbritiche con aspetto massivo e litoidi.
- Z008** Zona 6 - Depositi ghiaiosi limosi ed argillosi.
- Z009** Zona 9 - Depositi sabbiosi sovrastanti ignimbriti da incoerenti a compatte con intercalazioni di lave.

Forme di superficie

- Falda detritica.
- Orlo di scarpata morfologica (10-20 m)

Valutazione dei parametri di amplificazione sismica del sito

Specificatamente alla amplificazione dinamica di origine morfologica questa viene esclusa in base alle raccomandazioni dell'Eurocodice 8 dove per pendii, come quelli dell'area in esame, con inclinazione media inferiore a 15° gli effetti morfologici possono essere trascurati.

L'amplificazione dell'azione sismica in relazione alla classe di profilo stratigrafico del suolo di fondazione questa è stata valutata attraverso l'indagine geofisica effettuata attraverso n 2 stese masw.

Il valore della velocità equivalente V_{s30} delle onde di taglio, misurato attraverso le due prove geofisiche, è risultato pari rispettivamente a $V_{s30} = 377\text{m/s}$ e $V_{s30} = 363\text{ m/sec}$ valori che consentono di collocare i terreni presenti sull'area all'interno della **categoria di suolo "B"**.

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In accordo a quanto indicato dalle NTC (Tabella 3.2.IV del DM 14/01/2008) in merito alle categorie topografiche per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tabella 2 Categorie topografiche

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

Le suesposte categorie topografiche devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Nel caso in esame, stando a quanto esposto nel capitolo "Inquadramento Geomorfologico" la categoria topografica da attribuire al sito è la **T1**

*L'area interessata dal progetto di adeguamento e ristrutturazione dei campi sportivi del Comune di Bracciano è inserita in una **zona sismica 3B a bassa pericolosità geologica** e dove l'accelerazione, con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni, è compresa tra **0.062 ag e 0.10 ag**.*

Per quanto sopra, venendo a mancare una delle condizioni necessarie a che si verifichi la liquefazione del terreno, ovvero una accelerazione minima $< 0.10 \text{ ag}$ come indicato nel par.7.11.3.4.2 del DM 14/01/18, la verifica a liquefazione può essere omessa.

Considerazioni conclusive, fattibilità dell'intervento e prescrizioni progettuali

La struttura di progetto, a destinazione spogliatoi a servizio dei campi sportivi ed articolata in un solo piano fuori terra, appartiene ad una zona sismica 3B.

La struttura viene inserita in una classe d'uso II e pertanto ad essa dovrebbe essere attribuito un livello di vulnerabilità basso ma, in considerazione del fatto che trattasi di OO.PP., il livello viene alzato a **livello di vulnerabilità medio**.

Pertanto, per quanto attiene alla indagine geofisica, questa è stata condotta attraverso la esecuzione di n. 2 prove geofisiche MASW e non di una sola come previsto per il livello di vulnerabilità basso.

L'area d'impegno della struttura è inserita all'interno di un comprensorio geologico caratterizzato da sedimenti vulcanici pozzolanici e tufacei, relativamente all'area in oggetto il sondaggio eseguito, come si evince dalla stratigrafia di dettaglio, mostra una coltre di terreno vegetale di circa 2.0 m. di spessore sovrastante un livello piroclastico argillificato di circa 4.0 m. di spessore a discreta consistenza.

Al disotto di queste piroclastiti di risedimentazione, si rinviene, fino alla massima profondità esplorata di 15.0 m. una formazione tufacea a granulometria sabbio-limosa molto degradata.

All'interno di questa formazione è stata rinvenuta una falda acquifera il cui livello dinamico, coincidente con il livello statico, si attesta a circa 7.0 m. di profondità.

La struttura adibita a spogliatoi non prevede un piano interrato e pertanto, tenuto conto che le fondazioni non potranno fare affidamento sui primi due metri di terreno, queste dovranno essere approfondite fino a raggiungere il banco delle piroclastiti argillose alla profondità di 2.0 m.

Pur trattandosi di una struttura con modesta incidenza di carico sul terreno è consigliabile l'adozione di una fondazione del tipo a platea generale, così che i sovraccarichi unitari sul terreno verranno a ridursi ulteriormente riducendo a valori trascurabili gli eventuali assestamenti del terreno.

In alternativa a questa soluzione, per evitare un troppo elevato approfondimento delle fondazioni, può essere presa in considerazione una bonifica da effettuarsi attraverso la rimozione dei due metri di terreno vegetale, o comunque troppo alterato, e la sostituzione di 1.0 ÷ 1.5 m. dello stesso con materiale granulare arido debitamente addensato mediante vibrorullatura.

Naturalmente, a bonifica eseguita, si dovrà procedere a dei controlli , con prove di carico su piastra e prove penetrometriche , per verificare lo stato di addensamento e le caratteristiche di resistenza raggiunte con la vibrorullatura.

Generalmente, per ottenere un ottimo substrato di appoggio delle fondazioni, che in questo caso potrebbero essere anche del tipo a travi rovesce, viene usata pozzolana di cava additivata con calce, nella percentuale del 3÷4% in peso.

Per le verifiche geotecniche potranno essere utilizzati i parametri geotecnici attribuiti alle piroclastiti risedimentate e di seguito riportate:

Piroclastiti risedimentate

$\gamma = 1.7 \text{ t/mc}$	<i>peso di volume</i>
$C' = 0.08 \div 0.15 \text{ K/ g/cmq}$	<i>coesione drenata</i>
$\varphi' = 28^\circ \div 30^\circ$	<i>angolo di attrito</i>
$C_u = 0.5 \div 1.0 \text{ Kg/cmq}$	<i>coesione non drenata</i>
$E_d = 60 \text{ Kg/cmq}$	<i>modulo edometrico</i>
$K = 8 \div 10 \text{ Kg/cmc}$	<i>coeff. di Winkler</i>

La velocità delle Vs30, misurate attraverso le due prove geofisiche MASW, fanno rientrare i terreni all'interno della *categoria di suolo B*.

Con riferimento all'allegato "C" del R.R n 14 del 2016: contenuti minimi obbligatori della relazione geologica, si sintetizza quanto segue:

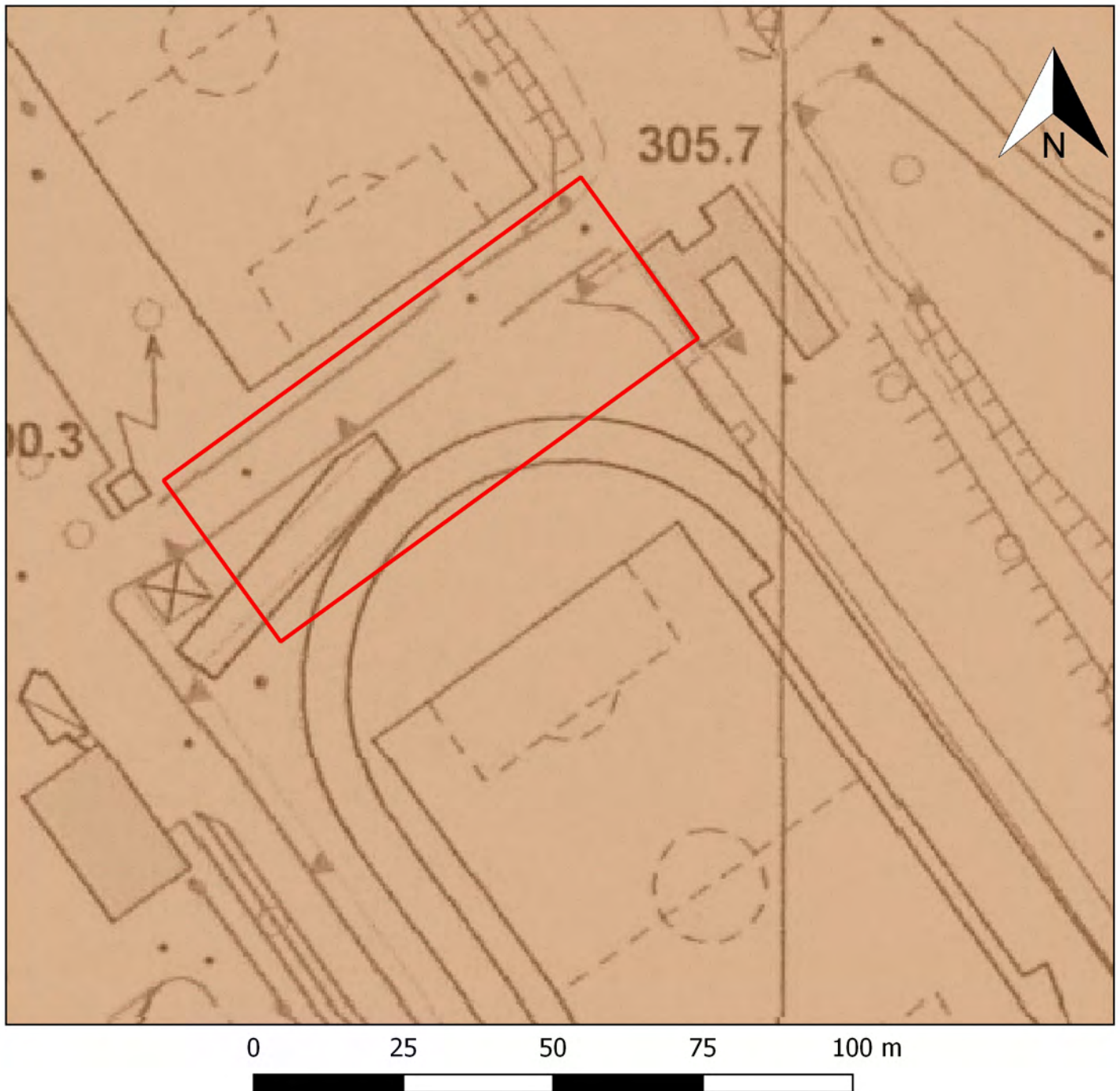
1. il livello di vulnerabilità dell'opera è medio
2. la carta geologica scala 1:1000 riportata in allegato evidenzia per l'area di progetto l'appartenenza al comprensorio geologico del vulcanesimo sabatino.
3. i terreni rinvenuti, del complesso vulcanico, hanno permeabilità media, *la falda acquifera si rinviene a profondità di circa 7.0 m. dal p.c, come accertato con il sondaggio eseguito sull'area e non può pertanto interferire con le fondazioni.*
4. la categoria di suolo di fondazione è " B" e la categoria di amplificazione topografica è "T1"
5. la sezione geologiche interpretativa riportata in allegato evidenzia la presenza, sull'area, di uno strato di terreno vegetale di circa 2. m. di spessore al quale segue uno strato di piroclastiti risedimentate di circa 4.0 m. di spessore, sovrapposte alla formazione vulcanica autoctona tipica della zona.
6. nella planimetria ubicazione saggi, allegata, viene riportata l'ubicazione del sondaggio delle due stese MASW.
7. Gli elaborati numerici e grafici delle prove eseguite sono riportati nell'allegato "fascicolo delle indagini e prove eseguite secondo le disposizioni dell'allegato C al R.R. n 14 del 2016"
8. Lo stralcio della cartografia PAI (fig. 3) indica l'assenza di perimetrazioni di rischio e/o pericolo idrogeologico
9. La zona entro la quale è inserita l'area d'interesse è dotata di microzonazione sismica di livello 1 validata dalla Regione Lazio.

10. La documentazione fotografica dell'indagine è nella apposita relazione allegata
11. La stratigrafia del sottosuolo per i primi 30 m è quella riportata in letteratura vedi Carta Geologica scala 1:50.000 progetto Carg che indica, fino a circa 30 m di profondità la formazione vulcanica
12. Tutti gli elementi raccolti, di carattere stratigrafico, geotecnico e sismico consentono di esprimere un giudizio positivo in merito alla fattibilità dell'opera di progetto, per la quale non si ritiene di dover fornire particolari prescrizioni

ALLEGATI

Carta Geologica di dettaglio

Scala 1:1.000



Legenda

 Formazione piroclastica

 Area di interesse

Comune di Bracciano (RM)

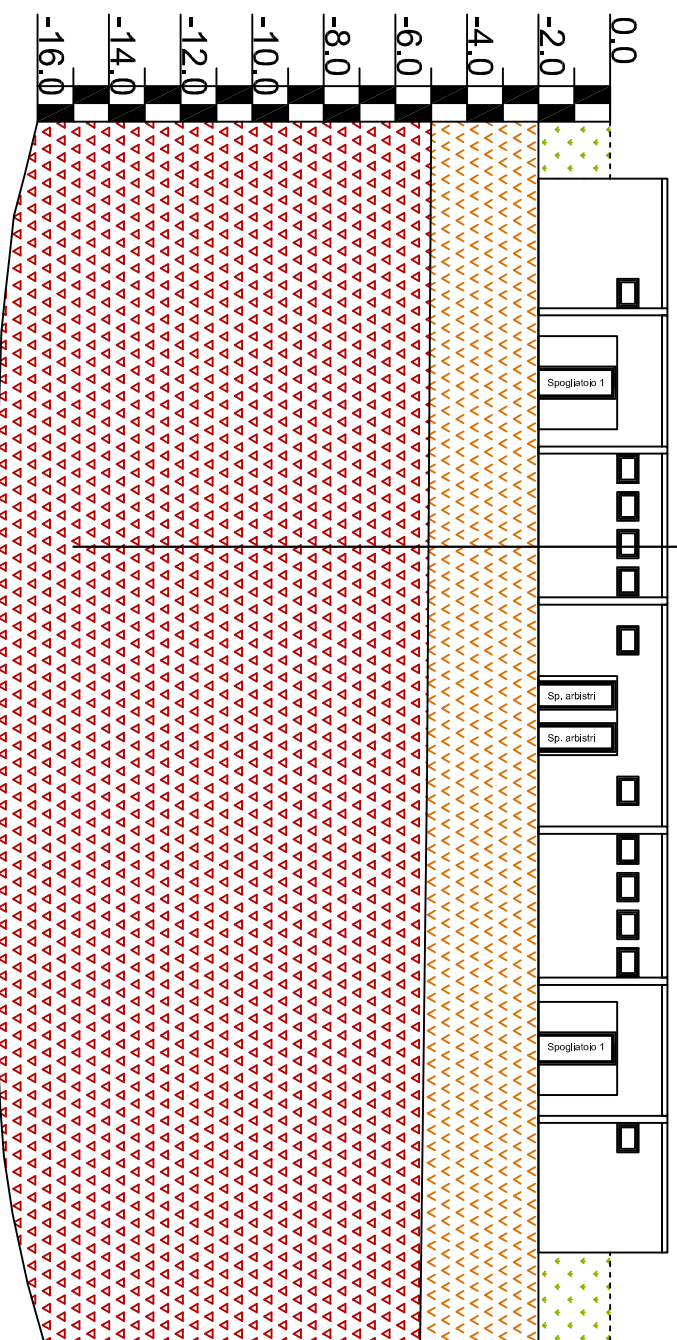
Loc. Via Cupetta delle Cartiere

Riqualficazione Campo sportivo "Bracciano"-

Sezione geologica interpretativa

S1

Prospetto principale



Terreno vegetale



Piroclastiti argillose da mediamente a poco consistenti



Tufo degradati poco consistenti

*Fascicolo “ Indagini e prove eseguite secondo le disposizioni dell’Allegato
C del RR n 14 del 2016”*

Planimetria Ubicazione Indagini



Legenda

● Sondaggio geognostico

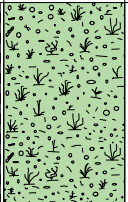
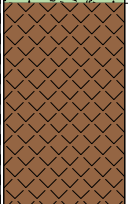
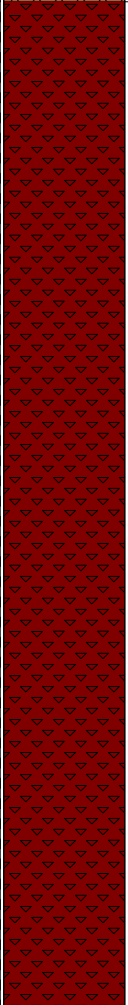
— Prova geofisica MASW

Committente: Comune di Bracciano	Sondaggio: S1
Riferimento: Nuovi spogliatoi campo sportivo	Data: 02/12/2019
Coordinate:	Quota:
Perforazione: carotaggio a rotazione continua	

SCALA 1 :75

STRATIGRAFIA

Pagina 1/1

A	metri batt.	LITOLOGIA	Prel. % 0 --- 100	Campioni	S.P.T.			DESCRIZIONE
					m	S.P.T.	N	
	1							Terreno vegetale
	2				2,0	1-3-3	6	
	3							Piroclastiti argillose marroni da mediamente a consistenti
	4			1) She < 4,00 4,50	4,0	2-2-3	5	$\gamma = 1.7 \text{ t/mc}$ $c' = 0.08-0.15 \text{ Kg/cmq}$ $\phi' = 28^\circ-30^\circ$ $cu = 0.5-1.0 \text{ Kg/cmq}$ $Ed = 60 \text{ Kg/cmq}$ $k = 8-10 \text{ Kg/cmc}$
	5							Piroclastiti argillose marroni poco consistenti
	6				6,0	2-4-4	8	Tufi a granulometria sabbiosa degradati e poco consistenti
	7							$\gamma = 1.7 \text{ t/mc}$ $c' = 0.00-0.05 \text{ Kg/cmq}$ $\phi' = 30^\circ-35^\circ$ $Ed = 60 \text{ Kg/cmq}$
	8							
	9							
	10							
	11							
	12							
	13							
	14							
	15							

Comune di Bracciano (RM)

Località: via Cupetta delle cartiere

Committente: Comune di Bracciano

Progetto di impianto sportivo

Caratterizzazione sismica del terreno
mediante prospezione tipo M.A.S.W.

dicembre 2019

Premessa

Nel mese di dicembre 2019 è stata eseguita un'indagine geofisica a mezzo MASW, finalizzata alla caratterizzazione sismica del sottosuolo di un'area sita nel territorio del Comune di Bracciano, in via Cupetta delle cartiere dove è prevista la realizzazione di un impianto sportivo.

In particolare sono stati eseguiti 2 stendimenti MASW che hanno consentito la definizione della sismostratigrafia del sottosuolo; le stese, eseguite compatibilmente con le possibilità logistiche e di accesso alle aree, sono state ubicate come riportato nella carta delle indagini allegata.

Le procedure adottate sono quelle in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 17 gennaio 2018 (NTC 2018) che correlano la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (V_s).

Poiché la profondità del bedrock sismico è maggiore di 30 m, stimata dalle conoscenze della zona a circa 85-90 m, la classificazione dei terreni è stata svolta sulla base del valore della V_{s30} (il valore della V_s nei primi 30 m di profondità) definita dalla relazione:

$$V_s = \frac{30}{\sum_{i=1}^N \frac{H_i}{V_i}}$$

Dove H_i e V_i 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 di sottosuolo.

Alla presente relazione si allegano:

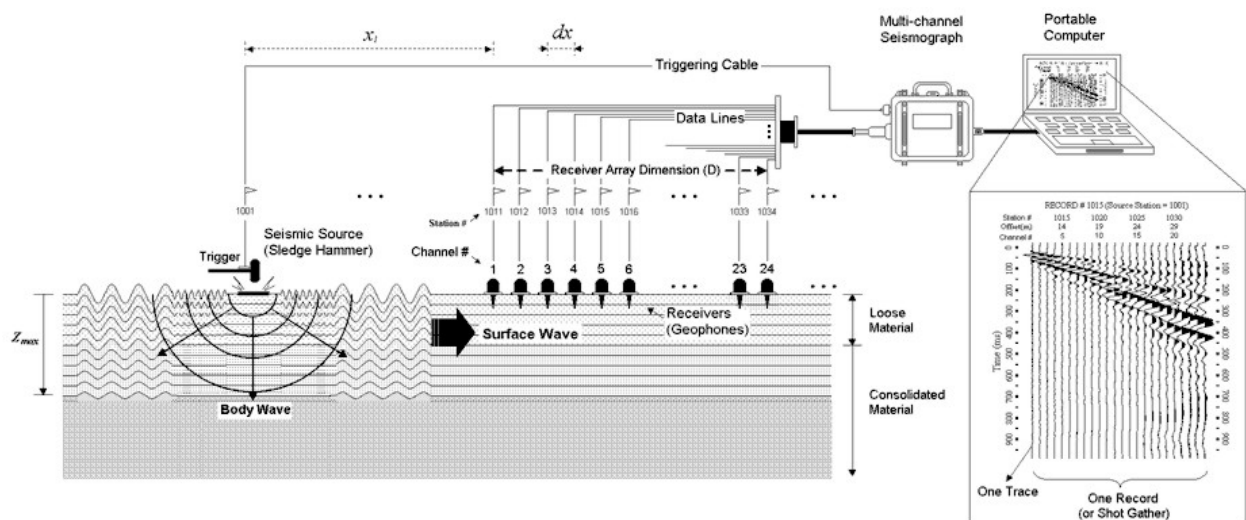
- planimetria indagini
- grafici di acquisizione
- grafici FK con curva "piccata"
- risultati del processo di inversione con misfit
- curve di dispersione
- documentazione fotografica

Prospezione sismica tipo M.A.S.W. – principi, metodologia e strumentazione

Il principio di base è quello di eseguire un'inversione di una curva di dispersione delle onde di superficie Rayleigh (VR) misurate e registrate sul terreno; la procedura di analisi consta di due processi: il primo consiste nella determinazione dello spettro di velocità ossia nel definire, graficamente, la curva di dispersione delle frequenze e velocità delle onde e una seconda nel realizzare l'inversione della curva di dispersione precedentemente "piccata" attraverso l'utilizzo di algoritmi genetici.

Le acquisizioni vengono eseguite con stendimenti lineari in cui i geofoni sono collocati su una linea retta ad una distanza reciproca costante determinata dalle condizioni geologiche locali e logistiche.

La sorgente, generalmente una mazza o un grave di peso superiore, deve essere sempre posizionata esternamente allo stendimento (prima del primo geofono), e sempre in asse con esso. La generazione di onde viene eseguita, quando necessario, utilizzando sorgenti diverse, per peso e forma della superficie di impatto al suolo, in grado di produrre un maggiore spettro di frequenze.



Come sorgente è stata utilizzata una mazza da 10kg.

Prospezione sismica tipo M.A.S.W. – risultati delle indagini

I dati acquisiti sono stati elaborati tramite il software GEOPSY (www.geopsy.org/), sviluppato nell'ambito del progetto europeo Sesame (<http://sesame-fp5.obs.ujf-grenoble.fr/index.htm>).

La qualità dei dati acquisiti consente la determinazione di spettri di velocità mediamente chiari nei quali dominano segnali riferiti al modo fondamentale.

Il calcolo della curva di dispersione è effettuato mediante analisi F-k, realizzando spettri f-k a diversi intervalli di frequenza, e ripetendo il calcolo per tutti i range contenuti nei segnali acquisiti.

La curva di dispersione viene quindi invertita per la determinazione del profilo di velocità mediante l'algoritmo di inversione "neighbourhood algorithm" (Sambridge, 1999, implementato da Wathelet, 2005), tramite il software DINVER (www.geopsy.org/), che si basa su:

1. Decomposizione dello spazio dei parametri (V_s , V_p , spessori e densità) fornito dall'operatore all'inizio del processo di inversione come range di variazione;
2. Generazione di diversi modelli, per ognuno dei quali è calcolata una curva di dispersione sintetica;
3. Confronto della curva sintetica con la curva sperimentale.

In relazione ai parametri riportati in tabella, si ricorda che il valore di V_p stimato da analisi MASW è caratterizzato da affidabilità medio-bassa; ne consegue che i moduli basati sul valore di V_p – moduli di Young e di compressione – vanno considerati puramente indicativi. Viceversa, il valore del modulo di taglio, che dipende dalla V_s , può essere considerato una buona stima del valore reale.

Si allegano inoltre i diagrammi di elaborazione (spettro di velocità, curva di dispersione, profilo V_s) relativi agli stendimenti eseguiti.

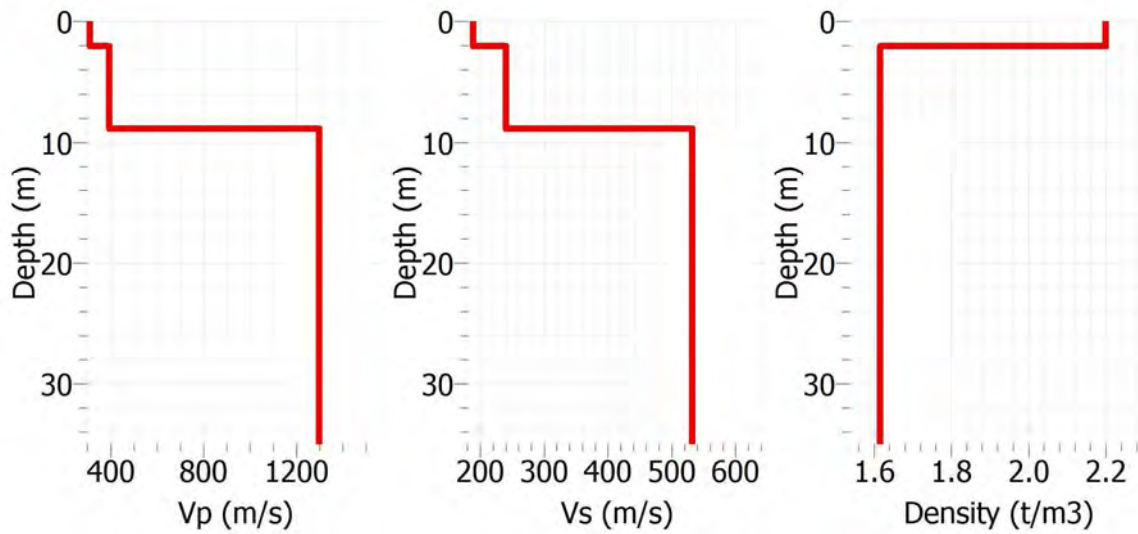
Come accennato per ogni stendimento è stata calcolata la velocità di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m (V_{s30}), calcolata a partire dal piano campagna.

Di seguito vengono riportati i grafici con il profilo delle velocità delle onde V_p , V_s e della densità con misfit minimo tra quelli calcolati e le tabelle riassuntive delle velocità e dei parametri per ogni stesa eseguita.

L'andamento dello spettro di velocità testimonia l'assenza di inversioni di velocità e nel complesso una successione della velocità delle onde di taglio crescente in profondità.

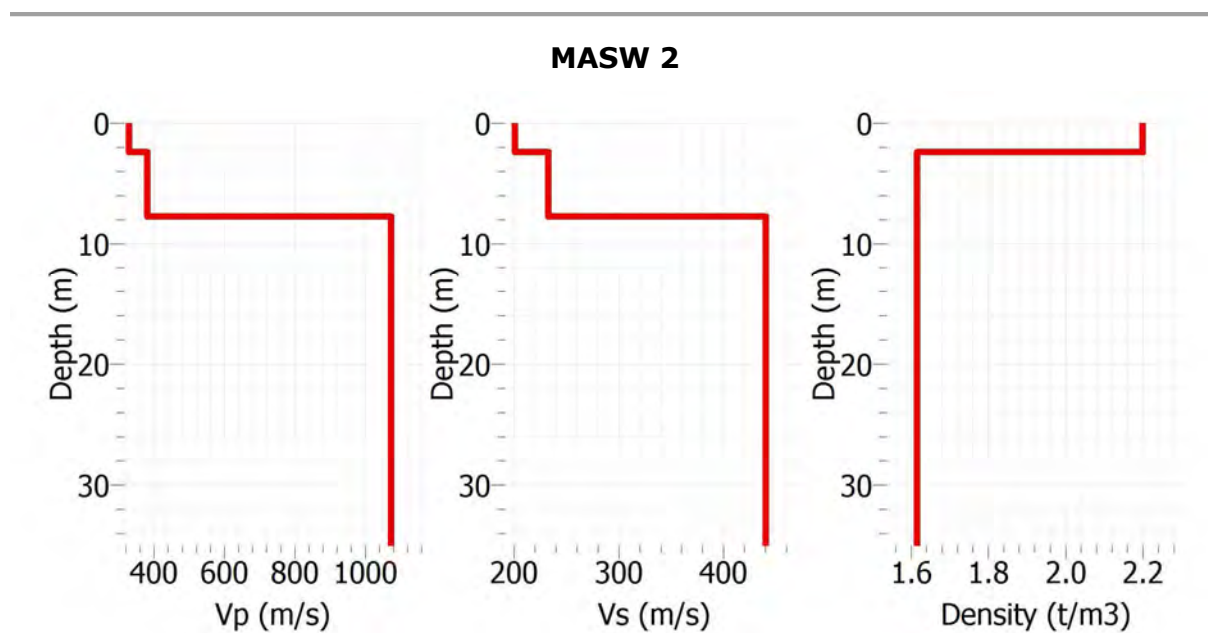
Si allegano inoltre i diagrammi di acquisizione ed elaborazione relativi ad ogni stendimento.

MASW 1



n.	Spessore strato H	Vs	Vp	Gamma	Coefficiente di Poisson	Modulo di compressione M0	Modulo di Young Ey	Modulo di Taglio Dinamico G0
	(m)	(m/s)	(m/s)	(t/mc)		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	2,30	190	310	2,20	0,20	106	190	79
2	6,70	240	380	1,62	0,17	110	218	93
3	> 21	530	1300	1,62	0,40	2131	1274	455

Vs30: 377 m/s



n.	Spessore strato H	Vs	Vp	Gamma	Coefficiente di Poisson	Modulo di compressione M0	Modulo di Young Ey	Modulo di Taglio Dinamico G0
	(m)	(m/s)	(m/s)	(t/mc)		(Mpa)	(Mpa)	(Mpa)
1	2,70	220	510	1,63	0,39	319	219	79
2	5,00	235	850	1,78	0,46	1155	287	98
3	> 22,3	455	1451	1,89	0,45	3458	1131	391

Vs30: 363m/s

I risultati delle prove, fanno classificare i primi 30 metri di terreno, a partire dal piano campagna come categoria **B**.

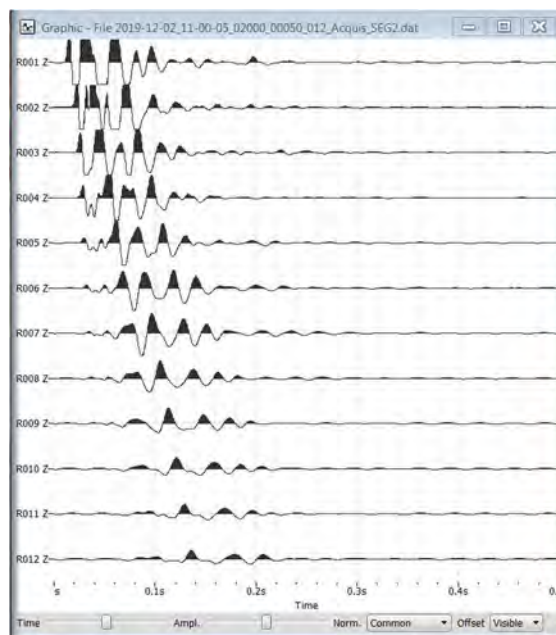
ALLEGATI

- planimetria indagini
- grafici di acquisizione
- grafici FK con curva "piccata"
- risultati del processo di inversione con misfit
- curve di dispersione
- documentazione fotografica

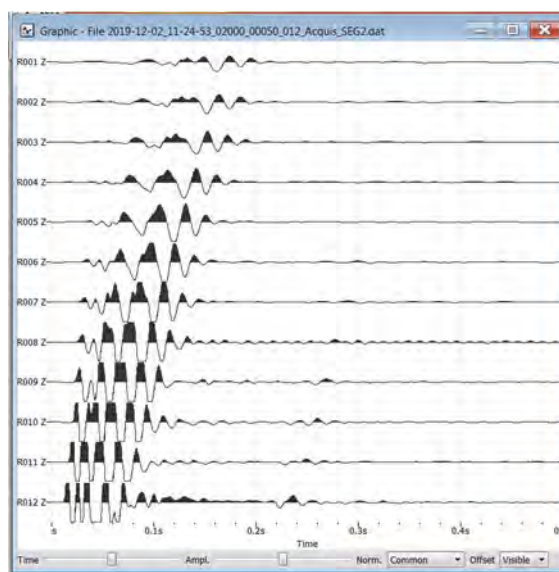
Planimetria schematica delle indagini geofisiche



MASW 1

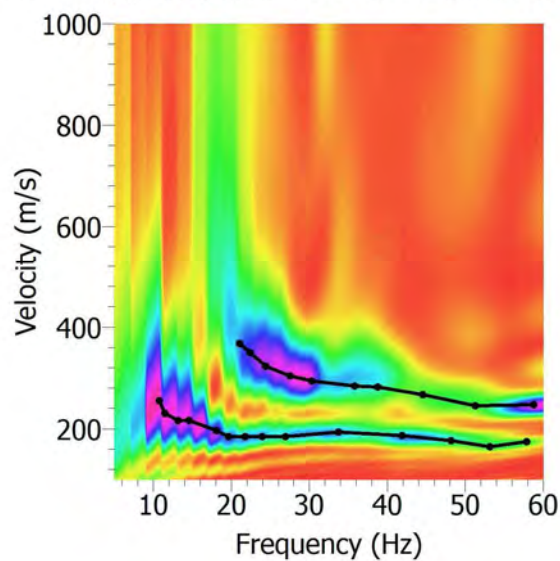


MASW 2



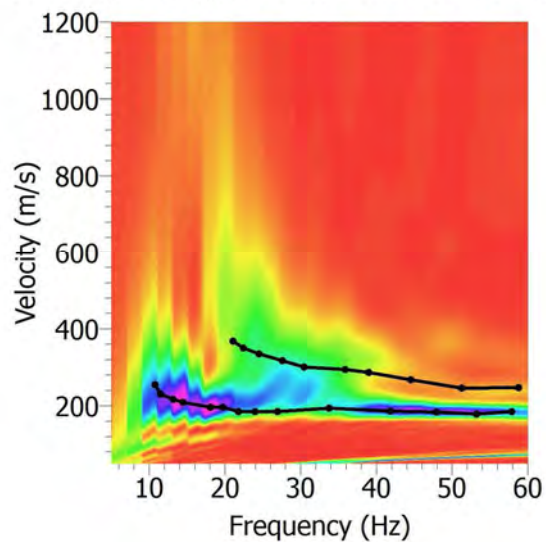
MASW 1

Shot at (0, 0, 0), time=2019-12-02 11:00:05

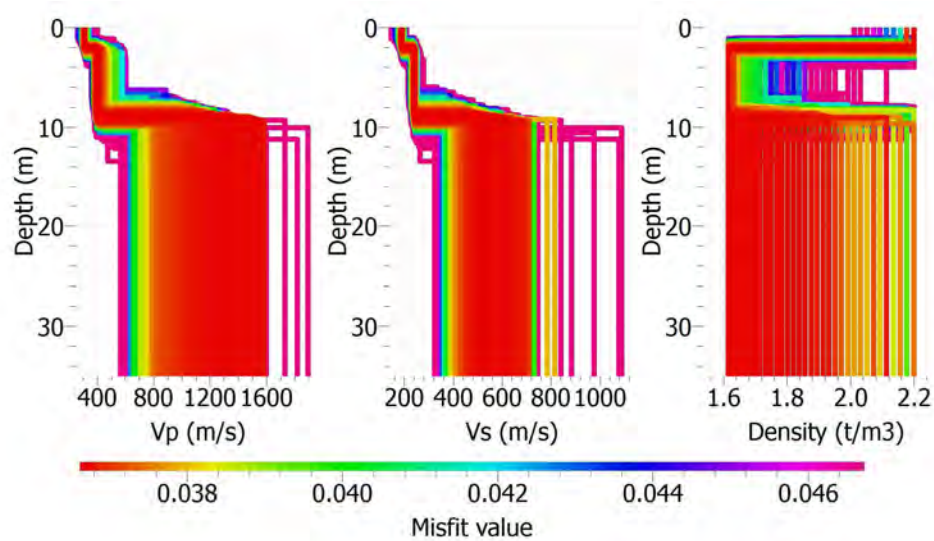


MASW 2

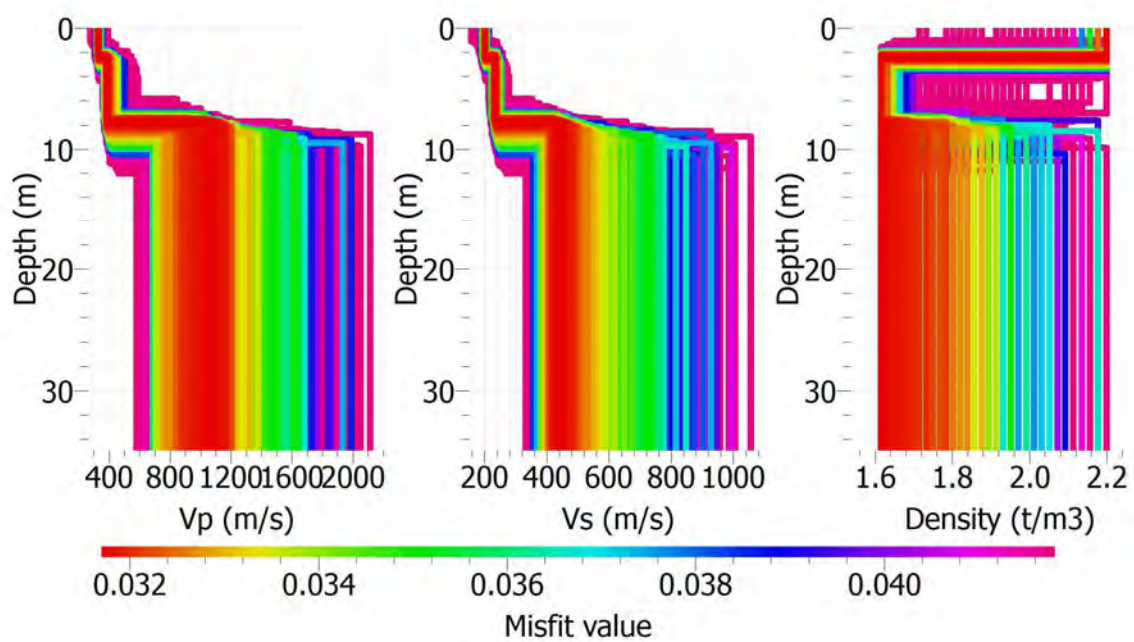
Shot at (30, 0, 0), time=2019-12-02 11:24:53



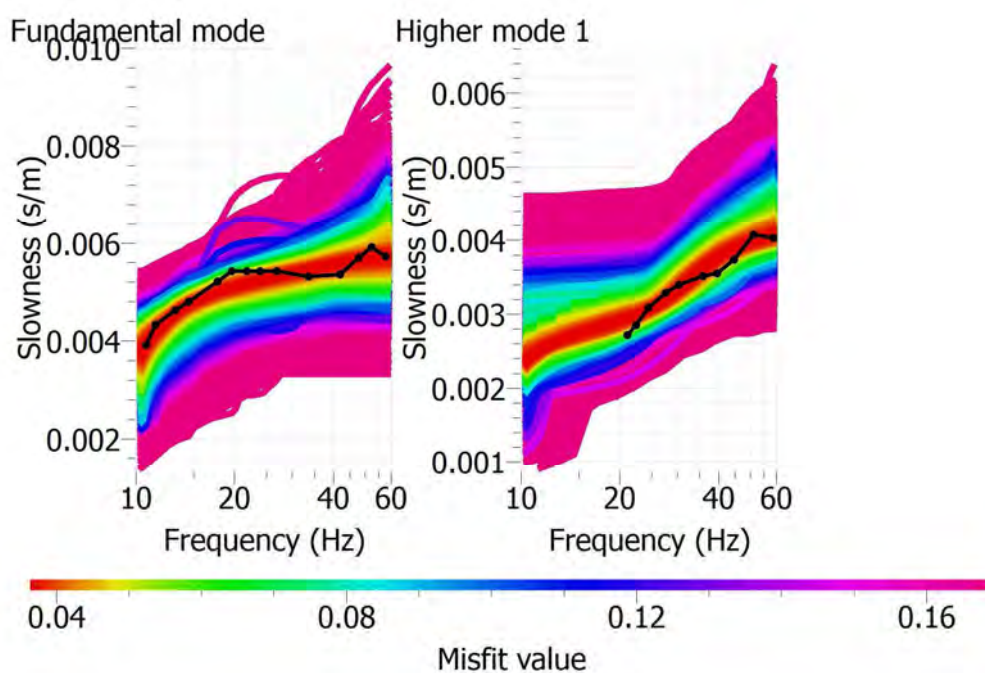
MASW 1



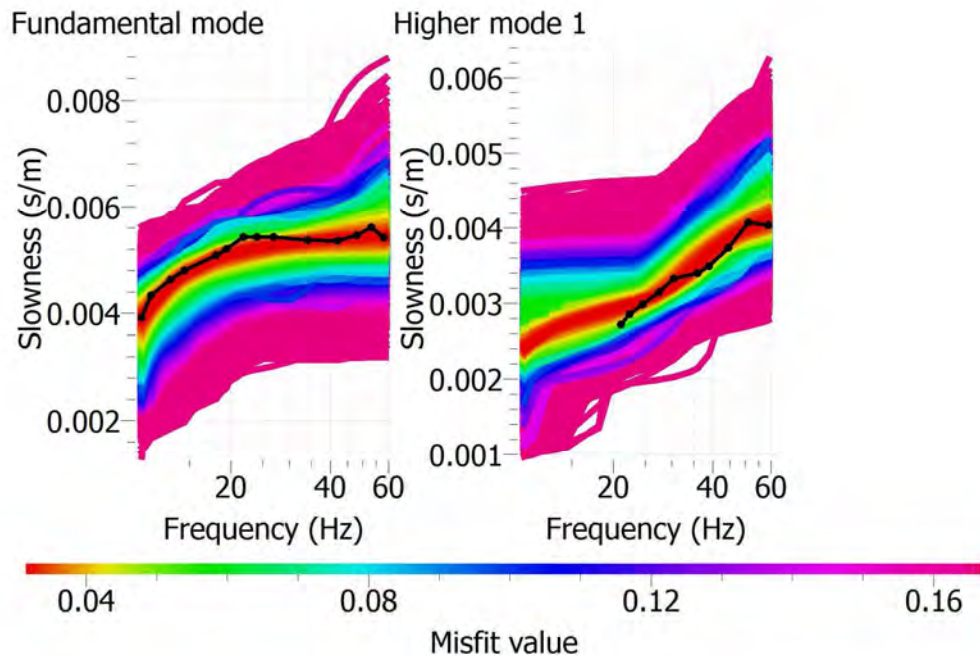
MASW 2



MASW 1



MASW 2



Documentazione fotografica
MASW 1





Comune di Bracciano
Indagine sismica a mezzo MASW

MASW 2





Comune di Bracciano
Indagine sismica a mezzo MASW

Prove Geotecniche di laboratorio

Commessa: 3354

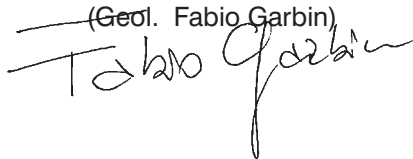
Lavoro: 321/19

Committente: Geol. Francesco Flumeri

Richiedente: F.R.S. S.a.s.

Cantiere: Campi sportivi, Bracciano (RM)

Documento approvato da:
il Direttore del Laboratorio
(Geol. Fabio Garbin)



Laboratorio qualificato
n° 103



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

LABORATORIO AUTORIZZATO
SETTORE A

Prove su terre, di carico su piastra, di densità in sito
Decreto n° 6630 del 9 ottobre 2014
ai sensi dell'art. 59 D.P.R. 380/2001, Circolare LL.TT. 7618/2010/STC



*Ministero dell'Istruzione
dell'Università e della Ricerca*

LABORATORIO ALTAMENTE QUALIFICATO

Articolo 14 del Decreto n° 593 del 8 agosto 2000
Decreto Dirigenziale n° 1956/Ric. del 20 novembre 2003
Gazzetta Ufficiale n° 285 del 9 dicembre 2003

SIMBOLOGIA

γ	=	peso di volume	(kN/m ³)	W_n	=	contenuto naturale d'acqua	(%)
γ_n	=	peso di volume naturale	(kN/m ³)	W_i	=	contenuto d'acqua iniziale	(%)
γ_{dry}	=	peso di volume secco	(kN/m ³)	W_f	=	contenuto d'acqua finale	(%)
γ_s	=	peso di volume dei grani	(kN/m ³)	W_{LL}	=	contenuto d'acqua al LL	(%)
γ_{sat}	=	peso di volume saturo	(kN/m ³)	W^*	=	contenuto d'acqua	(%)
H_0	=	altezza iniziale	(cm)	n_0	=	porosità iniziale	
H_{dry}	=	altezza del secco	(cm)	e	=	indice dei vuoti	
V_0	=	volume iniziale	(cm ³)	e_0	=	indice dei vuoti iniziale	
a	=	area	(cm ²)	S_r	=	grado di saturazione	(%)
Δh	=	cedimento	(mm)	i	=	gradiente idraulico	
d	=	deformazione	(mm)	i_0	=	gradiente idraulico iniziale	(cm)
ϕ	=	diametro	(mm)	σ_v	=	carico verticale	(kPa)
h	=	ore		σ_3	=	pressione di cella	(kPa)
n	=	porosità		σ'_{cons}	=	tens. effic. media consolidaz.	(kPa)
LL	=	limite liquido	(%)	A	=	indice di attività	
LP	=	limite plastico	(%)	IG	=	indice di gruppo	
IP	=	indice di plasticità	(%)	E'	=	modulo di compressibilità	(kPa)
LR	=	limite di ritiro	(%)	m_v	=	coefficiente di compressibilità	(kPa ⁻¹)
IC	=	indice di consistenza		c_v	=	coefficiente di consolidazione	(cm ² /sec)
IL	=	indice di liquidità		k	=	coefficiente di permeabilità	(m/sec)
I_r	=	Indice di ritiro		Md	=	modulo di deformazione	(N/mm ²)
R_r	=	Rapporto di ritiro		M'd	=	mod. deform. (2° ciclo carico)	(N/mm ²)

PROVE

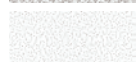
Lim.	=	Limiti	TxUU*	=	Triassiale UU
Gran.	=	Granulometria	ELL*	=	Espansione Laterale Libera
TD*	=	Taglio Diretto	K	=	Permeabilità
TDR _{rev.} *	=	Taglio Diretto reverse	Rig.	=	Rigonfiamento
TDLL*	=	Taglio Diretto al LL	CS*	=	Compressione Semplice
ED	=	Edometrica	Proctor	=	Compattazione
TxCD*	=	Triassiale CD	CBR	=	C.B.R.
TxCU*	=	Triassiale CU	S.Org.	=	Sostanza Organica

N.D. = Non Determinabile
N.E. = Non Eseguitibile

N.C. = Non Calcolabile
M.I.** = Misura Indicativa



Zone imbibite d'acqua (rammollimenti)



Livelli sabbiosi



Livelli limosi



Livelli argillosi

* I numeri riportati accanto alla prova indicano il relativo provino

** Misura eseguita con strumentazione non tarabile e/o non tarata



Committente: Geol. Francesco Flumeri

Richiedente: F.R.S. S.a.s.

Cantiere: Campi sportivi, Bracciano (RM)

Certificato di prova: **12273/a**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **3354/1**

Lavoro di laboratorio: **321/19**

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Profondità di prelievo:
da m **04.50** a m **05.00**

DESCRIZIONE DEL CAMPIONE

CARATTERISTICHE DEL CAMPIONAMENTO

Tipo di perforazione (dichiarata):	carotaggio continuo con asta e carotiere	Forma del campione:	cilindrica
Tipo di campionatore (dichiarato):	non dichiarato	Diametro della carota ϕ :	83 mm
Contenitore:	fustella PVC	Lunghezza della carota:	420 mm
Diametro esterno ϕ del contenitore:	95 mm	Data di prelievo del campione:	02/12/19
Lunghezza del contenitore:	430 mm	Classe di Qualità (dichiarata):	non dichiarata
Data di consegna del campione:	02/12/19	Data di apertura del campione:	02/12/19
Data di apertura Commessa:	02/12/19	Stoccaggio: in camera ad umidità e temperatura controllate	
Data di inizio prova:	02/12/19	Data di fine prova:	02/12/19

LUNGH. cm	POCKET PENETR. kPa (M.I.)	VANE TEST kPa (M.I.)	PROVE ESEGUITE	DESCRIZIONE
ALTO	80	35	W_1 TD1	Sabbia limosa ed argillosa marrone scuro con screziature rossastre, plastica, di natura vulcanica molto alterata, a struttura caotica, non reattiva ad HCl.
10			$W_2 \gamma_n$ TD2	
20	80		TD3	
30		35	W_3	
40	80			
50				
60				
70				
BASSO				

Note: la fustella era chiusa con nastro adesivo alle estremità. Sono stati eseguiti pocket penetrometer test trasversalmente alla carota a 9 cm circa dall'alto, che hanno evidenziato valori di resistenza (nell'ordine dall'esterno verso l'interno) di 80, 80 e 90 kPa.

Roma, 06/12/19

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)
Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Fabio Garbin)
Fabio Garbin



Committente: Geol. Francesco Flumeri

Richiedente: F.R.S. S.a.s.

Cantiere: Campi sportivi, Bracciano (RM)

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Certificato di prova: **12273/b**
(foglio 1 di 1)

Verbale di Accettazione: **3354/1**

Lavoro di laboratorio: **321/19**

Profondità di prelievo:
da m **04.50** a m **05.00**

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-1)

Data di inizio prova:	02/12/19	Data di fine prova:	03/12/19
	Determinazione W_1	Determinazione W_2	Determinazione W_3
Peso lordo umido (g)	52,91	54,57	57,22
Peso lordo secco (g)	40,91	42,36	43,53
Tara (g)	20,84	22,14	21,11
Umidità relativa W (%)	59,8	60,4	61,1
UMIDITA' NATURALE MEDIA W_n 60,4 %		DEVIATION STANDARD 0,65	

Note:

Roma, 06/12/19

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio

(Dott. Geol. Fabio Garbin)

Fabio Garbin

PESO DELL'UNITA' DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

(UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Data di inizio prova:	02/12/19	Data di fine prova:	02/12/19
Peso umido del terreno (g)	120,83	Volume (cm ³)	72,85
PESO DI VOLUME NATURALE γ_n 16,27 kN/m ³	Determinazione eseguita tramite: fustella tarata		

Note:

Roma, 06/12/19

il Tecnico Sperimentatore

(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio

(Dott. Geol. Fabio Garbin)

Fabio Garbin



Committente: Geol. Francesco Flumeri

Richiedente: F.R.S. S.a.s.

Cantiere: Campi sportivi, Bracciano (RM)

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Certificato di prova: **12273/c**
(foglio 1 di 4)

Verbale di Accettazione: **3354/1**

Lavoro di laboratorio: **321/19**

Profondità di prelievo:
da m **04.50** a m **05.00**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Data di inizio prova:	02/12/19	Data di fine prova:	06/12/19
-----------------------	----------	---------------------	----------

CARATTERISTICHE INIZIALI DEI PROVINI

Provino		1	2	3
Altezza	cm	2,008	2,014	1,997
Lato	cm	6,021	6,022	6,034
Volume	cm ³	72,80	73,04	72,71
Peso di volume	kN/m ³	16,28	16,19	16,38
Contenuto d'acqua	%	58,3	60,5	61,3
Peso di volume dei grani	kN/m ³	--	--	--
Indice dei vuoti		N.C.	N.C.	N.C.
Grado di saturazione	%	N.C.	N.C.	N.C.

FASE DI CONSOLIDAZIONE

Provino		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Durata	h	24	24	24
Cedimento	mm	1,07	1,78	2,10

FASE DI TAGLIO

Provino		1	2	3
Velocità di deformazione	mm/min	0,0042	0,0042	0,0042
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Contenuto finale d'acqua	%	59,2	58,8	57,2

NOTE

Roma, 06/12/19

il Tecnico Sperimentatore
(Dott. Geol. Francesca Tropeano)

Francesca Tropeano

il Direttore del Laboratorio
(Dott. Geol. Fabio Garbin)

Fabio Garbin



Committente: Geol. Francesco Flumeri

Richiedente: F.R.S. S.a.s.

Cantiere: Campi sportivi, Bracciano (RM)

Certificato di prova: 12273/c
(foglio 3 di 4)

Verbale di Accettazione: 3354/1

Lavoro di laboratorio: 321/19

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Profondità di prelievo:
da m **04.50** a m **05.00**

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

MISURAZIONI ACQUISITE

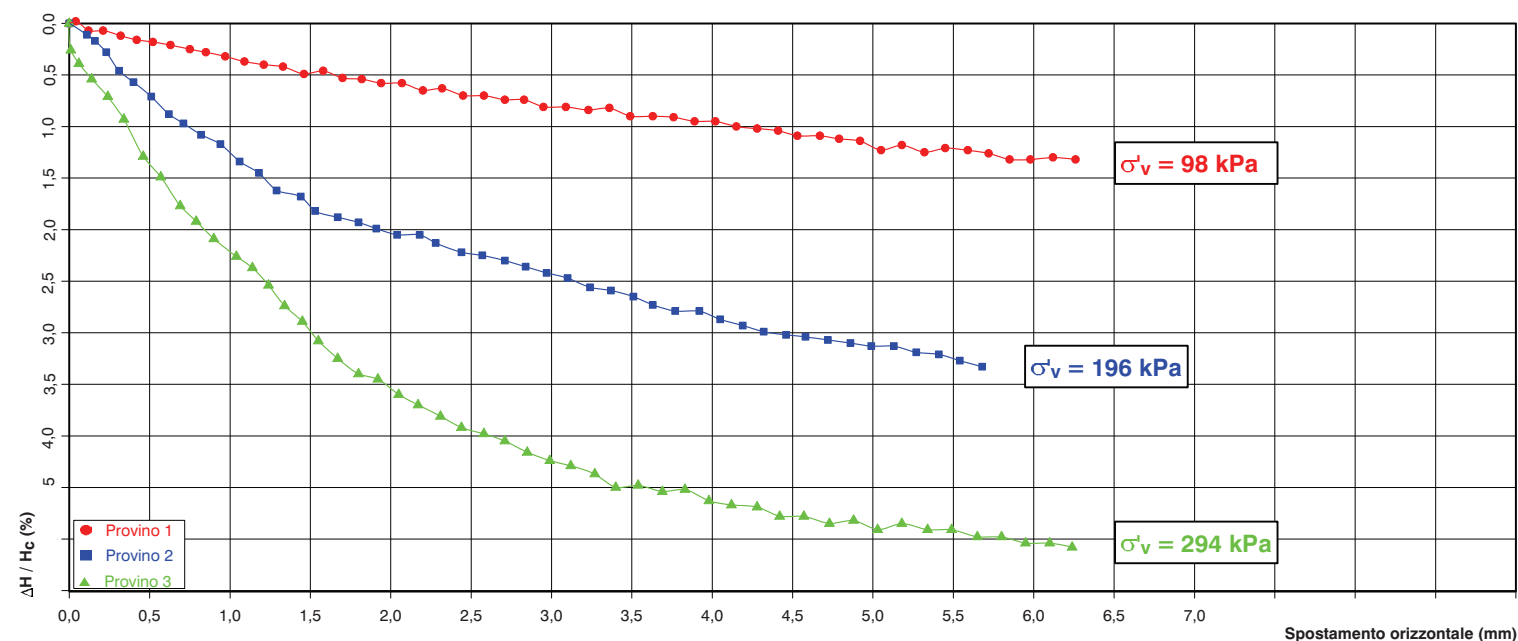
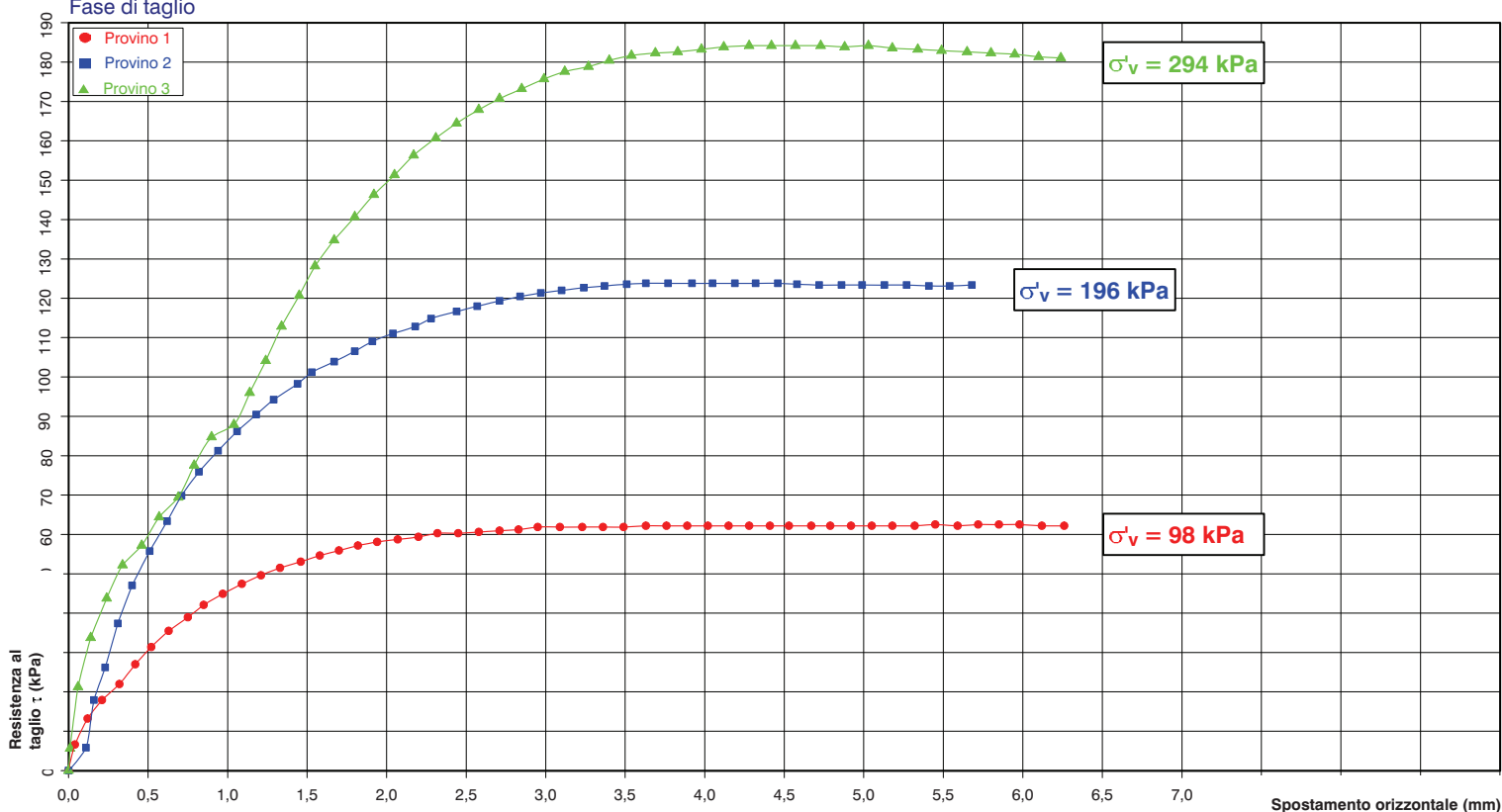
Provino 1			Provino 2			Provino 3		
Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)	Spostamento orizzontale (mm)	Deformazione verticale (%)	Sollecitazione di taglio (kPa)
0,00	0,00	0	0,00	0,00	0	0,00	0,00	0
0,04	-0,02	7	0,11	0,11	6	0,01	0,26	6
0,12	0,07	13	0,16	0,17	18	0,06	0,39	21
0,21	0,07	18	0,23	0,28	26	0,14	0,54	34
0,32	0,12	22	0,31	0,46	37	0,24	0,71	44
0,42	0,16	27	0,40	0,57	47	0,34	0,93	52
0,52	0,18	31	0,51	0,71	56	0,46	1,29	57
0,63	0,21	35	0,62	0,88	63	0,57	1,49	64
0,75	0,25	39	0,71	0,97	70	0,69	1,77	69
0,85	0,28	42	0,82	1,08	76	0,79	1,92	78
0,97	0,32	45	0,94	1,17	81	0,90	2,09	85
1,09	0,37	47	1,06	1,34	86	1,04	2,26	88
1,21	0,40	50	1,18	1,45	90	1,14	2,37	96
1,33	0,42	52	1,29	1,62	94	1,24	2,54	104
1,46	0,49	53	1,44	1,68	98	1,34	2,74	113
1,58	0,46	55	1,53	1,82	101	1,45	2,89	121
1,70	0,53	56	1,67	1,88	104	1,55	3,08	128
1,82	0,54	57	1,80	1,93	107	1,67	3,25	135
1,94	0,58	58	1,91	1,99	109	1,80	3,40	141
2,07	0,58	59	2,04	2,05	111	1,92	3,45	146
2,20	0,65	59	2,18	2,05	113	2,05	3,60	151
2,32	0,63	60	2,28	2,13	115	2,17	3,70	156
2,45	0,70	60	2,44	2,22	117	2,31	3,81	161
2,58	0,70	61	2,57	2,25	118	2,44	3,92	164
2,71	0,74	61	2,71	2,30	119	2,58	3,98	168
2,83	0,74	61	2,84	2,36	120	2,71	4,05	171
2,95	0,81	62	2,97	2,42	121	2,85	4,16	173
3,09	0,81	62	3,10	2,47	122	2,99	4,24	176
3,23	0,84	62	3,24	2,56	123	3,12	4,29	178
3,36	0,82	62	3,37	2,59	123	3,27	4,37	179



PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

(UNI CEN ISO/TS 17892-10)

Fase di taglio



Note:

NORME DI RIFERIMENTO, RACCOMANDAZIONI E RIFERIMENTI TECNICI PER LE PROVE DI LABORATORIO

Descrizione e classificazione dei terreni

- Racc. A.G.I. (1963) : "Nomenclatura geotecnica e classifica delle terre";
A.S.T.M. D 2487 : "Classification of the soil for engineering purposes";
A.S.T.M. D 2488 : "Standard practise for description and identification of soils".

Determinazione del contenuto d'acqua allo stato naturale

- UNI CEN ISO/TS 17892-1 : "Determinazione del contenuto in acqua"
C.N.R. U.N.I. 10008 : "Prove su materiali stradali. Umidità di una terra";
A.S.T.M. D 2216-92 : "Laboratory determination of water (moisture) content of soil".

Determinazione del peso dell'unità di volume allo stato naturale

- UNI CEN ISO/TS 17892-2 : "Determinazione della massa volumica dei terreni"
Racc. A.G.I. (1994) : Determinazione del peso dell'unità di volume relativo alle prove specifiche;

Determinazione del peso specifico assoluto dei granuli

- UNI CEN ISO/TS 17892-3 : "Determinazione della massa volumica dei granuli solidi";
A.S.T.M. D 854 : "Standard method for specific gravity of soils";
A.S.T.M. D 4718 : "Correction of unit weight and water content for soils containing oversize particles".

Determinazione dei Limiti di consistenza

- UNI CEN ISO/TS 17892-12 : "Determinazione dei limiti di Atterberg";
A.S.T.M. D 4318 : "Liquid limit, plastic limit and plastic index of soils";
BISHOP & GLOSSOP : "Determinazione del limite di adesività";
BISHOP & GLOSSOP : "Serie di prove indici su impasto di argilla".
A.S.T.M. D 4943 : "Shrinkage factors of soils by the wax method";
B.S. 1377, Part 2 : "Classification tests".

Analisi granulometrica

- UNI CEN ISO/TS 17892-4 : "Determinazione della distribuzione granulometrica";
Racc. A.G.I. (1994) : "Analisi granulometrica di una terra";
A.S.T.M. D 422 : "Particle size analysis of soils";
A.S.T.M. D 1140 : "Amount of material in soils finer than No.200 sieve";
A.S.T.M. D 421 : "Dry preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants";
A.S.T.M. D 2217 : "Wet preparation of soil samples for particle-size analysis and determination of soil constants";

Prova di consolidazione monodimensionale (edometrica)

- UNI CEN ISO/TS 17892-5 : "Prova edometrica ad incrementi di carico";
Racc. A.G.I. (1994) : "Prove edometriche";
A.S.T.M. D 2435 : "One-dimensional consolidation properties of soil";
A.S.T.M. D 4186 : "One-dimensional consolidation properties of soils using controlled-strain loading".

Prova di rigonfiamento

- UNI CEN ISO/TS 17892-5 : "Prova edometrica ad incrementi di carico";
A.S.T.M. D 4546 : "One dimensional swell or settlement potential of cohesive soils";
GIBBS & HOLTZ (1956) : "Prova di rigonfiamento libero";
HUDER & AMBERG (1970) : "Quellung im Mergel, Opalinuston und Anhydrit".

Prova di permeabilità

- UNI CEN ISO/TS 17892-11 : "Determinazione della permeabilità con prove a carico costante o a carico variabile";
A.S.T.M. D 2434 : "Permeability of granular soils (constant head)".

Prova di taglio con scissometro

- A.S.T.M. D 4648 : "Laboratory miniature Vane test for saturated fine-grained clayey".

Prova di compressione ad espansione laterale libera

- UNI CEN ISO/TS 17892-7 : "Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine";
Racc. A.G.I. (1994) : "Prove di compressione triassiale su terre coesive";
A.S.T.M. D 2166 : "Unconfined compressive strenght of cohesive soil".

Prove triassiali

UNI CEN ISO/TS 17892-9	:	“Prove di compressione triassiale, consolidate, su terreni saturi”;
UNI CEN ISO/TS 17892-8	:	“Prova triassiale non consolidata non drenata”;
Racc. A.G.I. (1994)	:	“Prove di compressione triassiale su terre coesive”;
A.S.T.M. D 2850	:	“Unconsolidated, undrained compressive strength of cohesive soils in triaxial compression”;
A.S.T.M. D 7181	:	“Method for consolidated drained triaxial compression test for soils”;
A.S.T.M. D 4767	:	“Consolidated undrained triaxial compression test for cohesive soils”.

Prova di taglio diretto

UNI CEN ISO/TS 17892-10	:	“Prove di taglio diretto”;
Racc. A.G.I. (1994)	:	“Prove di taglio diretto”;
A.S.T.M. D 3080	:	“Direct shear test of soil under consolidated drained conditions”.

Prova di taglio per la definizione della resistenza residua

UNI CEN ISO/TS 17892-10	:	“Prove di taglio diretto”;
Racc. A.G.I. (1994)	:	“Prove di taglio diretto”;
A.S.T.M. D 3080	:	“Direct shear test of soil under consolidated drained conditions”.
A.S.T.M. D 6467	:	“Standard Test Method for Torsional Ring Shear Test to Determine Drained Residual Shear Strength of Cohesive Soils”.

Prova Proctor

C.N.R. B.U. A. XII N.69	:	“Norme sui materiali stradali. Prove di costipamento di una terra”;
ASTM D1557	:	“Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (56,000 ft-lbf/ft ³ (2,700 kN-m/m ³))”;
A.S.T.M. D 698	:	“Test method for laboratory compaction characteristics of soil using modified effort (12,400 ft-lbf/ft ³ (600 kN-m/m ³))”;
AASHTO T180	:	“Moisture-density relations of soil”;
AASHTO T99	:	“Moisture-density relations of soil”.

Prova C.B.R.

C.N.R. U.N.I. 10009	:	“Prove sui materiali stradali. Indice di portanza CBR di una terra”;
A.S.T.M. D 1883	:	“Bearing ratio of laboratory compacted soils”.

Determinazione del contenuto in sostanze organiche

A.S.T.M. D 2974	:	“Standard tests methods for moisture, ash, and organic matter of peat and other organic soil”;
-----------------	---	--

Determinazione del tenore in carbonati

B.S. 1377	:	
U.N.I. 9943/2	:	“Determinazione del contenuto in carbonati”;
A.S.T.M. D 4373	:	“Calcium carbonate content of soil”.

Determinazione del grado di reazione (pH)

D.M. 13/09/99	:	“Ministero Politiche Agricole, Cap. III”;
---------------	---	---

Determinazione del Contenuto Iniziale in Calce (CIC)

ASTM D6276	:	“Standard test method for using pH for estimate the soil-lime proportion requirement for soil stabilization”;
------------	---	---

Determinazione della densità in sito

C.N.R. B.U. n° 22	:	
A.S.T.M. D 1556	:	“Density of soil in place by the sand cone method”.

Prova di carico su piastra

C.N.R. B.U. n° 146	:	
A.S.T.M. D 1195	:	“Repetitive static plate load test of soils”;
A.S.T.M. D 1196	:	“Nonrepetitive static plate load test of soils”;
N.S. SNV 70317	:	“Prova con piastra”.

NOTA: QUALORA VENGA RICHIESTA L'ESECUZIONE DI UNA PROVA DI CUI NON ESISTE UNA NORMATIVA NAZIONALE OD INTERNAZIONALE, FARÀ FEDE LA PROCEDURA INTERNA DI RIFERIMENTO.

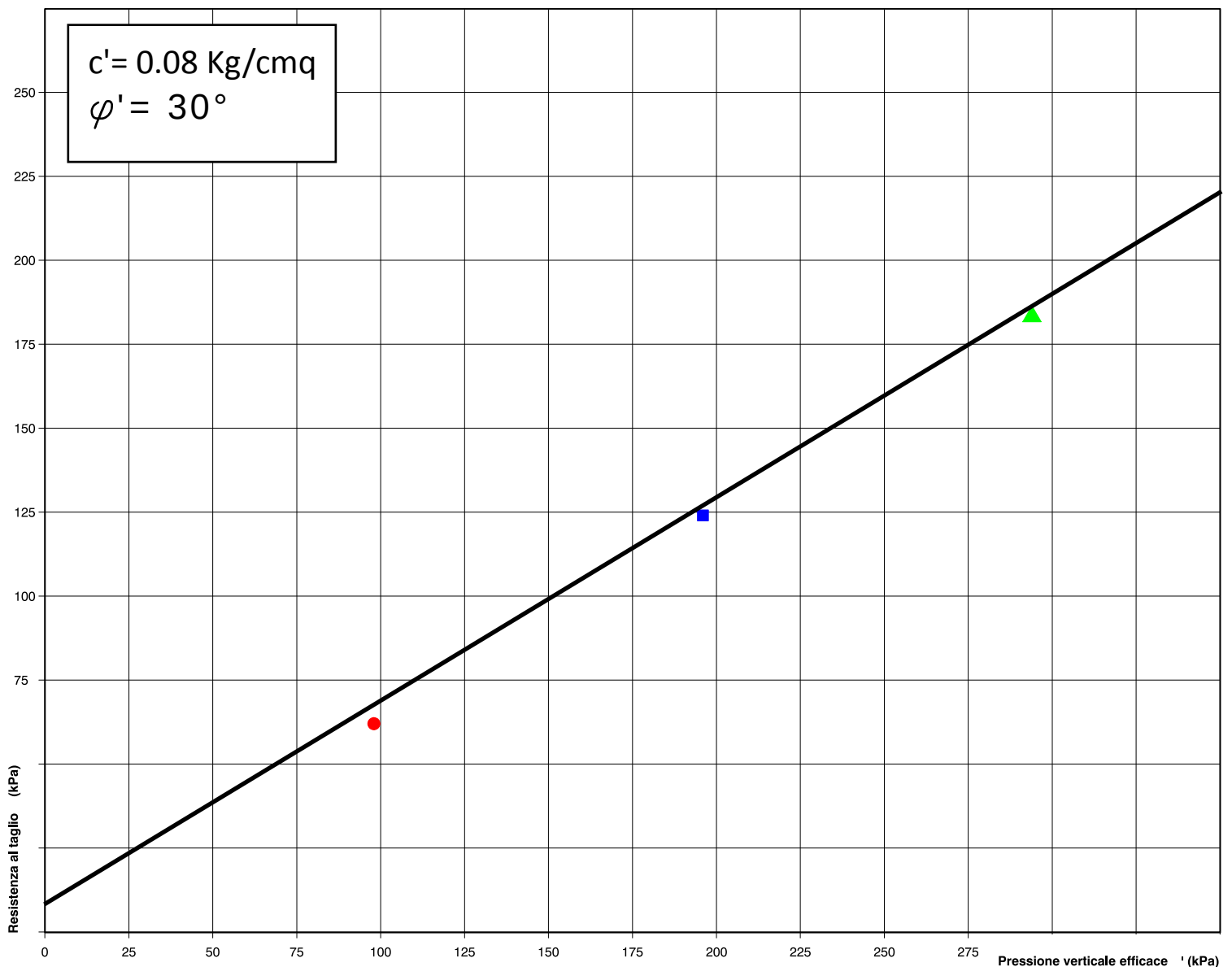
INTERPRETAZIONE DELLA PROVA DI TAGLIO DIRETTO (CD)

Sondaggio n° 1

Campione n° 1

Profondità di prelievo:
da m **04.50** a m **05.00**

Provino n°		1	2	3
Carico verticale efficace	kPa	98	196	294
Deformazione verticale a rottura	%	1,21	2,73	4,69
Spostamento orizzontale a rottura	mm	5,45	3,63	4,28
Sollecitazione di taglio a rottura	kPa	62	124	184



Documentazione fotografica

Sondaggio S1



Box n.1 – da 0.0 a 5.0 m



Box n.2 – da 5.0 a 10.0 m



Box n.3 – da 10.0 a 15.0 m