

PROVINCIA DI PERUGIA
COMUNE DI MONTEFALCO

PIANO ATTUATIVO

COMMITTENTE

ANDREANI GIAMPIERO

UBICAZIONE

AREA COMMERCIALE e SERVIZI - D2
Viale della Vittoria

TITOLO

PIANO ATTUATIVO IN VARIANTE AL PROGRAMMA di
FABBRICAZIONE VIGENTE PER LA REALIZZAZIONE EDIFICI PER
ATTIVITÀ COMMERCIALI

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA – TECNICA E SUL
MODELLO GEOLOGICO E SISMICO DI SITO

(Redatta ai sensi del DPR 328/01 - art. 41, D.M. 17 gennaio 2018 e Circ. n. 7 del 21-01-2019)

COMMITTENTE

PROGETTISTA



P3 CONSULTING SRL

VIA A.CAMPI, snc
06037 FOLIGNO (PG)

P.IVA 03025600549
TEL. 346.3606326
FAX 0742.670665
www.p3consulting.it

PER P3 CONSULTING S R L IL PROGETTISTA:

NR|A

ARCH. NICOLANGELO RUSSO

P.za S. Francesco, 2 - 06034 Foligno (PG)
TEL. +39 333 8596718
C.F. RSS NLN 68R23 A509M
nicolangelorussoarchitetto@gmail.com
nicolangelo.russo@archiworldpec.it

COLLABORATORI:

Data:
LUGLIO 2022

R11

PROVINCIA DI PERUGIA

COMUNE DI MONTEFALCO

**RELAZIONE GEOLOGICA – TECNICA
E SUL MODELLO GEOLOGICO E SISMICO DI SITO**

(Redatta ai sensi del DPR 328/01 - art. 41, D.M. 17 gennaio 2018 e Circ. n. 7 del 21-01-2019)

**RELATIVA ALLA REALIZZAZIONE DI UN PIANO ATTUATIVO IN
VARIANTE AL VIGENTE PIANO DI FABBRICAZIONE PER
REALIZZAZIONE DI UN'AREA COMMERCIALE E SERVIZI**

LOCALITA': *VIALE DELLA VITTORIA – MONTEFALCO*
CAPOLUOGO

RIF. CATASTALE: *FOGLIO N. 21 N.C.T. del Comune di MONTEFALCO*
Particella n. 845

COMMITTENTI: *SIG. ANDREANI GIMPIERO*

DATA: Montefalco 19/04/2021

STUDIO GEOLOGICO-GEOTECNICO

Dott. Geol. Giorgio Leoni

Vicolo delle Conservette n. 12

06036 MONTEFALCO (PG)

Tel/fax 0742/378657 – 347/3561957

INDICE

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	6
2.1 - Contesto geologico di riferimento	6
2.2 - Geomorfologia dell'Area	7
2.3 - Dati sulla franosità storica	7
2.4 - Idrogeologia dell'Area	7
2.5 - Geologia Ambientale e Tutela Paesaggistica	8
2.6 - Dati sull'Alluvionamento dell'Area	8
2.7 - Gestione delle Terre da Scavo	8
2.8 - Sicurezza sugli Scavi	9
3. MODELLAZIONE GEOLOGICA	10
3.1 - Piano delle Indagini e sintesi delle analisi condotte	10
3.2 - Modello geotecnico di Sintesi	11
3.3 - Modello geologico di Sintesi per le verifiche di stabilità	12
4. MODELLAZIONE' SISMICA DEL SITO	13
4.1 - Sismicità storica dell'Area	13
4.2 - <i>Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento</i>	14
4.3 - Determinazione e Definizione dell'azione sismica di sito	20
4.4 - Stabilità nei confronti della liquefazione	25
5 - Considerazioni Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1	26
5.1. Considerazioni Sulla Carta delle Microzone Omogenee	27
5.2 Considerazioni Studio di Microzonazione Sismica di Livello 2	28
5.3. CONSIDERAZIONI SULLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA	29
6. CONSIDERAZIONI FINALI	33

TAVOLE - ALLEGATI

TAV. I

Carta Corografica scala 1: 25.000

TAV. II

Planimetria Catastale con ubicazione dell'opera scala 1: 2.000

TAV. III

Planimetria Catastale con ubicazione indagini scala 1: 1.000

TAV. IV

Stralcio cartografia geologica regionale dalla scala 1: 10.000

TAV. V

Stralcio Carta PAI Inventario Fenomeni Franosi dalla scala 1: 10.000

ALLEGATO A

Elaborazione dati geofisici e profilo sismostratigrafico

ALLEGATO B

Elaborazione dati prove penetrometriche

ALLEGATO C

Carta delle frequenze dalla scala 1:200

ALLEGATO D

Carta delle MOPS - Microzonazione sismica L1 dalla scala 1:200

ALLEGATO E

Carta dei Fattori di amplificazione - Microzonazione sismica L2 dalla scala 1:200

1. PREMESSA

Su incarico dello Studio P3 Consulting, per conto della proprietà del terreno Sig. Andreani Giampiero, è stata svolta a norma delle vigenti leggi, una indagine geologica allo scopo di conoscere la geologia e la geomorfologia dell'area, nonché la parametrizzazione fisica dei terreni del sito sul quale è in progetto un Piano Attuativo privato, in variante al vigente piano di fabbricazione, per la realizzazione di edifici per attività commerciali e servizi.

L'area in esame è ubicata in Viale della Vittoria del Comune di Montefalco.

Le indagini svolte in conformità con i criteri stabiliti dal D.M. 17 gennaio 2018 e dalla Circ. n. 7 del 21-01-2021, si sono articolate attraverso le seguenti fasi:

- sopralluogo nell'area oggetto di studio;
- inquadramento geologico, geomorfologico e idrogeologico;
- studio della falda nel sottosuolo;
- esecuzione prove penetrometriche;
- esecuzione indagini geofisiche;
- caratterizzazione stratigrafica dei terreni in sito;
- considerazioni tecniche conclusive.

Nell'esecuzione della presente ci si è avvalsi, per quanto riguarda i dati geologici e geomorfologici, anche della documentazione bibliografica disponibile e delle indagini urgenti di microzonazione sismica speditiva approvata dalla Regione Umbria (D.G.R. 4363/1998).

Si ricorda, inoltre, che la zona in oggetto ricade in zona sismica 2 (grado di sismicità $S=9$) e pertanto il progetto dovrà attenersi alle normative tecniche espresse dal D.M. dell'11/3/1988, dal D.M. 16/01/1996 e dal D.M. del 17 gennaio 2018.

Per una migliore identificazione dell'area e per completezza di calcolo, alla presente relazione sono allegati:

- carta corografica alla scala 1:25.000 (TAV. I);

- planimetria catastale scala 1:2.000 con ubicazione dell'opera (TAV. II);
- planimetria catastale scala 1: 1.000 con ubicazione indagini (TAV. III);
- stralcio cartografia geologica regionale dalla scala 1: 10.000 (TAV. IV);
- stralcio della cartografia PAI Inventario Fenomeni Franosi dalla scala 1: 10.000 (TAV. V);
- elaborazione indagini sismiche (Allegato A);
- elaborazione prove penetrometriche (Allegato B);
- carta delle frequenze dalla scala 1:200 (Allegato C);
- carta delle MOPS – Microz. sismica L1 dalla scala 1:200 (Allegato D);
- carta Fattori di amplificazione - Microzonazione sismica L2 dalla scala 1:200 (Allegato E)

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La zona presa in esame è ubicata nelle immediate vicinanze del centro storico dell'abitato di Montefalco a ridosso della Via Comunale di Viale della Vittoria. Il sito d'interesse è posto ad una quota topografica di circa 435-440 m s.l.m., ed è individuabile nel settore Nord della tavoletta I.G.M. IV S-E. "MONTEFALCO" del Foglio n. 131 della Carta d'Italia e catastalmente distinto nella particella n. 785 del Foglio n. 21 N.C.T. del Comune di Montefalco.

2.1 - Contesto geologico di riferimento

Dal punto di vista geologico, la zona oggetto di studio è situata a Nord-Ovest del Foglio 131 "FOLIGNO" della Carta Geologica d'Italia (scala 1:100.000).

I depositi sui quali è situata l'area, sono riportati nella cartografia, come sedimenti Fluvio-Lacustri di colmamento della piana Spoletino-Folignate, costituiti principalmente da argille, sabbie e ghiaie.

Facendo riferimento all'assetto geologico strutturale del bedrock, costituito dalla serie stratigrafica Umbro-Marchigiana, il sito si rinviene nella parte Nord-Orientale della struttura anticlinale della dorsale dei Monti Martani, avente il nucleo costituito da Calcari e Marne a Rhaetavicola Contorta, Triassici.

A Nord-Est della zona esaminata, invece, è situata la pianura alluvionale della Valle Umbra, alla quale i depositi dell'area d'interesse morfologicamente si raccordano.

Da un accurato rilevamento geologico e dall'analisi della bibliografia rinvenuta, si esclude la presenza di discontinuità tettoniche, degne di rilievo, nelle immediate vicinanze del sito in oggetto.

2.2 - Geomorfologia dell'Area

Il sito in esame é ubicato nella parte sommitale del modesto Colle di Montefalco, i cui versanti si raccordano, a quote inferiori, alla pianura alluvionale della Valle Umbra.

Questa dorsale, allungata in direzione Est-Ovest, si presenta nettamente asimmetrica con versanti ad inclinazioni modeste, che localmente superano i 15°. Il paesaggio é caratterizzato da forme collinari dolci ed i terreni sono in parte urbanizzati e in parte destinati all'uso agricolo.

2.3 - Dati sulla franosità storica

Nelle immediate vicinanze del fabbricato in esame non sono stati individuati, attualmente, segni di erosione accelerata né di complessiva instabilità.

2.4 - Idrogeologia dell'Area

Nell'area il reticolo idrografico è poco sviluppato e caratterizzato soprattutto da camperecce e scoline artificiali nonché da fossi di modesta entità che vanno ad alimentare, più a valle, il collettore principale Fosso di Satriano. Tutti i fossi sono interessati da deflussi superficiali significativi solamente in occasione di intense precipitazioni.

Si può comunque affermare che la maggior parte delle acque meteoriche ricadenti nell'area vengono principalmente assorbite dalla coltre vegetale, facendo alterare le proprie caratteristiche fisiche e soltanto una piccola parte defluiscono verso valle. Negli interventi in progetto, quindi, si dovranno prevedere opere per garantire l'allontanamento delle acque superficiali dal sito d'interesse.

La circolazione idrica sotterranea all'interno di questi depositi continentali viene determinata dalla presenza di una permeabilità primaria delle litofacies a grana grossolana laddove la filtrazione verticale viene limitata inferiormente da livelli limo-argillosi impermeabili.

Dalla conoscenza di alcuni pozzi la falda profonda viene ipotizzata ad una quota di circa -65-70 m dal p.c quindi sempre ben al di sotto del profilo d'influenza delle ipotetiche fondazioni dei manufatti da realizzare.

2.5 - Geologia Ambientale e Tutela Paesaggistica

Il sito in esame non ricade in un area d'interesse geologico.

2.6 - Dati sull'Alluvionamento dell'Area

Il sito in esame non ricade in un area a rischio di esondabilità.

2.7 - Gestione delle Terre da Scavo

Per le opere di progetto è prevista la produzione di terre di scavo. Le terre potranno essere riutilizzate, tali e quali, sullo stesso sito o riutilizzate in altro sito autorizzato. I terreni e i materiali di scavo, prima dell'inizio dei lavori, dovranno essere caratterizzati e risultanti conformi ai requisiti di cui all'articolo 185, comma 1, lettera c), del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152. La non contaminazione dovrà essere, pertanto, verificata ai sensi dell'allegato 4 del D.P.R. 120/2017 che riporta le linee guida per l'accertamento delle qualità ambientali.

Prima di conferire le terre da scavo in altro sito il progettista 15 gg prima della comunicazione di inizio lavori potrà far predisporre un Piano di Utilizzo delle terre scavate con relative comunicazioni agli Enti preposti al controllo.

Tale eventuale documentazione di gestione delle terre da scavo sarà prodotta in modo integrale in un altro elaborato specifico per essere inoltrato alle l'Autorità competenti.

2.8 - Sicurezza sugli Scavi

Per le opere in progetto sono previsti degli scavi a diverse profondità e pertanto gli elaborati strutturali, relativi alle opere da realizzare, potranno contenere le verifiche di stabilità necessarie.

3. MODELLAZIONE GEOLOGICA

3.1 - Piano delle Indagini e sintesi delle analisi condotte

Durante il sopralluogo nelle aree esaminate, si è constatato che il terreno è costituito, come precedentemente citato, da depositi fluvio-lacustri di età Plio-Pleistocenica, caratterizzati da sabbie e sabbie argillose prevalenti il cui spessore desunto dalla letteratura è di circa 75-100 metri (GREGORI, 1998). Al fine di caratterizzare, dal punto di vista geologico, litologico e geomeccanico, i terreni del sottosuolo dell'area esaminata è stata condotta, in relazione alla litologia del sito, una campagna d'indagine caratterizzata da n. 2 profili sismici per la determinazione della velocità delle onde di taglio e quindi della V_{seq} , con metodologia sismica Masw, da n. 2 misure di microtremore HVSR (Nakamura) e n. 3 prove penetrometriche puntuali.

Da un maggior dettaglio dei dati acquisti, si è potuta ricostruire la seguente stratigrafia:

Strato n°1	0,00	0,90	Terreno vegetale/riporto antropico ghiaioso e ciottoloso
Strato n° 2	0,90	2,20	Limi-argillosi mediamente sabbiosi di colore nocciola e sfumature grigiastre
Strato n°3	2,20	9,80	Sabbie, sabbie limose alternate a ghiaie-sabbiose in matrice fine di colore nocciola-ocra.

Su tutte le indagini effettuate nell'area non è stata mai evidenziata la presenza di acqua nei terreni superficiali ma soltanto alcuni aumenti di umidità. La falda quindi è stata stimata ad una profondità ben al disotto del volume significativo interessato dai bulbi di pressione indotti dalle fondazioni.

3.2 - Modello geotecnico di Sintesi

Per la valutazione delle caratteristiche di resistenza del terreno si è ritenuto lecito adottare parametri geotecnici ricavati sia dalle indagini eseguite in situ che dall'esperienza personale acquisita in terreni analoghi e ubicati nello stesso contesto. Escludendo lo strato più superficiale costituito da terreno di riporto/vegetale, le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno sottostante risultano caratterizzate da un grado di resistenza sensibilmente variabile sia nel senso verticale (profondità) che orizzontale.

La discretizzazione dei dati ottenuti dalle prove in sito hanno permesso di individuare, escludendo lo strato superficiale di riporto antropico, alcuni strati di terreno sostanzialmente uniformi, i cui valori nominali delle caratteristiche geotecniche possono essere così riassunti:

Coesione non drenata	C_u	0,5-1,5	Kg/cm^2
Coesione drenata	C'	0,14-0,49	Kg/cm^2
Peso di volume	γ	1,85 – 2,05	t/mt^3
Angolo d'attrito interno	ϕ	32 – >38	°
Densità relativa	D_r	60 - 80	
Indice di consistenza	I_c	0,75-1,0	

Le caratteristiche fisiche e geomeccaniche del terreno ottenute dalla campagna indagine verranno dettagliatamente riportate nella relazione definitiva di realizzazione dei fabbricati in modo da permettere una ricostruzione puntuale del modello geotecnico.

Tutti i valori sopra riportati risultano applicabili solo ai terreni presenti in posto in quanto i materiali di riporto eventualmente utilizzati, durante la realizzazione dell'opera, potranno essere di natura differente e pertanto avere caratteristiche diverse.

I terreni descritti non si ritengono suscettibili di liquefazione in fase sismica.

I terreni superficiali indagati, pur aventi un grado di consolidazione da medio a medio-alto e parametri geotecnici medio-buoni presentano un abbondante quantitativo di matrice fine e pertanto possono essere soggetti a fenomeni di essiccazione e rigonfiamento, legati alla variazione del contenuto di acqua igroscopica, determinati da particolari condizioni atmosferiche stagionali.

3.3 - Modello geologico di Sintesi per le verifiche di stabilità

Dato il contesto geomorfologico del sito oggetto di studio non sono state eseguite delle verifiche di stabilità generale e locale.

4. MODELLAZIONE' SISMICA DEL SITO

4.1 - Sismicità storica dell'Area

Le testimonianze degli effetti dei terremoti, nell'area in esame, sono particolarmente abbondanti e tali da costituire dei veri e propri cataloghi storici degli eventi che possono essere distinti a seconda dell'origine degli stessi e comunque sempre a carattere macrosismico.

Al riguardo si deve sottolineare che esistono attività sismiche di diverso tipo:

- carattere locale (intensità VI-VII grado MCS, magnitudo < 4 , profondità ipocentrali basse e $< 5\text{km}$);
- risentimenti di sismi verificatisi in aree sismogenetiche prossime all'area in esame (intensità \leq V-VI grado MCS);
- risentimenti di sismi verificatisi in aree sismogenetiche relativamente vicine con risentimenti riferibili a circa intensità $>$ VII-VIII grado MCS - magnitudo > 5 .

Il rischio sismico dipende sostanzialmente da tre fattori principali:

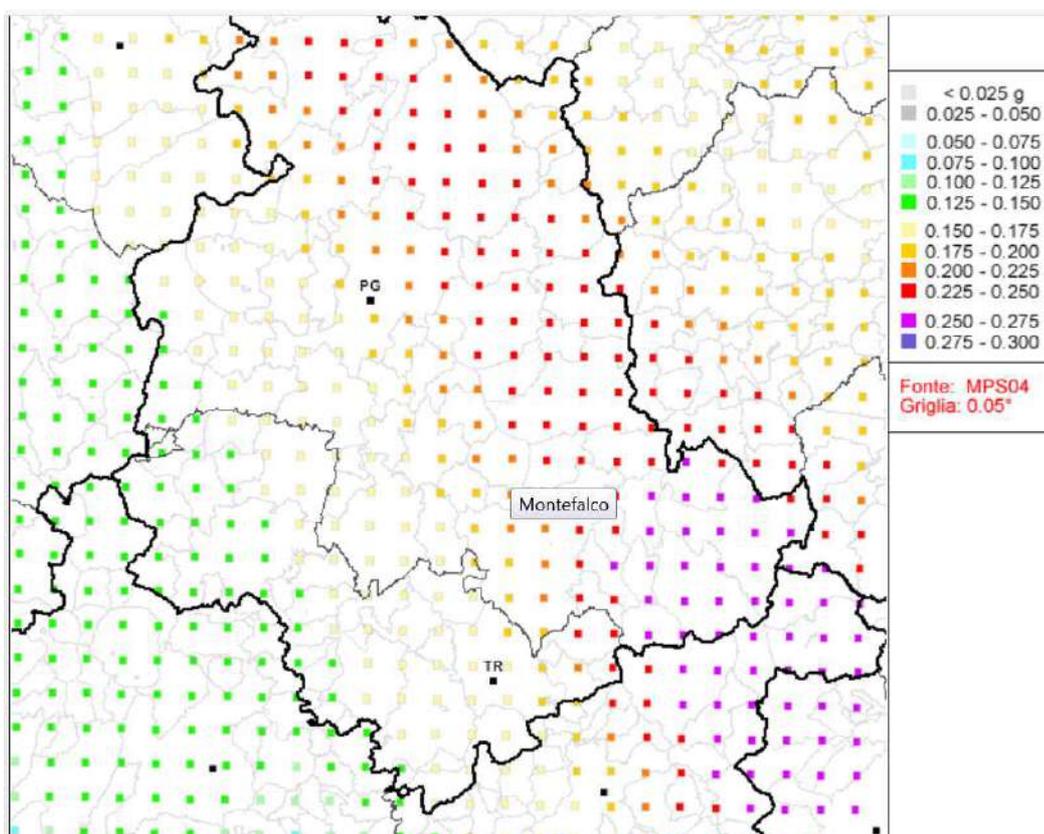
- Pericolosità sismica: cioè la propensione di un sito ad essere affetto da terremoti (vedi sopra frequenza temporale ed intensità dei sismi);
- Esposizione sismica: misura quantitativa del "valore" economico-sociale (in termini di vite umane) di una struttura;
- Vulnerabilità del patrimonio edilizio: è la propensione di una struttura a subire un certo grado di danneggiamento a causa degli effetti di un evento sismico di prefissata severità. Fattore legato essenzialmente alla vetustà dei fabbricati, alla assenza di manutenzione o alla cattiva qualità esecutiva degli immobili. Viene per cui definito Input Sismico di un sito la pericolosità sismica e quindi il terremoto atteso sulla base del quale deve essere progettata, in base alla sua vulnerabilità, la struttura da realizzare.

Ai fini puramente normativi si deve comunque ricordare che alla luce della nuova normativa nazionale inerente la riclassificazione sismica del territorio nazionale, in base alle disposizioni dell'Ordinanza della P.C.M. n. 3274/2003

e D.G.R. n. 852/2003, il **Comune di Montefalco** è stato classificato attualmente nella zona 2, alla quale corrisponde un valore di accelerazione orizzontale (ag) massima su suolo pari a: 0,25 e pertanto le verifiche di calcolo devono tener conto delle sollecitazioni aggiuntive tipiche delle aree con dichiarata sismicità.

4.2 - Definizione della pericolosità di base e degli eventi di riferimento

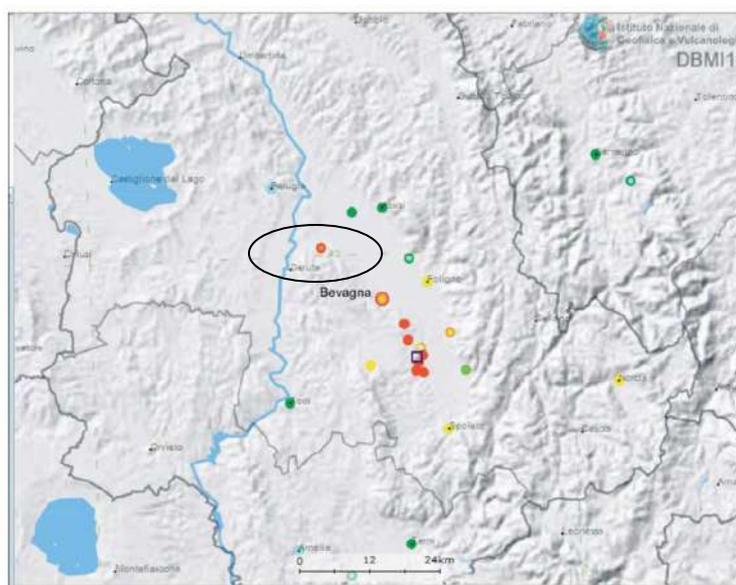
Il quadro della pericolosità sismica di base elaborato dall' INGV, assegna al **Comune di Montefalco** un valore di accelerazione massima al suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (periodo di ritorno di 475 anni), pari a 0,207g, valore che fa ricadere tale area in zona sismica 2.



La massima intensità macrosismica storicamente osservata nel sito di **Montefalco** è riconducibile al VIII grado della MCS, in occasione del terremoto avvenuto nel 01/13/1832 con area epicentrale localizzata nella Valle del Topino. Successivamente sono stati estrapolati dal Catalogo

Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI04), i terremoti con epicentro localizzato in un raggio rispettivamente di 20 Km e 200 Km di distanza dal **Comune di Montefalco**. Il CPTI copre una finestra temporale tra il 212 a.c. ed il 2002 e contiene eventi con intensità epicentrale 10 maggiore di V-VI MCS (il VI grado della scala MCS rappresenta la soglia minima per cui si possono avere effetti sui manufatti). I risultati di tali ricerche mostrano che gli eventi che ricadono ad una distanza inferiore o uguale a 20 Km sono avvenuti in prossimità dell'area in esame ed hanno una magnitudo inferiore a 6. Distanze comprese tra i 20 Km ed i 50 Km sono caratterizzate da eventi localizzati nell'Appennino umbro-reatino, con magnitudo prossime o superiori a 6.

Per distanze dai 30 Km ai 100 Km si hanno eventi con origine nelle strutture sismogenetiche dell'Appennino Umbro Marchigiano, es. terremoto di Camerino del 30/04/1279 (Mw=6.3); es. terremoto di Gualdo Tadino del 27/07/1751 (Mw=6.3). Distanze maggiori ai 100 Km sono caratteristiche di eventi localizzati nell'Appennino Abruzzese es. terremoto Aquilano del 09/09/1349 (Mw=6.5). Per alcuni eventi che testimoniano la storia sismica dell'area oggetto di studio vengono riportati i seguenti prospetti di riferimento:



1878 VALLE DEL CLITUNNO



La storia degli eventi sismici che hanno interessato il territorio **Montefalchese** viene riportata nei cataloghi sismici di cui al precedente paragrafo. Tali eventi sono riconducibili dal punto di vista sismotettonico ad alcune caratteristiche strutturali del territorio circostante.

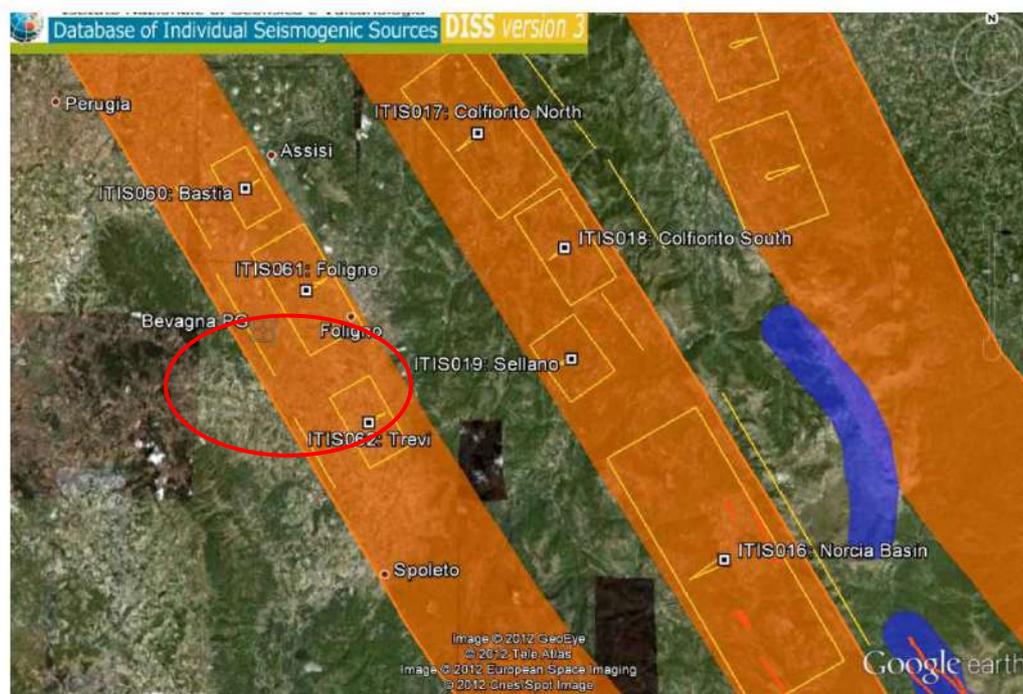
L'elemento di maggiore interesse è sicuramente la presenza, nell'area sismotettonicamente significativa per il sito, della parte centrale della dorsale appenninica (Appennino umbro-marchigiano, umbro-reatino e abruzzese) interessata prevalentemente da una attività tettonica di tipo distensivo. La sismicità storica e strumentale dell'Appennino umbro-marchigiano e umbro-reatino sembra fortemente controllata dalla geometria di una faglia diretta immergente ad Est, la Faglia Altotiberina (FA). La faglia ha una inclinazione media di 30° verso NE e rappresenta lo scollamento basale di faglie quaternarie sismogenetiche immergenti verso SW. La traccia di superficie della faglia Altotiberina separa un settore quasi asismico ad Ovest, a letto della FA, da un settore in distensione interessato da attività sismica ad Est, al tetto della FA. Le faglie sintetiche ed antitetiche al tetto della FA, a loro volta, consentono di suddividere il settore in distensione in una serie di blocchi strutturali. A partire da Nord, le strutture riconosciute sismotettonicamente attive (Galardini et al., 2000) che si incontrano sono le faglie denominate Alta Val Tiberina Ovest e Alta Val Tiberina Est; procedendo verso sud si incontrano le faglie di Gubbio, Gualdo Tadino, Colfiorito e Norcia.

Un quadro sintetico delle sorgenti sismogenetiche attive nell'area di interesse può essere estratto dal "*Of Individual Seismogenic Sources*" (DISS) versione 3.1.0 (DISS Working Group, 2009; Basili et al., 2008). Si può osservare come la città di **Montefalco** ricade all'interno della Sorgente Sismogenetica ITCS028 caratterizzata da una $M_w=6,2$. In particolare in un raggio di 20 Km dal sito in esame si trovano due Sorgenti Sismogenetiche Individuali Trevi e Foligno caratterizzate rispettivamente da $M_w=5,5$ e $M_w=5,8$.

Di seguito è riportata una mappa dell'area di interesse con l'ubicazione delle più vicine Sorgenti Sismogenetiche Individuali e per ogni sorgente

sismogenetica sono riassunti i principali parametri geometrici della faglia (lunghezza e larghezza) e la massima magnitudo momento M_w associata.

CODICE DISS	NOME	LUNGHEZZA (Km)	PROFONDITA' (Km)	M_w
ITIS062	TREVI	7	2-4,3	5,5
ITIS061	FOLIGNO	10,2	2-5	5,8
ITIS060	BASTIA	6,2	2-4	5,4
ITIS017	COLFIORITO Nord	14	3,4-8,5	6
ITIS018	COLFIORITO Sud	9	4-7,8	5,7
ITIS019	SELLANO	6	2,5-6,5	5,6
ITIS038	GUBBIO Nord	10	2,5-4,9	6
ITIS037	GUBBIO Sud	10	4-6,4	6



Parametri sismici di base

Nel territorio comunale esiste una varietà di situazioni geolitologiche, geomorfologiche, geoidrologiche e geofisiche che determina una molteplicità di situazioni da cui, in definitiva, dipenderà l'effettivo modo di presentarsi delle accelerazioni prodotte da un sisma.

L'azione sismica in base alla quale valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definisce a partire dalla conoscenza della "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, definita da:

- accelerazione orizzontale di picco attesa, a_g , in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (suolo di categoria A) con superficie topografica orizzontale;
- spettro di risposta elastico isoprobabile in accelerazione (componente orizzontale) in condizioni di campo libero su sito rigido (suolo A) con superficie topografica orizzontale.

L'azione sismica è riferita ad un periodo di riferimento (VR) dell'opera e allo stato limite (SL) da verificare, cui è associato un periodo di ritorno TR.

VR definisce il periodo di osservazione durante il quale viene definito un terremoto di intensità prefissata in base a TR e a cui è associata una probabilità di eccedenza, durante tale periodo, dell'azione da considerare.

$$VR = V_n \times C_u$$

dove:

V_n = vita nominale

C_u = coefficiente d'uso, definito in base alla classe d'uso*

In Italia la "pericolosità sismica di base" è stata definita su tutto il territorio nazionale dall'INGV attraverso un reticolo di riferimento con maglia avente passo < 10 km per periodi di ritorno ricadenti in un intervallo di riferimento compreso tra 30 e 2475 anni estremi inclusi.

La pericolosità sismica di "base", sito specifico, ai sensi del § 3.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al D.M. 17.01.2018, è stata definita attraverso i seguenti parametri di scuotimento:

- accelerazione orizzontale di picco attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (suolo di categoria A);
- parametri F_0 e T_c^* dello spettro di risposta elastico in accelerazione (componente orizzontale) su suolo rigido (categoria A) e superficie topografica orizzontale.

I parametri a_g , F_0 e T_c^* sono definiti (NTC) in termini probabilistici con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza (PVR) nella vita di riferimento (VR) del manufatto su tutto il territorio nazionale attraverso lo

stesso reticolo di riferimento dello studio INGV (passo 0,05°). Per quanto riguarda il fabbricato in esame sono stati ottenuti i seguenti valori:

WGS84: Lat 42.892016 - Lng 12.644409

ED50: Lat 42.892982 - Lng 12.645347

Mappa

Satellite



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a _g [g]	F ₀	T _c * [s]
Operatività (SLO)	30	0.069	2.432	0.272
Danno (SLD)	50	0.088	2.389	0.280
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.216	2.414	0.312
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.274	2.436	0.324

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

Coefficienti sismici

Tipo Muri di sostegno NTC 2008

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

1 0.1

Cat. Sottosuolo B

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,19	1,13
CC Coeff. funz. categoria	1,43	1,42	1,39	1,38
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.015	0.019	0.080	0.096
kv	0.007	0.010	0.040	0.048
Amax [m/s ²]	0.811	1.040	2.517	3.037
Beta	0.180	0.180	0.310	0.310

4.3 - Determinazione e Definizione dell'azione sismica di sito

Per la definizione della pericolosità sismica del sito ci si è avvalsi dei dati ottenuti da due prove geofisiche eseguite nell'area con tecnica MASW e Re.Mi, finalizzata alla ricostruzione del profilo verticale delle onde S ed alla determinazione del parametro di progetto V_{seq} : Sono state inoltre eseguite misure HVSR dei rapporti fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale dei microtremori ambientali. La metodologia HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), detta anche Metodo di Nakamura permette la misura della frequenza caratteristica del terreno.

Per l'acquisizione dei dati di campagna è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- - Sismografo della Ambrogeo mod.12/24 risoluzione di acquisizione 16 bit;
- - Geofoni verticali con frequenza 4.5 Hz;
- - Energizzazione a percussione con massa battente su piastra.

L'indagine MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) è una tecnica investigativa che consente una ricostruzione della distribuzione della velocità delle onde S nel sottosuolo, permettendo di ricavare il parametro V_{seq} necessario per la classificazione dei suoli in base all'Ordinanza 3274 del Presidente del Consiglio dei Ministri (e successive modifiche) che stabilisce le nuove norme tecniche in materia di progettazione antisismica. Il profilo V_{seq} con il metodo MASW viene ricavato tramite l'inversione delle curve di dispersione delle onde di superficie Rayleigh, che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza tra onde di pressione P e onde di taglio verticali Sv.

La strumentazione impiegata è un sismografo Ambrogeo – Eco 24-2002 Seismic Unit. L'acquisizione delle onde di Rayleigh è avvenuta tramite n. 2 stendimenti sismici a 12 geofoni verticali a frequenza propria di 4.5 Hz distanziati ognuno di 2.0 m per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 22 metri. Nell'ambito della fase di acquisizione sono state effettuate n° 2 energizzazioni esternamente al profilo rispettivamente ad una

distanza di 5 m e 10 m dal geofono G 1 e G12. L'elaborazione dei dati ottenuti dal profilo Masw 1, effettuata tramite il software *winMASW* 4.3 Pro, ha permesso di ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS) oltre che la determinazione dello spettro di velocità e l'identificazione delle curve di dispersione con la loro inversione/modellazione.

Dalle indagini sismiche effettuate dallo scrivente nell'area, infatti, si è potuto constatare un graduale aumento di velocità delle onde S con la profondità e in base alle conoscenze geologiche dell'area tali velocità ricavate possono essere ricondotte ad un primo livello a materiali sciolti o scarsamente consistenti di natura granulare/coesiva mentre per i layer sottostanti ad un materiale di natura granulare/coesiva con medio/alto grado di consistenza.

L'elaborazione tramite la tecnica di inversione ha permesso quindi di ricostruire un modello sismostratigrafico del terreno che mostra la presenza di n. 5 orizzonti di velocità:

In base a quanto attualmente esposto nelle "Norme tecniche per le costruzioni" del D.M. 17 gennaio 2018, utilizzando i dati ricavati e considerando in via cautelativa il piano di posa delle fondazioni coincidente con il p.c. si consiglia di assegnare al Modello di terreno oggetto di studio la seguente categoria di sottosuolo di fondazione:

Categoria di Sottosuolo di tipo "B"

(valori di V_{Seq} compresi tra 360 e 800 m/s)

Il valore di V_{S30} con il quale è stata ricavata la Categoria di sottosuolo è stato ipotizzato considerando la situazione più sfavorevole che comporta un piano di posa delle fondazioni coincidente con il p.c. Nel caso di fondazioni intestate a profondità maggiori, essendo presente una successione sismostratigrafica con valori di consistenza/addensamento prevalentemente crescenti con la profondità, si avrà un incremento del valore V_{Seq} che potrebbe comportare una variazione della categoria di sottosuolo.

Sono state eseguite di misure del microtremore del sito attraverso prove geofisiche HVSR per la determinazione delle frequenze di sito in superficie. Il rumore sismico ambientale viene prodotto da cause naturali come onde oceaniche, perturbazioni atmosferiche, venti, o da vibrazioni di origine antropica che possono essere rappresentate principalmente da traffico veicolare o da attività industriale. I microtremori che sono prodotti da fenomeni naturali a grande distanza, sono in genere caratterizzati da frequenze molto basse (<0.5 Hz) e stabili che si compongono principalmente in onde superficiali.

La natura essenzialmente stocastica dei microtremori, permette d'altra parte di assumere che essi siano generati da una distribuzione di sorgenti casuali e non coordinate tra loro, consentendo quindi di ipotizzarne la dipendenza prevalentemente dalla struttura del sottosuolo.

(D. Albarello – “Metodi sismici per la determinazione del profilo di velocità delle Onde S” in “La risposta sismica locale per la progettazione strutturale” - A cura di Roberto W. Romeo – CISM 2007)

Descrizione del metodo HVSR

La metodologia HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio), detta anche Metodo di Nakamura si basa sulla misura dei rapporti fra le ampiezze spettrali delle componenti orizzontali e verticale dei microtremori ambientali e sull'individuazione di massimi in frequenza della funzione H/V così ottenuta.

Il principio teorico alla base del metodo prevede che il rapporto H/V consente di eliminare il contributo della sorgente locale, che dovrebbe essere confrontabile nelle sue componenti orizzontali e verticale.

L'ampiezza dei massimi della funzione H/V è proporzionale, anche se non linearmente, all'entità del contrasto di impedenza sismica tra lo strato di base, ad elevata velocità sismica (generalmente con $V_s > 800$ m/s) e la sovrastante copertura a velocità sismica più bassa.

L'esistenza di tale contrasto infatti può generare l'instaurarsi di frequenze proprie negli strati geologici sedimentari, che giocano un ruolo assai

importante negli studi di microzonazione sismica, in particolar modo per i problemi di interazione terreno/struttura.

La tecnica si basa su misure del rumore sismico, eseguite in superficie, in un intervallo di tempo opportunamente lungo (dell'ordine di circa 20 minuti), in modo da registrare le proprietà medie di un campo di onde sismiche generato da una molteplicità di sorgenti differenti, sia naturali che superficiali, distribuite casualmente attorno ad un punto di misura. In tal modo il campo d'onda generato, generalmente composto dalla combinazione delle diverse tipologie di onde sismiche di volume, P ed S, e di superficie, Rayleigh e Love, tende ad avere un andamento che non dipende dalle singole sorgenti ma dalle caratteristiche fisiche del mezzo attraversato.

L'esistenza di un forte contrasto di impedenza sismica tra due mezzi fa sì che il rapporto tra le componenti spettrali delle onde orizzontali e di quelle verticali, delle onde di volume e di quelle superficiali, abbia dei massimi in funzione delle frequenze di risonanza delle onde S, dato che le componenti verticali tendono ad annullarsi.

Al contrario, in assenza di contrasti di impedenza sismica alla base della copertura sedimentaria, la curva H/V non presenta dei massimi evidenti.

Se il rapporto spettrale presenta invece dei massimi, si può dimostrare teoricamente che, in caso di basamento sismico orizzontale, la frequenza di risonanza individuata è pari al rapporto tra la media delle Vs nella copertura e il quadruplo dello spessore della stessa.

Il segnale registrato nelle tre componenti viene processato dividendolo in finestre temporali di uguale grandezza. Su tali finestre temporali vengono calcolati gli spettri di risposta e successivamente la componente H viene ricavata dalla media tra le due componenti NS ed EW.

Vengono ricavati i rapporti spettrali H/V per ciascuna finestra ed infine, dopo un confronto tra le varie finestre per verificare la continuità nel tempo del rapporto spettrale tra le componenti orizzontali e la verticale, si ottiene per media la curva H/V del sito. Attraverso un confronto tra i singoli spettri di risposta, sia tra quelli delle componenti orizzontali che tra questi e quello

della componente verticale, e attraverso il confronto tra il rapporto spettrale H/V e quello della componente verticale, vengono escluse quelle frequenze dipendenti da cause non correlabili alle caratteristiche fisiche del mezzo, come ad esempio quelle provenienti da cause artificiali attive, vicine e monodirezionali o passive (trasmissione dinamica delle frequenze modali di un edificio), oppure quelle causate da rumore elettromagnetico.

Per verificare l'attendibilità delle frequenze rilevate viene infine ricavata la funzione di coerenza della cross-correlazione tra i segnali provenienti dalle due componenti orizzontali.

L'elaborazione e l'interpretazione dei dati avviene secondo quanto previsto dal protocollo del progetto SESAME (SESAME European project, 2005), secondo il quale si ricavano i valori del rapporto H/V in funzione della frequenza, la stazionarietà del segnale, cioè la valutazione della stabilità nel tempo della curva H/V, e la sua variazione in funzione della frequenza e della direzione di provenienza.

Le frequenze di interesse ingegneristico sono ampiamente contenute nell'intervallo 0.5÷20 Hz.

Risultati delle misure di HVSR

In tabella sono elencate le misure HVSR e i valori delle frequenze caratteristiche.

P.A: Andreani - Viale della Vittoria Montefalco (PG)	FREQUENZA (f 0)
HVSR	1.44 - 1,19 Hz

Il sito in esame inoltre è ubicato in corrispondenza di una superficie con inclinazione media minore a 15° e pertanto, in base a quanto previsto dal D.M. del 17 gennaio 2018, l'area può essere classificata nella seguente categoria topografica:

Categoria Topografica "T1"

4.4 - Stabilità nei confronti della liquefazione

Dato il livello della falda locale posto ad una profondità di circa - 65-70 m dal piano campagna tale verifica viene omessa così come previsto dalle normative vigenti (NTC 2018).

5 - Considerazioni Studi di Microzonazione Sismica di Livello 1

Le specifiche tecniche e gli standard di riferimento con cui è stato condotto lo studio di MS di livello 1, sono gli Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;

Lo studio di MS di Livello 1 rappresenta un grado propedeutico a successivi studi di MS (livello 2 e 3) e si è sviluppato con la raccolta organica e ragionata dei dati di natura geologica, geofisica e geotecnica preesistenti e acquisiti al fine di rappresentare l'area in microzone qualitativamente omogenee dal punto di vista del comportamento sismico.

Nello specifico lo studio di Microzonazione Sismica L1, sull'area in esame, ha permesso di individuare la seguente zona:

- **Zona stabile suscettibile di amplificazione sismica:** è una zona in cui il moto sismico viene modificato a causa delle caratteristiche litostratigrafiche e/o geomorfologiche del territorio;

Considerazioni Geologico-Tecniche

Nello studio effettuato per la microzonazione sismica L1 sono state acquisite da precedenti studi e cartografie informazioni riguardanti i litotipi affioranti, distinti in primis tra terreni di copertura e substrato geologico (nel caso del presente lavoro, substrato considerato rigido e non rigido).

Sono state inoltre analizzate le forme di superficie ritenute significative quali conoidi, orli di scarpate morfologiche con altezza compresa tra 10 e 20 metri e creste, oltre ad elementi tettonico-strutturali quali faglie dirette non attive.

Sono stati altresì acquisiti i seguenti elementi geologici ed idrogeologici:

- giaciture degli strati;
- ubicazione di sondaggi che hanno raggiunto il substrato (con indicazione della profondità ove il substrato è stato rinvenuto) e ubicazione di sondaggi

che non hanno raggiunto il substrato (con indicazione della massima profondità raggiunta dalla perforazione);

- misure della profondità della falda con relativa indicazione della profondità della superficie libera a partire dal piano campagna. Tale misure hanno permesso di individuare la falda superficiale, a carattere stagionale, ad una profondità di 1,2 – 1,6 m dal piano campagna.

5.1. Considerazioni Sulla Carta delle Microzone Omogenee

Nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) è stata rappresentata da una area, individuata sulla base di osservazioni geologiche e geomorfologiche e in relazione all'acquisizione, valutazione ed analisi dei dati ottenuti dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite in sito e da quelle pregresse.

Di particolare importanza a questo scopo è risultata la ricostruzione del modello geologico-tecnico dell'area, l'individuazione dei litotipi costituenti il substrato rigido (ovvero dei materiali caratterizzati da valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio S significativamente maggiori di quelli relativi alle coperture localmente presenti) e la stima di massima del contrasto di impedenza sismica atteso.

Dalla carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica sono state individuate pertanto:

ZONE STABILI

- **Zona 2:** è caratterizzata da un terreno vegetale avente uno spessore variabile tra 0,8 – 1,0 m e da un orizzonte di ghiaie e sabbie, con granulometrie generalmente medie e grossolane, grado di addensamento medio e spessore compreso tra 40 e 60 metri, poggiante su di un strato di argille; tale situazione litostratigrafica comunque non genera contrasti di impedenza sismica elevati.

5.2 Considerazioni Studio di Microzonazione Sismica di Livello 2

Le specifiche tecniche e gli standard di riferimento con cui è stato condotto lo studio di MS di livello 2 sono quelle riportate dagli Indirizzi e Criteri generali per la Microzonazione Sismica del Dipartimento della Protezione Civile Nazionale (ICMS) approvati il 13 novembre 2008 dalla Conferenza delle regioni e delle Province autonome;

Considerazioni Geologico-Tecniche

Nello studio effettuato per la microzonazione sismica L2 sono stati acquisiti dati dalle indagini eseguite in sito riguardanti i litotipi affioranti. Sono state inoltre analizzate le forme di superficie ritenute significative quali conoidi, orli di scarpate morfologiche oltre ad elementi tettonico-strutturali quali faglie. E' stata altresì analizzata la profondità della falda con relativa indicazione della profondità della superficie libera a partire dal piano campagna. Nell'area la falda acquifera superficiale, a carattere stagionale, è stata intercettata ad una profondità di circa -1,2-1,6 m.

CONSIDERAZIONI SULLE INDAGINI EFFETTUATE

Le indagini geognostiche e le indagini geofisiche eseguite hanno permesso l'analisi della dispersione delle onde da misure di sismica attiva (e.g. Park et al., 1999) utili a definire i profili verticali della velocità di propagazione delle onde di taglio VS. Di seguito vengono riassunti i valori delle rispettive categorie sismiche previste dalle NTC 2008:

Viale della Vittoria - Montefalco	VS ₅ (m/s)	Categoria di Sottosuolo
MASW 1		B
MASW 2		B

Viene, inoltre, riportata per la stazione di misura HVSR del rumore sismico ambientale il valore della frequenza caratteristica determinata:

Viale della Vittoria - Montefalco. HVSUR	FREQUENZA caratteristica di sito (f_0)
HVSUR 1-2	1.44 - 1,19 Hz

5.3. CONSIDERAZIONI SULLA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

Lo studio di Microzonazione Sismica di secondo livello del sito di lottizzazione è stato redatto secondo gli Indirizzi e Criteri di Microzonazione Sismica vigenti.

5.3.1. Valutazione dell'Instabilità di versante

In cartografia non sono state riportate frane attive e/o quiescenti. Non sono stati inoltre evidenziati, durante i sopralluoghi, fenomeni gravitativi.

5.3.2. Valutazione degli effetti litologici

Per la valutazione degli effetti litologici, la normativa vigente, indica che per la microzonazione di 2° livello, si può fare ricorso a metodi semplificati che prevedono l'uso di abachi. Allo stato attuale non essendo disponibili abachi specifici per la Regione Umbria, vengono utilizzati quelli inseriti nel Volume "Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica" della Protezione Civile Nazionale.

Gli abachi forniscono due valori di amplificazione sismica F_a ed F_v così definiti:

- **F_a** : fattore di amplificazione a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione);
- **F_v** : fattore di amplificazione a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

Per la valutazione di F_a ed F_v è necessario conoscere la litologia prevalente del sottosuolo nel sito considerato, l'andamento della velocità delle onde di taglio (V_s) con la profondità e la profondità del bedrock sismico. Gli abachi sono costruiti per tre diversi profili di velocità nel sottosuolo:

Profilo 1: velocità costante (VSH) lungo tutto lo spessore del deposito

Profilo 2: velocità crescente con la profondità con il gradiente massimo

Profilo 3: profilo di velocità crescente con la profondità con gradiente intermedio tra i due precedenti.

Sulla base delle conoscenze geologiche e geofisiche dell'area è stato scelto per il sito specifico il profilo di velocità crescente.

La stima dei Fa litostratigrafici è stata ottenuta tramite i valori di Vs ricavati dalle prove geofisiche di tipo MASW eseguite nell'area che hanno portato a definire la velocità media delle onde di tipo S della copertura e del substrato sismico. Gli spessori delle coperture, molto ridotte nell'area, sono state definite tramite prove di microtremore sismico HVSR (Nakamura).

Per quanto riguarda la litologia gli abachi nazionali che prevedono tre tipologie di depositi sciolti: ghiaie, sabbie e argille è stata scelta la litologia argille (coltre eluvio colluviale). Tale scelta è stata applicata, oltre che nella classificazione litologica, anche in quella relativa alla Vs e alla profondità del substrato senza utilizzare i metodi classici di interpolazione che, a parere dello scrivente, trovano scarsa importanza nel caso specifico, vista la elevata variabilità litostratigrafica non ben rappresentata dalle classificazioni proposte.

5.3.3. Scelta ed utilizzo degli Abachi

Per i territori considerati nel corso del presente studio è stato utilizzato il profilo con gradiente costante. Infine, gli abachi forniscono i valori di amplificazione per tre classi di ag: 0,06g, 0,18g, 0,26g. Per l'area in esame sono stati utilizzati gli abachi riferiti al valore di 0,26g.

Modello del sottosuolo: Il modello di sottosuolo si riferisce a un deposito stratificato di terreni omogenei deformabili, sovrastante un terreno più rigido avente $V_s = 800$ m/s (bedrock sismico).

Spessore del deposito: Lo spessore totale del deposito di terreni soffici (H). La velocità equivalente del deposito di terreni soffici $V_s H$.

E' stato considerato come profilo di velocità quello a velocità crescente con la profondità con il gradiente costante ed intermedio.

Velocità del bedrock sismico:La velocità del bedrock sismico è fissata sempre uguale a 800 m/s.

Nella tabella seguente sono riportati i dati che permettono di valutare i relativi Fattori di amplificazione.

<i>Località</i>	<i>Profondità Substrato (m)</i>	<i>Vsh (m/s)</i>	<i>Vs Substrato (m/s)</i>	<i>Fa</i>	<i>Fv</i>
Viale della Vittoria - Montefalco	> 60	395	800	1,17 - 1,33	1,81– 2,10

Tabella: Range dei valori dei Fattori Fa e Fv determinati.

Nella Carta della Microzonazione Sismica allegata è riportato il solo valore di Fa data l'omogeneità sismostratigrafica riscontrata sul sito da edificare.

5.3.4. Limiti di utilizzo degli abachi per amplificazioni litostratigrafiche

Lo studio ha seguito un approccio di tipo quantitativo e ha fornito una stima della risposta sismica locale in termini di fattori di amplificazione. L'utilizzo degli abachi è stato possibile in quanto l'assetto geologico e geotecnico è assimilabile a un modello fisico monodimensionale, cioè a n strati piani, orizzontali, paralleli, continui, di estensione infinita, omogenei a comportamento viscoelastico. Ogni strato è caratterizzato dallo spessore h , dalla densità ρ , dal modulo di taglio iniziale G_0 e da curve di decadimento del rapporto di smorzamento (D). Questi strati giacciono sul basamento sismico (bedrock).

Nel studio effettuato si è potuto riscontrare principalmente:

- substrato geologico costante con strati piano-paralleli
- successioni stratigrafiche con terreni aventi incremento di rigidità con la profondità

- non sono presenti aree soggette ad instabilità.

In base a quanto esposto, quindi, l'utilizzo degli abachi si può ritenere utilizzabile.

6. CONSIDERAZIONI FINALI

L'indagine e lo studio effettuato hanno avuto come scopo quello di conoscere la geologia e la geomorfologia dell'area, nonché la parametrizzazione fisica e geotecnica dei terreni del sito sul quale è in progetto un Piano Attuativo privato, in variante al vigente piano di fabbricazione, per la realizzazione di edifici per attività commerciali e servizi.

Lo studio si è sviluppato con un attento e dettagliato rilevamento di campagna volto a definire le caratteristiche generali e particolari dell'area, con l'individuazione delle caratteristiche idrogeologiche e la presenza di falde idriche superficiali.

Da quanto emerso dalle indagini effettuate, si può asserire che i dati acquisiti siano sufficienti per poter responsabilmente estrapolare quanto necessario alla fase progettuale dell'opera in progetto.

Considerando che l'area ricade in zona sismica 2 ($S=9$; - Decreto MM. LL. PP. 26 giugno 1981 e D.G.R. n. 852/2003) si consiglia, secondo quanto previsto dalle istruzioni applicative del D.M. 16 Gennaio 1996 (norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche) al punto C.6.1.1, di adottare un coefficiente di fondazione $\varepsilon = 1$ e un coefficiente di sottofondo (Winkler) $K_w = 1-4 \text{ Kg/cm}^3$. Si rimanda comunque al progettista la scelta definitiva di questi parametri.

Per quanto riportato dal D.M. del 17 gennaio 2018 e dalla Circ. n. 7 del 21-01-2019, in base all'esperienza acquisita dello scrivente sui terreni presenti, si consiglia di assegnare al modello geologico del sito, oggetto di studio, una Categoria di Sottosuolo di Tipo "B". Essendo inoltre il sito in esame ubicato su una superficie con inclinazione media minore a 15° l'area deve essere classificata come Categoria Topografica "T1".

Dai sopralluoghi effettuati nell'area è stata evidenziata la mancanza di una

regimazione delle acque meteoriche e di un loro corretto deflusso. Data la conformazione geomorfologica potrebbe riversarsi, in concomitanza di eventi pluviometrici intensi lungo il versante in esame, un consistente quantitativo di acqua. Al fine di non compromettere a lungo termine la stabilità dei luoghi si consiglia di realizzare, in zone idonee poste a monte dei fronti di scavo e dei fabbricati in costruzione, un sistema di canalette o trincee per la raccolta e allontanamento delle acque superficiali. Si ritiene che tali opere di regolazione idraulica intercettando le acque di scorrimento, diminuiscano l'infiltrazione ed il ristagno delle stesse e quindi l'appesantimento dei terreni apportando un miglioramento delle caratteristiche idrogeologiche dell'area e di quelle meccaniche dei terreni stessi a vantaggio della stabilità generale del sito. Gli interventi suggeriti nella presente relazione dovranno essere progettati ed adeguatamente dimensionati.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico, seguendo le precauzioni suggerite, non esistono impedimenti fisici alla fattibilità delle opere in progetto, in quanto attualmente, il sito non sembra essere interessato da fenomeni franosi in evoluzione o da fenomeni erosivi particolarmente intensi.

Dallo studio effettuato emerge che le condizioni di equilibrio globale del sito in esame risulta attualmente stabile e quindi sono consentiti sia il pubblico accesso che le attività antropiche.

Si raccomanda comunque di eseguire con la massima cautela gli sbancamenti per la realizzazione delle strutture in progetto, rispettando tutte le norme di sicurezza inerenti le opere di scavo. Data la morfologia del sito e le caratteristiche dei terreni presenti prima della realizzazione di eventuali scavi di profondità significativa, si dovrà procedere utilizzando opere di sostegno provvisorie e definitive. Ciò permetterà di lavorare in sicurezza senza causare detensionamenti ai terreni presenti ed al versante stesso. Si suggerisce, inoltre, di non far trascorrere un tempo troppo lungo tra gli scavi e la realizzazione delle opere definitive in progetto.

Si porta a conoscenza che i terreni superficiali presenti pur aventi un discreto grado di consolidazione e parametri geotecnici medio-buoni, sono caratterizzati dalla presenza di una matrice fine, in alcuni punti anche abbondante, pertanto possono essere soggetti a fenomeni di essiccazione e/o rigonfiamento determinati da particolari condizioni atmosferiche estreme; estesi periodi di siccità o eventi pluviometrici prolungati nel tempo che possono influire sul contenuto interno di acqua igroscopica.

La presente relazione geologica e geotecnica sulle indagini è stata redatta ai sensi del **D.P.R. 328/01 - art. 41**, inoltre le stesse indagini e gli studi specifici a supporto della relazione geologica sono stati eseguiti secondo quanto enunciato dal D.M. 17/01/18.

I dati acquisiti, pur essendo attendibili, potrebbero avere valore locale quindi si ritiene necessaria la presenza del geologo durante la fase esecutiva di realizzazione delle opere in progetto. In questa fase verrà controllata la corrispondenza tra la caratterizzazione geotecnica dei materiali assunta in progetto e la situazione effettiva. Qualora durante l'esecuzione dei lavori si venisse a conoscenza di nuovi dati non conformi a quanto esposto nella presente relazione, il progetto dovrà essere modificato in corso d'opera come previsto dall'Art. 3 del D.M. 11/03/1988.

Si tenga infine presente che la tipologia, l'ampiezza dello studio e relative considerazioni sono strettamente subordinate all'incarico ricevuto e quindi al tipo e alle dimensioni delle opere da realizzare. Il presente elaborato tecnico pertanto non può essere generalizzato per interventi di altra natura.

Si resta a disposizione per eventuali ulteriori chiarimenti o integrazioni.

Montefalco, 19 aprile 2021

Dott. Geol. Giorgio Leoni

TAVOLE - ALLEGATI

TAV. I

Carta Corografica scala 1: 25.000

TAV. II

Planimetria Catastale con ubicazione dell'opera scala 1: 2.000

TAV. III

Planimetria Catastale con ubicazione indagini scala 1: 1.000

TAV. IV

Stralcio cartografia geologica regionale dalla scala 1: 10.000

TAV. V

Stralcio Carta PAI Inventario Fenomeni Franosi dalla scala 1: 10.000

ALLEGATO A

Elaborazione dati geofisici e profilo sismostratigrafico

ALLEGATO B

Elaborazione dati prove penetrometriche

ALLEGATO C

Carta delle frequenze dalla scala 1:200

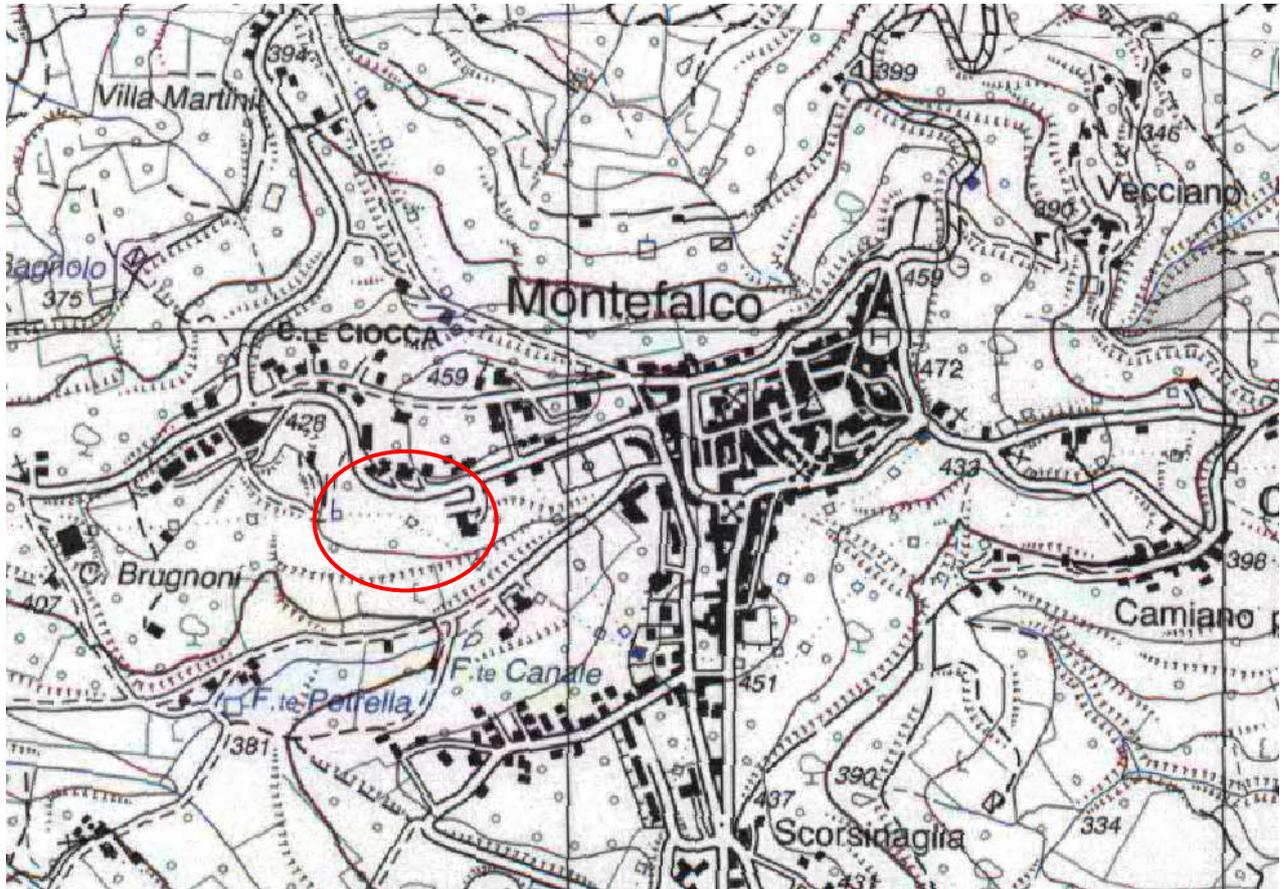
ALLEGATO D

Carta delle MOPS - Microzonazione sismica L1 dalla scala 1:200

ALLEGATO E

Carta dei Fattori di amplificazione - Microzonazione sismica L2 dalla scala 1:200

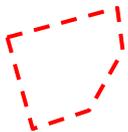
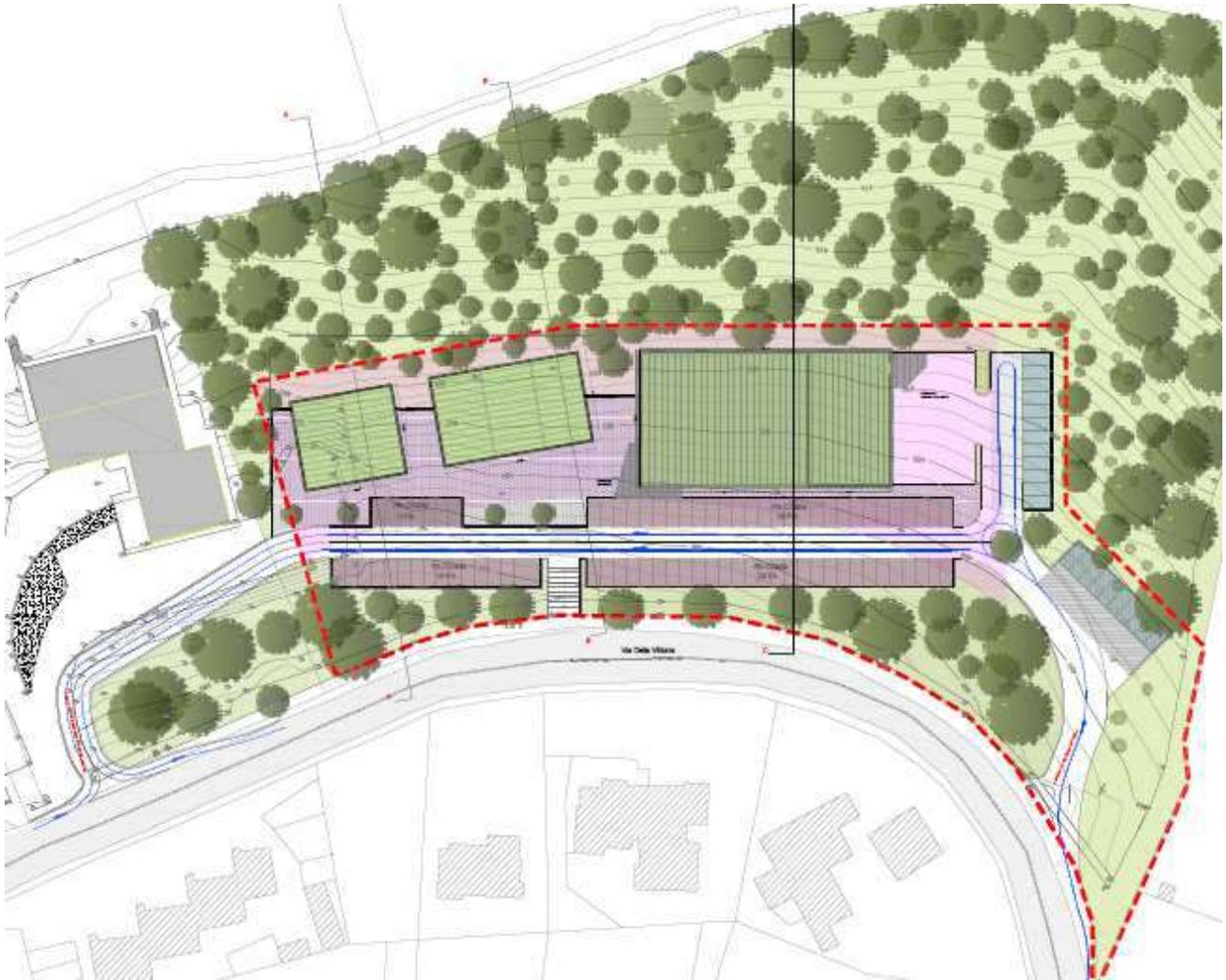
TAV. I



AREA OGGETTO DI STUDIO

CARTA COROGRAFICA
dalla SCALA 1 : 25.000

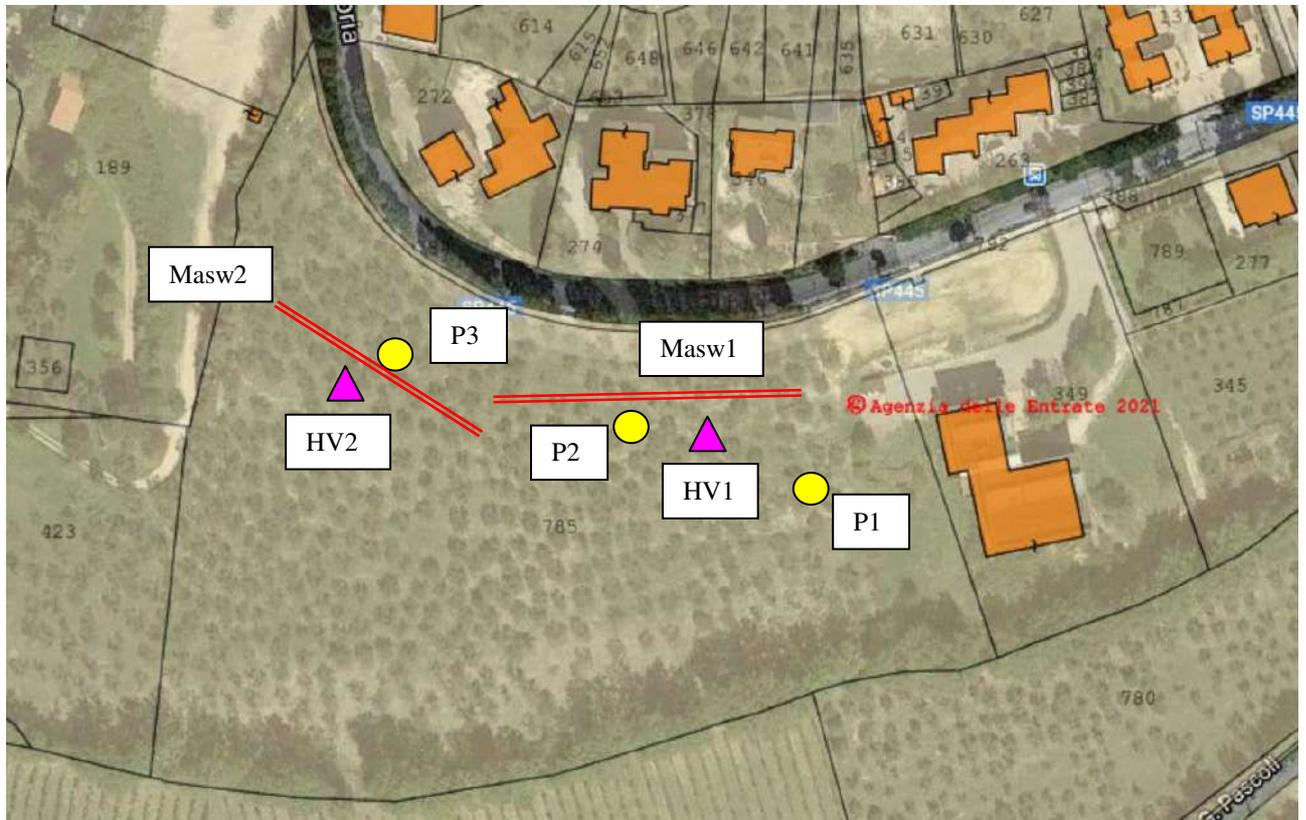
TAV. II



FABBRICATO OGGETTO DI STUDIO

PLANIMETRIA CATASTALE E UBICAZIONE AREA OGGETTO DI STUDIO
dalla SCALA 1 : 2.000

TAV. III



== PROFILO SISMICO

● PROVA PENETROMETRICA



HVSR (Nakamura)

PLANIMETRIA CATASTALE CON UBICAZIONE DELLE INDAGINI
GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE ESEGUITE

dalla SCALA 1 : 1.000

TAV. IV



AREA OGGETTO DI STUDIO

SVUb

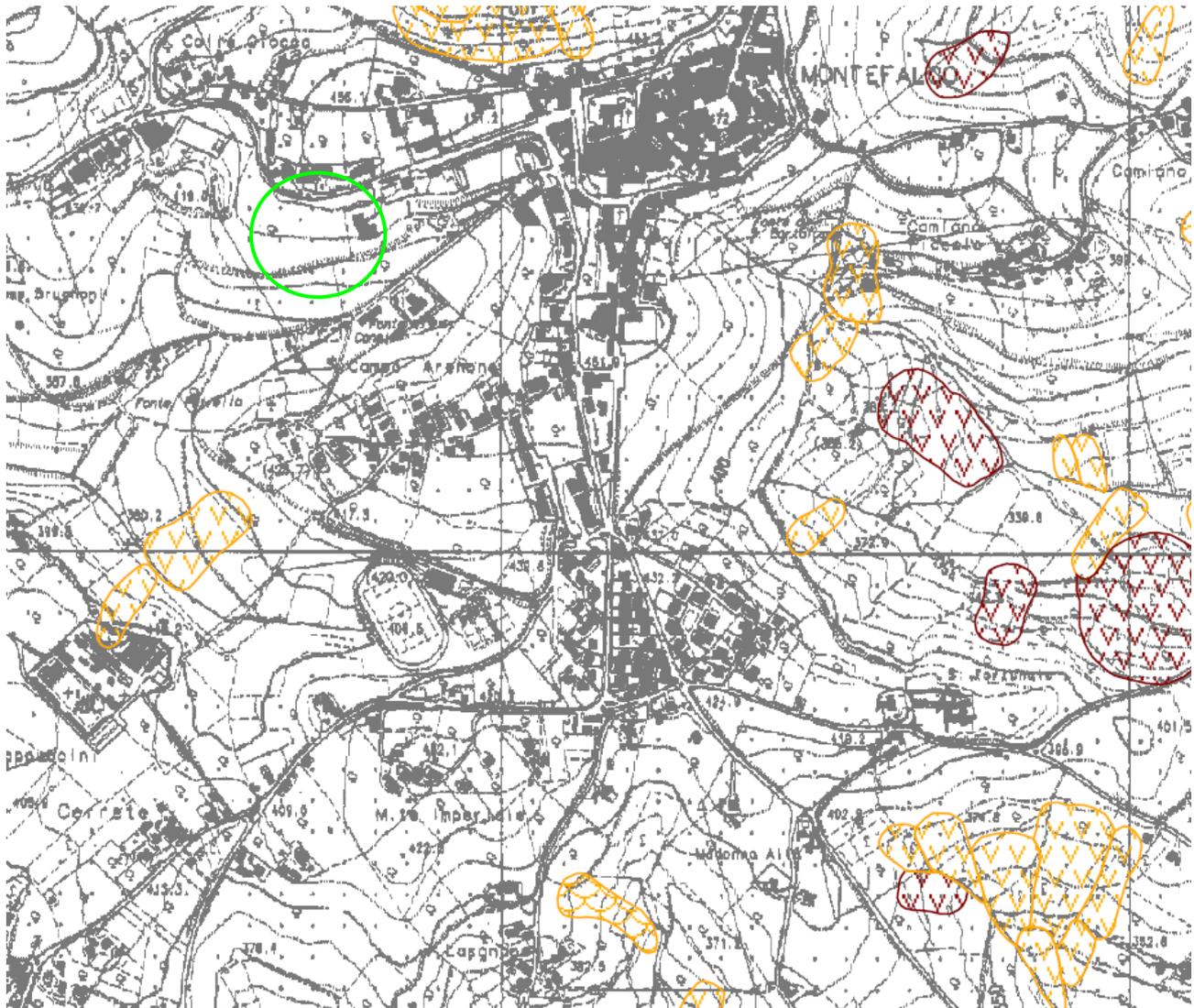
NOME	Unità di Montefalco
SUCCESS	SuperSintema Tiberino
LIV_01	Sintema della Valle Umbra
PERIODO	Pleistocene inferiore
DESCR	Ghiaie e conglomerati in facies fluviale e di conoide, caratterizzati da clasti carbonatici e subordinatamente arenacei, di dimensioni variabili da centimetrici fino a decimetrici in matrice per lo più sabbiosa con lenti argillose e sabbiose

h

NOME	Depositi antropici
SUCCESS	DEPOSITI CONTINENTALI QUATERNARI
PERIODO	Olocene
DESCR	Deposito di materiale non cementato; materiale di riporto di origine antropica.

STRALCIO CARTOGRAFIA GEOLOGICA REGIONALE
dalla SCALA 1 : 10.000

TAV. V



AREA OGGETTO DI STUDIO

Legenda

Inventario dei fenomeni franosi

fenomeno attivo	fenomeno quiescente	fenomeno inattivo*	fenomeno presunto	
				frana per crollo o ribaltamento
				frana per scivolamento
				frana per colamento
				frana complessa
				area con franosità diffusa
				area interessata da deformazioni gravitative profonde (DGPV)
				area interessata da deformazioni superficiali lente e/o soliflusso
				falda e/o cono di detrito

STRALCIO CARTOGRAFIA PAI - INVENTARIO DEI FENOMENI FRANOSI

(TAV. 200) - dalla SCALA 1 : 10.000

ALLEGATO A

ELABORATI GEOFISICI ED RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

INDICE

PREMESSA.....	3
ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DATI	4
CONSIDERAZIONI SUL MODELLO SISMICO DI SITO.....	9
<i>DATI DI MODELLAZIONE ED INVERSIONE DELLA CURVA DI DISPERSIONE</i>	ERRORE. IL SEGNALIBRO NON È DEFINITO.

Premessa

Su incarico dello Studio P3 Consulting è stata eseguita un'indagine con metodologia sismica M.A.S.W., al fine di caratterizzare il modello geologico del sito sul quale è in progetto un Piano Attuativo privato, in variante al vigente piano di fabbricazione, per la realizzazione di edifici per attività commerciali e servizi.

Al fine di caratterizzare la risposta sismica del sito in esame è stata effettuata un'acquisizione MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves, analisi della dispersione delle onde di Rayleigh da misure di sismica attiva – e.g. Park et al., 1999) utili a definire il profilo verticale della VS (velocità di propagazione delle onde di taglio).

Nel loro insieme, le procedure adottate sono state eseguite in accordo alle norme tecniche per le costruzioni del DM 14 gennaio 2008 (ex DM 14/09/2005).

Queste, in buona misura, fanno risalire la stima dell'effetto di sito alle caratteristiche del profilo di velocità delle onde di taglio (VS).

La classificazione dei terreni è stata quindi svolta sulla base del valore della Vs30 (il valore *medio ponderato* della VS nei primi 30m di profondità) definita dalla relazione:

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

in cui:

V_{s_i} e h_i sono rispettivamente la velocità delle onde di taglio e lo spessore dell'i-esimo strato. In base al valore della V_{seq} si identificano le seguenti 5 categorie del suolo di fondazione:

- **SUOLO A**: Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di V_{seq} superiori a 800 m/sec, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m;

- SUOLO 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 $V_{s_{eq}}$ compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec;
- SUOLO C: Depositati 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 $V_{s_{eq}}$ compresi tra 180 m/sec e 360 m/sec;
- SUOLO D: Depositati 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 $V_{s_{eq}}$ inferiori a 180 m/s;
- SUOLO E: Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 30 m, posti sul substrato di riferimento con $V_s > 800$ m/sec.

Acquisizione ed elaborazione dati

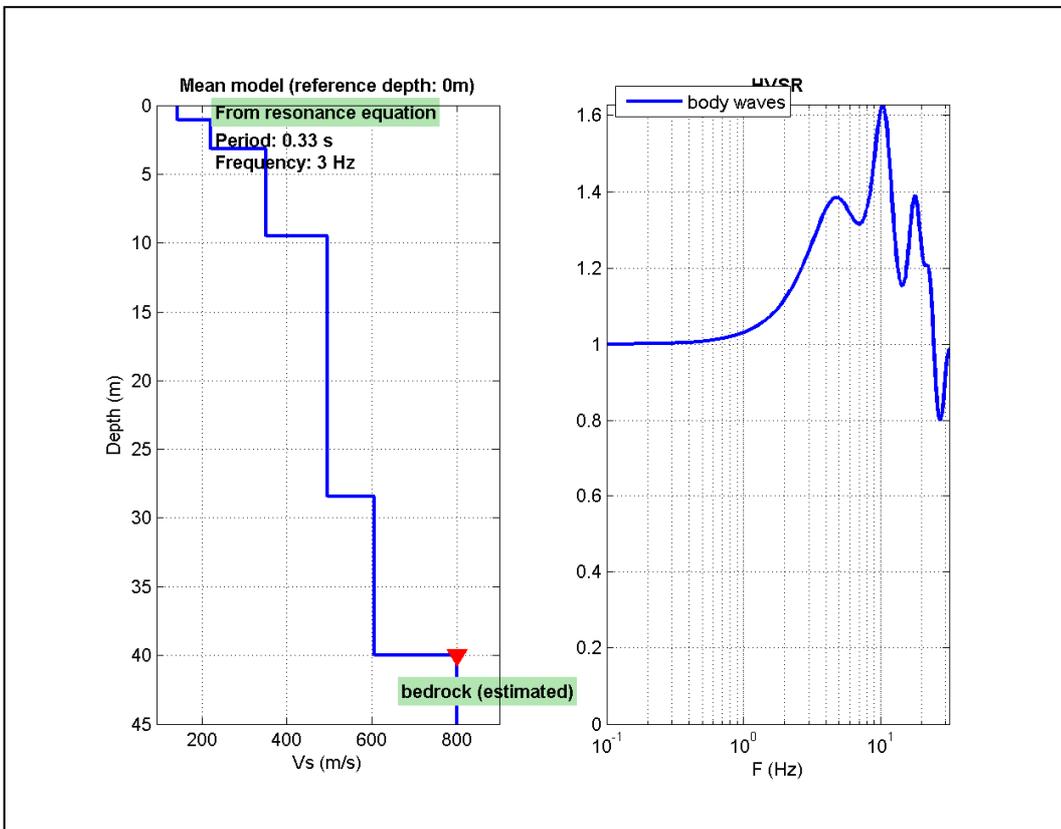
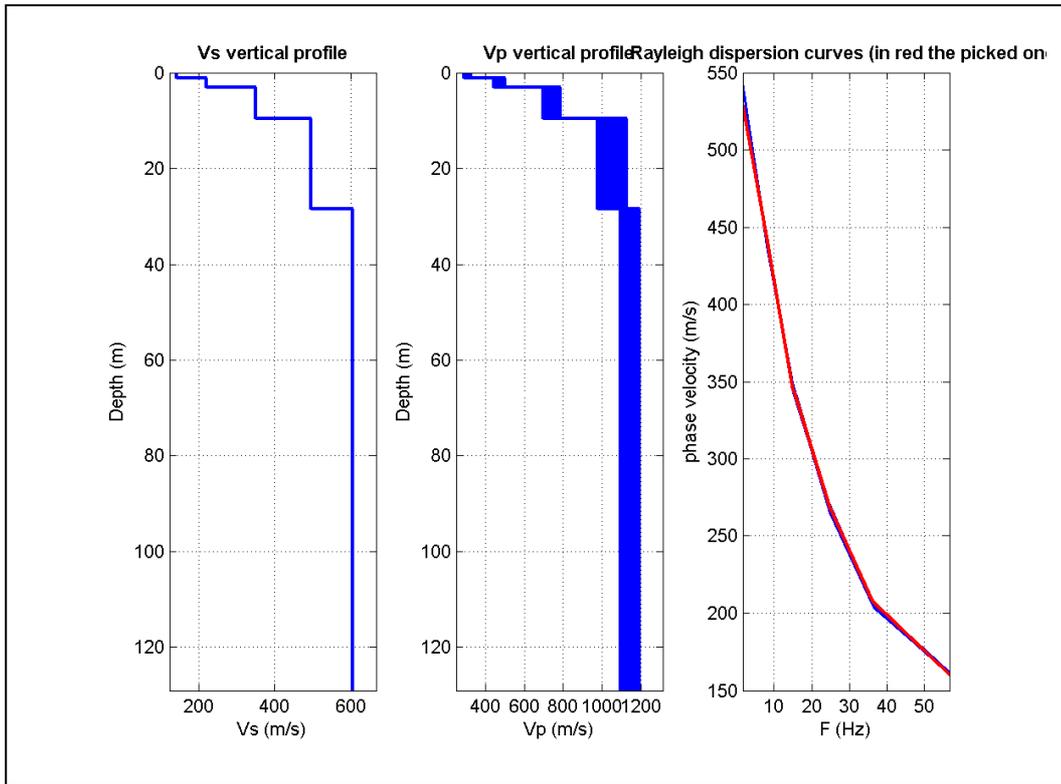
La strumentazione impiegata è un sismografo Ambrogeo – Eco 24-2002 Seismic Unit.

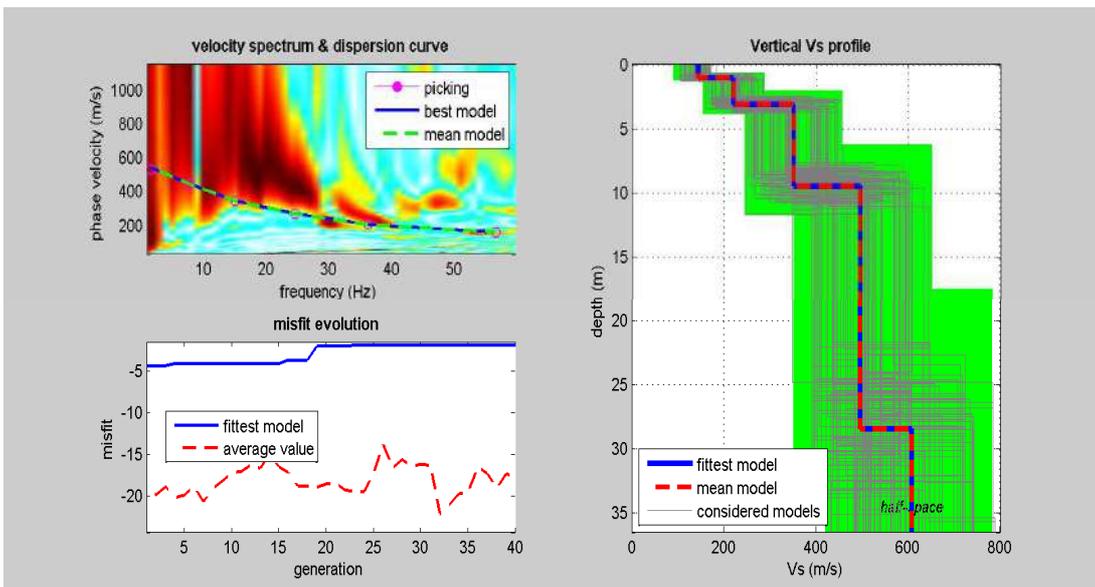
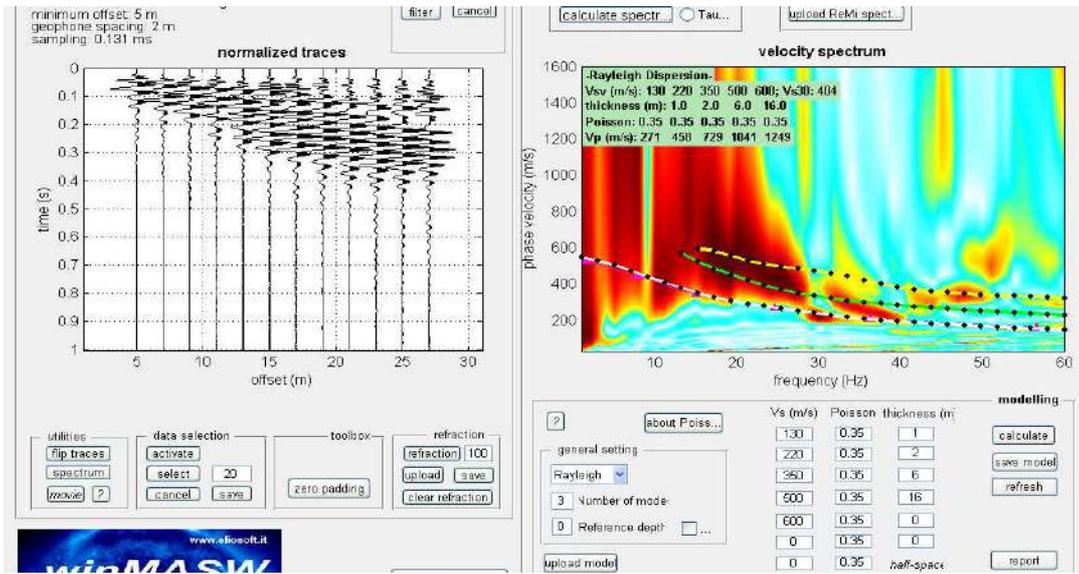
L'acquisizione delle onde di Rayleigh è avvenuta tramite uno stendimento sismico a 12 geofoni verticali a frequenza propria di 4.5Hz distanziati ognuno di 2.0 m per una lunghezza complessiva dello stendimento pari a 22 metri.

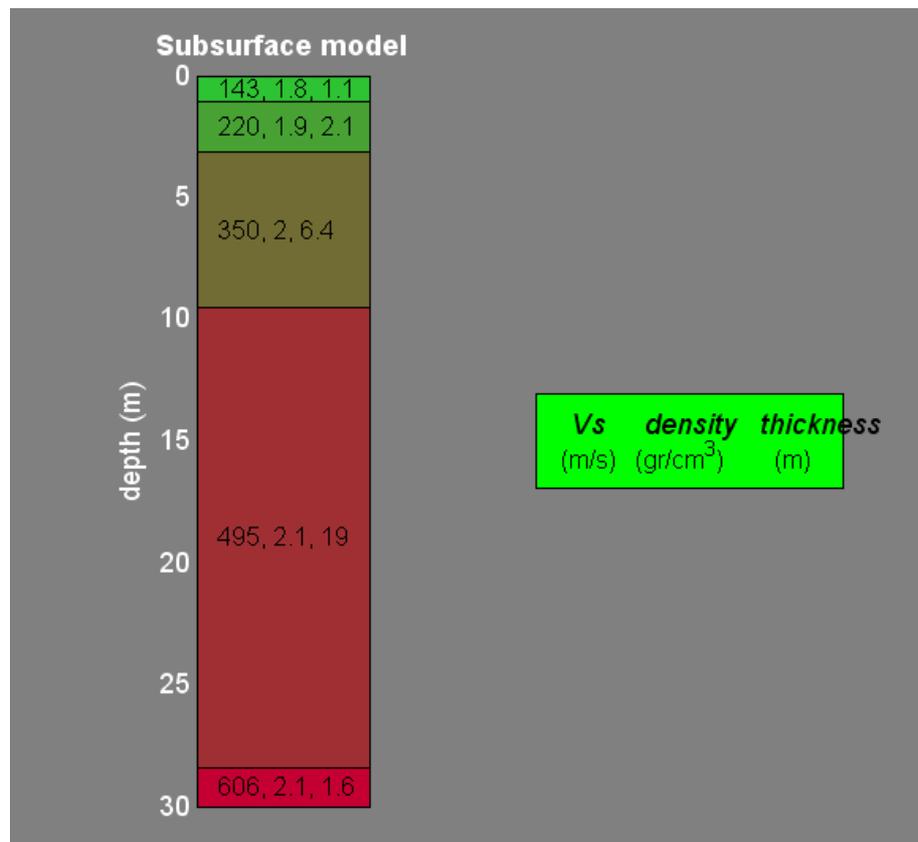
Nell'ambito della fase di acquisizione sono state effettuate n° 2 energizzazioni esternamente al profilo ad una distanza di 5 e 10 m dal geofono G 1. L'elaborazione dei dati acquisiti è stata effettuata tramite il software *winMASW* 4.3 Pro ed i dati *MASW* ottenuti hanno permesso (determinazione spettro di velocità, identificazione curve di dispersione, inversione/modellazione di queste ultime) di ricostruire il profilo verticale della velocità delle onde di taglio (VS).

L'elaborazione del dato tramite la tecnica di inversione ha permesso quindi di ricostruire un modello sismostratigrafico del terreno che mostra la presenza di n. 5 orizzonti di velocità:

- un layer superficiale con valori di velocità V_s pari a circa 143 m/s e spessore di circa 1,1 m;
- un secondo layer con valori di velocità V_s pari a circa 220 m/s e spessore di circa 2,1 m;
- un terzo layer con valori di velocità V_s pari a circa 350 m/s e spessore di circa 6,4 m;
- un quarto layer con valori di velocità V_s pari a circa 495 m/s e spessore di circa 19,0 m;
- un quinto layer con valori di velocità V_s pari a circa 606 m/s.







Considerazioni sul modello sismico di sito

L'analisi della dispersione delle onde di Rayleigh a partire da dati di sismica attiva (*MASW*) ha consentito di determinare il profilo verticale della VS (e del modulo di taglio) e, di conseguenza, del parametro $V_{s_{eq}} = V_{s30}$, risultato pari a **395 m/s** (considerando come riferimento il piano campagna).

Secondo quanto precedentemente riportato e secondo quanto espresso dalle norme tecniche per le costruzioni (DM 17 gennaio 2018) il sito in esame può essere classificato come sottosuolo di Categoria 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 $V_{s_{eq}}$ compresi tra 360 m/sec e 800 m/sec”.

Montefalco, 24 marzo 2021

Dott. Geol. Giorgio Leoni

ALLEGATO B

ELABORATI PROVE PENETROMETRICHE (DPSH)



Geo Probing

di Francesco Becattini

Telefono cellulare: **347.6434222**
Sede: Strada Perugia - Ponte Valleceppi, n° 96
06135 Ponte Valleceppi (PG)
Telefono e Fax: **075.9631398**
e-mail: f.becattini@geoprobing.it
PEC: f.becattini@pec.geoprobing.it
sito internet: www.geoprobing.it

PROVE PENETROMETRICHE

DINAMICHE CONTINUE

- RELAZIONE TECNICA

- DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Committente: Sig.ri Andreani

Località: Viale della Vittoria

Comune: Montefalco (PG)

Ponte Valleceppi, 16 aprile 2021



RAPPORTO TECNICO SULLA CAMPAGNA DI PROVE PENETROMETRICHE

Nelle pagine che seguono sono schematizzati i risultati di tre prove penetrometriche dinamiche continue effettuate, per conto dei Sig.ri Andreani con la supervisione tecnica del Dott. Geol. Giorgio Leoni, all'interno di una particella di terreno ubicata in viale della Vittoria, nel comune di Montefalco (PG), in relazione alla redazione di un piano attuativo.

L'attrezzatura impiegata per l'esecuzione delle indagini è un penetrometro dinamico/statico auto-semovente ed auto-ancorante prodotto dalla Ditta Pagani e contraddistinto dalla sigla TG 63/200.

L'impianto consente la realizzazione di prove dinamiche continue secondo lo standard ISSMFE, cioè con la seguente configurazione:

- Massa del maglio (kg)	63,5
- Altezza caduta (cm)	75,0
- Lunghezza aste (m)	1,0
- Massa aste (kg/m)	6,2
- Diametro aste (mm)	32
- Diametro base punta conica (mm)	51
- Angolo apertura punta conica (°)	90
- Penetrazione standard (cm)	20,0

Nelle pagine seguenti si riporta il certificato «Dichiarazione di Conformità» alla Norma Tecnica EN-ISO 22476-2:2005/Amd 1:2011 fornito dal produttore della strumentazione.

Di seguito vengono esposti i risultati delle prove schematizzati secondo il seguente ordine:

- Ubicazione delle prove penetrometriche eseguite;

Per ogni prova:

- **Tabella dati della prova penetrometrica dinamica**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, del numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm e la correlazione con N_{SPT} ;

- **Tabella e grafico della prova penetrometrica**, contenente i valori, misurati direttamente in campagna, del numero di colpi necessario all'avanzamento di 20 cm ed il relativo grafico;

- **Tabella riassuntiva stratigrafia**, dove è evidenziata la discretizzazione dei valori misurati e le resistenze dinamiche calcolate;

- **Colonna stratigrafica riassuntiva**, dove è evidenziato il grafico con il valore medio di N_{SPT} ;

- **Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici**, sono indicati, per ogni strato i parametri geotecnici calcolati;

- **Tabella riassuntiva dei metodi di calcolo dei parametri geotecnici**, per ciascuno strato viene indicata la formula che ha permesso il calcolo dei singoli parametri;

- **Legenda delle formule utilizzate per il calcolo dei parametri geotecnici.**

In conclusione, infine, viene riportato uno stralcio della documentazione fotografica scattata durante l'esecuzione dell'indagine.

N.B. In relazione alle tabelle di seguito riportate si vuol ricordare quanto segue:

- gli schemi “Tabella dati della prova penetrometrica dinamica” e “Tabella e grafico della prova penetrometrica dinamica” si riferiscono a valori misurati direttamente o, da essi, matematicamente calcolati;
- la stratigrafia della prova si basa su una discretizzazione, soggetta ad interpretazione, di tutte le letture effettuate ed il metodo di classificazione degli strati così suddivisi, nel caso di prove penetrometriche dinamiche continue, deriva da correlazioni empiriche con stratigrafie simili;
- nello schema “Tabella riassuntiva dei metodi di calcolo dei parametri geotecnici” sono riportate le formule utilizzate nelle corrispondenti caselle della pagina precedente relativa alla tabella “Tabella riassuntiva dei parametri geotecnici”;
- la presenza di falda, se indicata nei tabulati, deriva da misurazioni effettuate a fine foro e mai da valutazioni sull’umidità delle aste che, eventualmente, vengono riportate nella sezione dedicata agli appunti sulla campagna d’indagini;

In base a quanto esposto si ricorda che la validità della stratigrafia proposta e l’acceptabilità dei parametri geotecnici ricavati con le formule utilizzate, derivanti dall’uso comune, deve essere attentamente verificata dal professionista che esamina ed utilizza i risultati e conosce appieno le condizioni geologiche locali.

Esso, facendone uso, se ne assume la piena responsabilità, limitando alla ditta esecutrice la sola responsabilità inerente la corretta esecuzione in campagna delle prove penetrometriche.

APPUNTI SULLA CAMPAGNA D’INDAGINI

Tutte tre le prove sono state interrotte per rifiuto all’avanzamento della punta.

Al termine di ciascuna indagine sono state effettuate delle misure sull’integrità del fori di sondaggio e sull’eventuale presenza di acqua al loro interno, dalla quale è risultato quanto segue:

DPSH 1 - Foro integro ed asciutto per tutta la verticale d’indagine, aste impiegate asciutte;

DPSH 2 - Foro integro, livello idrico in foro misurato alla profondità di 6,61 metri dal piano campagna, aste impiegate umide;

DPSH 3 - Foro integro ed asciutto per tutta la verticale d’indagine, aste impiegate asciutte.



BUREAU VERITAS ITALIA S.p.A. Via Miramare, 15 – 20126 Milano

**ATTESTATO DI ESAME DELLA CONFORMITA'
CONFORMITY EXAMINATION CERTIFICATE**

N° TC857/17/FC/fc

BUREAU VERITAS ITALIA a seguito di verifica di terza parte (rapporto di ispezione nr. 2792671 - TRS report for Pagani rev.0), attesta che il modello di seguito identificato, è stato esaminato secondo quanto previsto da:

- USA CFR Title 29: CFR §1910 Subpart O (7-1-16 Ed.) - §1910.211 and §1910.212

Following the third part inspection (inspection report nr. 2792671 - TRS report for Pagani rev.0), Bureau Veritas Italia attests that type identified hereunder has been examined against the provisions of:

- USA CFR Title 29: CFR §1910 Subpart O (7-1-16 Ed.) - §1910.211 and §1910.212

Dispositivo / Device:

**PENETROMETER
Mod. TG63-200; TG63-150; TG63-100**

**Fabbricante
Manufacturer**

PAGANI GEOTECHNICAL EQUIPMENT S.r.l.

Lo. Campogrande, 26 – 29010 Calendasco (PC) Italy

Questo certificato perde la sua validità in caso di modifiche al dispositivo che possano influire sulla conformità ai requisiti dello standard di riferimento.

This certificate shall be deemed to be void in case of modification to the device where this may affect conformity with the reference standard.

Questo certificato è composto da 2 (due) pagine/*This certificate is composed by 2 (two) pages*

Luogo: Padova
Place
Data: 20/11/2017
Date

Firmato da: Felice Cammara
Signed by
Firma:
Signature 



Destinazione del penetrometro: **indagini geognostiche e geotecniche**
Penetrometer destination: Geognostic and Geotechnical Investigations

riferimenti del fascicolo tecnico: **FT0030 rev. 22 del 17/11/2014 per TG63-100 e FT0031 rev. 22 del 17/11/2014 per TG63-150**
technical file references: FT0030 rev. 22 dated 17/11/2014 for TG63-100 and FT0031 rev. 22 dated 17/11/2014 for TG63-150

Caratteristiche generali / main characteristics:

La macchina è semovente. Il motore diesel, o a benzina, di cui la macchina è dotata, serve sia per la traslazione che per gli azionamenti delle apparecchiature di misura. La traslazione è comandata da apposito gruppo leve poste nella parte posteriore della macchina
The machine is self-propelled. The diesel, or gasoline, engine of which the machine is equipped, serves both for translation and the drives of the measuring equipment. The translation is controlled by a specific group of levers located in the rear of the machine

Velocità di traslazione: lenta; rispettivamente max 1,8 km/h (1,1 mph) e 2 km/h (1,24mph)
Speed of translation: low; respectively max 1,8 km/h (1,1 mph) and 2 km/h (1,24mph)

Modo di funzionamento: comandi manuali ad azione mantenuta
Function mode: manual with maintained actions

Capacità massima di spinta: rispettivamente 100kN, 150kN
Maximum capacity of thrust: respectively 100kN, 150kN

Capacità massima di estrazione: rispettivamente 120kN, 160kN
Maximum capacity during the extraction: respectively 120kN, 160kN

Altezza max: rispettivamente 3800 mm (149,6 inch) o 4600 mm (181,1 inch)
Maximum height: respectively 3800 mm (149,6 inch) or 4600 mm (181,1 inch)

Peso (senza accessori): per TG63-100: da 900 kg (1984 pound) e 980 kg (2160 pound) secondo allestimento per TG63-150: da 1000 kg (2204 pound) a 1140 kg (2512 pound) secondo allestimento
*Weight (without accessories): for TG63-100: from 900 kg (1984 pound) to 980 kg (2160 pound) depending on the setup
for TG63-150: from 1000 kg (2204 pound) to 1140 kg (2512 pound) depending on the setup*

Livello di rumore: 108 dB(A)
Noise level: 108 dB(A)

UBICAZIONE DELLE PROVE PENETROMETRICHE ESEGUITE

Foto aerea ricavata dal software Google Earth

DPSH 3
Lat. - 42.892214°
Long. - 12.644045°

DPSH 2
Lat. - 42.892060°
Long. - 12.644861°

DPSH 1
Lat. - 42.891939°
Long. - 12.645228°

Le coordinate delle prove penetrometriche sono espresse
in gradi decimali e ricavate dal software Google Earth

DPSH 1

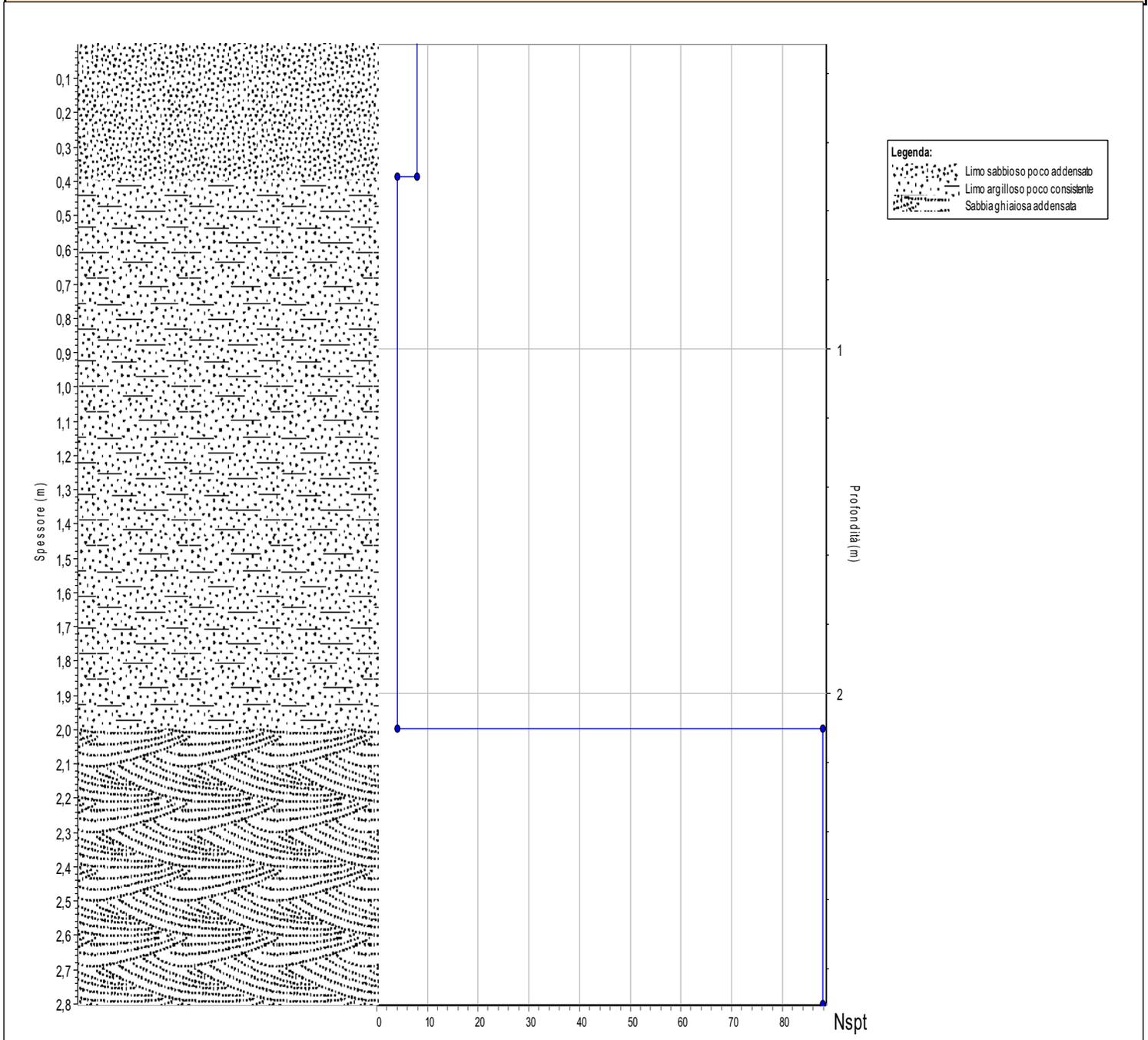


Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Ufficio: 075.9631398
 e-mail: f.becattini@geoprobings.it - sito internet: www.geoprobings.it

Committente:	Sig.ri Andreani - Piano attuativo				
Località:	Viale della Vittoria - Montefalco (PG)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	16 aprile 2021	Data fine cantiere:	16 aprile 2021	Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Ufficio: 075.9631398
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Sig.ri Andreani - Piano attuativo		
Località:	Viale della Vittoria - Montefalco (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	16 aprile 2021	Data fine cantiere:	16 aprile 2021
		Sigla:	DPSH 1
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfP	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPSH 1.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

DPSH 2



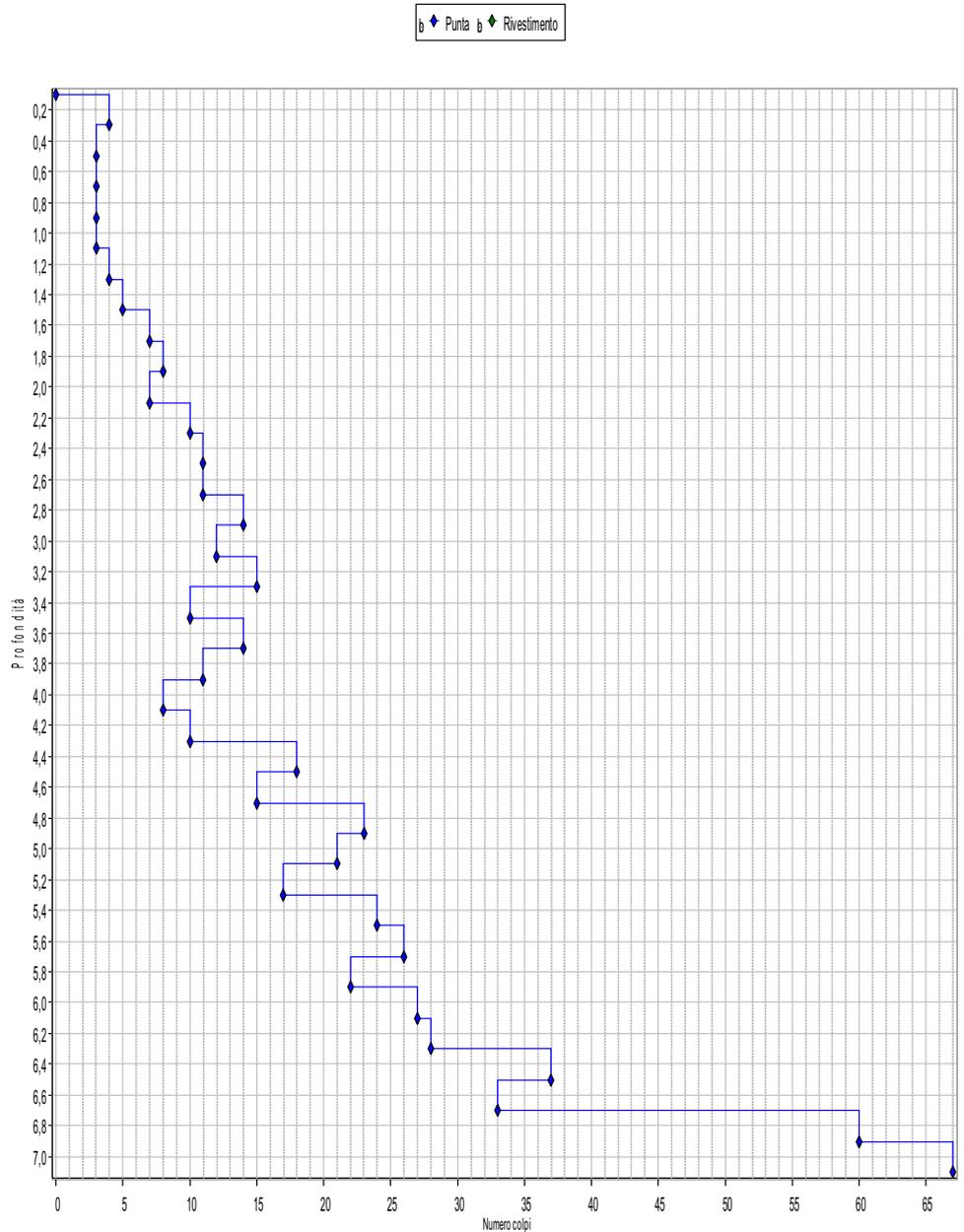
Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Ufficio: 075.9631398
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Sig.ri Andreani - Piano attuativo		
Località:	Viale della Vittoria - Montefalco (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	16 aprile 2021	Data fine cantiere:	16 aprile 2021
		Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

TABELLA E GRAFICO DATI PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

N.	Prof.(m)	N.punta	N.riv.to
1	0,30	4	
2	0,50	3	
3	0,70	3	
4	0,90	3	
5	1,10	3	
6	1,30	4	
7	1,50	5	
8	1,70	7	
9	1,90	8	
10	2,10	7	
11	2,30	10	
12	2,50	11	
13	2,70	11	
14	2,90	14	
15	3,10	12	
16	3,30	15	
17	3,50	10	
18	3,70	14	
19	3,90	11	
20	4,10	8	
21	4,30	10	
22	4,50	18	
23	4,70	15	
24	4,90	23	
25	5,10	21	
26	5,30	17	
27	5,50	24	
28	5,70	26	
29	5,90	22	
30	6,10	27	
31	6,30	28	
32	6,50	37	
33	6,70	33	
34	6,90	60	
35	7,10	67	



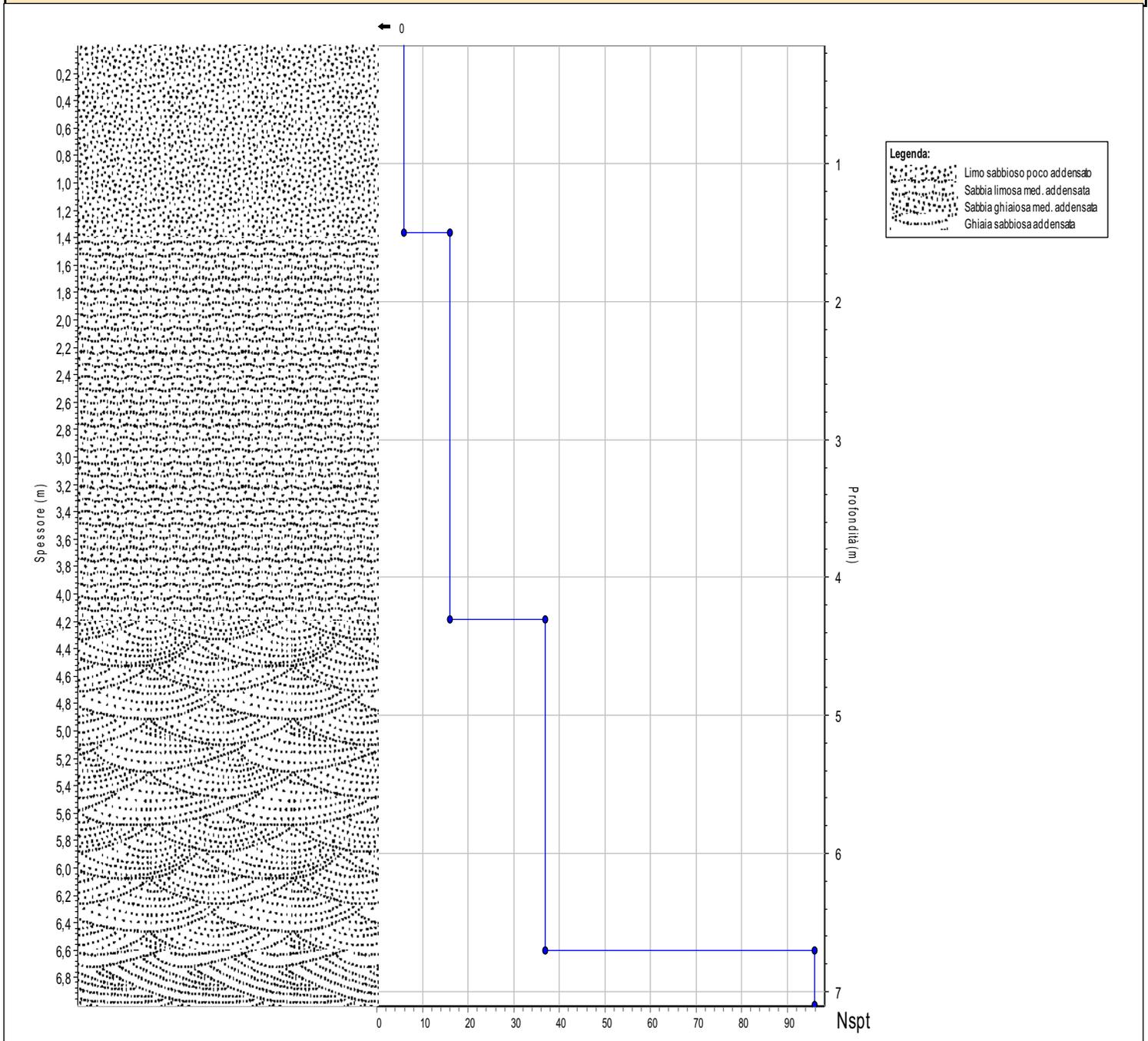


Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Ufficio: 075.9631398
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Sig.ri Andreani - Piano attuativo				
Località:	Viale della Vittoria - Montefalco (PG)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	16 aprile 2021	Data fine cantiere:	16 aprile 2021	Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Ufficio: 075.9631398
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Sig.ri Andreani - Piano attuativo		
Località:	Viale della Vittoria - Montefalco (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	16 aprile 2021	Data fine cantiere:	16 aprile 2021
		Sigla:	DPSH 2
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfP	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPSH 2.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

DPSH 3

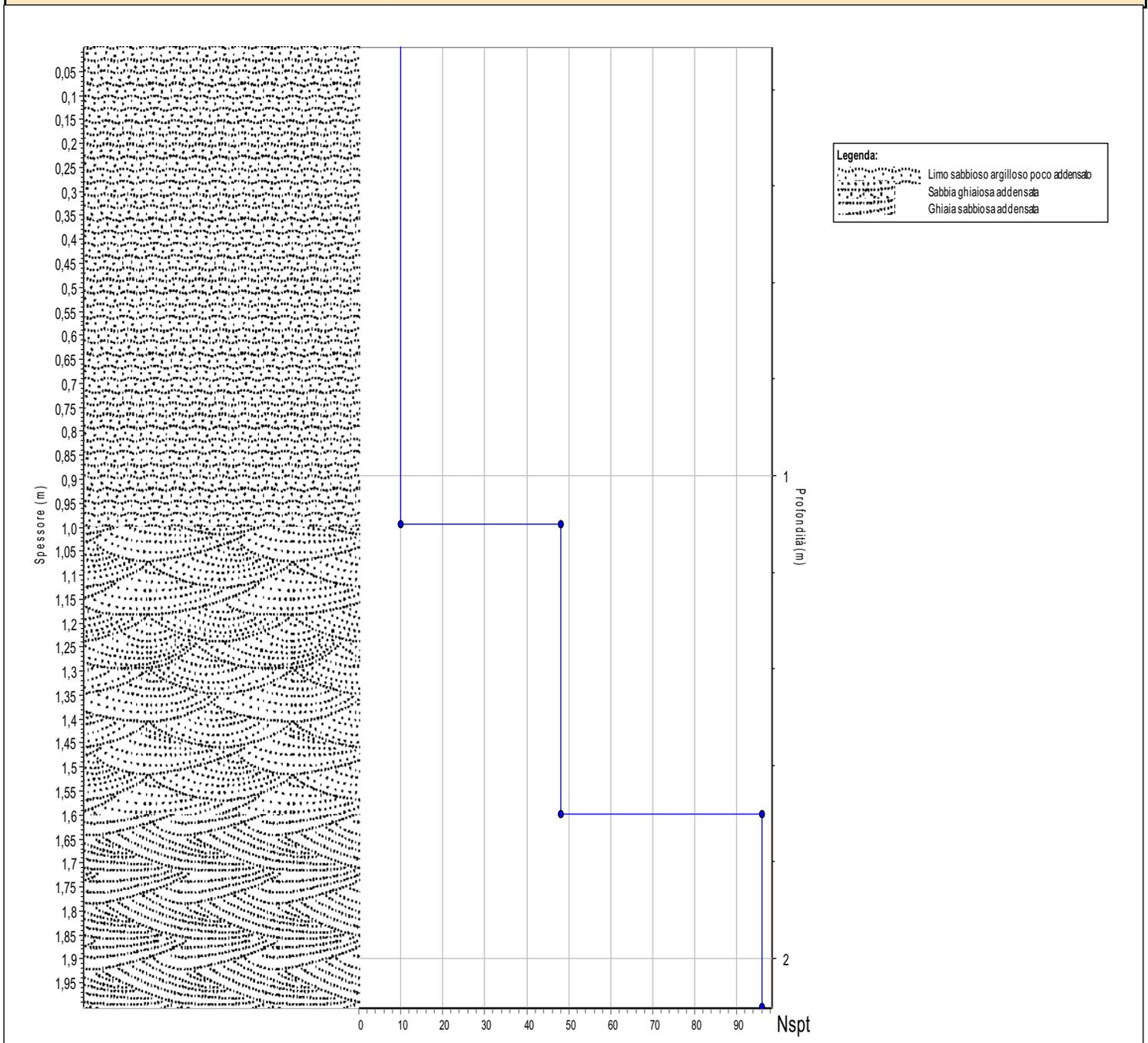


Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Ufficio: 075.9631398
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Sig.ri Andreani - Piano attuativo				
Località:	Viale della Vittoria - Montefalco (PG)			Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	16 aprile 2021	Data fine cantiere:	16 aprile 2021	Sigla:	DPSH3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200				
Coordinate geografiche:					

COLONNA STRATIGRAFICA RIASSUNTIVA





Geo Probing di Francesco Becattini

Sede: Str. Perugia - Ponte Valleceppi, 96 - 06135 Ponte Valleceppi (PG)
 Cell. 347.6434222 - Ufficio: 075.9631398
 e-mail: f.becattini@geoprobing.it - sito internet: www.geoprobing.it

Committente:	Sig.ri Andreani - Piano attuativo		
Località:	Viale della Vittoria - Montefalco (PG)	Quota s.l.m.(m):	
Data inizio cantiere:	16 aprile 2021	Data fine cantiere:	16 aprile 2021
		Sigla:	DPSH3
Attrezzatura:	Pagani TG 63/200		
Coordinate geografiche:			

LEGENDA DEI METODI DI CALCOLO DEI PARAMETRI GEOTECNICI

Sigla	Descrizione	Sigla	Descrizione
T&P	Terzaghi e Peck	Mesre	Mesre et Al.
RBS	Road Bridge Specification	Stroud	Stroud
DeM&M	De Mello-Mitchell	Tornaghi	Tornaghi et Al.
JNR	Japanese National Railway	DA GSnc	DAppolonia et Al. Ghiaia e Sabbia NC
O&I	Owasaki & Iwasaki	DA Ssc	DAppolonia et Al. Sabbia SC
Sch-sf	Schmertmann -sabbia fine	Webb sp	Webb Sabbia pulita
Sch-sm	Schmertmann -sabbia media	Webb sa	Webb Sabbia argillosa
Sch-sg	Schmertmann -sabbia grossa	Sch- sbl	Schmertmann Sabbia limosa
Sch-gh	Schmertmann -ghiaia	Sch-sb	Schmertmann Sabbia
Sowers	Sowers	Sch gh	Schmertmann Ghiaia
Malcev	Malcev	K&M sf	Kulhawy & Mayne - Sabbia con fine
Peck	Peck	K&M spnc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita NC
Me<5	Meyerhof - <5% di limo	K&M spoc	Kulhawy & Mayne - Sabbia pulita OC
Me>5	Meyerhof - >5% di limo	Farrent	Farrent
H&U	Hatanaka & Uchida	M&M sf	Menzebach e Malcev Sabbia fine
Wolff	Wolff	M&M sm	Menzebach e Malcev Sabbia media
K&M	Kulhawy & Mayne	M&M s+g	Menzebach e Malcev Sabbia+ghiaia
Bolton-qf	Bolton - granuli di quarzo/feldspato	M&M sg	Menzebach e Malcev Sabbia ghiaiosa
Bolton-c	Bolton - granuli di calcare	S&B IP:20-40	Stroud e Butler 20<IP<40
Bolton-g	Bolton - granuli di gesso	S&B IP>40	Stroud e Butler IP>40
C&I-sl	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con limo	C&V	Crespellani e Vannucchi
C&I-sp	Cubrinovski e Ishihara - sabbia pulita	O&I sp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie pulite
C&I-sg	Cubrinovski e Ishihara - sabbia con ghiaia	O&I sfp	Ohsaki & Iwasaki Sabbie con fine plastico
C&I-gs	Cubrinovski e Ishihara - ghiaia con sabbia	O&I a	Ohsaki & Iwasaki Argille
Skempton86	Skempton 1986	O&G sfO	Otha e Goto-sabbia fine (Olocene)
G&H	Gibbs & Holtz	O&G sfP	Otha e Goto-sabbia fine (Pleistocene)
S&M	Schultze & Menzembach	O&G smO	Otha e Goto-sabbia media (Olocene)
Skempton	Skempton	O&G smP	Otha e Goto-sabbia media (Pleistocene)
L&F	Ladd & Foot	O&G sgO	Otha e Goto-sabbia grossolana (Olocene)
S&F IP>40	Shioi-Fukui IP>40	O&G sgP	Otha e Goto-sabbia grossolana (Pleistocene)
S&F IP:10-40	Shioi-Fukui 10<IP<40	O&G s+gO	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Olocene)
DM7 IP>40	DM-7 IP>40	O&G s+gP	Otha e Goto-sabbia e ghiaia (Pleistocene)
DM7 IP:10-40	DM-7 10<IP<40	O&G gO	Otha e Goto-ghiaia (Olocene)
DM7 IP<10	DM-7 IP<10	O&G gP	Otha e Goto-ghiaia (Pleistocene)
Sanglerat a	Sanglerat Argille	O&G aO	Otha e Goto-argilla (Olocene)
Sanglerat al	Sanglerat Argille limose	O&G aP	Otha e Goto-argilla (Pleistocene)
Sanglerat als	Sanglerat Argille limo-sabbiose	S&I sp	Seed e Idriss - sabbia pulita
Hara	Hara et Al.	S&I sl	Seed e Idriss - sabbia limosa

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



FOTO 1: Strumentazione utilizzata per l'esecuzione della prova DPSH 3.



FOTO 2: Un'immagine della piazzola osservata da un'altra angolatura.

ALLEGATO C

Carta delle Frequenze dalla scala 1:2.000



LEGENDA

 **HVSR (misura di microtremore)**

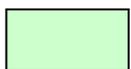
ALLEGATO D

Carta delle MOPS - Microzonazione sismica L1 dalla scala 1:200

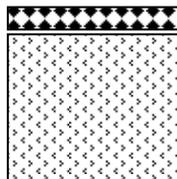


LEGENDA

Zona suscettibile di amplificazione sismiche locali



Zona 2



Terreno Vegetale h= 1 m

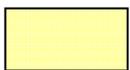
Sabbia e Ghiaia h> 60 m

ALLEGATO E

Carta Fattori di amplificazione - Microzonazione sismica L2
dalla scala 1:200



LEGENDA



FA= 1,3-1,4



LEGENDA



FV= 2,1-2,2