

RELAZIONE GEOLOGICA INERENTE LA REALIZZAZIONE DI UN LOCALE SPOGLIATOIO

ZONA DI INTERVENTO: LOC. LECCETTI

COMUNE DI VOLTERRA



COMMITTENTE: ING. F. LOMBARDI

PROGETTISTA: ING. F. LOMBARDI

DATA: 4 DICEMBRE 2015

GEOL. PIER FRANCESCO ROSSI



RELAZIONE GEOLOGICA

1- Premessa	Pag. 1
2 – Inquadramento geologico	Pag. 1
3 – Metodologia d'indagine	Pag. 3
4 – Caratterizzazione del sottosuolo	Pag. 4
5 – Modello geologico	Pag. 4
6 – Categoria del suolo di fondazione	Pag. 4
7 – Spettro di risposta elastica	Pag. 5
8 – Modello geologico di sintesi per la progettazione	Pag. 7

La relazione geologica è completata dalle seguenti tavole:

1. Corografia scala 1:5000
2. Estratto da Carta Geologica comunale
3. Estratto da Carta della Pericolosità Geomorfologica comunale
4. Estratto da Carta della Pericolosità Geomorfologica P.A.I.
5. Estratto da Carta Litotecnica comunale
6. Estratto da Carta ZMPS comunale
7. Estratto del progetto: stato modificato
8. Sezione litotecnica

e dai seguenti allegati

1. Dati ed elaborazione DP n° 1 e DP n°2
2. Relazione sismica di riferimento

RELAZIONE GEOLOGICA

1 – Premessa

Il presente elaborato costituisce lo studio delle condizioni geologiche per la realizzazione di un ampliamento a servizio di una palestra comunale. Questa relazione è presentata a supporto della progettazione esecutiva a norma del D.M. 14.01.2008 e delle altre norme riguardanti le disposizioni sulla progettazione di costruzioni. L'intervento è ubicato nel Comune di Volterra presso loc. Leccetti (Tavola 1).

2 – Inquadramento geologico

L'area d'interesse riguarda il settore nordoccidentale del plateau calcareo-sabbioso sul quale è fondata la città di Volterra. L'abitato storico occupa quasi interamente l'area impegnata dall'affioramento dei calcari di scogliera "Formazione VTR" che realizzano la sommità del rilievo volterrano.

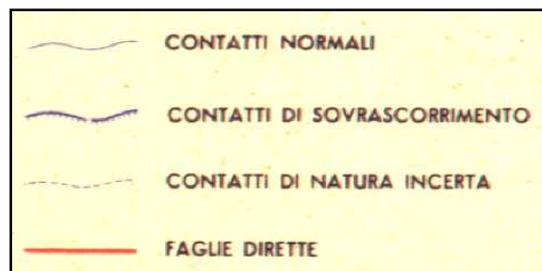
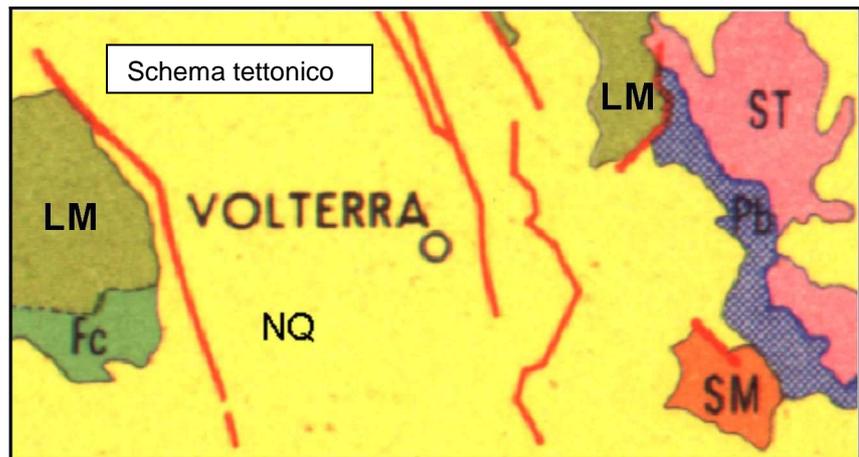
L'area oggetto del presente studio è posta ad una quota di circa 456 metri e si incunea tra le testate del Botro di Fraggina, a sud, e del Botro di Doccia, a nord.

L'area in studio si colloca nell'ambito degli affioramenti delle Formazioni Plioceniche, all'interno del Bacino sedimentario realizzato dal Graben di Volterra – Val d'Era (tavola 2).

A scala maggiore la zona si caratterizza per la presenza di una morfologia collinare costituita da sedimenti pliocenici, nei quali l'irregolarità delle forme viene spesso data da piccole balze, talora anche di più consistente entità, in corrispondenza degli affioramenti di sedimenti sabbiosi e calcarei. Nei sedimenti coesivi la linearità del paesaggio è spesso disturbata da forme calanchive, che trovano la loro massima espressione sia nella zona di San Cipriano, sia nei pressi della frazione di Mazzolla.

Ad est, in particolare nell'area del Cornocchio la maggiore asperità e l'altezza dei rilievi denunciano la presenza di alti strutturali formati dalla Serie Toscana piegata e deformata durante i movimenti tettonici che hanno determinato il sollevamento della Catena appenninica. Tale forma segna il margine orientale del Bacino deposizionale Val d'Era – Volterra, che costituisce una struttura tettonica orientata nordovest – sudest all'interno della quale si sono succedute facies di bacino interno e di mare aperto.

In un contesto ancora più ampio si individuano i Monti Pisani, le Colline di Casciana Terme e la Dorsale Medio-Toscana come alti strutturali che separavano tra loro bacini di sedimentazione come la Piana di Pisa e di Bientina, il Bacino della Val d'Era – Volterra e la Val d'Elsa. Queste strutture ad Horst e Graben sono il risultato della suddivisione dei complessi rocciosi mesozoici e paleogenici in blocchi separati da faglie dirette e dislocati a differenti quote.



Da studi effettuati nel corso degli anni (Ghelardoni et al. 1968) emerge una risalita del fondo del Bacino della Val d'Era - Volterra in prossimità dell'area compresa fra Pontedera e il prolungamento a nord dei Monti di Casciana Terme. Sulla base di questo risultato, sempre Ghelardoni et al. ipotizzarono l'esistenza di una soglia che separava il Bacino della Val d'Era da quello della Pianura versiliese - pisana. Ad avvalorare questa ipotesi vi è nella Val d'Era un primo livello di gessi, al di sotto delle argille a Pycnodonta, che testimonierebbe una situazione di bacino chiuso; tale livello non si riscontra nei sedimenti ad ovest di Casciana Terme dove il collegamento con il mare aperto non permetteva la sedimentazione delle evaporiti. Per quanto riguarda la Dorsale Medio - Toscana gli studi condotti da Ghelardoni et al. (1968), nella zona compresa tra Montecastello e Palaia, hanno evidenziato che tale struttura geologica ha subito un approfondimento di oltre 1000 mt con la conseguente sovrapposizione di sedimenti del Miocene superiore e del Pliocene.

Le conoscenze sulla Serie neogenica della Toscana indicano tre momenti nei quali si hanno trasgressioni di entità generale:

1. *parte superiore del Miocene superiore*
2. *base del Pliocene*
3. *nel Pliocene zona a Globorotalia puncticulata*

Probabilmente già nel primo episodio si assiste al superamento della soglia indicata da Ghelardoni et al.

Tra le strutture che hanno avuto un ruolo nella conformazione della Toscana marittima vi è anche la linea "Livorno – Pistoia", trasversale alle direttrici appenniniche, che già nella parte terminale del Miocene superiore avrebbe tagliato la Dorsale Medio - Toscana. Questa linea di dislocazione trasversale, secondo Marroni, Mazzanti e Nencini (1990), non sembra aver avuto un'attività unitaria e tuttalpiù ha indirizzato passivamente lo sviluppo del margine meridionale del Bacino versiliese - pisano, a prevalente approfondimento del labbro settentrionale, e del margine settentrionale della Val d'Era.

Questa dinamica e la successiva regressione marina sono alla base degli eventi che hanno delineato l'aspetto del paesaggio come oggi lo vediamo.

La zona è caratterizzata dall'affioramento della Formazione dei Calcari di Volterra (VTR) che segnalano la chiusura del bacino pliocenico, fase terminale della regressione marina collocata a partire dalla Formazione di Villamagna (VLM), elemento di transizione con la Formazione delle Argille Azzurre (FAA). (Tavola 2). Il sito d'interesse si colloca su di un'ampia placca di calcari (**VTR**), ascrivibile alle Formazioni di chiusura del bacino pliocenico Dal basso verso l'alto nella successione affiorante in zona si distinguono:

Argille Azzurre (FAA)

Questa unità è ampiamente diffusa in tutto il bacino di Volterra e in particolare nella sua porzione Nord-occidentale. Tale formazione è costituita da argille e argille siltose, solo localmente marnose, di colore grigio-azzurro, con aspetto massiccio. Nell' area di Mazzolla alle argille è intercalato un livello di sabbie gradate, medio-grossolane, di colore giallo (FAAs) . Nell'area a Nord-Est della Spicchiaiola e presso Podere Sant. Ottaviano e Podere S. Anastasio, intercalati nella parte inferiore delle Argille azzurre, sono presenti livelli di brecce e conglomerati (Brecce del Poggio, FAA1), in spessori di 20 metri , con clasti minuti a composizione dolomitico-calcareo immersi in matrice sabbiosa. Il loro spessore, estremamente variabile, raggiunge i 1000 metri nell'area compresa tra Saline di Volterra e Volterra.

Formazione di Villamagna (VLM)

Presente in ampi affioramenti nella fascia compresa tra Villamagna, Piano d'Era e l'abitato di Volterra in corrispondenza delle "Balze". Si tratta di sabbie e in misura minore di sabbie argillose e argille sabbiose (Sabbie di San Giusto, VLMs) di colore giallo-ocra, fini , poco cementate, con macrofossili (Flabellipecten). Sono suddivise in potenti banchi ben stratificati a cui si intercalano strati di sedimenti argilloso-siltoso-sabbiosi (Argille sabbiose di San Cipriano, VLMA) con spessori dai 5 ai 10 metri. Altre intercalazioni sono costituite da strati a granulometria più grossolana con cemento calcareo-arenaceo molto ricche in macrofossili e microfossili. La potenza di questa unità è intorno agli 80 metri.

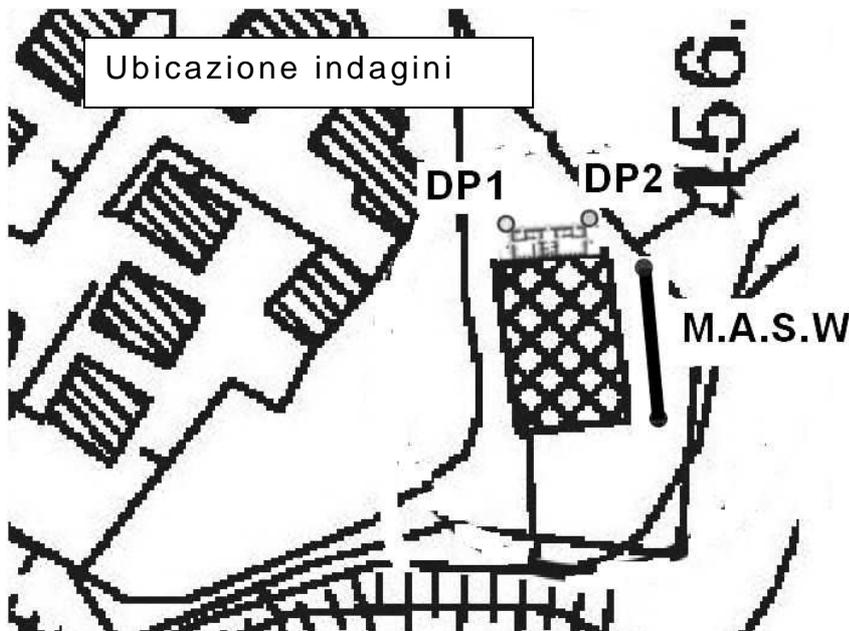
Calcari di Volterra (VTR)

Questa unità è presente nell'abitato di Volterra, a Montegradoni e su M.te Voltraio. Litologicamente si tratta di calcari detritico-organogeni, di colore da grigio a gialloarancio fossiliferi e ben cementati; si presentano stratificati con sottili intercalazioni di arenarie e siltiti marnose. Possono essere presenti al tetto della Formazione di Villamagna in concordanza e continuità con quest'ultima o in lenti anche estese all'interno della stessa; gli spessori massimi sono di 100 metri.

L'estratto della carta geologica comunale (Tavola 2) indica che il sito d'interesse insiste sulla Formazione dei Calcari di Volterra.

L'idrografia minore si rivela sviluppata e l'area non è interessata da fenomeni di erosione accelerata, come invece avviene nell'area delle Balze e calanchi; in particolare la regimazione delle acque superficiali è affidata alle fosse campestri funzionali all'attività agricola, che tradizionalmente vi è stata svolta. A scala immediatamente superiore il compito di tradurre le acque superficiali verso il corso del Fiume Era spetta ai Botri di Doccia e di Fraggina, le cui valli risultano ben incise, con la classica forma a V della fase giovanile (Tavola 1).

3 – Metodologia d'indagine



Il sopralluogo ha avuto per oggetto l'area dell'intervento e la zona circostante, e per obiettivo quello di dare una valutazione delle condizioni di stabilità del substrato ed una stima delle interazioni che l'intervento comporta sulla stabilità dell'area. L'area sulla quale avrà luogo l'intervento non evidenzia fenomeni di dissesto ed è caratterizzata da una discreta stabilità considerata che, morfologicamente, siamo in una zona moderatamente acclive, sub-pianeggiante per l'affioramento del plateau calcarenitico e dove non emergono situazioni morfologiche in atto (Tavola 3), se non relativamente alle testate del Botro di Doccia e del Botro di Fraggina (Tavola 4).

Gli elaborati allegati al Piano Strutturale, del Comune di Volterra, per quanto riguarda la pericolosità geomorfologica, indicano il sito d'intervento come appartenente alle aree definite a pericolosità G.2, ovvero pericolosità media (Tavola 3).

Per quanto riguarda la pericolosità sismica il sito in esame è classificato a pericolosità S.2 (Tavola 6).

La zona in esame risulta essere costituita dai banchi della Formazione dei Calcari di Volterra (VTR), l'estensione dei quali è descritta dalla carta geologica comunale (Tavola 2) ed è confermata dalla carta litotecnica comunale (Tavola 5).

L'indagine si è avvalsa di due penetrometrie DPHS, realizzate in corrispondenza del sito di fondazione del fabbricato in progetto, inoltre per la caratterizzazione sismica del substrato è stata realizzata un'indagine M.A.S.W. come mostrato nella figura soprastante (Allegato 3).

4 – Caratterizzazione del sottosuolo

Il substrato sul quale è previsto l'intervento in oggetto è costituito calcareniti, generalmente in banchi discontinui con spessori da decimetrici, fino al metro, in alternanza con sabbie. La geometria del substrato dell'area d'intervento è stata realizzata attraverso i dati emersi dal riconoscimento e dalla dislocazione dei tipi litologici affioranti, nonché dai dati delle verticali realizzate in situ. Nella ricostruzione del substrato si è tenuto conto sia delle informazioni raccolte durante le indagini e il sopralluogo, sia di quanto è emerso dai dati riportati nell'estratto della carta geologica in tavola 2.

Le indagini eseguite per caratterizzare il sottosuolo sul quale è previsto l'intervento indicato nel progetto di massima, indicano la presenza dei terreni descritti in tavola 8 e di seguito sinteticamente riportati:

- Suolo + sabbia fine
- Sabbia fine moderatamente addensata
- Sabbia addensata con livelli calcarenitici

5 – Modello geologico

Di seguito è riportata in estrema sintesi la successione stratigrafica individuata dalle indagini realizzate per il presente studio:

STRATO I Prof.compresa tra 0,0 e 1.6 m	Sabbia fine ϕ 30°
STRATO A Prof.compresa tra 1.6m e 4,6m	Sabbia moderatamente addensata ϕ 31°
STRATO A' Profondità > 4.6m	Sabbia con elementi calcarei ϕ > 33°

Falda non presente

6 – Categoria del suolo di fondazione

Ai sensi delle nuove norme tecniche sulle costruzioni deve essere definita la categoria di suolo di fondazione.

Per la determinazione delle caratteristiche sismiche dei suoli di fondazione è stata realizzata un'indagine sismica con metodologia Multichannel Analysis of Surface Waves (allegato 3). Il metodo MASW si basa sulla misurazione e sull'analisi delle onde Rayleigh in un semispazio stratificato e consente di individuare il profilo di velocità V_s anche in presenza di contrasti di rigidezza tra gli strati del suolo. Dalle indagini eseguite è stata determinata una velocità delle onde V_{s30} di 408.0 m/s, che, considerando anche la ricostruzione stratigrafica realizzata, corrisponde ad una categoria di suolo di tipo B ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 e del D.M.14/01/08. Anche dal punto di vista stratigrafico si conferma la presenza di terreni sostanzialmente coesivi caratterizzati da un graduale miglioramento delle caratteristiche meccaniche con la profondità.

Tipo	Descrizione	V_{s30} (m/s)	Altro
"A"	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	>800	comprendenti eventuali strati di alterazione superficiali di spessore massimo pari a 5 m
"B"	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	360-800	$N_{SPT} > 50$ $c_u > 250$ kPa
"C"	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine di metri fino a centinaia di metri	180-360	$15 < N_{SPT} < 50$ $70 < c_u < 250$ kPa
"D"	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	$N_{SPT} < 15$ $c_u < 70$ kPa
"E"	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali	Simile a quella dei tipi C o D	Spessore compreso tra 5 e 20 m, giacente su di un substrato di materiale più rigido con $V_{s30} > 800$ m/s
"S1"	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua	< 100	$10 < c_u < 20$ kPa
"S2"	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificato nei tipi precedenti		

7 - Spettro di risposta elastico

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido ($V_{s30} > 800$ m/s), viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". Ciò comporta delle non trascurabili differenze nel calcolo dell'accelerazione sismica di base rispetto alle precedenti normative. Con le precedenti normative in campo antisismico, applicando il criterio "zona dipendente" avremmo potuto stimare

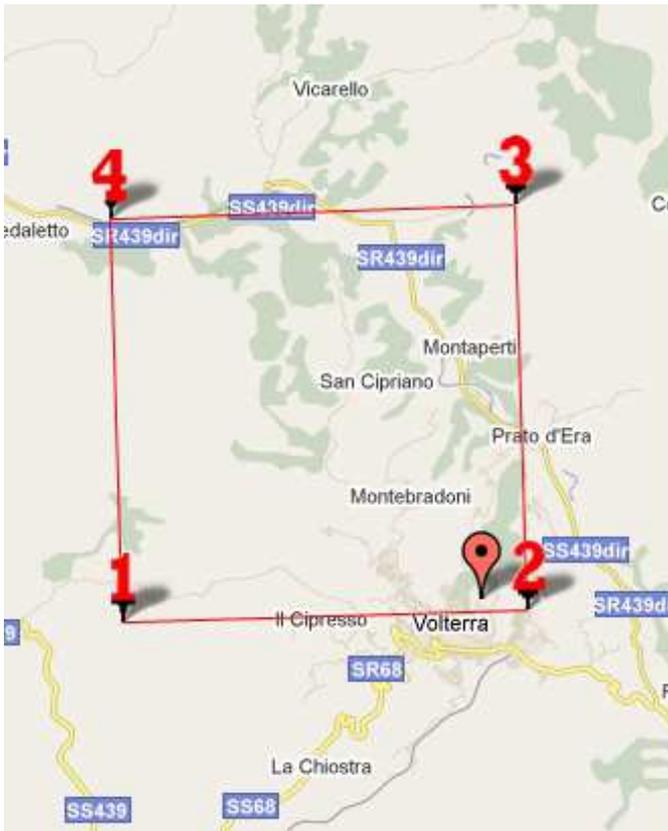
l'accelerazione di base (senza considerare l'incremento dovuto ad effetti locali dei terreni) in maniera automatica. Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008 la classificazione sismica del territorio è scollegata dalla determinazione dell'azione sismica di progetto, mentre rimane il riferimento per la trattazione di problematiche tecnico-amministrative connesse con la stima della pericolosità sismica.

Pertanto (secondo quanto riportato nell'allegato A del D.M. 14 gennaio 2008) la stima dei parametri spettrali necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto viene effettuata calcolandoli direttamente per il sito in esame, utilizzando come riferimento le informazioni disponibili nel reticolo di riferimento (riportato nella tabella 1 nell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008).

Nella tabella 1 dell'Allegato B del D.M. 14 gennaio 2008 sono riportati i valori dei parametri spettrali (per un tempo di ritorno pari a 475 anni) del punto in cui ricade l'area di in particolare ag è espresso in g/10 (dove g è l'accelerazione di gravità), F0 è adimensionale, mentre T*c è espresso in secondi.

In figura sottostante è stata rappresentata l'ubicazione del sito di progetto in riferimento all'ubicazione dei 4 nodi della griglia che comprendono il sito in oggetto.

Di seguito si riportano i parametri sismici del sito in oggetto calcolati mediante software "geostru PS parametri sismici"



Sito in esame.

latitudine: 43,407241
longitudine: 10,855719
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 21606 Lat:43,4040
Lon: 10,8060 Distanza: 4030,417

Sito 2 ID: 21607 Lat:43,4055
Lon: 10,8748 Distanza: 1552,980

Sito 3 ID: 21385 Lat:43,4555
Lon: 10,8727 Distanza: 5540,333

Sito 4 ID: 21384 Lat:43,4540
Lon: 10,8039 Distanza: 6670,716

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B
Categoria topografica: T3
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):		Danno (SLD):	
Probabilità di superamento:	81 %	Probabilità di superamento:	63 %
Tr:	30[anni]	Tr:	50[anni]
ag:	0,048 g	ag:	0,060 g
Fo:	2,467	Fo:	2,497
Tc*:	0,231 [s]	Tc*:	0,246 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):		Prevenzione dal collasso (SLC):	
Probabilità di superamento:	10 %	Probabilità di superamento:	5 %
Tr:	475[anni]	Tr:	975[anni]
ag:	0,143 g	ag:	0,179 g
Fo:	2,491	Fo:	2,523
Tc*:	0,275 [s]	Tc*:	0,282 [s]

Coefficienti Sismici			
SLO:	SLD:	SLV:	SLC:
Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200	Ss: 1,200
Cc: 1,470	Cc: 1,460	Cc: 1,420	Cc: 1,420
St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200	St: 1,200
Kh: 0,014	Kh: 0,017	Kh: 0,049	Kh: 0,062
Kv: 0,007	Kv: 0,009	Kv: 0,025	Kv: 0,031
Amax: 0,675	Amax: 0,848	Amax: 2,022	Amax: 2,524
Beta: 0,200	Beta: 0,200	Beta: 0,240	Beta: 0,240

8 - Modello geologico di sintesi per la progettazione

Nel seguente paragrafo viene descritta la successione litostratigrafica ricavata dalle indagini eseguite nell'area di intervento. La successione stratigrafica ed i parametri geotecnici caratteristici risultano i seguenti (tavola 8):

UNITA' LITOTECNICA A

Prof. compresa tra 0,0 e 1,6m

Sabbia fine ϕ 30° Y 1.66 t/m³

UNITA' LITOTECNICA B

Prof. compresa tra 1,6m e 4,6m

Sabbia con elementi calcarei ϕ 31° Y 1.66 t/m³

UNITA' LITOTECNICA C

Profondità > 4,6m

Sabbia e calcari ϕ 33° Y 1.91 t/m³

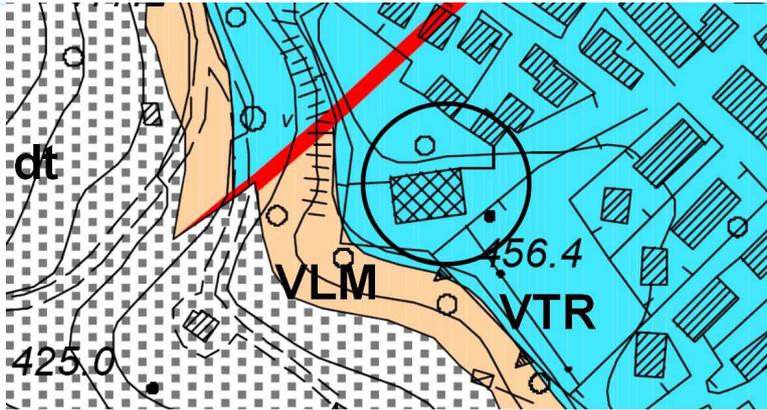
Falda non rilevata

Volterra, 4 dicembre 2015

Geol. Pier Francesco Rossi



Tavola 2



Estratto da carta geologica comunale
SCALA 1 : 10000

- dt Detrito
- all Alluvioni attuali
- at Alluvioni terrazzate

FORMAZIONI MIOCENICHE

- | | | | |
|-------------------|-------|--------------------------------------|---|
| Miocene Superiore | | ULI | Conglomerati di Ullignano - Messiniano Sup. |
| | | PDNc | Formazione di Podernuovo - Messiniano Sup. |
| | | EMOg | Argille e Gessi del Fiume Era Morta: Argille (EMO) e gessi (g) del F. Era Morta e di Saline di Volterra |
| | | EMOg | Travertino di Pignano (EMOg) |
| | | EMOg | Arenarie di S. Benedetto (EMOg) |
| | | RAQg | Formazione del Torrente Raquese: Argille a Pycnodonta (RAQ) e livelli di gessi alla base (RAQg) - Messiniano Inf. |
| | | ROS4 | Calcare di Rosignano: Conglomerati di Villa Mirabella (ROS4) e |
| | | ROS5 | Calcarei di Castelnuovo (ROS5) - Messiniano Inf. |
| | | SPC | Formazione della Spicchiaiola (SPC) - Messiniano Inf. |
| | | FOSo | Argille del Torrente Foschi (FOS), olistostromi di Argille a Palombini (FOSo) - Tortoniano Sup. /Messiniano Inf. |
| Miocene Medio | | SLTr | Formazione del Torrente Sellate: Arenarie della Caprareccia (SLTr) - Tortoniano Sup. /Messiniano Inf. |
| | | SLTm | Mame a Bithynia (SLTm) - Tortoniano Sup. /Messiniano Inf. |
| | | SLTc | Conglomerati del M. Soldano (SLTc) - Tortoniano Sup. /Messiniano Inf. |
| | | LUP | Conglomerati del Podere Luppiano (LUP) - Tortoniano Sup. /Tortoniano |
| | | APN | Arenaria di Ponsano (APN) e marne siltose (APN01) |
| | APN01 | Serravalliano Sup. / Tortoniano Inf. | |

SEGNI CONVENZIONALI

- | | | | |
|--|--------------------|--|-----------------|
| | Strati rovesciati | | Faglia |
| | Strati diritti | | Faglia presunte |
| | Strati verticali | | Limite comunale |
| | Strati orizzontali | | |

FORMAZIONI PLIOCENICHE

- | | | | |
|--------------------|--|------|--|
| Pliocene Medio | | VTR | Calcarei di Volterra - Zancleano /Piacenziano |
| | | VLMa | Formazione di Villamagna: Sabbie di San Giusto (VLMs) e Argille sabbiose di San Cipriano (VLMa) - Piacenziano |
| | | FAA | Argille azzurre (FAA), Breccie del Poggio (FAA1) e Sabbie gradate da grossolane a medie (FAAs) - Zancleano/Piacenziano |
| Pliocene Inferiore | | SRZc | Formazione di Serrazano (SRZ) con lenti conglomeratiche (SRZc) |
| | | GAM | Conglomerati di Gambassi (GAM) |
| | | VOP | Conglomerati di Bosco delle Volpaie (VOP) |

UNITA' DI LANCIAIA - MONTEVERDI M.MO

- | | | | |
|------------------------------|--|------|--|
| Eocene Inf. | | CAA | Formazione di Lanciaia: Arenarie calcarifere e calcari marnosi (CA) e Breccie di Libbiano (CAAb) - Eocene Inf. |
| | | CAAb | |
| Cretaceo Sup. | | MIO | UNITA' OFIOLITIFERA DI MONTAIONE
Formazione di Montaione (MIO) - Campaniano Sup./ Maastrichtian |
| | | AMO | UNITA' OFIOLITIFERE DELLE ARGILLE A PALOMBINI
COMPLESSO OFIOLITIFERO DI M. CANNETO
Arenarie di Montecatini (AMO) - Cretaceo Sup./Paleocene |
| Cretaceo Inferiore | | APA | Argille a Palombini (APA) - Neocomiano (Berrasiano)/Aptiano |
| | | CCL | Calcarei a Calpionelle - Neocomiano (Berrasiano Sup.)/Valanginian |
| Giurassico Medio - Superiore | | DSA | Radiolariti - Diaspri del M. Alpi (DSA) - Giurassico Sup. Oxfordiano / Kimmeridgiano /Tortoniano |
| | | B | Basalti (B) - Giurassico Medio/Sup. |
| | | G | Gabbri (T) - Giurassico Medio/Sup. |
| Giurassico Medio - Inferiore | | E | Serpentiniti (E) - Giurassico Medio/Sup. |
| | | CCV | UNITA' DELLA FALDA TOSCANA
Calcare Cavernoso (CCV), Formazione anidritica di Burano (BUR) Carnico/Norico |
| Is. Sup. | | BUR | |
| | | BUR | |

CLASSI DI PERICOLOSITA' AI SENSI DEL D.P.G.R. N° 26/R

G.4 - Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata



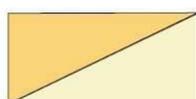
Aree in cui sono presenti fenomeni attivi e relative aree di influenza

G.3 - Pericolosità Geomorfologica Elevata



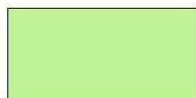
Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

G.2 - Pericolosità Geomorfologica Media

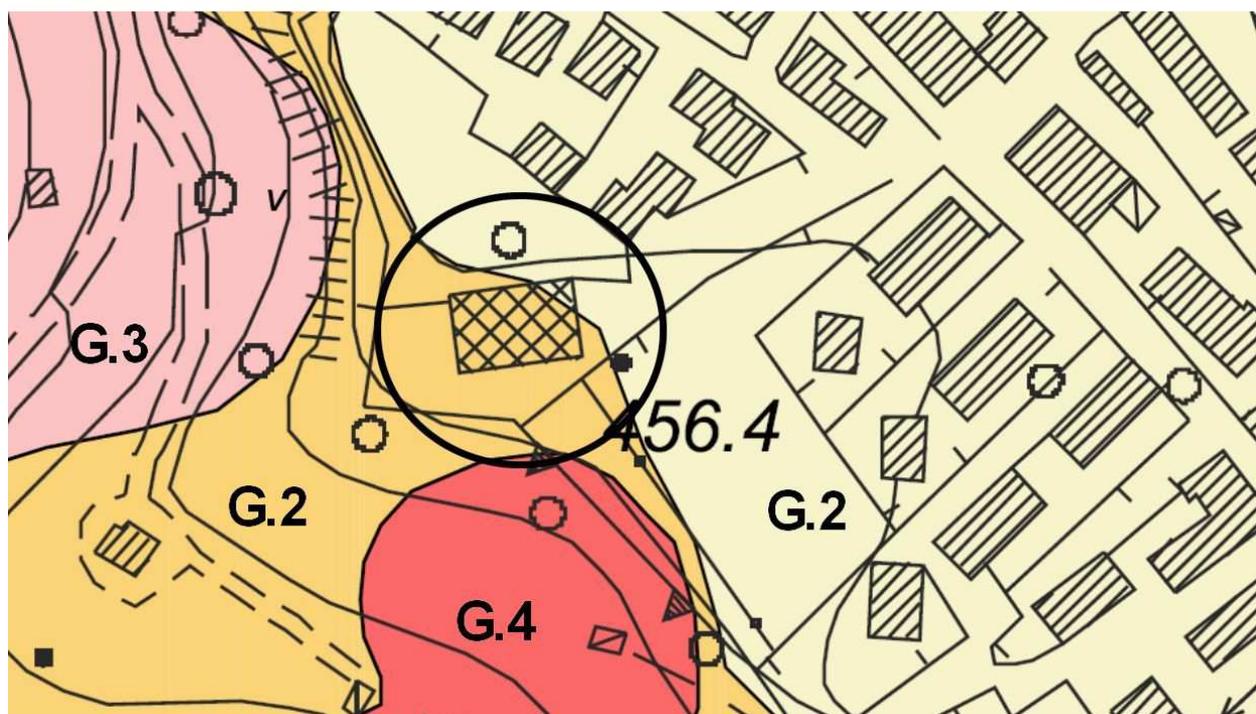


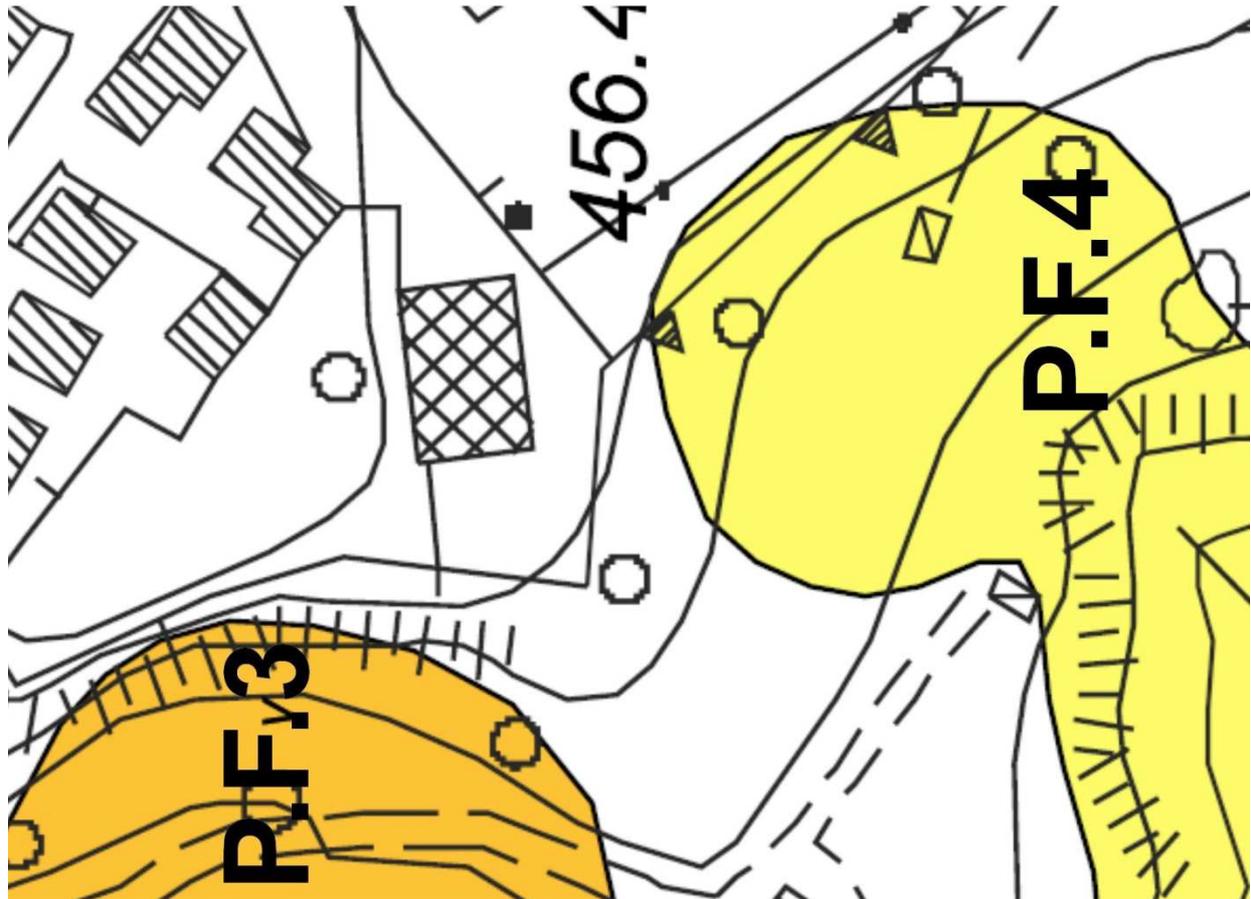
Aree in cui sono presenti fenomeni franosi inattivi stabilizzati (naturalmente o artificialmente); aree con elementi geomorfologici, litologici e giaciturali dalla cui valutazione risulta una bassa propensione al dissesto.

G.1 - Pericolosità Geomorfologica Bassa



Aree in cui i processi geomorfologici e le caratteristiche litologiche, giaciturali non costituiscono fattori predisponenti al verificarsi di movimenti di massa.





Bacino Fiume Arno

P.F.4 - Pericolosità molto elevata da processi geomorfologici di versante e da frana

Comprende le aree in frana attiva e il loro intorno

P.F.3 - Pericolosità elevata da processi geomorfologici di versante e da frana

Comprende le aree in frana quiescente e il loro intorno

P.F.2 - Pericolosità media da processi geomorfologici di versante e da frana

Comprende le aree in frana stabilizzata

Limite tra il Bacino Toscana Costa ed il Bacino Arno

Bacino Toscana Costa

P.F.M.E. - Pericolosità Geomorfologica Molto Elevata

In essa ricadono tutte le aree interessate da fenomeni franosi attivi e relative aree di influenza, nonché le aree che possono essere coinvolte dai suddetti fenomeni. Rientrano comunque nelle aree a pericolosità geomorfologica molto elevata le aree che possono essere coinvolte da processi a cinematica rapida e veloce quali quelle soggette a colate rapide incanalate di detrito e terra, nonché quelle che possono essere interessate da accentrate voragini per fenomeni carsici.

P.F.E. - Pericolosità Geomorfologica Elevata

In essa ricadono tutte le aree interessate da fenomeni franosi quiescenti e relative aree di influenza, le aree con indizi di instabilità connessi alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico, le aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza.

Pericolosità geomorfologica P.A.I.

DATI DI BASE GEOTECNICI

Saggi		Sondaggi	
■	Falda assente	●	Falda presente
■	Falda non rilevata	●	Falda assente
		●	Falda non rilevata
■		■	7 Corpi franosi e coltri detritiche.
		■	6 Litotipi da pseudocoerenti a semicoerenti a prevalente componente argillosa.
		■	5 Litotipi semicoerenti: depositi con livelli argillosi, alternati con livelli conglomeratici e sabbie.
		■	4 Litotipi incoerenti a composizione eterogenea: depositi alluvionali di fondovalle, detriti e alluvioni terrazzate.
		■	3 Litotipi semicoerenti: formazioni conglomeratiche e breccie con matrice siltosa e/o sabbiosa cementata.
		■	2 Rocce semicoerenti: litotipi a componente argillitica, marnosa e arenacea.
		■	1 Rocce coerenti, stratificate e massicce: diaspri, litotipi calcarei, arenacei e magmatici.

Prove Penetrometriche Dinamiche

●	Falda presente
●	Falda assente
●	Falda non rilevata

Prove Penetrometriche statiche

●	Falda presente
●	Falda assente
●	Falda non rilevata



Estratto da carta litotecnica comunale
ubicazione dell'intervento □

Tavola 6

Zona sismica di riferimento Delibera GR.T. 431 del 19/06/2006		3	GRADO DI PERICOLOSITA' SISMICA
SIMBOLOGIA	TIPOLOGIA DELLE SITUAZIONI		
	1 Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	S4	
	2A Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	S3	
	2B Zone potenzialmente franose	S3	
	3 Zona caratterizzata da movimenti franosi inattivi	S2	
	4 Zone con terreni particolarmente scadenti (argille e limi molto soffici, riperti poco addensati)	S3	
	6 Zona di ciglio H> 10 m costituita da scarpate con parete sub verticale, bordi di cava, nicchie di distacco, orli di terrazzo e/o scarpata di erosione (Buffer 10 m a partire dal ciglio)	S2	
	8 Zona di bordo della valle e/o aree di raccordo con il versante (buffer di 20 m a partire dal contatto verso valle)	S3	
	9 Zona con presenza di depositi alluvionali e di depositi sedimentari non litoidi	S2	
	10 Zona con presenza di coltri detritiche di alterazione del substrato roccioso	S2	
	11 Aree costituite da conoidi alluvionali e/o con detritici	S2	
	12 Zona di contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse (buffer 20 m)	S3	
	13 Contatti tettonici, faglie, sovrascorrimenti e sistemi di fratturazione (buffer 20 m)	S3	
	Formazioni litoidi	S1	

POSSIBILI EFFETTI	
	1
	2A
	2B
	3
	4
	6
	8
	9
	10
	11
	12
	13

ACCENTUAZIONE DEI FENOMENI DI INSTABILITA' IN ATTO E POTENZIALI DOVUTI AD EFFETTI DINAMICI QUALI POSSONO VERIFICARSI IN OCCASIONE DI EVENTI SISMICI

CEDIMENTI DIFFUSI

AMPLIFICAZIONE SISMICA DOVUTA AD EFFETTI TOPOGRAFICI

AMPLIFICAZIONE SISMICA DOVUTA A MORFOLOGIE SEPOLTE

AMPLIFICAZIONE DIFFUSA DEL MOTO DEL SUOLO DOVUTA A FENOMENI DI AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

ZONA DI CONTATTO TRE LITOTIPI CON CARATTERISTICHE FISICO MECCANICHE SIGNIFICATIVAMENTE DIVERSE

AMPLIFICAZIONE DIFFERENZIATA DEL MOTO DEL SUOLO E DEI CEDIMENTI; MECCANISMI DI FOCALIZZAZIONE DELLE ONDE

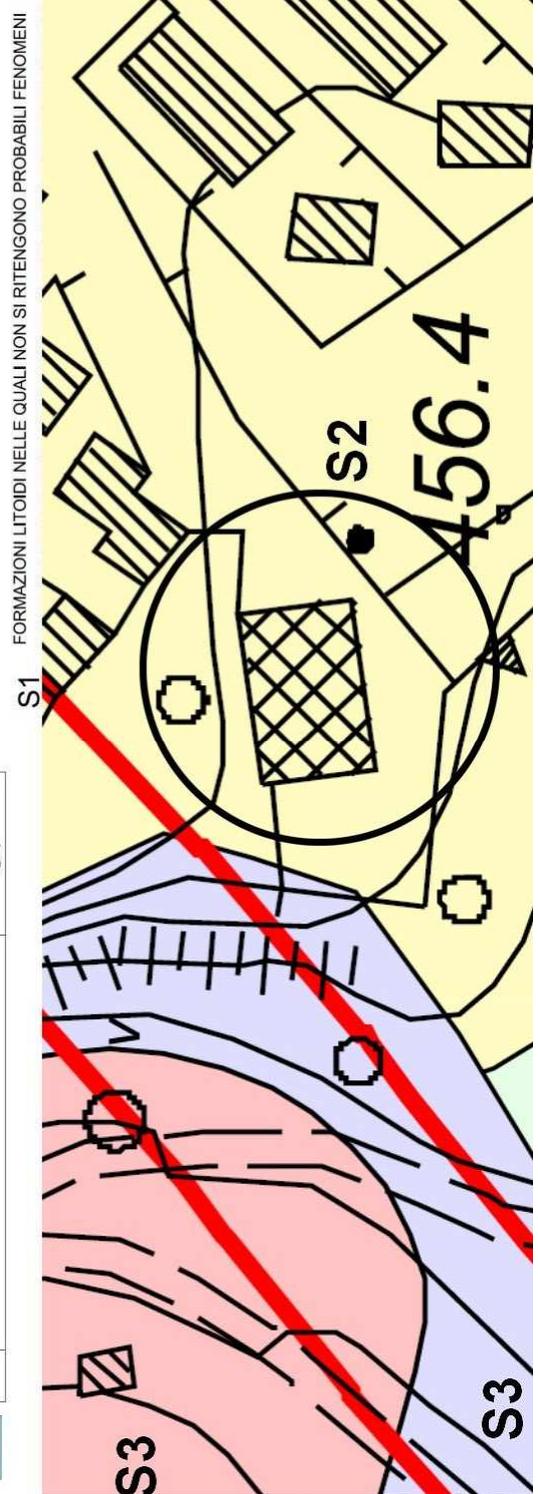
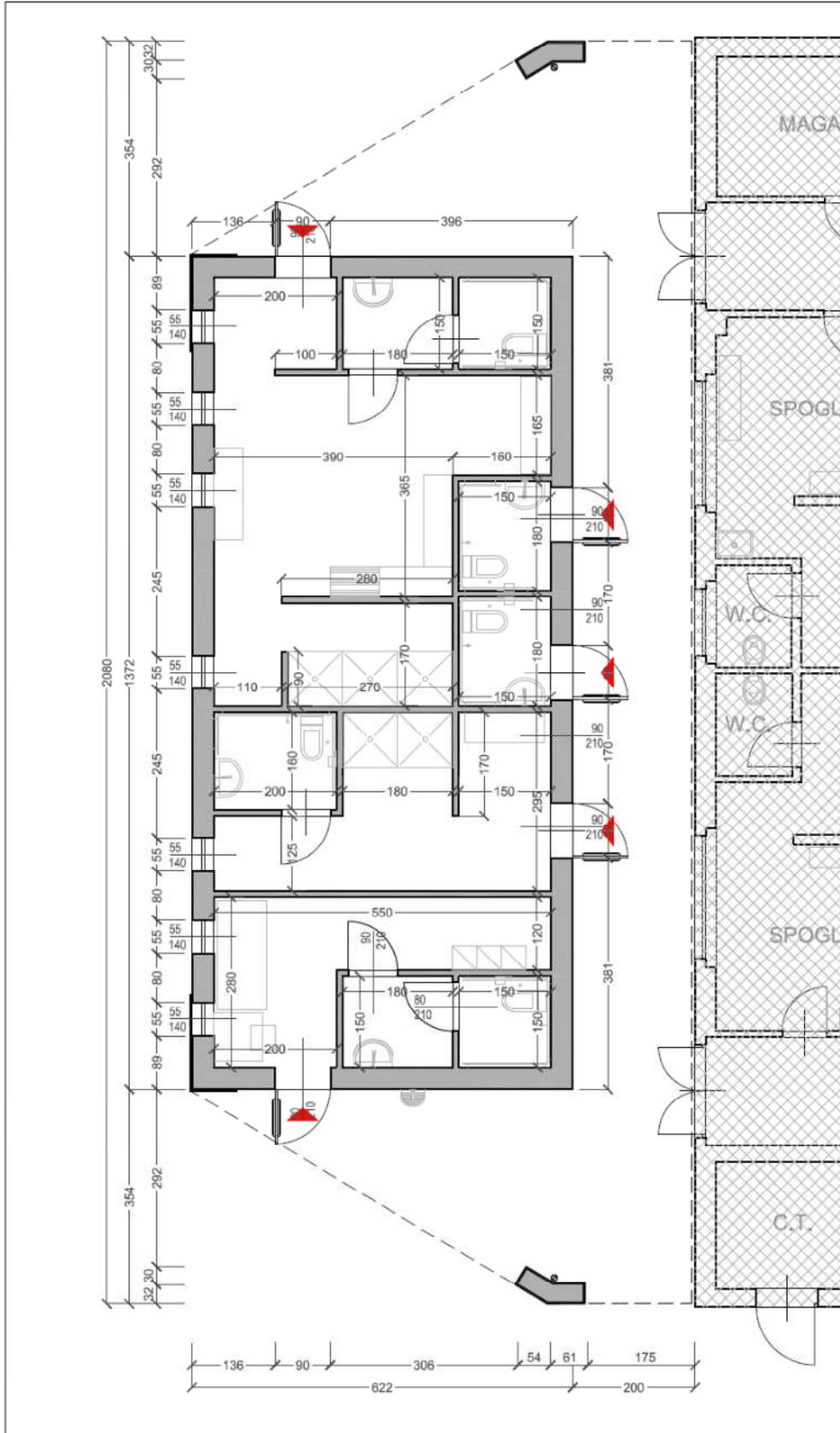
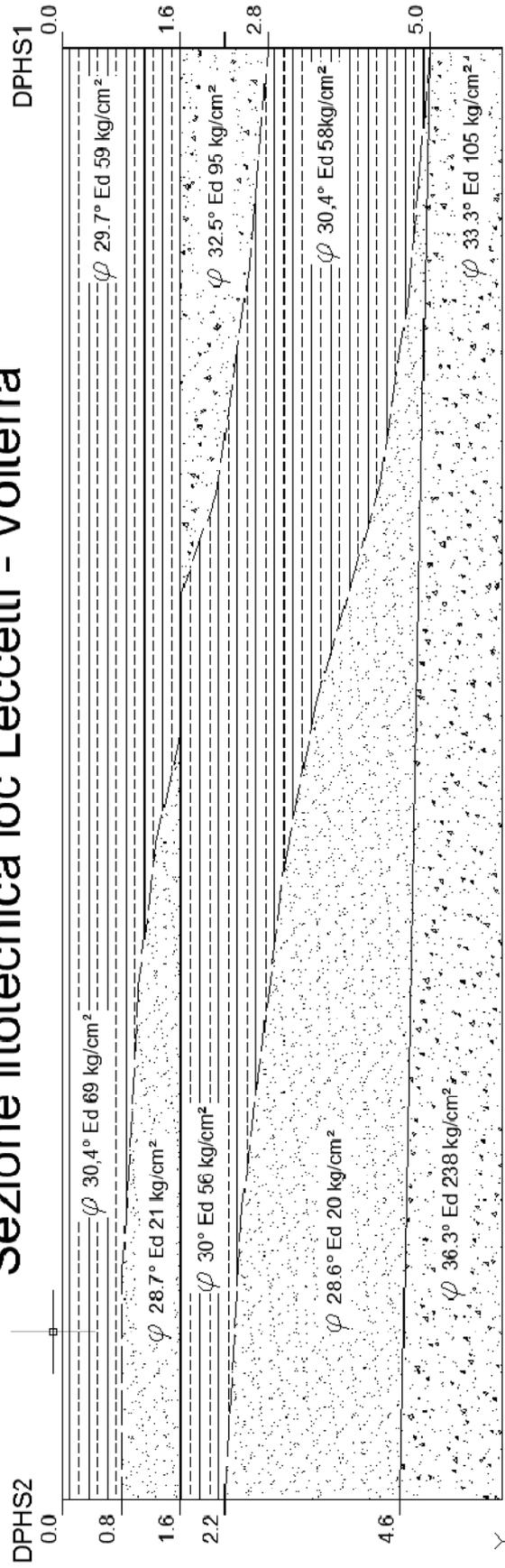


Tavola 7



Sezione litotecnica loc Leccetti - Volterra



Allegato 1

Dati ed elaborazioni DPSH1 e DPSH2

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1 - parametri medi**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Gibbs & Holtz 1957	56,68
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Gibbs & Holtz 1957	82,04
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Gibbs & Holtz 1957	43,56
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Gibbs & Holtz 1957	71,8

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Sowers (1961)	29,69
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Sowers (1961)	32,56
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Sowers (1961)	29,65
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Sowers (1961)	33,34

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	48,16
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Schmertmann (1978) (Sabbie)	130,32
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Schmertmann (1978) (Sabbie)	47,04
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Schmertmann (1978) (Sabbie)	152,48

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Menzenbach e Malcev	59,31
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Menzenbach e Malcev	95,67
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Menzenbach e Malcev	58,82
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Menzenbach e Malcev	105,47

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Strato 3	5,88	5,00	5,88	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAME NTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Meyerhof ed altri	1,58
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Meyerhof ed altri	1,91
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Meyerhof ed altri	1,58
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Meyerhof ed altri	1,97

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	6,02	1,60	6,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	16,29	2,80	16,29	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	5,88	5,00	5,88	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	19,06	5,80	19,06	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Ohsaki (Sabbie pulite)	351,35
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Ohsaki (Sabbie pulite)	895,61
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Ohsaki (Sabbie pulite)	343,66
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Ohsaki (Sabbie pulite)	1038,08

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	6,02	1,60	6,02		134,95
Strato 2	16,29	2,80	16,29		221,98
Strato 3	5,88	5,00	5,88		133,37
Strato 4	19,06	5,80	19,06		240,12

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
--	------	---------------------	-------------------------------------	--------------	----------------------------

Strato 1	6,02	1,60	6,02	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.04-0.10

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Navfac 1971-1982	1,22
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Navfac 1971-1982	3,37
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Navfac 1971-1982	1,19
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Navfac 1971-1982	3,88

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	6,02	1,60	6,02	Robertson 1983	12,04
Strato 2	16,29	2,80	16,29	Robertson 1983	32,58
Strato 3	5,88	5,00	5,88	Robertson 1983	11,76
Strato 4	19,06	5,80	19,06	Robertson 1983	38,12

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2 - parametri medi**TERRENI INCOERENTI****Densità relativa**

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Gibbs & Holtz 1957	70,51
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Gibbs & Holtz 1957	36,07
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Gibbs & Holtz 1957	55,71
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Gibbs & Holtz 1957	29,37
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Gibbs & Holtz 1957	94,8

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Sowers (1961)	30,42
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Sowers (1961)	28,74
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Sowers (1961)	29,97
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Sowers (1961)	28,67
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Sowers (1961)	36,77

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Kg/cm ²)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Schmertmann (1978) (Sabbie)	69,20
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Schmertmann (1978) (Sabbie)	21,04
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Schmertmann (1978) (Sabbie)	56,16
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Schmertmann (1978) (Sabbie)	19,04
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Schmertmann (1978) (Sabbie)	250,64

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo Edometrico (Kg/cm ²)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Menzenbach e Malcev	68,62
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Menzenbach e Malcev	47,31
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Menzenbach e Malcev	62,85
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Menzenbach e Malcev	46,43
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Menzenbach e Malcev	148,91

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato	Nspt corretto per	Correlazione	Classificazione
--	------	--------------	-------------------	--------------	-----------------

		(m)	presenza falda		AGI
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m ³)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Meyerhof ed altri	1,68
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Meyerhof ed altri	1,43
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Meyerhof ed altri	1,62
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Meyerhof ed altri	1,42
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Meyerhof ed altri	2,15

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m ³)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,87
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	8,65	0,80	8,65	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	2,63	1,60	2,63	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	7,02	2,20	7,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	2,38	4,60	2,38	(A.G.I.)	0,35
Strato 5	31,33	6,00	31,33	(A.G.I.)	0,29

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm ²)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Ohsaki (Sabbie pulite)	493,98
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Ohsaki (Sabbie pulite)	161,31
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Ohsaki (Sabbie pulite)	405,95
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Ohsaki (Sabbie pulite)	146,86
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Ohsaki (Sabbie pulite)	1656,21

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	8,65	0,80	8,65		161,76
Strato 2	2,63	1,60	2,63		89,2
Strato 3	7,02	2,20	7,02		145,72
Strato 4	2,38	4,60	2,38		84,85
Strato 5	31,33	6,00	31,33		307,85

Liquefazione

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Potenziale Liquefazione
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	< 0.04
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Seed (1979) (Sabbie e ghiaie)	0.10-0.35

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Navfac 1971-1982	1,81
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Navfac 1971-1982	0,42
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Navfac 1971-1982	1,45
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Navfac 1971-1982	0,36
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Navfac 1971-1982	5,79

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	8,65	0,80	8,65	Robertson 1983	17,30
Strato 2	2,63	1,60	2,63	Robertson 1983	5,26
Strato 3	7,02	2,20	7,02	Robertson 1983	14,04
Strato 4	2,38	4,60	2,38	Robertson 1983	4,76
Strato 5	31,33	6,00	31,33	Robertson 1983	62,66

Allegato 2

Indagine sismica di riferimento

**RISULTATI DI UNA PROSPEZIONE SISMICA MASW
EFFETTUATA A VOLTERRA (PI) NEI PRESSI
DELLA PALESTRA LECCETTI**

Committente: *Comune di Volterra*

Novembre 2015

PREMESSA

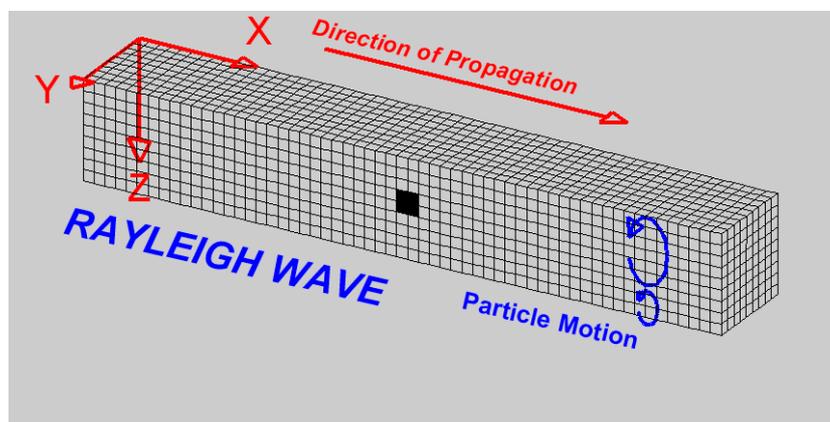
L'indagine MASW è stata effettuata per la determinazione della velocità delle onde S_h , al fine di definire il parametro VS30 necessario per la classificazione del suolo di fondazione, come richiesto dalle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (D.M. 14/01/2008).

L'interpretazione dei dati acquisiti in campagna ha consentito di ricavare una sequenza sismo-stratigrafica relativamente all'area di indagine, con suddivisione in strati aventi analoghe caratteristiche delle velocità di propagazione delle onde sismiche trasversali. E' stato possibile, per ottimizzare l'interpretazione, riferirsi al locale assetto geolitologico-geotecnico.

GENERALITÀ

Le onde sismiche che si propagano in un mezzo si dividono, principalmente, in onde di corpo e onde di superficie. Fra queste ultime si hanno le onde di Rayleigh, le onde di Love e le onde di Lamb.

Le onde di Rayleigh, in particolare, sono originate dall'interazione fra le onde di pressione e le onde di taglio verticali quando esista una superficie libera in un mezzo omogeneo e isotropo.

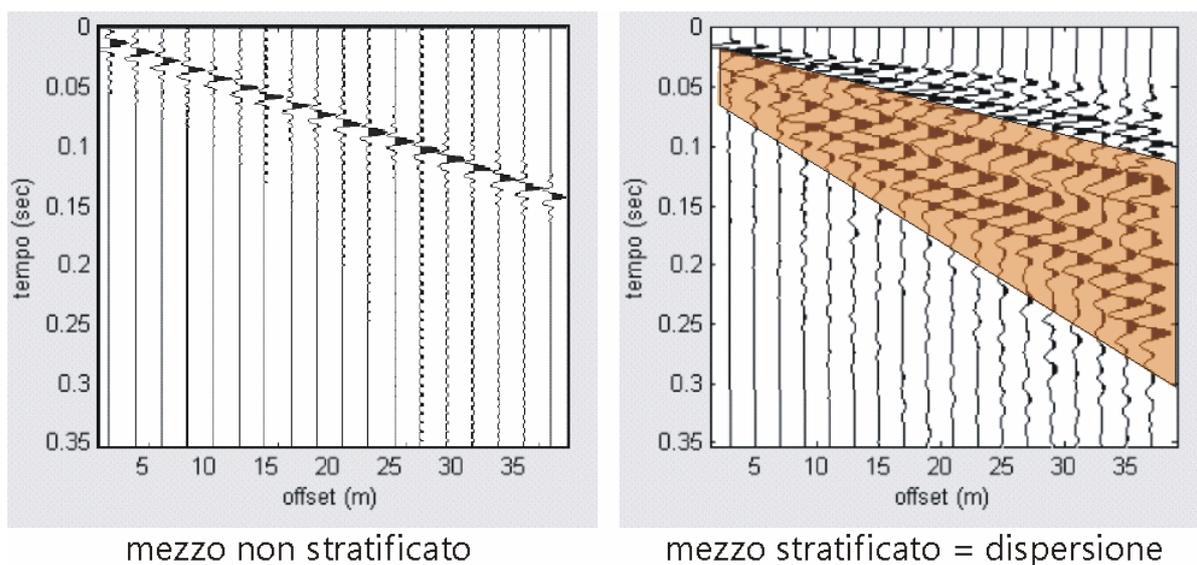


Il moto delle particelle è di tipo ellittico retrogrado, il quale si inverte a una profondità di $\lambda/2\pi$. L'ampiezza dello spostamento decresce secondo una legge esponenziale.

L'energia convertita in onde di Rayleigh è, in percentuale, molto maggiore rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P ed S. Inoltre, l'ampiezza delle onde di superficie varia con la radice quadrata di r , e non con r come avviene per le onde di corpo. Le onde di Rayleigh presentano una velocità del 90% circa rispetto a

quella delle onde di taglio.

In presenza di un semispazio omogeneo, la velocità di tali onde non varia in funzione della frequenza, non si ha cioè dispersione, la deformazione di un treno di onde dovuta alla variazione della velocità di propagazione in funzione della frequenza. Questa deformazione si manifesta invece quando il terreno presenti una stratificazione; la velocità di propagazione per una certa lunghezza d'onda viene influenzata dalle proprietà che il mezzo possiede fino a una profondità dell'ordine di $\lambda/2$ circa.



Le componenti a bassa frequenza (lunghezze d'onda maggiori), sono caratterizzate da forte energia e grande capacità di penetrazione, mentre le componenti ad alta frequenza (lunghezze d'onda corte), hanno meno energia e una penetrazione superficiale. Quindi, una metodologia che utilizzi le onde superficiali è in grado di rilevare variazioni delle proprietà elastiche dei materiali prossimi alla superficie al variare della profondità.

Nel caso che l'obiettivo sia di verificare le caratteristiche delle velocità delle onde S nel terreno, questo tipo di indagine è molto utile, in quanto la V_s è il fattore che governa le caratteristiche della dispersione. Inoltre il metodo non è limitato dalla presenza di inversioni di velocità e presenta una buona risoluzione.

L'indagine secondo la tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves) prevede l'energizzazione mediante sorgente attiva, con registrazione simultanea su 12 o più canali. Vengono utilizzati geofoni a componente verticale sensibili alle basse frequenze (un valore tipico sono 4,5 Hz). La distanza dalla sorgente di energizzazione e il primo ricevitore condiziona Δ_{max} , quindi la profondità di indagine. Anche la lunghezza dello stendimento geofonico è in relazione alla profondità di indagine,

mentre la distanza intergeofonica condiziona lo spessore dello strato più sottile rilevabile.

E' importante osservare che nel sismogramma possono comparire diversi tipi di onde: onde di corpo, onde superficiali non piane, onde riverberate dalle disomogeneità superficiali, oltre al rumore ambientale e quello imputabile alle attività umane. Questo comporta una difficoltà aggiuntiva nella "lettura" dello spettro di velocità e quindi nella successiva individuazione della curva di dispersione.

Le onde di corpo sono di solito riconoscibili; le onde superficiali riverberate (back scattered) possono risultare prevalenti in un sismogramma quando siano presenti discontinuità orizzontali. Le ampiezze relative di ciascuna tipologia di rumore generalmente cambiano con la frequenza e la distanza dalla sorgente. Ciascun rumore, inoltre, ha diverse velocità e proprietà di attenuazione che possono essere identificate sulla registrazione multicanale grazie all'utilizzo di modelli di coerenza e in base ai tempi di arrivo e all'ampiezza di ciascuno. In sintesi l'indagine comporta:

- l'acquisizione delle onde superficiali (ground roll);
- la determinazione di uno spettro di velocità con velocità di fase in funzione della frequenza;
- l'identificazione della curva di dispersione, cioè la determinazione dei punti che, sullo spettro di velocità, appartengono a un certo modo di propagazione dell'onda superficiale di Rayleigh;
- l'inversione della curva di dispersione, al fine di ottenere il profilo verticale delle Vs.

L'inversione della curva di dispersione viene realizzata iterativamente, utilizzando come riferimento la curva di dispersione precedentemente ottenuta. Per ottenere il profilo verticale Vs dalla curva di dispersione è necessaria l'assunzione di valori approssimati per il rapporto di Poisson e per la densità. La procedura di inversione utilizzata dal software winMASW è legata agli "algoritmi genetici", il quale approccio consente di ottenere risultati più affidabili rispetto ai metodi di inversione basati sulla matrice Jacobiana.

E' estremamente utile, per una interpretazione affidabile, poter disporre di dati di riferimento, sia per fornire uno spazio di ricerca iniziale al processo di inversione, sia per effettuare una "modellazione diretta" di ausilio a un corretto "picking" della curva di dispersione.

ATTREZZATURA E METODOLOGIE IMPIEGATE

Per l'indagine di riferimento si è impiegata un'attrezzatura AMBROGEO "ECHO 12-

24/2002 Sismic Unit”, avente le seguenti caratteristiche:

- . numero di canali: 24
- . sampler interval: 0,296 msec
- . A/D conversion: 16 bit
- . input impedance: 1KOhm
- . Gain: 10 dB – 100 dB (step 1 dB)
- . saturation tension: +/- 2,3 V
- . saturation level: 100 dB
- . distorsion: 0,01%
- . sampler:
 - 25 msec (191 punti)
 - 50 msec (383 punti)
 - 100 msec (756 punti)
 - 200 msec (1530 punti)
 - 400 msec (3060 punti)
 - 1000 msec (7560 punti)
- . sampling: 130 microsec
- . filter low pass: 50/950 Hz, step 1 Hz
- . digital filter low pass: 1000-50
- . digital filter high pass: 0-250
- . frequency response: 7-950 Hz, filter at 950 Hz
- . dynamic range: 93 dB
- . noise: 0,66 uV RMS, gain = 55 dB
- . crosstalk: 52 dB, gain = 55 dB
- . power: 12 V.

Il software di acquisizione dati è “ECHO 12-24”. L’attrezzatura è completata da 2 cavi sismici a 12 takes out spaziatati a 5 m, con connettori cannon, montati su rullo, geofoni “Geospace” a 4,5 Hz, mazza di battuta da 8 Kg con interruttore starter, cavo trigger da 200 m montato su rullo.

Lo stendimento impiegato per il profilo MASW di riferimento ha le seguenti caratteristiche:

- n. geofoni: 24
- spaziatura fra i geofoni: 2,0 m
- n. shots: sono state effettuate 2 rilevazioni, impiegando esclusivamente la mazza di battuta, a distanze di 3 e 6 metri dalla linea geofonica.
- tempo di acquisizione : 1.000 msec.

Il profilo è assimilabile ad orizzontale, in quanto i dislivelli massimi lungo lo stendimento sono non significativi.

INTERPRETAZIONE DEI DATI

Per il processo di interpretazione/inversione è stata utilizzata la curva di dispersione relativa allo “shot” posto a offset di 3 m dalla linea geofonica, impiegando il software winMASW, il quale consente la determinazione di profili verticali della velocità delle onde di taglio Vs tramite l’inversione delle curve di dispersione ottenute (effettuata con algoritmi “genetici”). Tale programma è in grado di operare sui records in formato SGY secondo la procedura specifica descritta nel capitolo introduttivo.

Come già accennato, per dare uno spazio di ricerca significativo al processo di inversione ci si è basati anche sul contesto geolitologico locale. Sono stati individuati 4 strati a differente velocità Vsh:

- secondo il MODELLO MEDIO:

strato	1	2	3	4
VSh (m/sec)	271	329	410	473
Spessore (m)	3.2	3.4	6.2	

- secondo il MODELLO MIGLIORE:

strato	1	2	3	4
VSh (m/sec)	271.35	328.89	409.91	473.09
Spessore (m)	3.15	3.43	6.16	

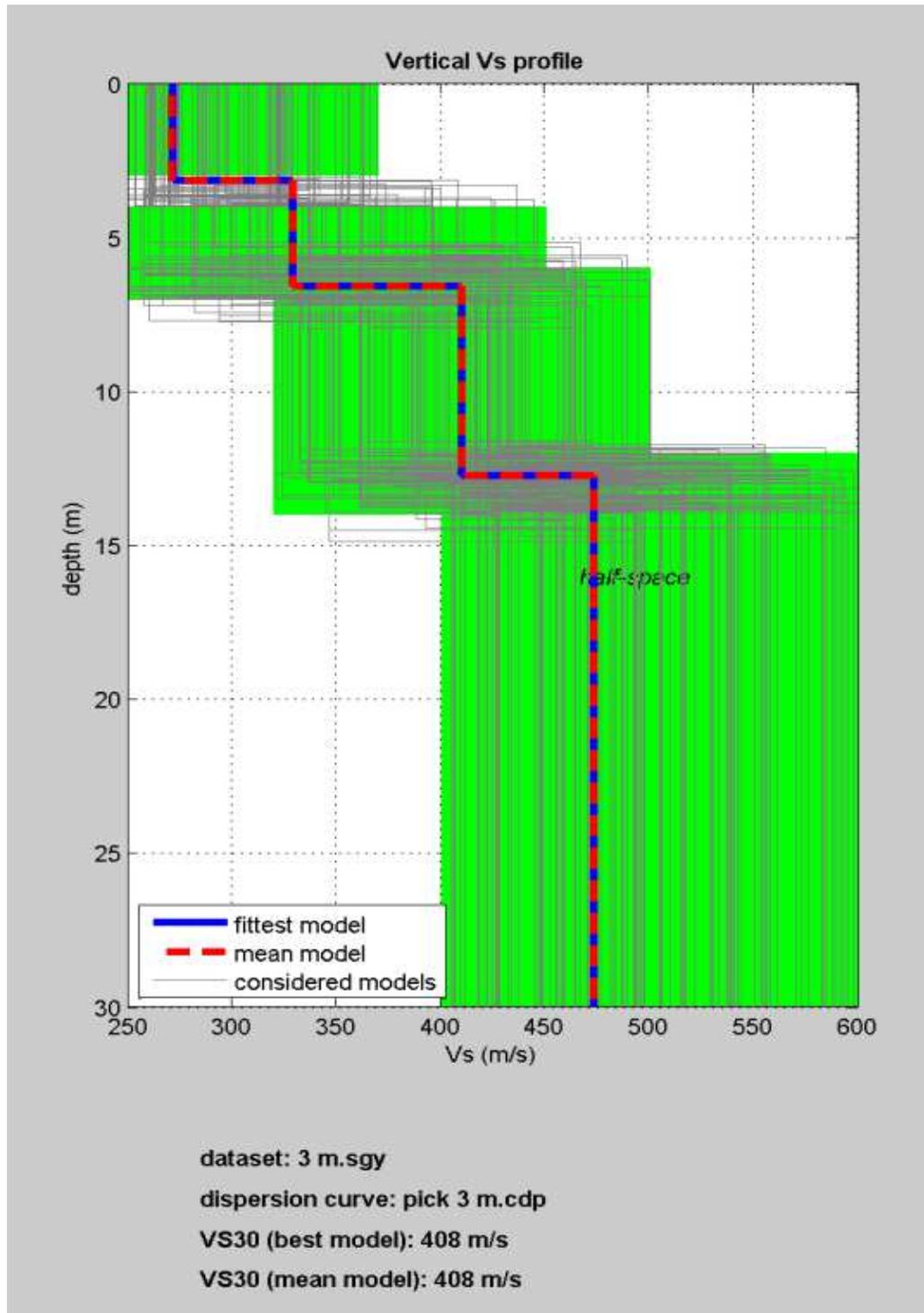
Il parametro Vs30 viene calcolato utilizzando una media ponderata dei valori di velocità delle onde di taglio dei primi 30 m mediante la seguente espressione:

$$\frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{v_i}}$$

Con i dati ottenuti, per la zona di indagine si ha :

- VS30 del modello medio: 408 m/sec
- VS30 del modello migliore: 408 m/sec

La categoria attribuibile al suolo di fondazione è la “**B**”, corrispondente a “rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s”.



Vada, li Novembre 2015

