

Studio GEOECOS
Dott. Geol. G. MENZIO

– Programmazione Territoriale-Geotecnica-Idrogeologia

Sede : Via Cavour 34 - SAMPEYRE (CN)

Tel0175977186-Fax1782737211-Cel.3402572786-mail:geoecos@libero.it

Indirizzo di posta elettronica certificata: geoecos@epap.sicurezza postale.it

Recapito: Land Studio-Via Beggiami 4 – 12038 Savigliano (CN)-Tel./fax 0172726344

TAV.19-RELAZIONE GEOLOGICA

– Variante Strutturale al PRGC

*-- Valutazione Rischio Sismico- (D.G.R. n.4-3084
del 12-12-2011 e n. 7-3340 del 3-02-2012- D.P.R. 380/01)*

Comune di VERZUOLO

REGIONE PIEMONTE - Provincia di CUNEO

Agosto 2012

----- **PREMESSA** -

Il Comune di Verzuolo si accinge ad adottare una Variante Parziale al PRGC vigente, articolata in 5 punti principali (settori da 004 a 008)..

Le aree sono state tutte indagate a fondo sotto il profilo del Rischio idrogeologico e conseguentemente della potenziale edificabilità; il territorio comunale, per quanto riguarda la stabilità dei versanti (frane, ecc) o il rischio di esondabilità , non presenta problematiche esterne a quanto perimetrato nella Carta del Dissesto ed in quella di Sintesi già adottate con il Progetto Preliminare; ampiamente cautelative; ovviamente nelle porzioni di territorio collinare-montano, dovranno essere attuate tutte le normali cautele che si utilizzano per operare in settori ad acclività media, particolarmente a riguardo della raccolta e regimazione delle acque meteoriche e superficiali in genere.

Conseguentemente **tutte le aree esaminate e non stralciate dopo questo lavoro di indagine, sono da ritenersi idonee all'edificazione e sicure sotto il profilo del Rischio Idrogeologico, nel rispetto delle prescrizioni fornite.**

Il presente studio costituisce la necessaria integrazione per richiedere parere preliminare sulla Nuova Normativa Sismica, che per i Comuni che hanno già adottato il Progetto Preliminare al momento dell'entrata in vigore della Normativa obbliga alla richiesta di un parere preventivo rispetto all'adozione del Progetto Definitivo(art. 89 del D.P.R. 380 del 2001 e...punto 5.2.3 della Circolare Esplicativa Regionale) .

1.-Caratteristiche Geologico-Morfologiche –

Il territorio del **Comune di Verzuolo (CN)**, con una superficie di circa **26 kmq**, è **ubicato allo sbocco della Valle Varaita**. L'area è compresa nei Fogli n.° 78 - 79 "Argentera - Dronero" e 80 "Cuneo" della Carta Geografica d'Italia in scala 1 : 100.000.

Dal punto di vista altimetrico il territorio comunale è **compreso tra quota 360 m s.l.m. del settore orientale**, in prossimità del confine con i Comuni di *Manta e Lagnasco*, **ed una quota di 1167 m s.l.m. del Monte San Bernardo Vecchio**, nel settore occidentale del territorio comunale.

Morfologicamente il Comune può essere suddiviso in due distinte zone. La prima è rappresentata dal **settore pianeggiante** in corrispondenza della porzione orientale del territorio, nella pianura generata dal *T. Varaita*, **ad ENE del centro abitato**.

La seconda zona è montuosa e collinare, **rappresentata** dall'estrema propaggine Nord -orientale dell'articolata dorsale spartiacque *Valle Varaita – Valle Po*; **è posta a quote superiori ai 430 m s.l.m. ed è contraddistinta dalla presenza di alcune borgate e numerosi casolari isolati. Le zone caratterizzate da una maggiore acclività sono solcate da incisioni ad opera di piccoli rii, a volte profondamente incassati, che danno origine a scarpate subverticali e forme legate ad una accentuata attività erosiva per arretramento della testata.**

Il **versante vallivo** compreso all'interno del comune di *Verzuolo* risulta intensamente vegetato, con una copertura arborea fitta e continua, anche in corrispondenza dei settori posti alle quote più elevate.

Le fasce boscate risultano costituite **dall'alternanza di settori occupati da bosco ceduo**, sottoposto a taglio stagionale, e da **settori in cui il bosco risulta privo di manutenzione programmata** e sottoposto a tagli saltuari. É infine da segnalare la presenza di numerose radure e fasce disboscate, soprattutto in prossimità delle borgate e dei casolari, occupate da prati o da coltivazioni varie.

I corsi d'acqua del versante (*Rio Torto, Rio di S.Bernardo, Rio di S.Cristina*) confluiscono nel canale denominato *Bedale del Corso/Bedale del Molino*: questo canale, unito ad una rete di canali secondari che esso stesso alimenta, costituisce la rete irrigua principale, oltre ad essere utilizzato dai principali stabilimenti industriali del *Concentrico di Verzuolo*.

La **zona pianeggiante**, in prossimità del corso del *T. Varaita*, è intensamente coltivata, in particolare a frutteto e le forme morfologiche risentono notevolmente dell'intervento antropico. Il *Torrente Varaita* borda il territorio comunale a ESE; scorre praticamente al livello del piano campagna, e solo un terrazzo dell'altezza di 1 – 2 m separa le alluvioni terrazzate da quelle recenti ed attuali.

Dall'analisi della piovosità della zona emerge come la **media annua non sia troppo elevata (intorno ai 900 mm)** e tocchi le **punte massime nei mesi di Aprile – Maggio - Giugno**, in concomitanza con il disgelo primaverile (*Carta Climatica del Piemonte – Regione Piemonte / C.S.I. / Università di Torino – Scala 1:250.000*).

In accordo con i dati esposti, il **regime pluviometrico della zona può essere classificato “sublitoraneo alpino”**: due massimi, con leggera prevalenza del primaverile sull'autunnale, e due minimi, di cui l'invernale è il più pronunciato.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1 - Inquadramento generale

La zona esaminata è compresa nei **Fogli 78 e 79 “Argentera - Dronero”** (II edizione - Carta Geologica d'Italia alla scala 1: 100.000) e **80 “Cuneo”** (Regio Ufficio Geologico – 1: 100.000). I litotipi rilevati sono attribuibili al **“Dominio Interno”** o **“Pennidico”** delle Alpi Occidentali ed in particolare al **“Complesso del Dora - Maira”**.

-----Complesso del Dora - Maira

Il **Complesso Dora-Maira** consiste in un **insieme eterogeneo di parascisti pretriassici**, in prevalenza **micascisti con intercalazioni stratoidi o lenticolari di marmi cristallini, quarziti ed anfiboliti**, oltre a **notevoli masse di ortogneiss occhiadini o granitoidi** ed è ricoperto da **gneiss e scisti psammitici e psefitici grafitici**.

Per Michard (1967) e Vialon (1966) si tratta di zoccolo cristallino polimetamorfico, sede di importanti processi di granitizzazione di età Ercinica, sul quale si sono depositate diverse serie detritiche. Le serie detritiche e vulcano – detritiche sono rappresentate in particolare da scisti carboniferi, micascisti ad albite e cloritoide, gneiss minuti, metaconglomerati, porfiroidi arcocici e grafitici.

La **percentuale di roccia affiorante rispetto alla copertura detritica è medio – bassa**, in particolare alle quote inferiori, dove la maggior parte degli affioramenti è ubicata in corrispondenza di sbancamenti artificiali o di incisioni dovute all'erosione delle acque superficiali.

2.2 - Litotipi

I litotipi rilevati nel *Comune di Verzuolo* sono costituiti da metamorfiti, in particolare:

-micascisti, micascisti gneissici e quarzomicascisti;

-anfiboliti e gneiss anfibolici;

-quarziti micacee.

- - **Micascisti, micascisti gneissici, quarzomicascisti.**

I **micascisti**, i **micascisti gneissici** ed i **quarzomicascisti** costituiscono l'ossatura del settore meridionale del Dora-Maira. Si tratta di un insieme eterogeneo di paraderivati, con micascisti prevalenti, da massicci a filladici, frequentemente a granato e cloritoide.

Tali paraderivati avrebbero origine da una sequenza argilloso – arenacea a livelli carbonatici del Paleozoico inferiore e manifestano un'impronta metamorfica alpina in facies scisti verdi.

- **Anfiboliti e gneiss anfibolici.**

Tali litotipi sono presenti sotto forma di **intercalazioni lenticolari o stratiformi** entro i parascisti.

Sono individuabili sia paragenesi di tipo prasinitico, sia prevalenti anfiboliti ad albite a struttura massiva.

Si tratta di antiche rocce a chimismo basico in seguito sottoposte ad un primo episodio metamorfico di alta pressione e successive trasformazioni alpine in facies scisti verdi.

- **Quarziti micacee.**

Le **quarziti** sono rappresentate da rocce quarzitiche compatte, contenenti una piccola percentuale di fillosilicati. Si tratta di rocce che derivano dal metamorfismo delle coperture sedimentarie del Complesso del Dora - Maira.

2.3 - Depositi quaternari

Sono rappresentati da **coperture detritico – colluviali e depositi alluvionali terrazzati, medio – recenti ed attuali.**

I **terreni di copertura detritico - colluviale**, a prevalente composizione limoso - sabbiosa, sono omogeneamente distribuiti nel settore collinare del territorio comunale di

Verzuolo. Questi depositi risultano spesso intensamente alterati, tali da formare in alcuni punti accumuli di “**terre rosse**” di potenza dell’ordine del metro (settore limitrofo a *C.se Roasio*).

Le **alluvioni terrazzate**, legate geneticamente all’attività deposizionale post – wurmiana del torrente *Varaita* , costituiscono l’ampio settore pianeggiante del territorio comunale, a quote inferiori ai 430 m s.l.m. e sono costituite da depositi prevalentemente a granulometria ghiaioso-ciottolosa (ghiaie poligeniche con ciottoli di pezzatura da media a minuta alternate ad orizzonti limoso argillosi sabbiosi), con matrice sabbiosa, e localmente cementati: i livelli conglomeratici hanno potenza che talora raggiunge i 20/30 m; essi tuttavia non sembrano costituire livelli continui. In alcuni punti le alluvioni risultano coperte da depositi limoso – sabbiosi di spessore ridotto, solitamente inferiore al metro, legati ad apporti gravitativi della bassa collina e a modesti allagamenti, con depositi fini, da parte del reticolo idrografico minore. Le **alluvioni recenti ed attuali** si trovano in prossimità del *T. Varaita* e presentano le stesse caratteristiche sedimentologiche di quelle terrazzate.

Le aree di completamento ed espansione sono tutte collocate, se non in classe I, in classe II della Carta di Sintesi;

Classe II di idoneità all'utilizzazione urbanistica: la sussistenza di condizioni di moderata pericolosità geomorfologica, richiede l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici, esplicitati a livello di norme di attuazione, ispirate al D.M. 14/01/2008 e succ. mod. ed integ. e realizzabili a livello di progetto esecutivo e all’interno del singolo lotto.

Sono quasi tutte collocate a completamento del concentrico, alcune in Frazione Falicetto, in continuità con settori già edificati. La numerazione dei settori varia tra 004 (concentrico) e 008 (Falicetto).

3.- CARTA DEGLI ELEMENTI LOCALI PER LA STIMA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 che prevedeva una revisione della classificazione sismica del territorio italiano ed il D.G.R. n. 61-11017 del 17 novembre 2003 hanno portato il territorio comunale di Verzuolo ad essere classificato in Zona 3. **I progetti per le nuove costruzioni dovranno quindi essere redatti nel rispetto della normativa tecnica di cui al D.M. 14.01.2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).**

L'elaborato cartografico, realizzato sulla base delle indagini geologiche, geomorfologiche e litostratigrafiche, ha lo scopo di evidenziare quelle **situazioni morfologiche del territorio che possono intervenire sulla risposta sismica del sito**, attraverso il possibile verificarsi di effetti di amplificazione locale o di eventi indotti (frane, fenomeni di densificazione, cedimenti, cedimenti differenziali, ecc.). L'identificazione delle situazioni di pericolosità è avvenuta mediante il confronto delle caratteristiche locali con situazioni tipo desunte da esperienze e studi nel settore.

L'area montana e pedemontana del cuneese è caratterizzata da una frequente attività sismica, per lo più con eventi a bassa energia ma, talora, anche con scosse di discreta intensità.

Viene di seguito riportata una descrizione dei parametri relativi all'intensità ed all'energia di un sisma (Cosenza E. & Manfredi G., 2000).

Scala Mercalli modificata

La scala Mercalli, proposta nel 1909 con una suddivisione in 10 gradi, e successivamente modificata con l'introduzione di altri due gradi, misura l'intensità sismica in relazione agli effetti provocati sulle persone, sugli oggetti e sulle costruzioni. Si tratta, quindi, di una scala non strumentale, ma basata esclusivamente sulle osservazioni fatte dalle persone che hanno avvertito il fenomeno sismico e, eventualmente, sulla valutazione dei danni riscontrati sulle costruzioni.

Per ciascun grado sono assunte indicazioni di natura diversa proprio per allargare la gamma degli elementi cui potersi riferire nell'attribuire ad un evento sismico la giusta collocazione nella scala. Ciononostante essa non consente una valutazione obiettiva dell'intensità di un evento sismico, perché essa non si riferisce ad una grandezza strumentale, bensì a valutazioni soggettive facilmente variabili.

Accanto a questa osservazione, che riguarda principalmente i terremoti di debole intensità che non lasciano tracce tangibili sulle strutture (di grado inferiore al VI della scala Mercalli), altre parimenti valide se ne possono aggiungere per i terremoti più violenti. Infatti, nella scala Mercalli l'entità dei danni subiti dalle costruzioni definisce il grado dell'evento sismico, indipendentemente dall'effettiva resistenza delle strutture, cioè prescindendo dalle caratteristiche, in termini di risposta sismica, del patrimonio edilizio considerato.

All'aumentare della distanza dall'epicentro gli effetti dei sismi si riducono e con essi l'intensità Mercalli, che risente in misura sostanziale, quindi, della distanza dell'osservatore dall'epicentro: questa circostanza consente di tracciare sulla regione colpita delle linee, dette isosisme, che congiungono i punti del territorio dove gli effetti verificatisi sono paragonabili.

Magnitudo

La magnitudo M è una misura dell'energia E rilasciata dal terremoto e si determina attraverso la valutazione dello spostamento massimo del terreno fornito da un sismografo standard posto alla distanza di 100 km dall'epicentro.

Quest'ultima convenzione, che potrebbe sembrare fortemente limitativa, non è in pratica determinante in virtù dell'osservazione che segue. Se si riportano su un diagramma cartesiano, per due eventi sismici diversi, che indichiamo come evento 1 ed evento 2, le misure effettuate con lo strumento standard, ponendo sull'asse delle ascisse le distanze Δ in km e sulle ordinate il logaritmo decimale dello spostamento massimo A , si ottengono due curve sensibilmente parallele, cioè tali che la differenza $(\log A_1 - \log A_2)$ risulta praticamente indipendente dalla distanza dello strumento.

Si definisce, pertanto, magnitudo del terremoto 1 la differenza:

$$M = \log A_1 - \log A_0$$

se con A_0 si indica lo spostamento massimo provocato da un terremoto campione.

Richter, che propose nel 1934 questa unità di misura, fissò convenzionalmente quale terremoto campione quello che provoca alla distanza di 100 km uno spostamento massimo A_0 , misurato con lo strumento standard, pari a 0,001 m.

Per terremoti più deboli di quello campione, quindi, la magnitudo risulta negativa, ma occorre subito precisare che questa possibilità non è di interesse per l'ingegneria sismica, trattandosi di eventi così deboli da non essere neanche percepiti dall'uomo: solo per valori

della magnitudo superiori a 2, infatti l'evento sismico è generalmente avvertito dalle persone.

La magnitudo fornisce una misura oggettiva dell'energia rilasciata: la correlazione, che trova maggiori consensi da parte dei sismologi, fra la magnitudo M e l'energia E è fornita da:

$$\log E = 11,8 + 1,5 M$$

(con E espressa in Ergon) e mostra che quest'ultima aumenta sensibilmente per un incremento unitario della magnitudo.

Poiché l'energia rilasciata è proporzionale alla lunghezza L della faglia generatrice può istituirsi una correlazione teorica fra tale lunghezza e la magnitudo. Analogamente, in base alle osservazioni fatte, si è riscontrato un aumento progressivo della durata di un terremoto con l'aumentare della magnitudo.

Per quanto riguarda l'influenza della distanza Δ dall'epicentro, all'aumentare di essa si manifesta una attenuazione degli effetti e cioè dei valori massimi, dell'accelerazione, della velocità e dello spostamento del terreno; il contenuto in frequenza della funzione accelerazione del terreno, inoltre, subisce una trasformazione nel senso che il periodo dell'armonica predominante aumenta all'aumentare della distanza Δ .

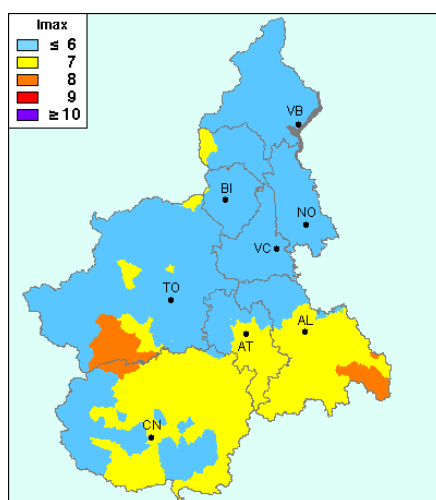
Anche, il tipo di terreno attraverso il quale si propagano le onde sismiche risulta determinante, comparando eventuali fenomeni di locale amplificazione, che possono trasformare in maniera sensibile gli effetti dell'evento sismico.

Si elencano, di seguito, gli **eventi sismici di maggiore rilevanza per il settore cuneese** con i valori delle intensità massime osservate o delle intensità epicentrali (dati del "Catalogo Parametrico dei terremoti Italiani al di sopra della soglia di danno"; G.N.D.T. – I.N.G. – S.S.N., 1998):

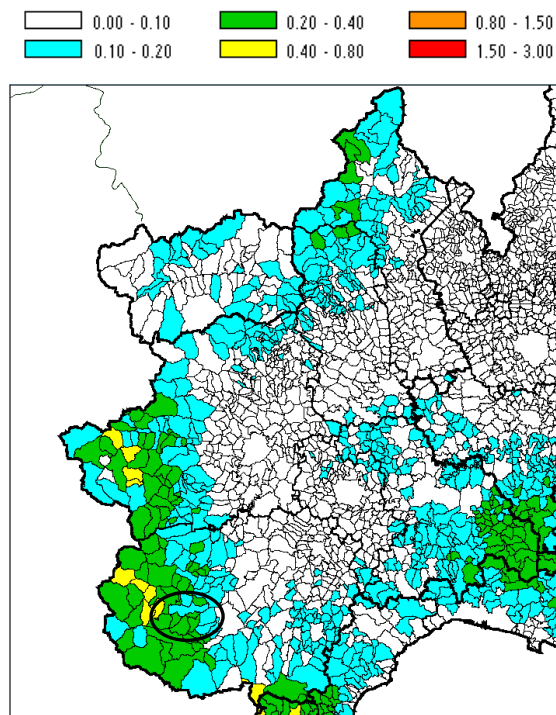
DATA	LOCALITA'	INTENSITA' (MCS)
1502	Tarantasca	7°
1550	Cuneo	6° - 7°
1564	Alpi Marittime	8° - 9°
1584	Dronero	6° - 7°
1644	Alpi Marittime	8° - 9°
1835	Boves	6° - 7°
1854	Liguria Occ. - Francia	7° - 8°
1878	S. Damiano	7°
1883	Revello	6°
1887	Celle di Macra	6°
1901	Boves	6°

1905	Valdieri	5° - 6°
1913	Valdieri	5° - 6°
1916	Vinadio	5°
1947	Alpi Occidentali	7° - 8°
1955	Alpi Cozie	6° - 7°
1956	M. Viso	6°
1958	Dronero	6°
1966	Cuneese	6° - 7°
1971	Celle di Macra	6°

Il comune di Verzuolo è ubicato in un'area con un valore delle massime intensità osservate pari a 6° (dati G.N.D.T., figura seguente). Si ricorda che con un valore di intensità pari a 6° ci si riferisce ad un sisma con un'accelerazione media di picco compresa tra 0,06 g e 0,07 g che è *“avvertito da tutti, molti spaventati corrono all'aperto. Spostamenti di alcuni mobili pesanti; alcuni casi di caduta di intonaco e di danni ai comignoli. Danni lievi. (Scala Mercalli modificata, versione abbreviata)”*.



Nella cartografia di seguito riportata viene indicato il danno totale annuo atteso per comune, espresso in percentuale della superficie abitativa (G.N.D.T., 1996). Il territorio comunale di Verzuolo presenta un valore percentuale variabile tra 0,20 e 0,40.



Le indagini realizzate nel territorio comunale di Verzuolo hanno permesso di distinguere alcune **situazioni che sono in grado di intervenire sulla risposta sismica del sito**, sia attraverso il verificarsi di effetti di amplificazione locale sia attraverso eventi indotti. Queste perimetrazioni areali delle diverse situazioni morfostratigrafiche non sono ordinate secondo criteri di pericolosità in quanto ciascuna di esse possiede una propria particolarità sia in relazione alle caratteristiche geologiche e morfologiche sia a quelle dell'evento sismico.

- *Zona caratterizzata da ammassi rocciosi affioranti comprensivi dell'eventuale strato di alterazione superficiale con spessore massimo di 3 m: (tipologia 1- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4).* si tratta di aree dove, per la presenza del substrato roccioso da affiorante a subaffiorante, il valore dell'accelerazione massima orizzontale su suolo rigido di riferimento risulta essere quella definita per le aree di Zona 3 (0,15 g). Il suolo di fondazione è di tipo A.

- *Zona con depositi detritico-colluviali con spessore compreso tra 3 m e 20 m: (tipologia 4- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4)* tali zone presentano caratteristiche stratigrafiche analoghe a quelle previste per i sottosuoli di fondazione di tipo E.

- *Zona con depositi detritico-colluviali ed alluvionali con spessore maggiore di 30 m: (tipologia 3- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda*

Tavola 4) si tratta di aree caratterizzate da sottosuoli di fondazione con caratteristiche stratigrafiche analoghe a quelle previste per i tipi B, C .

•*Depositi di terreni con abbondante matrice fine e con spessore compreso tra 1 m e 20 m: (tipologia 2- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) tali aree presentano caratteristiche granulometriche e stratigrafiche proprie di sottosuoli di tipo E (A dove di spessore inferiore a 3 m.).*

•*Zona caratterizzata da dissesti gravitativi in fase attiva o quiescenti: (tipologia 5- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) si tratta di aree dove i fenomeni di instabilità, in atto o potenziali, possono subire un'accentuazione o una riattivazione in seguito al verificarsi di eventi sismici.*

•*Zona di cresta o rilievo isolato caratterizzata da una larghezza << dell'altezza e da un'acclività dei versanti orientativamente maggiore di 30°: (tipologia 6- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) queste situazioni morfologiche comportano un'amplificazione del moto del suolo in seguito alla focalizzazione delle onde sismiche per effetto di riflessioni multiple lungo i pendii. Queste aree si collocano sulle principali dorsali spartiacque ed in corrispondenza di cocuzzoli isolati.*

•*Zona di Nicchia di distacco di Frane attive/ lineamento tettonico affiorante/: (tipologia 7- aree distinte in base alla risposta sismica e indicate con numerazione progressiva, a cui si fa riferimento in legenda Tavola 4) risultano settori vulnerabili proprio per la presenza di discontinuità tettonico/strutturali che possono subire dislocazioni, anche se minime, in concomitanza di eventi sismici.*

•Tutte le situazioni precedentemente descritte richiedono in ogni caso un approfondimento di indagini in fase di strumento urbanistico esecutivo o di singolo progetto, in relazione alle caratteristiche geologico-morfologiche del sito, alle problematiche geotecniche ed alle tipologie edilizie previste. Tutte le indagini devono fare riferimento al D.M. 14.01.2008.

In allegato vengono riportati la stratigrafia dei sondaggi a carotaggio continuo, i risultati relativi all'elaborazione dei segnali sismici e la documentazione fotografica prodotti per un'area centrale di proprietà comunale nel 2008.

Vengono inoltre di seguito riportati, a scopo puramente indicativo, i parametri medi o gli intervalli più probabili relativi alla velocità delle onde di taglio (Vs), al coefficiente di Poisson (ν),

al modulo di taglio iniziale (G_0) ed al coefficiente di smorzamento interno ($\xi\%$). Tali valori sono stati ricavati dalla letteratura e si riferiscono ad alcuni litotipi analoghi a quelli rilevati all'interno del territorio comunale di Verzuolo.

Terreni di copertura (per Vs crescenti)	Vs (m/s)	v	G₀ (MPa)	ξ %
Eluvio - colluviale	300	0.35	162	0.03
Detritico - colluviale	400	0.35	320	0.01
Depositi limoso - argillosi	400	0.4	320	0.04
Alluvioni sabbioso - ghiaiose	400-700	0.35	320-980	0.01
Formazioni del substrato (bedrock)	Vs (m/s)	v	G₀ (MPa)	ξ %
Calcari, calcari dolomitici e dolomie	2300	0.25	10000	0.005
Calcescisti, micascisti e serpentinoscisti	3000	0.25	23000	0.005

4. AZIONE SISMICA DI PROGETTO

In seguito all'O.P.C.M. n. 3274/2003 e s.m.i. ed alla D.G.R. n. 61-11017 del 17/11/2003, il Comune di Verzuolo è stato classificato in Zona sismica 4. La D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 prevede una riclassificazione sismica del Comune di Verzuolo ed un suo inserimento in Zona 3. Pertanto, nelle more dell'entrata in vigore della nuova classificazione, le nuove costruzioni devono essere dimensionate in linea con le norme tecniche vigenti per la zona 3.

4.1 – PERIODI DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

La pericolosità sismica di un sito è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo, in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato. Tale lasso di tempo, espresso in anni, è denominato "periodo di riferimento" V_R e la probabilità è denominata "probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" P_{VR} .

Considerando, per il caso in esame, una vita nominale pari a 50 anni ed una classe d'uso III si ottiene:

$$V_R = V_N \cdot C_U = 75 \text{ anni}$$

I valori (anni) del periodo di ritorno T_R in funzione di V_R per lo Stato Limite di Esercizio (SLO, SLD) e per lo Stato Limite Ultimo (SLV, SLC) possono essere determinati con la seguente espressione:

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

Adottando come probabilità di superamento P_{VR} per i vari stati limite i valori di 81%, 63%, 10% e 5% si ottengono i seguenti periodi di ritorno T_R :

Stati Limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R
Stati Limite di Esercizio (SLE)	SLO	45
	SLD	75
Stati Limite Ultimi (SLU)	SLV	712
	SLC	1462

Tabella 1: da tabella 3.2.1 NTC

4.2 – CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Si definisce "risposta sismica locale" l'azione sismica quale emerge in superficie a seguito delle modifiche in ampiezza, durata e contenuto in frequenza subite trasmettendosi dal substrato rigido.

Le modifiche sono dovute ad:

- ✓ effetti stratigrafici: legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- ✓ effetti topografici: legati alla configurazione topografica del piano campagna.

I dati ricavati dall'indagine sismica eseguita con la metodologia di tipo MASW e dall'esame dei depositi costituenti l'area in oggetto possono essere messi in relazione con le indicazioni contenute nel testo integrato dell'Allegato 2 all'Ordinanza n. 3274, come modificato dall'O.P.C.M. n. 3431 del 03/05/05, e al § 3.2.2 delle NTC. In tal modo è possibile associare, al sito in esame, una categoria di sottosuolo di tipo B.

B	<i>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 un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s</i>	Vs30 da 360 m/s a 800 m/s	N _{SPT.30} >50 Cu ₃₀ >250 kPa
----------	--	---------------------------	--

Le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di riferimento, per una fissata P_{VR} , si ritengono individuate quando se ne conosca l'accelerazione massima ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione. Ai fini della valutazione dello spettro di risposta elastico in accelerazione vengono di seguito calcolati, per ciascuno dei quattro stati limite (SLO, SLD, SLV,

SLC), i valori corrispondenti ad a_g (accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido orizzontale), S (coefficiente che comprende gli effetti di amplificazione stratigrafica e topografica), F_0 (fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima su sito di riferimento rigido orizzontale) e C_c (coefficiente dipendente dalla categoria di sottosuolo).

Viene inoltre fornito il valore di T_c ricavabile dalla Tabella 1 dell'Allegato B alle NTC e necessario, in associazione con C_c , per il calcolo del periodo T_c di inizio del tratto a velocità costante dello spettro elastico di risposta.

L'area in oggetto è identificabile con coordinate geografiche medie corrispondenti ai seguenti valori di latitudine e longitudine:

- Latitudine: 44.59989;
- Longitudine: 7.48387.

In base ai valori del periodo di ritorno T_R precedentemente calcolati, relativi ai diversi stati limite, si ottiene:

SLO $T_R = 45$ anni			SLD $T_R = 75$ anni			SLV $T_R = 712$ anni			SLC $T_R = 1462$ anni		
a_g	F_0	T_c	a_g	F_0	T_c	a_g	F_0	T_c	a_g	F_0	T_c
0.045	2.452	0.219	0.058	2.473	0.235	0.140	2.494	0.275	0.175	2.518	0.284

Tabella 2: da Tabella 1 dell'Allegato B NTC (calcolati con SpettriNTCver.1.0.3)

Il coefficiente S , che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche, è rappresentato mediante la seguente relazione:

$$S = S_s \cdot S_T$$

dove:

S_s = coefficiente che comprende gli effetti delle amplificazioni stratigrafiche;

S_T = coefficiente che comprende gli effetti delle amplificazioni topografiche.

I coefficienti S_s e C_c risultano:

Categoria sottosuolo	S_s (SLO)	C_c (SLO)	S_s (SLD)	C_c (SLD)	S_s (SLV)	C_c (SLV)	S_s (SLC)	C_c (SLC)
C	1.20	1.49	1.20	1.47	1.20	1.42	1.20	1.41

Tabella 3: valori dei coefficienti S_s e C_c

Considerando che il valore relativo ad S_T per la categoria topografica T1 è pari a 1.0, il coefficiente finale S risulta uguale a:

Categoria sottosuolo	S (SLO)	S (SLD)	S (SLV)	S (SLC)
C	1.20	1.20	1.20	1.20

Tabella 4: valori del coefficiente S

L'accelerazione massima (a_{max}) attesa sul sito in oggetto può essere determinata facendo riferimento all'accelerazione massima attesa su sito di riferimento rigido (a_g) ed al coefficiente S di amplificazione stratigrafica e topografica:

$$a_{max} = a_g \cdot S$$

Categoria sottosuolo	a_{max} (SLO)	a_{max} (SLD)	a_{max} (SLV)	a_{max} (SLC)
C	0.054	0.070	0.168	0.210

Tabella 5: valori dell'accelerazione massima a_{max}

I valori relativi ai coefficienti sismici orizzontale e verticale, nel caso dell'SLD e dell'SLV, sono:

$$\text{SLD: } k_h = \beta_s \left(\frac{a_{max}}{g} \right) = \mathbf{0.014} \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = \mathbf{0.007}$$

$$\text{SLV: } k_h = \beta_s \left(\frac{a_{max}}{g} \right) = \mathbf{0.040} \quad \text{e} \quad k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = \mathbf{0.020}$$

e dove:

k_h = coefficiente sismico orizzontale;

k_v = coefficiente sismico verticale;

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito (0.20 per SLD e 0.24 per SLV).

4.3 – VERIFICA NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

La magnitudo del sisma di riferimento può essere calcolata tramite la consultazione delle "Mappe interattive di pericolosità sismica", edite dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

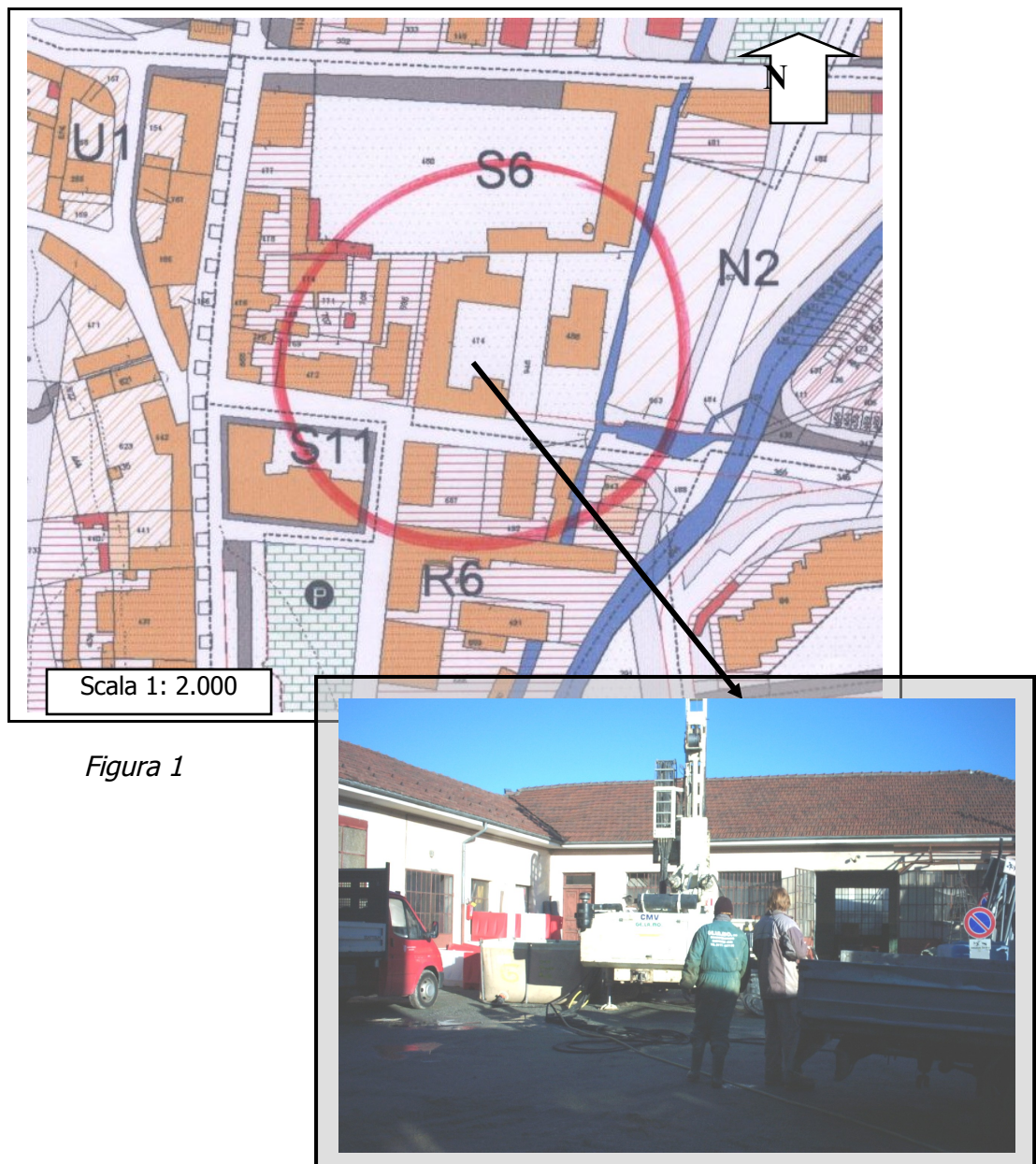
Dalla disaggregazione del valore di a_g , con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, si ottiene il valore medio per ciascun punto della griglia di riferimento.

Il valore di magnitudo massima attesa risulta inferiore a 4,75 (Magnitudo in onde superficiali) e a 4.87 (Magnitudo locale).

In relazione al § 7.11.3.4.2 delle NTC la verifica a liquefazione, nel caso in esame, può essere omessa in quanto gli eventi sismici attesi hanno una magnitudo inferiore a 5.

5. Indagini Geognostiche

La seguente relazione illustra le risultanze delle indagini geognostiche dirette eseguite in comune di Verzuolo, nel mese di gennaio 2008, relativamente ad un edificio di proprietà comunale, con progetto di abbattimento e sostituzione con nuova costruzione di due piani interrati e cinque f.t., settore Concentrico, mappale n. 474 (figura 1).



I dati per la stesura della relazione geologico – tecnica sono stati ricavati, oltre che dalle indagini in sito, anche da quanto indicato negli elaborati geologici per l'adeguamento dello

Strumento Urbanistico Comunale alla Circ. P.G.R. n.º 7/LAP del 08/05/1996 ed al PAI – Studio Geoecos”.

Sono state in particolare esaminate le caratteristiche geologiche e geoidrologiche al fine di valutare l’assetto complessivo del settore in oggetto.

L’area in esame è ubicata nella porzione pianeggiante del Concentrico principale di Verzuolo ed è esterna, secondo gli allegati cartografici relativi al PAI, a settori in dissesto attivo o potenziale *(elaborato 2 – Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici – Inventario dei centri abitati montani esposti a pericolo: allegato 4 – delimitazione delle aree in dissesto; cartografia in scala 1: 25.000).*

Nelle recenti indagini geologiche per “l’adeguamento dello Strumento Urbanistico Comunale alla Circ. P.G.R. n. 7/LAP del 08/05/1996 ed al PAI”, non sono state rilevate forme morfologiche che indichino l’esistenza di dissesti in atto o potenziali. L’area in esame ricade infatti in un settore inserito in Classe I di utilizzazione urbanistica. Tale Classe include aree per le quali non vi sono limitazioni nelle scelte urbanistiche e gli interventi sono consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88 e 14/1/2008.

5.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO-IDROGEOLOGICO

L'area è compresa all'interno di una zona pianeggiante, in prossimità delle primi propaggini del settore collinare, ed è costituita da alluvioni terrazzate, legate geneticamente all'attività deposizionale post – wurmiana dei torrenti Varaita e Maira. Tali alluvioni costituiscono l'ampio settore pianeggiante del territorio comunale, a quote inferiori ai 430 m s.l.m. e sono formate da depositi prevalentemente a granulometria ghiaioso-ciottolosa (ghiaie poligeniche con ciottoli di pezzatura da media a minuta alternate ad orizzonti limoso argillosi sabbiosi), con matrice sabbiosa, e localmente cementati: i livelli conglomeratici hanno potenza che talora raggiunge i 20/30 m; essi tuttavia non sembrano costituire livelli continui. In alcuni punti le alluvioni risultano coperte da depositi limoso – sabbiosi di spessore ridotto, solitamente inferiore al metro, legati ad apporti gravitativi della bassa collina ed a modesti allagamenti, con depositi fini, da parte del reticolo idrografico minore.

In seguito alla realizzazione dei sondaggi geognostici (*figura 2 e startigrafie in allegato*) è stato possibile definire, con maggior dettaglio, la locale tipologia dei depositi alluvionali:

➡ *Depositi alluvionali antichi: costituiti da sedimenti a prevalente granulometria ghiaioso – ciottolosa con subordinata matrice fine sabbioso-limosa. Per profondità inferiori ai 6 m sono presenti alternanze di sabbie limose debolmente ghiaiose e limi sabbiosi. Ad una profondità di circa 8 m è presente con continuità un livello di limi sabbiosi. In corrispondenza del sondaggio S1 è stato posizionato un piezometro a tubo aperto che ha consentito di rilevare la presenza della falda freatica ad una profondità di circa 3 m dal piano campagna (Gennaio 08).*

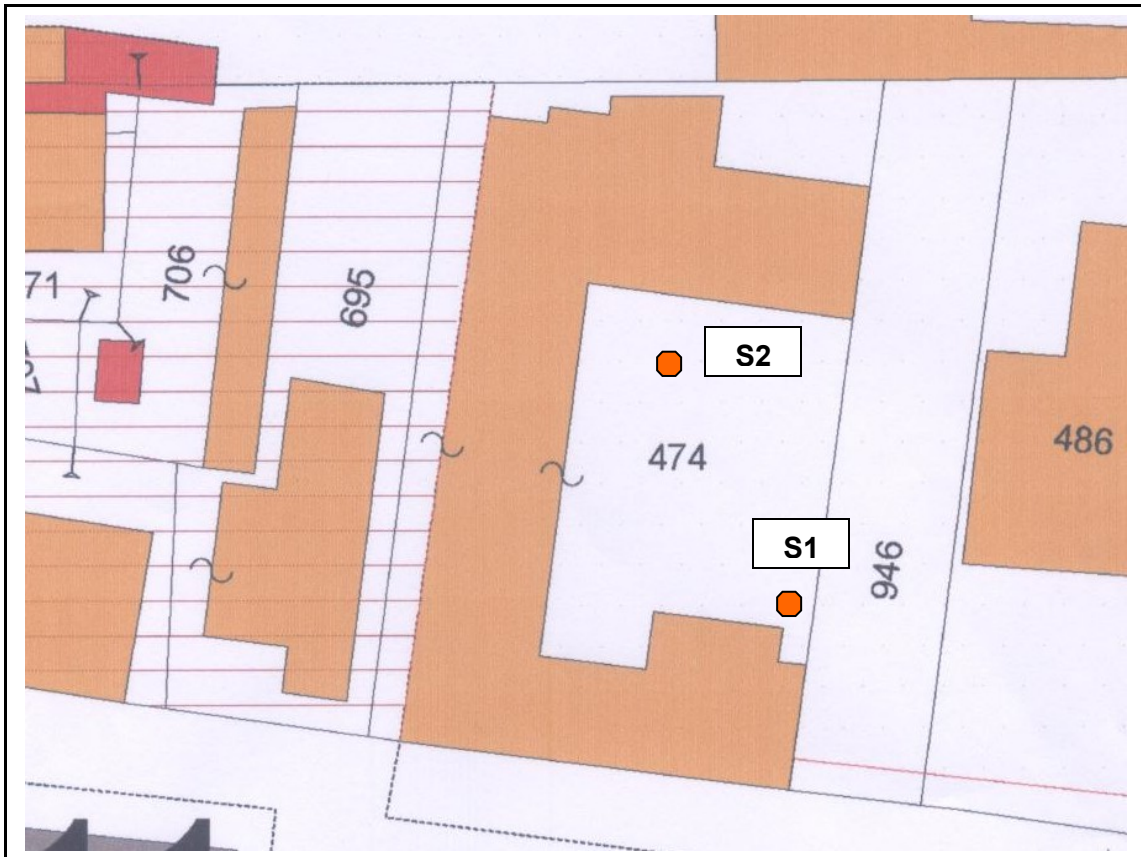


Figura 2: ubicazione sondaggi geognostici

Dal punto di vista idrogeologico questi depositi presentano una permeabilità medio – alta, anche se localmente, l’esistenza di livelli fini limoso-sabbiosi riduce in parte la conducibilità idraulica. I valori di conducibilità risultano comunque superiori ai 10^{-2} cm/s. La direzione di deflusso delle acque sotterranee è generalmente da SW verso NE; si individua quindi una direzione preferenziale di drenaggio verso Saluzzo. Dati ricavati da pozzi limitrofi evidenziano la presenza di setti impermeabili ma discontinui, costituiti da orizzonti argilloso – sabbiosi e conglomerati, a profondità superiori ai 25 m.

La successione stratigrafica ricavata dai due sondaggi realizzati può essere così schematizzata:

o da 0,0 m a 1,0/1,25 m da p.c.: terreno di riporto costituito da ghiaie sabbiose e sabbie limose;

○ da 1,0/1,25 m a 3,5/4,0 m da p.c.: alternanze di limi sabbiosi da poco consistenti a mediamente consistenti e sabbie limose debolmente ghiaiose;

○ da 3,5/4,0 m a 5,3/6,1 m da p.c.: sabbie limose debolmente ghiaiose, mediamente consistenti;

○ da 5,3/6,1 m a 8,2 m da p.c.: ghiaie sabbioso – limose da poco addensate a mediamente addensate e ghiaie ciottolose;

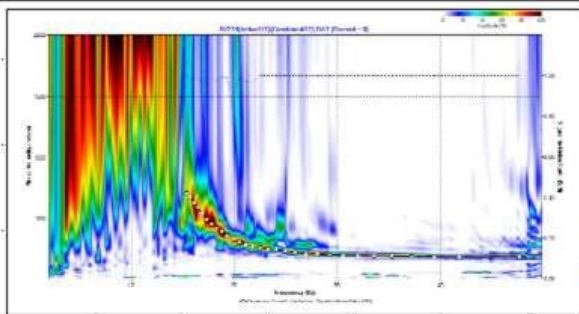
○ da 8,2 m a 8,8 m da p.c.: livello di limi sabbiosi da poco a mediamente consistenti;

○ da 8,8 m da p.c. a fondo sondaggio (15 m in S1, 18m. circa da p.c. in s2): ghiaie ciottolose eterometriche e subordinata matrice fine sabbioso-limosa. Perforazioni interrotte per la costante omogeneità.

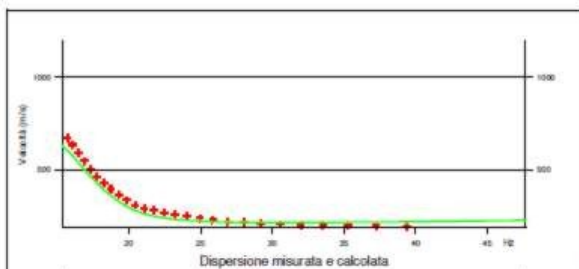
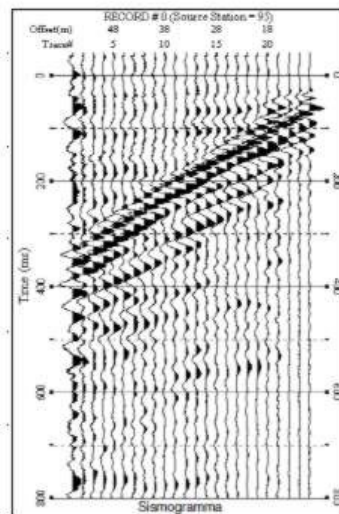
CATEGORIA DI SOTTOSUOLO		Vs30	Param. Geotec.
Tipo B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	da 360m/s a 800 m/s	$N_{SPT} > 50$ $C_u > 250$ kPa

Si allegano le colonne stratigrafiche con relativa ubicazione, reperite in archivio comunale, utilizzate per la realizzazione delle sezioni illustrative.

ALLEGATI



- LEGENDA**
- + Curva di dispersione misurata
 - Curva di dispersione calcolata
 - Velocità sismica delle onde S
 - Modulo di taglio (Mpasca)
 - V_{sX}
- Il valore approssimato del peso diviso per il volume per i calcoli del parametro G è dato dalla formula $G = 1.5 \cdot V_s \cdot 1000$



Dispersione misurata e calcolata

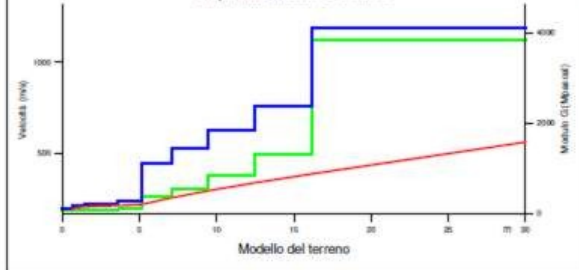


TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	V_s	H/V1	V_{sX}	G
0	.6	200	.0031	200	66
.6	1.4	215	.0036	209	80
1.4	2.4	222	.0045	214	85
2.4	3.5	225	.0055	217	86
3.6	5.2	242	.0064	224	102
5.2	7.1	449	.0043	259	399
7.1	9.5	528	.0045	297	564
9.5	12.5	534	.0047	341	857
12.5	16.2	761	.0049	390	1309
16.2	30	1198	.0116	565	3831

VALORE CALCOLATO VS30 = 565 m/s

PROVA SISMICA VS30		
Verzuolo (CN)		
Dott. Geol. G. Menzio		
metodologia MASW		
VELOCITA' DELLE ONDE S		
PROVA B7234		
Ail. 2	Settembre 2010	EEG

Committente: Amministrazione comunale	Ditta esecutrice:
Località: Verzuolo (CN)	Gelamo s.n.c.
Data: gennaio 2008	

Sondaggio	Foglio
S1	1

Profondità dal p.c (m) scala 1 : 50	Potenza dello strato	Sezione stratigrafica	Descrizione litologica	SPT cm N	Livello falda	Metodo di perforazione	Diametro rivestimento e tipo di corona	Percentuale di carotaggio	R.Q.D. (%)	Piezometro
1 1,25	1,25		Terreno di riporto costituito da ghiaie sabbiose, eterogenee. Sabbioso - limoso nella parte inferiore. Colore grigio scuro.							
2 2,20	0,95		Sabbie limose debolmente ghiaiose. Da grigiastre a giallastre.							
3 2,85	0,65		Limi sabbiosi mediamente consistenti. Colore bruno							
4 3,45	0,60		Limi sabbiosi poco consistenti. Colore giallastro.							
5 6,10	2,65		Sabbie limose debolmente ghiaiose, mediamente consistenti. Da grigiastre a giallastre.							
7 8,20	2,10		Ghiaie sabbioso-limose poco addensate. Ciottolo a 6,6 m. Colore marrone chiaro.	-7,00 14 60 R	Falda a circa 3,0 m da p.c.	Rotazione a carotaggio continuo - diametro 101 mm				Installazione di piezometro a tubo aperto
8 8,70	0,50		Livello di limi sabbiosi, poco consistenti. Colore giallastro.							
9 9,40	0,70		Sabbie limose debolmente ghiaiose, addensate. Colore giallo - arancio.							
10 11 12 13 14 15			Ghiaie ciottolose eterometriche con clasti di varia natura ma prevalentemente silicatici. Subordinata matrice fine sabbioso-limosa. Colore giallastro.							

Committente: Amministrazione comunale	Ditta esecutrice:
Località: Verzuolo (CN)	Gelamo s.n.c.
Data: gennaio 2008	

Sondaggio	Foglio
S2	1

Profondità dal p.c (m) scala 1 : 50	Potenza dello strato	Sezione stratigrafica	Descrizione litologica	SPT	Livello falda	Metodo di perforazione	Diametro rivestimento e tipo di corona	Percentuale di carotaggio	R.Q.D. (%)	Piezometro
				cm N						
1,00	1,00		Terreno di riporto costituito da ghiaie sabbiose, eterogenee. Colore grigio scuro.							
2	3,40		Limi sabbiosi poco consistenti. Colore giallastro.							
4,40	0,90		Sabbie limose debolmente ghiaiose, mediamente consistenti. Da grigiastre a giallastre.							
5,30	1,40		Ghiaie sabbioso-limose mediamente addensate.							
6,70	1,90		Ghiaie ciottolose eterometriche con clasti di varia natura ma prevalentemente silicatici.	7,00 12 60 R						
8,60	0,20		Livello di limi sabbiosi, mediamente consistenti. Colore grigiastro							
9	2,80		Ghiaie ciottolose eterometriche con clasti di varia natura ma prevalentemente silicatici. Colore grigiastro.							
11,60	3,40		Ghiaie ciottolose eterometriche con clasti di varia natura ma prevalentemente silicatici. Subordinata matrice fine sabbioso-limosa. Colore giallastro.							
12										
13										
14										
15										

Falda a circa 3,0 m da p.c.

Rotazione a carotaggio continuo - diametro 101 mm