REGIONE VENETO PROVINCIA DI TREVISO

COMUNE DI FONTE

Realizzazione nuovo punto vendita

RELAZIONE GEOLOGICA E DI CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Committente	**Alì S.p.A.**
Ubicazione	**Strada Statale 248** **Onè di Fonte (TV)**
Data	**5 ottobre 2012**

Dott. Geol. Francesco Morbin

Rif. ID Commessa: C1923 - Onè di Fonte (TV)_GEOTprovvisoria

SOMMARIO

ALLEGATI 2
PREMESSA 3
INQUADRAMENTO DELL'AREA – MODELLO GEOLOGICO DEL SITO 4
ESTRATTO CTR *10*
INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO – VERIFICA DEL MODELLO GEOLOGICO 13
PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.) *13*
PLANIMETRIA DI DETTAGLIO ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI *14*
RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA *15*
CLASSIFICAZIONE SISMICA 17
AZIONE SISMICA *19*
SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE *21*
VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE E DEI CEDIMENTI 22
CEDIMENTI *24*
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA 27

ALLEGATI

Allegato 1: Prove penetrometriche statiche CPT:

- diagramma dei valori di resistenza di punta R_p, laterale R_l e friction ratio FR= (R_l/ R_p)%;
- tabella riassuntiva delle letture strumentali.

PREMESSA

Per incarico del Committente è stata eseguita un'indagine geologica e una caratterizzazione geotecnica al fine di determinare le caratteristiche dei terreni ricadenti nell'area sulla quale verrà realizzato un nuovo punto vendita lungo la Strada Statale 248 in Comune di Fonte (TV) presso la località di Onè.

L'indagine è stata effettuata allo scopo di definire il modello geologico del sito attraverso la ricostruzione dei caratteri litostratigrafici, idrogeologici, geomorfologici e strutturali dell'area evidenziando, qualora presenti, gli elementi di pericolosità geologica del territorio. Il modello geologico ipotizzato è stato sottoposto a verifica tramite la realizzazione di indagini geognostiche in sito, che si sono svolte con le seguenti modalità:

- esecuzione di n° 5 prove penetrometriche statiche (CPT) che hanno raggiunto la profondità massima di 15 m dal p.c.; allo scopo è stato utilizzato un Penetrometro Statico da 20 T PAGANI modello TG63-200 cingolato, attrezzato con punta meccanica tipo Begeman;
- rilievo della falda freatica.

L'elaborazione delle informazioni ricavate dalle indagini permette di fornire la caratterizzazione ai fini geotecnici della serie litostratigrafica.

Il lavoro è stato svolto secondo quanto previsto dalle vigenti normative in materia:

- D.M. 14.01.08 – NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI.
- Circ. Min. LL.PP. 2 febbraio 2009, n. 617 - ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE "NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI" DI CUI AL D.M. 14 GENNAIO 2008.
- ORDINANZA n° 3274 del 20.03.03 – PRIMI ELEMENTI IN MATERIA DI CRITERI GENERALI PER LA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE E DI NORMATIVE TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONA SISMICA.
- ORDINANZA DEL P.C.M. 28 APRILE 2006 N. 3519 – CRITERI GENERALI PER L'INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE SISMICHE E PER LA FORMAZIONE E L'AGGIORNAMENTO DEGLI ELENCHI DELLE MEDESIME ZONE.
- DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA DELLA REGIONE VENETO N. 96/CR DEL 7 AGOSTO 2006 – PROPOSTA DI ADOZIONE DEL PROVVEDIMENTO DI CUI ALLA SUDDETTA O.P.C.M. N. 3519/06.

INQUADRAMENTO DELL'AREA – MODELLO GEOLOGICO DEL SITO

L'area in esame si trova nel settore meridionale del territorio comunale di Fonte, immediatamente ad ovest della località di Onè. In particolare il sito si inserisce all'interno della zona sub-pianeggiante che si sviluppa alle pendici della zona collinare.

Dal punto di vista geologico strutturale tale fascia è compresa nel sistema della cosiddetta "piega faglia a ginocchio" che di estende da Bassano del Grappa fino ai piedi dell'altopiano del Cansiglio con direzione NE-SO.

Dal punto di vista litologico le formazioni che costituiscono questo complesso collinare sono di natura essenzialmente sedimentaria di età compresa tra i 14 e i 17 milioni di anni fa (Tortoniano – Miocene) per le Marne e tra 7 e 14 milioni di anni fa (Messiniano) per i Conglomerati.

L'unità denominata "Marna di Tarzo" risulta affiorante nella fascia settentrionale dei rilievi collinari di Fonte e San Zenone; si tratta di marne siltose grigio azzurre con stratificazione poco ben definita. Si tratta di materiali poco compatti e pertanto piuttosto erodibili. All'interno dello studio geologico del PATI comunale queste rocce vengono definite come "rocce tenere a prevalente coesione".

L'unità definita invece come "Conglomerati poligenici" costituisce tutta la fascia centrale dei rilievi e presenta complessivamente maggiore sviluppo areale; la formazione nel suo complesso è costituita da banchi conglomeratici intercalati da lenti argillose-sabbiose-arenacee aventi estensione e spessore molto variabile. Al letto dell'unità si rileva invece un orizzonte di lignite che rappresenta un periodo in cui dominava l'ambiente lacustre. La giacitura complessivamente rilevabile degli strati di conglomerato risulta avere direzione compresa tra N60°E e N80°E e immersione verso Sud-Est di circa 25°-40°.

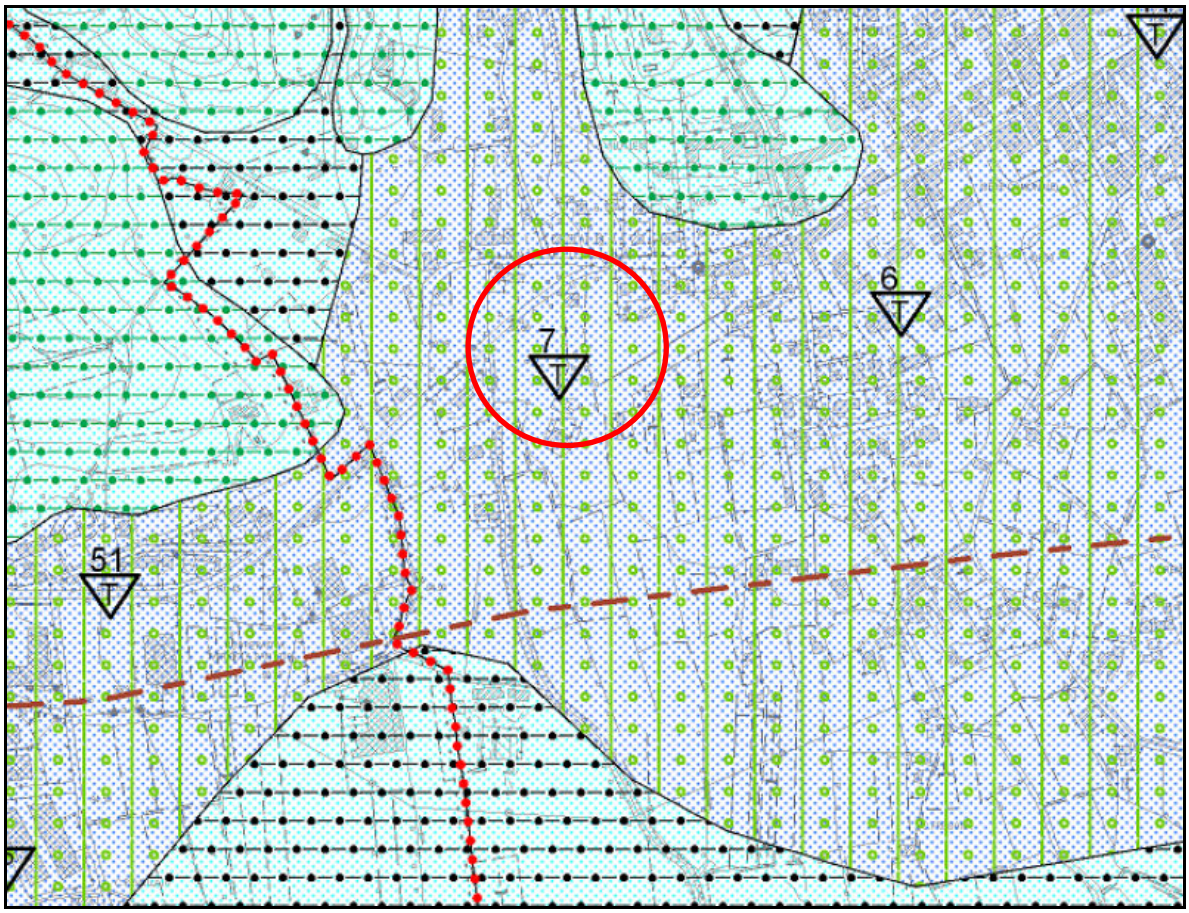
La formazione dei conglomerati affiora fino al versante meridionale dei rilievi, fino al contatto con i materiali fluviali limoso-argillosi qui deposti durante i periodo "Mindel". Questi ultimi sono costituiti essenzialmente da argille rosso-bruno che si presentano alterate e ricche di idrossidi di manganese; al loro interno si rinvengono inoltre ciottoli di varia natura.

Ai piedi dei rilievi collinari si estendono invece i depositi dei conoidi di deiezione che si aprono a ventaglio allo sbocco delle vali in pianura; essi derivano dal

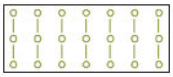
trasporto di materiale misto detritico ed alluvionale. Sono complessivamente costituiti da alternanze di ghiaie e sabbie con lenti argillose.

Procedendo verso sud il territorio di Fonte rientra nella parte superiore dell'alta pianura veneta; si estende una fascia costituita da alluvioni ghiaiose di origine fluviale e fluvio-glaciale praticamente indifferenziate fino al substrato roccioso, dello spessore di anche 300÷400 metri. Il litotipo prevalente è costituito da ghiaie grossolane di natura carbonatica generalmente associate a sabbie grossolane in percentuali dell'ordine del 10÷30%; localmente si rinvengono anche sottili intercalazioni limoso-argillose e livelli ghiaiosi con diverso grado di cementazione.

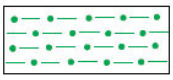
Carta Litologica del P.A.T.I. del Comune di Fonte e San Zenone degli Ezzelini

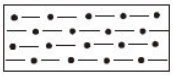


Materiali alluvionali, morenici, fluvioglaciali, lacustri, palustri e litorali


Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

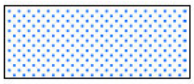
Materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia

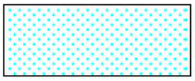

Materiali di origine fluviale del "Mindel" a tessitura prevalentemente limo-argillosa


Materiali alluvionali a tessitura prevalentemente limo-argillosa

Faglia presunta

Permeabilità dei litotipi


Depositi prevalentemente ghiaiosi mediamente permeabili per porosità


Depositi prevalentemente limoso argillosi poco permeabili per porosità

Rocce (conglomerati del Messiniano) poco permeabili per fessurazione (bassa nelle argille marnose e nei banchi arenacei, e media nei conglomerati)

Rocce marnose argillose praticamente impermeabili

Aspetti geomorfologici generali

L'assetto geomorfologico complessivo del territorio di Fonte testimonia in modo diretto come le forme del paesaggio siano fortemente legate alle caratteristiche delle litologie distribuite nel territorio stesso; questo legame tra geomorfologia, geologia strutturale e litologia è dovuto essenzialmente alla cosiddetta "erosione selettiva" che interessa essenzialmente le aree dei rilievi collinari e pedemontani. L'erosione da parte degli agenti meteorici interessa infatti con intensità maggiore le rocce tenere costituite da marne ed argille, mentre risulta meno efficace sulle rocce di natura calcarea e arenacea o sui conglomerati.

La struttura geologica che determina la formazione delle colline di Fonte è definita da una serie di hog-back che appartiene ad un sistema molto più esteso e che va da Bassano fino ai piedi del Cansiglio.

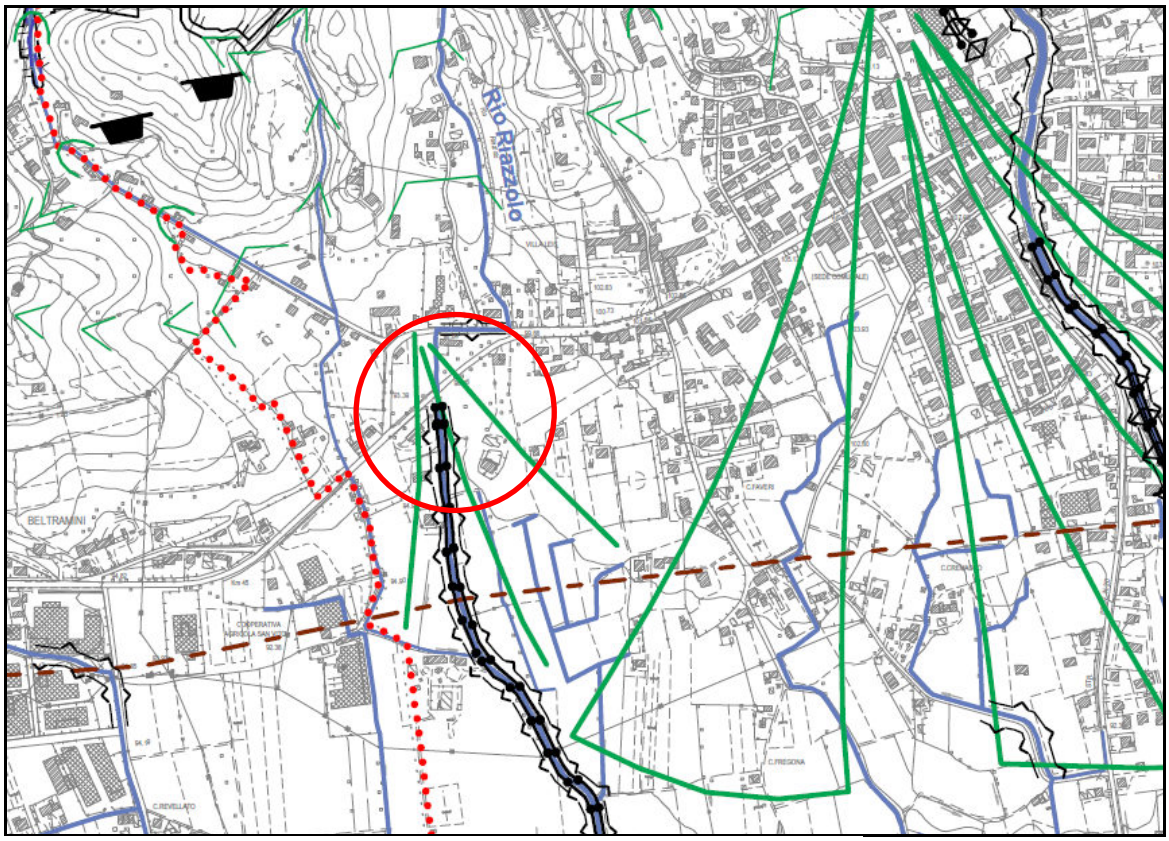
La particolare successione litologica, dalle marne ai conglomerati, e la loro

immersione verso sud-est, ha determinato infatti la formazione di una forma cosiddetta “a corde” che corrono parallele al piede dei rilievi pedemontani.

La catena di questi piccoli rilievi collinari, qui impostati essenzialmente sui conglomerati, risulta inoltre solcata da una serie di valli a fondo piatto ad essa perpendicolari percorse da nord-ovest a sud-est da fiumi di carattere torrentizio come il Rio Riazzolo.

Vallecole minori, con caratteristica sezione a V, modellano i rilievi stessi e sono l’espressione dell’erosione operata dallo scorrimento incanalato delle acque meteoriche che ruscellano dai versanti collinari.

Carta Geomorfologica del P.A.T.I. del Comune di Fonte e San Zenone degli Ezzelini



Cono alluvionale con pendenza inf. al 2%

Cono alluvionale con pendenza fra il 2% e il 10%

Mentre verso sud i rilievi lasciano il posto alla pianura alluvionale che si presenta morfologicamente piuttosto uniforme e con pendenza regolare verso sud-est, verso nord si incontrano le conoidi di deiezione del versante meridionale del Monte Grappa la cui conformazione è tipicamente a ventaglio che si apre verso valle. Esse sono costituite da materiali misti di origine detritica e alluvionale piuttosto eterogenei dal punto di vista granulometrico; trattasi prevalentemente di alternanze di ghiaie e sabbie con lenti di limo e argilla.

I sistemi fluviali che maggiormente hanno caratterizzato la zona di alta pianura sono quelli del Brenta che scorre a ovest del comune e ad est il sistema del Piave, quando esso, dalle valli alpine, sfociava a ovest del Montello.

Aspetti idrogeologici

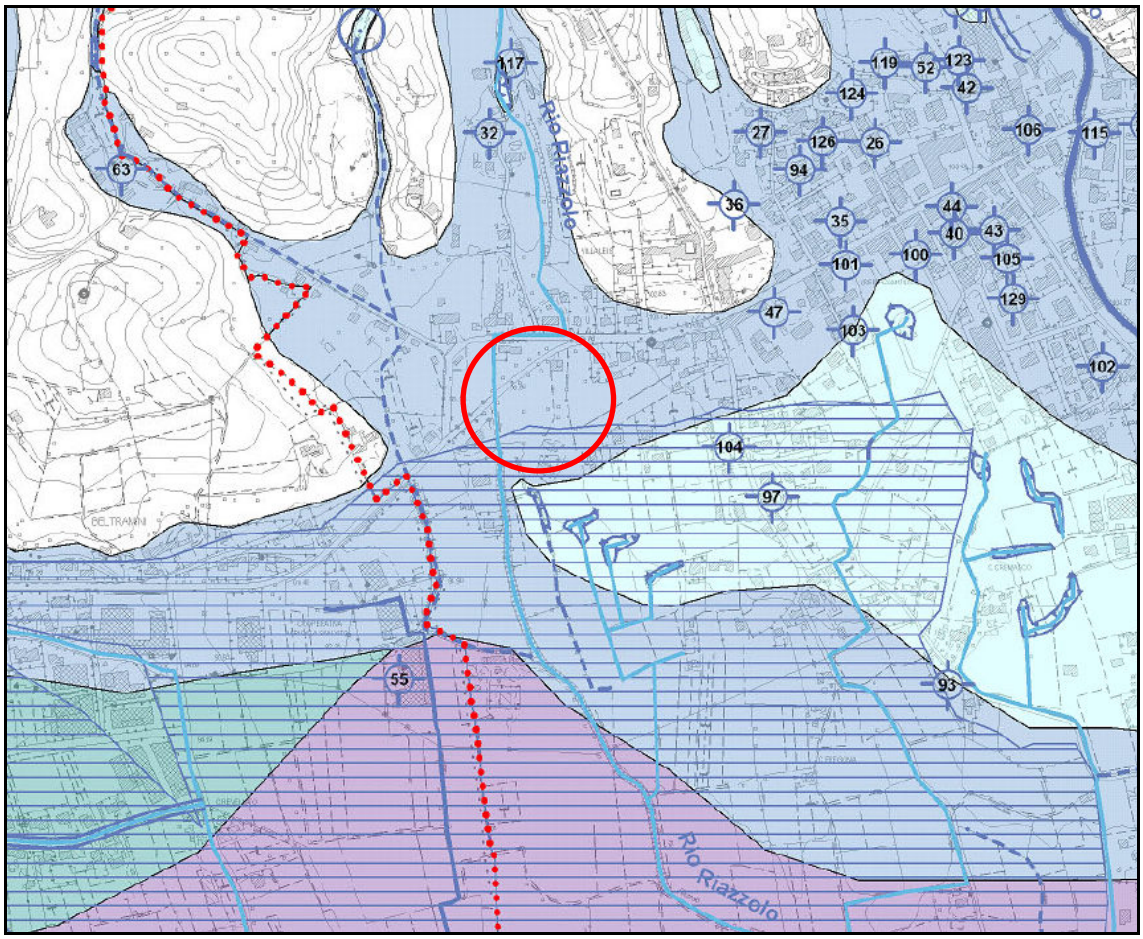
Per quanto riguarda la circolazione delle acque sotterranee nel territorio comunale di Fonte si riscontrano situazioni con caratteristiche idrogeologiche molto differenti da luogo a luogo; questo è dovuto alla variabilità di ambienti litologici e morfologici da nord a sud.

Le acque che si infiltrano nel massiccio del Grappa si infiltrano nelle conoidi alluvionali immediatamente antistanti caratterizzate da materiali grossolani ghiaiosi e ciottolosi intercalati a livelli sabbiosi o livelli limoso-argillosi. L'acqua riemerge poi poco a sud in corrispondenza di zone o punti depressi che si incontrano in particolare nelle valli che solcano i rilievi collinari; in questa fascia infatti gli acquiferi incontrano le marne mioceniche e le alluvioni argillose impermeabili che fanno venire a giorno l'acqua di falda.

Verso sud, a valle del complesso collinare conglomeratico, il materasso ghiaioso appartenente all'alta pianura veneta permette invece l'esistenza di un potente acquifero freatico indifferenziato. La sua alimentazione deriva prevalentemente dalla dispersione in alveo dei fiumi Piave e Brenta.

Dall'analisi della Carta Idrologica del P.A.T.I. del Comune di Fonte e San Zenone degli Ezzelini si rileva che la falda freatica presente nel territorio in esame è posta a debole profondità (da 2 a 5 metri dal piano campagna) e presenta oscillazioni stagionali contenute.

Carta Idrologica del P.A.T.I. del Comune di Fonte e San Zenone degli Ezzelini



Bacino idrico ad uso irriguo

Sorgente

Limite di rispetto opere di presa

Area soggetta a inondazioni periodiche

Perimetro di area interessata da risorgive

Acque sotterranee

Area in materiali prevalentemente sciolti con profondità falda freatica compresa tra 0 e 2 m. dal p.c.

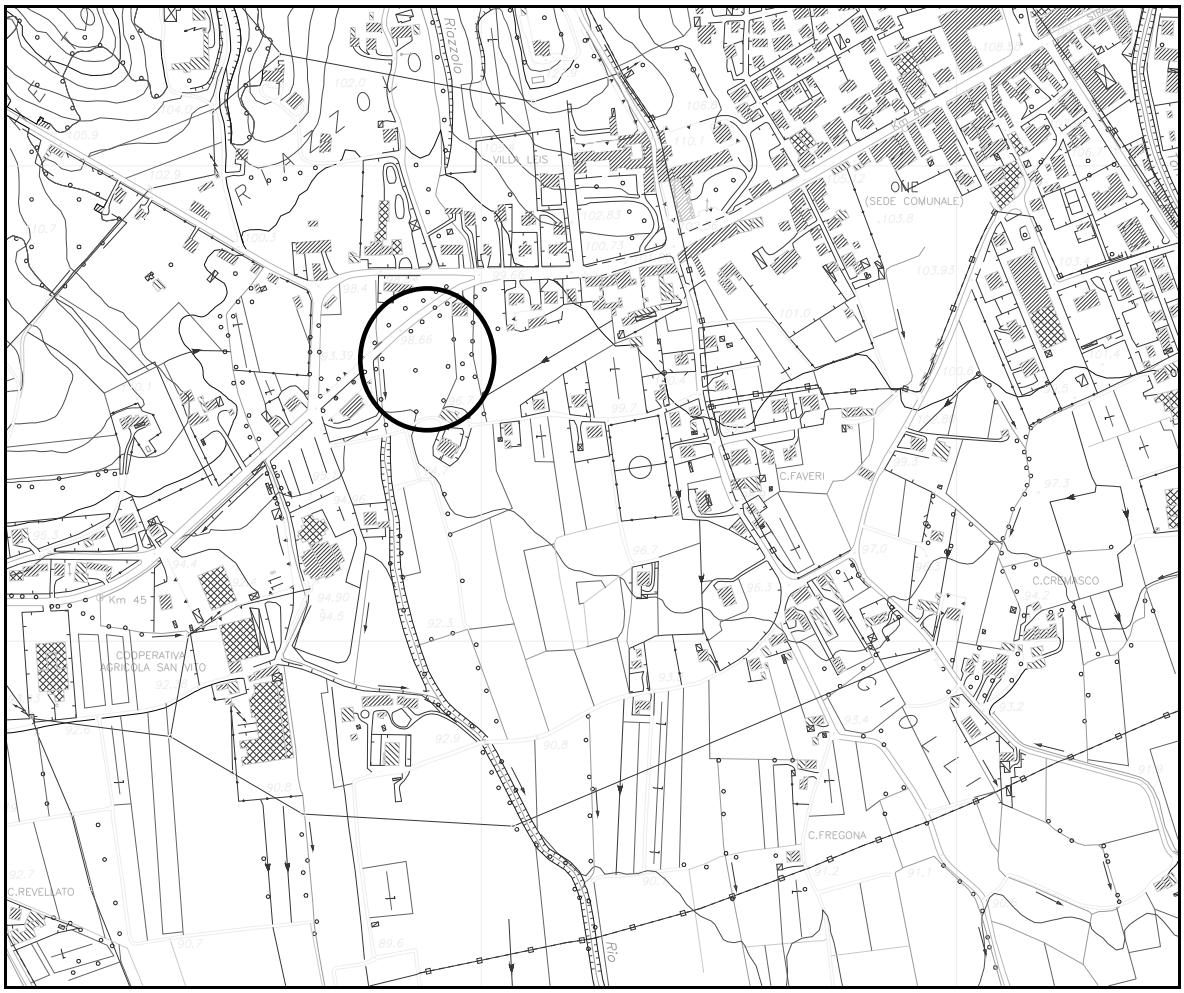
Area in materiali prevalentemente sciolti con profondità falda freatica compresa tra 2 e 5 m. dal p.c.

Area in materiali prevalentemente sciolti con profondità falda freatica compresa tra 5 e 10 m. dal p.c.

Area in materiali prevalentemente sciolti con profondità falda freatica > 10 m. dal p.c.

ESTRATTO CTR

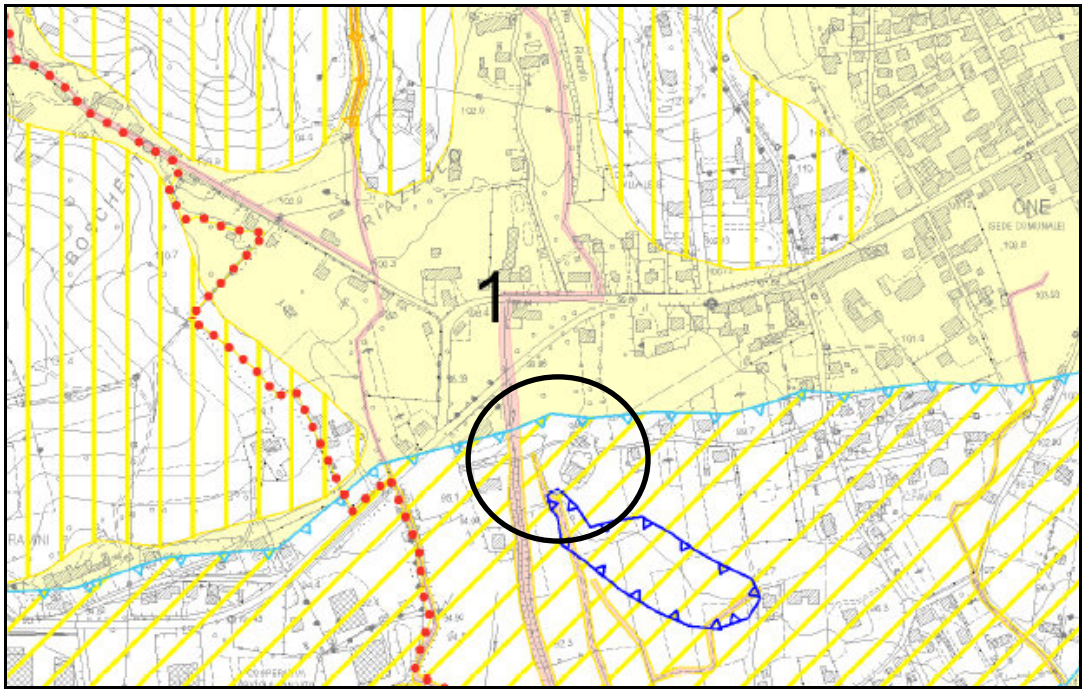
Scala originaria 1:5.000 – Elemento 104034 San Zenone



Compatibilità geologica

Dal punto di vista della compatibilità dell'intervento, dall'analisi della cartografia del P.A.T.I., emerge che il sito in esame si colloca in area classificata come idonea a condizione 1 e parzialmente (settore sud) nella condizione 4a, di seguito descritte.

Carta delle fragilità - P.A.T.I. del Comune di Fonte e San Zenone degli Ezzelini



Compatibilità geologica ai fini edificatori

	Area idonea	Art. 28
1	Area idonea a condizione 1	Art. 28
2	Area idonea a condizione 2	Art. 28
3	Area idonea a condizione 3	Art. 28
4a	Area idonea a condizione 4a	Art. 28

Aree soggette a dissesto idrogeologico

	Area esondabile soggetta a ristagno idrico	Art. 29
	Area soggetta a erosione	Art. 29
	Area di risorgiva	Art. 29

1. *Zone con falda compresa da 0 a –10 in materiali a tessitura eterogenea dei depositi di conoide di deiezione torrentizia e in quelli a tessitura prevalentemente limo-argillosa, zone con falda maggiore a dieci metri in materiali a tessitura prevalentemente limo-argillosa*: le soluzioni per l'idoneità si possono raggiungere qualora una relazione geologico-tecnica verifichi la presenza di venute d'acqua, la massima oscillazione della falda, e le caratteristiche geotecniche dei litotipi. In particolare si consiglia di adottare soluzione tecniche idonee ad evitare infiltrazioni d'acqua nei vani interrati, in quanto soprattutto negli assi vallivi, vi può essere una notevole oscillazione della falda, anche superiore ai cinque metri, rispetto ai valori riportati in cartografia.
Qualora vi sia la presenza di terreni scadenti (limosi, argillosi, torbosi, ecc.) e/o variabilità litologica, è necessario adottare soluzioni tecniche idonee ad evitare cedimenti delle fondazioni.

4. *Zone esondabili:* le soluzioni per l'idoneità si possono raggiungere qualora una relazione idraulica-idrogeologica di dettaglio definisca le soluzione tecniche per evitare i fenomeni di esondazione. Acquisita questa condizione di idoneità, le aree in oggetto possono essere accorpate a quelle limitrofe: "idonee" e/o "idonee a condizione" della categoria n.1; di conseguenza, in quest'ultimo caso, per ottenere le condizioni d'idoneità si dovrà soddisfare le condizioni del punto "1".

INDAGINI GEOGNOSTICHE IN SITO – VERIFICA DEL MODELLO GEOLOGICO

PROVA PENETROMETRICA STATICA (C.P.T.)

La prova C.P.T. consiste nell'infiggere nel terreno, ad una velocità costante pari a 2 cm/s, una punta conica standard (Tipo Begeman) **1)** sormontata da un manicotto di attrito laterale **2)**

2)

1)

La spinta necessaria viene trasmessa alla punta da un gruppo a pistoni idraulici che sviluppa una forza massima di 20 t, mediante una batteria di tubi ed aste.

Ogni 20 cm di avanzamento vengono misurati, mediante cella di carico a trasduzione digitale, i seguenti valori:

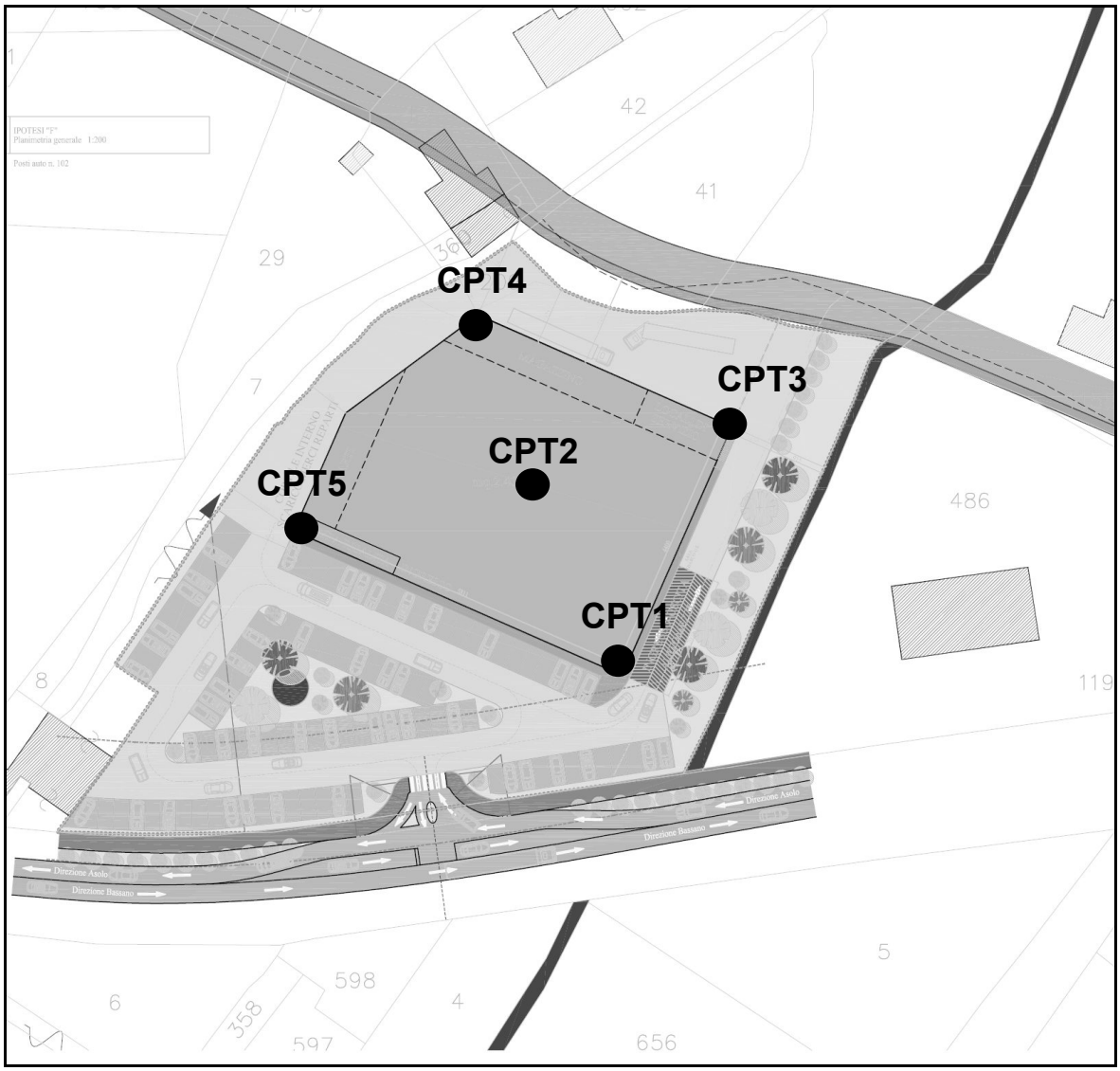
R_p resistenza di punta espressa in Kg/cm^2

R_t resistenza totale (resistenza di punta e resistenza laterale) espressa in Kg/cm^2

L'elaborazione di questi dati permette di individuare la sequenza stratigrafica dei terreni attraversati e grazie a formule empiriche e correlazioni grafiche (Schmertmann) si possono ottenere con sufficiente attendibilità i parametri geotecnici necessari alla determinazione delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni.

A causa della distanza intercorrente fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale viene correlata, in fase di elaborazione con la corrispondente profondità di rilievo della R_p. L'intervallo di lettura può comportare talvolta, nel caso di terreni aventi stratificazione inferiore a 20 cm, la mancata individuazione di orizzonti potenzialmente rilevanti.

PLANIMETRIA DI DETTAGLIO ED UBICAZIONE DELLE INDAGINI



RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA

Le tabelle che seguono riportano l'interpretazione litologica ed i parametri geotecnici stimati dalle prove eseguite in sito.

I parametri geotecnici forniti sono da considerarsi come dati medi, stimati sulla base delle elaborazioni eseguite e sulle conoscenze dei terreni dell'area.

Per un maggior dettaglio si rimanda alle elaborazioni fornite in Allegato 1.

CPT1

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ) [GRADI]	Coesione non drenata (C_u) [kg/cm^2]
0,00 – 1,20	Sabbia e sabbia limosa poco addensata	29	-
1,20 – 3,00	Limo argilloso e argilla limosa	-	0,7
3,00 – 5,00	Sabbia e sabbia limosa poco addensata	29	-
5,00 – 7,60	Sabbia addensata	38	-
7,60 – 10,00	Sabbia e sabbia limosa mediamente addensata	30	-
10,00 – 12,00	Limo argilloso con livelli argilloso	-	0,9
12,00 – 13,20	Sabbia addensata	37	-
13,20 – 15,00	Limo argilloso e sabbioso	25	1,0

CPT2

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ) [GRADI]	Coesione non drenata (C_u) [kg/cm^2]
0,00 – 1,40	Argilla	-	0,4
1,40 – 2,80	Limo e limo argilloso poco consistente con locali laminazioni sabbiose	-	0,5
2,80 – 4,80	Sabbia addensata	33	-
4,80 – 9,00	Sabbia mediamente addensata con locali livelli limosi	30	-
9,00 – 10,20	Argilla e limo con laminazioni sabbiose	-	0,9
10,20 – 11,60	Argilla	-	0,7
11,60 – 15,00	Sabbia limosa e limo sabbioso	29	-

CPT3

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ) [GRADI]	Coesione non drenata (C_u) [kg/cm^2]
0,00 – 1,20	Sabbia limosa poco addensata	28	-
1,20 – 2,80	Argilla poco consistente	-	0,2
2,80 – 6,00	Sabbia mediamente addensata	31	-
6,00 – 7,00	Ghiaia	40	-

CPT4

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ) [GRADI]	Coesione non drenata (C_u) [kg/cm^2]
0,00 – 3,40	Argilla mediamente consistente e argilla limosa	-	0,6
3,40 – 6,00	Sabbia addensata	33	-
6,00 – 7,00	Limo argilloso e sabbioso	-	0,8
7,00 – 10,20	Sabbia mediamente addensata	30	-
10.20 – 11,00	Sabbia addensata	34	-

CPT5

Profondità da p.c. [m]	Litologia	Angolo d'attrito (ϕ) [GRADI]	Coesione non drenata (C_u) [kg/cm^2]
0,00 – 2,20	Argilla limosa e limo argilloso	-	0,7
2,20 – 3,00	Sabbia	30	-
3,00 – 5,60	Sabbia limosa	28	-
5,60 – 10,00	Sabbia mediamente addensata	31	-
10,00 – 11,00	Sabbia addensata	36	-

Al termine delle prove penetrometriche l'acqua in foro d'indagine è stata rilevata ad una profondità compresa tra 1,40 e 2,50 m dal locale piano campagna; in particolare la soggiacenza è inferiore nelle due indagini che si pongono nel settore sud dell'area (CPT3 e CPT4), fatto dovuto anche alla topografia del piano campagna.

CLASSIFICAZIONE SISMICA

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (come riportato nel vigente D.M. 14 gennaio 2008), si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In mancanza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento.

Ai fini della identificazione della categoria di sottosuolo, la classificazione si effettua in base ai valori della velocità equivalente $Vs,_{30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità.

Come si apprende dal sopra citato D.M., la misura diretta della velocità di propagazione delle onde di taglio (Vs) è fortemente raccomandata, tuttavia la classificazione può essere effettuata in base ai valori del numero equivalente di colpi nella prova penetrometrica dinamica N_{SPT30} nei terreni prevalentemente a grana grossa e della resistenza non drenata equivalente Cu_{30} nei terreni prevalentemente a grana fine secondo le formule di seguito riportate.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{s,i}}} \quad [m/s]$$

La resistenza penetrometrica dinamica equivalente $N_{SPT,30}$ è definita dall'espressione:

$$N_{SPT,30} = \frac{\sum_{i=1,M} h_i}{\sum_{i=1,M} \frac{h_i}{N_{SPT,i}}}$$

La coesione non drenata equivalente $c_{u,30}$ è definita dall'espressione:

$$c_{u,30} = \frac{\sum_{i=1,K} h_i}{\sum_{i=1,K} \frac{h_i}{c_{u,i}}}$$

Nelle precedenti espressioni si indica con:

h_i	spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità
$V_{s,i}$	velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato
$N_{SPT,i}$	numero di colpi N_{SPT} nell'i-esimo strato
$C_{u,i}$	resistenza non drenata nell'i-esimo strato
N	numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità

M numero di strati di terreni a grana grossa compresi nei primi 30 m di profondità
K numero di strati di terreni a grana fina compresi nei primi 30 m di profondità

Nel caso di sottosuoli costituiti da stratificazioni di terreni a grana grossa e a grana fine, con spessori confrontabili nei primi 30 m di profondità, non disponendo di misure dirette della velocità delle onde di taglio (Vs), si può procedere come segue:

- Determinare NSPT,30 limitatamente agli spessori di terreno a grana grossa.
- Determinare $Cu_{,30}$ limitatamente ai terreni a grana fine.
- Individuare le categorie di sottosuolo corrispondenti singolarmente ai parametri $N_{SPT,30}$ e $Cu_{,30}$.
- Riferire il sottosuolo alla categoria peggiore tra quelle individuate

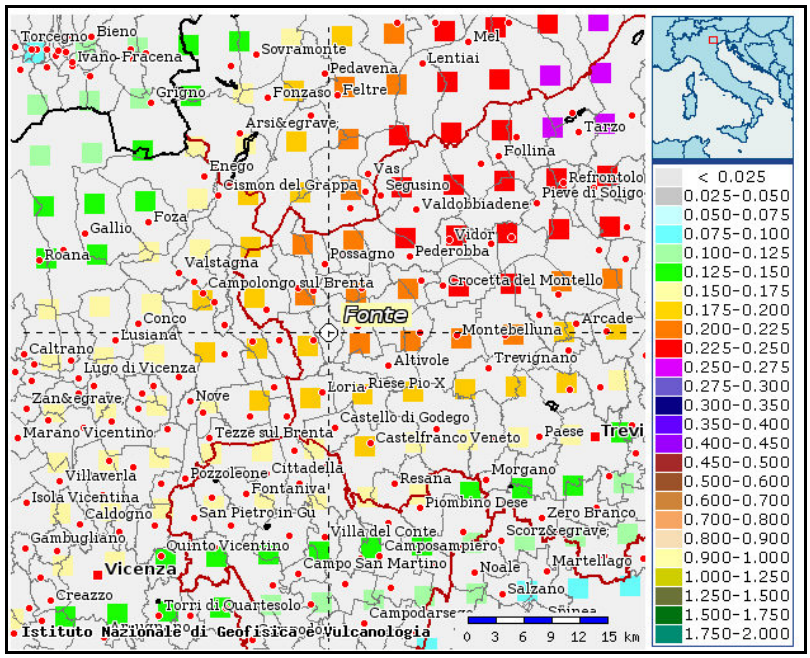
Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, così come richiesto dalla recente normativa, è stata pertanto assegnata al suolo di fondazione la **categoria sismica C**, sulla base anche delle conoscenze derivanti da indagini svolte dagli scriventi in aree limitrofe.

A tale categoria appartengono *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu_{,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

Sulla base dell'Ordinanza PCM del 20 Marzo 2003 n. 3274 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative per le costruzioni in zona sismica", il Comune di Fonte (TV) ricade in **zona sismica 2.**

Sulla base dell'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n. 3519 l'area in esame è caratterizzata da valori di accelerazione massima al suolo a_g, (con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi caratterizzati da valori di Vs30 > di 800 m/s) compresi fra 0,175 e 0,200 m/s.

La Regione del Veneto, con D.G.R. 71 del 22/01/2008, pur confermando per gli aspetti amministrativi la classificazione dei Comuni del Veneto di cui all'allegato I della D.C.R. 67/03, recepisce quanto stabilito dalla O.P.C.M. 3519/06 riguardo le calcolazioni, riferiti alle Norme Tecniche previgenti all'entrata in vigore del D.M. 14/01/2008.



Estratto mappa sismica (OPCM 3519/2006)

Azione sismica

Nel D.M. 14/01/2008 l'obiettivo nei riguardi dell'azione sismica è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A) ed in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente Se (T), con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nella successiva tabella, nel periodo di riferimento V_R.

Il periodo di riferimento V_R si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U definito, al variare della classe d'uso.

La vita nominale V_N relativa al presente intervento di progetto è di 50 anni (tipo di costruzione 2 "*Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*").

La classe d'uso utilizzata è:

Classe III: "*Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*"

A tale classe corrisponde un coefficiente d'uso C_U pari a 1,5.

In questo modo si ottiene un periodo di riferimento V_R di 75 anni.

Le forme degli spettri di risposta ai sensi delle NTC 2008 sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;

Fo : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T_C*: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nota la vita di riferimento della costruzione V_R e la probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate a ciascuno degli stati limite considerati, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili è possibile ricavare le corrispondenti azioni sismiche. Il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R, espresso in anni rappresenta il parametro caratterizzante la pericolosità sismica.

Esso è legato a P_{VR} e V_R dalla:

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

Il sito di interesse ricade nel Comune di Fonte (TV) e presenta le seguenti coordinate:

Coordinate	Datum ED50
Latitudine	45,782448
Longitudine	11,862053

In base a tali valori si ottengono i valori dei parametri precedentemente citati rappresentati nella successiva tabella per i vari periodi di ritorno.

T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_c (s)
30	0,052	2,483	0,235
50	0,070	2,451	0,251
72	0,085	2,422	0,260
101	0,101	2,404	0,269
140	0,118	2,391	0,278
201	0,140	2,376	0,287
475	0,202	2,372	0,313
975	0,269	2,398	0,331
2475	0,386	2,406	0,351

Valori a_g, F_0, T_C* per vari periodi di ritorno T_R

Scelta della strategia di progettazione

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività** (SLO).
- **Stato Limite di Danno** (SLD).

Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita** (SLV).
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso** (SLC).

Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR}, cui riferirsi per individuare l'azione sismica agente in ciascuno degli stati limite considerati, sono riportate nella successiva tabella.

Stati Limite	PVR : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R		T_R (anni)
Stati limite di esercizio	**SLO**	81%	45
	SLD	63%	75
Stati limite ultimi	**SLV**	10%	712
	SLC	5%	1462

Probabilità di superamento P_{VR} e periodo di ritorno T_R

I parametri a_g, F_o, T_C* per i periodi di riferimento corrispondenti agli stati limite considerati sono di seguito riportati in forma tabulare.

STATO LIMITE	T_R (anni)	a_g (g)	F_0 (-)	T_{c^*} (s)
SLO	45	0,066	2,457	0,247
SLD	75	0,087	2,420	0,261
SLV	712	0,237	2,387	0,323
SLC	1462	0,314	2,401	0,340

Valori a_g,F0,T_C* per i diversi stati limite

La scelta dello stato limite da utilizzare dipenderà dalle verifiche che il progettista intenderà eseguire.

VALUTAZIONE DELLA CAPACITÀ PORTANTE E DEI CEDIMENTI

Di seguito si propone il calcolo della capacità portante con il metodo della pressione ammissibile e la verifica allo stato limite ultimo (SLU) di tipo geotecnico (GEO), ipotizzando di realizzare una platea interrata avente dimensioni pari a 44,0 x 58,0 m, posta a -3,5 m di profondità rispetto al piano campagna attuale.

Si utilizza la formula di Brinch-Hansen:

$$q_{lim} = C_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c + \gamma_1 D N_q s_q d_q i_q b_q g_q + 0,5 \gamma_2 B N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

dove:
C_u: coesione non drenata (Kg/cm^2);
γ_1: peso di volume del terreno sopra il piano di fondazione (Kg/cm^3);
γ_2: peso di volume del terreno sotto il piano di fondazione (Kg/cm^3);
D: profondità minima di posa della fondazione (m);
B: larghezza fondazione;
N_c, N_q, N_γ: fattori di capacità portante adimensionali;
s_c, s_γ, s_q: fattori di forma;
d_c, d_γ, d_q: fattori di correzione per l'approfondimento;
i_c, i_γ, i_q: fattori correttivi per carichi inclinati;
b_c, b_γ, b_q: fattori correttivi per l'inclinazione della fondazione;
g_c, g_γ, g_q: fattori correttivi fondazioni su pendio.

Le verifiche vengono eseguite considerando il modello geotecnico del terreno ricostruito sulla base dei dati desunti dalla prove penetrometriche eseguite in sito; data la disomogeneità evidenziata dalla indagini condotte, <u>ai fini di una valutazione preliminare della capacità portante</u>, si considera che complessivamente i terreni di fondazione siano costituiti da sabbie poco addensate cui si attribuisce un angolo

d'attrito medio di 29°.

Pressione ammissibile

Si verifica una platea interrata avente dimensioni pari a 44,0 x 58,0 m, posta a -3,5 m di profondità rispetto al piano campagna.

La pressione ammissibile risulta pari a:

$$q_a = 3{,}07\ kg/cm^2\ (300{,}92\ kN/m^2)\ *$$

** I calcoli sono stati condotti applicando le correzioni proposte da Terzaghi per la coesione e l'angolo d'attrito del terreno, poichè in prima battuta è risultata una portanza ammissibile di molto superiore di 4,5 kg/cm².*

Stati Limite Ultimi

Di seguito si riporta il risultato del calcolo anche nel caso di verifica allo stato limite ultimo SLU di tipo geotecnico (GEO) nel caso di collasso per carico limite dell'insieme fondazione-terreno.

Le verifiche allo SLU devono essere effettuate, tenendo conto dei valori dei coefficienti parziali proposti nel D.M. 14/01/2008 riportati nelle Tab. 6.2.I, 6.2.II e 6.4.I, seguendo almeno uno dei due approcci:

Approccio 1:

- Combinazione 1: (A1+M1+R1)
- Combinazione 2: (A2+M2+R2)

Approccio 2:

Combinazione: (A1+M1+R3).

Tabella 6.2.II – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1,0	1,0

Tabella 6.4.I - *Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.*

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	$\gamma_R = 1{,}0$	$\gamma_R = 1{,}8$	$\gamma_R = 2{,}3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1{,}0$	$\gamma_R = 1{,}1$	$\gamma_R = 1{,}1$

In particolare, nel presente elaborato, si è considerato l'**approccio 2 (A1+M1+R3)**:

IPOTESI	Q (kg/cm^2)	Q (kN/m^2)
Platea interrata 44x58 a -3,5 m dal p.c.	4,00	392,51

Le opere previste devono essere verificate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale, ovvero sia in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni, che in relazione alle prestazioni attese. Le opportune e necessarie verifiche dovranno pertanto essere eseguite, in sede di progettazione geotecnica, sulla base di dati dettagliati e specifici, relativi alle azioni di progetto ed ai requisiti prestazionali.

Per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$\mathbf{E_d \leq R_d}$$

dove:

E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione.

R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico.

CEDIMENTI

Per il calcolo dei cedimenti si adotta il metodo proposto da Schmertmann (1970) il quale ha correlato la variazione del bulbo delle tensioni alla deformazione. Schmertmann ha quindi proposto di considerare un diagramma delle deformazioni di forma triangolare in cui la profondità alla quale si hanno deformazioni significative è assunta pari a 4B, nel caso di fondazioni nastriformi, e pari a 2B per fondazioni quadrate o circolari.

Secondo tale approccio il cedimento si esprime attraverso la seguente espressione:

$$w = C_1 \cdot C_2 \cdot \Delta q \cdot \Sigma \frac{I_z \cdot \Delta z}{E}$$

nella quale:

Δq rappresenta il carico netto applicato alla fondazione; I_z è un fattore di deformazione il cui valore è nullo a profondità di **2B**, per fondazione circolare o quadrata, e a profondità **4B**, per fondazione nastriforme.

Il valore massimo di I_z si verifica a una profondità rispettivamente pari a:

B/2 per fondazione circolare o quadrata

B per fondazioni nastriformi

e vale

$$I_{z\max} = 0.5 + 0.1 \cdot \left(\frac{\Delta q}{\sigma'_{vi}} \right)^{0.5}$$

dove σ'_{vi} rappresenta la tensione verticale efficace a profondità B/2 per fondazioni quadrate o circolari, e a profondità B per fondazioni nastriformi.

E_i rappresenta il modulo di deformabilità del terreno in corrispondenza dello strato **i-esimo** considerato nel calcolo;

Δ_{zi} rappresenta lo spessore dello strato **i-esimo**;

C_1 e C_2 sono due coefficienti correttivi.

Il modulo **E** viene assunto pari a **2.5** q_c per fondazioni circolari o quadrate e a **3.5** q_c per fondazioni nastriformi. Nei casi intermedi, si interpola in funzione del valore di **L/B**.

Il termine q_c che interviene nella determinazione di **E** rappresenta la resistenza alla punta fornita dalla prova CPT.

Le espressioni dei due coefficienti C_1 e C_2 sono:

$$C_1 = 1 - 0.5 \cdot \frac{\sigma'_{v0}}{\Delta q} > 0.5$$

che tiene conto della profondità del piano di posa.

$$C_2 = 1 + 0.2 \cdot \log \frac{t}{0.1}$$

che tiene conto delle deformazioni differite nel tempo per effetto secondario.

Nell'espressione **t** rappresenta il tempo, espresso in anni dopo il termine della costruzione, in corrispondenza del quale si calcola il cedimento.

Nell'ipotesi verificata, considerando preliminarmente un carico d'esercizio pari a 100 kN/m^2, i cedimenti risultano essere circa dell'ordine di 50 mm.

Si sottolinea come i calcoli condotti abbiano solamente uno scopo indicativo in questa fase preliminare; le verifiche andranno riaffrontate dettagliatamente in fase di progetto.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto 1: Esecuzione della prova CPT1

Foto 2: Esecuzione della prova CPT2

Foto 3: Esecuzione della prova CPT4