

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA

dott. geol. Dario BARAZZUOL via Dei Bert, 6/A FARRA di SOLIGO (TV) fax : 0438/801388 mail: barazzuoldario@libero.it
Ordine dei Geologi Regione del Veneto n. 618



Provincia di Treviso



Comune di Moriago della Battaglia

Relazione GEOLOGICA-GEOTECNICA

Ai sensi del D.M. 14/01/2008 e della Circolare del C.S.LL.PP. 617/2009
"Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008"

Ampliamento di stabilimento agro-industriale per la macellazione, la lavorazione e la commercializzazione delle carni bovine, con potenziamento del depuratore e produzione di energia da fonti rinnovabili.

Ditta: COLOMBEROTTO S.p.A.

Via Montegrappa 68/72

31010 Moriago della Battaglia

giugno 2014

Il geologo
Dario Barazzuol



INDICE

1	PREMESSA	3
2	MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO	4
2.1	Inquadramento topografico	4
2.2	Aspetti geomorfologici e geolitologici	5
2.3	Stratigrafia locale	6
2.4	Aspetti idrologici e idrogeologici	7
3	LA SITUAZIONE TETTONICA E STRUTTURALE	7
3.1	Contesto geologico strutturale regionale	7
3.2	Contesto geologico strutturale locale	9
4	SISMOTETTONICA	10
4.1	Sismicità storica	10
4.2	Sismicità strumentale	11
4.3	Zonazione sismica	12
4.4	Caratterizzazione della pericolosità sismica locale	12
4.4.1	<i>Amplificazioni topografiche</i>	<i>13</i>
4.4.2	<i>Amplificazioni litostratigrafiche</i>	<i>13</i>
4.4.3	<i>Aree instabili per azione sismica</i>	<i>14</i>
4.5	Valutazione dell'azione sismica secondo le nuove NTC08	14
5	ASPETTI GEOLOGICO TECNICI PRELIMINARI	14
5.1	Indagini geologiche integrative	15
5.2	Modello geotecnico e valori caratteristici dei parametri geotecnici	17
5.3	Movimenti terra, stabilità dei fronti di scavo	17
6	CONCLUSIONI	18

1 PREMESSA

La presente relazione è stata svolta per conto della ditta Colomberotto S.p.A. di Moriago della Battaglia (TV), allo scopo di esaminare gli aspetti geologici e geotecnici relativi ad un “*Ampliamento di stabilimento agro-industriale per la macellazione, la lavorazione e la commercializzazione delle carni bovine, con potenziamento del depuratore e produzione di energia da fonti rinnovabili*” da effettuarsi lungo via Montegrappa nel comune di Moriago della Battaglia (TV), entro un’area censita catastalmente nel foglio n° 4 mappale n. 652.

La presente medesima è stata redatta in conformità al D.M. 14/01/2008 e alla relativa circolare esplicativa del C.S.LL.PP. n° 617/2009, con particolare riguardo al Cap. 6.5 ed al Cap. 7.11.6 delle stesse, in quanto il comune di Moriago della Battaglia rientra tra le zone dichiarate sismiche con $S = 9$ ai sensi della legge 02/02/1974, n. 64, poi confermata in zona 2a dalla OPCM 3274 del 20/03/2003 e dalla D.G.R.V. n. 67 del 3/12/2003 e s.m.i..

Per quanto riguarda i vincoli si precisa che la zona in esame non è sottoposta al vincolo idrogeologico del R.D. 3267/23, e neppure a quello paesaggistico del D.Lgs 42/2004, se non per la fascia a ridosso del torrente Rosper.

Dal punto di vista delle penalità geologiche la zona è considerata “idonea a condizione”, (cfr. TAV. 08/03 “Carta delle Fragilità” allegata al PAT).

Al fine di definire la situazione stratigrafica del sottosuolo, ricavare i parametri geotecnici e quelli fisico meccanici dei terreni, nel corso dell’indagine in sito sono state eseguite le seguenti indagini:

- 2 sondaggi a distruzione di nucleo con esecuzione di 7 prove SPT e due prove di permeabilità LEFRANC in foro;
- N. 1 stendimento sismico (con metodologia MASW, ReMi e Sismica a Rifrazione) ai fini della classificazione sismica del suolo sulla base delle Vs30;
- N. 1 punti di acquisizione di rumore sismico ambientale finalizzate alla definizione del periodo proprio di vibrazione del suolo mediante tecnica a stazione singola (HVSr).

Sono state inoltre raccolte tutta una serie di notizie su altri interventi edilizi realizzati nel corso degli anni nella medesima zona.

Non ultima è stata consultata la cartografia esistente, in particolare quella allegata al PAT e al PATI.

La normativa di riferimento per quanto riguarda l’esecuzione delle prove e la loro interpretazione è quella suggerita da:

- A.G.I. – Associazione Geotecnica Italiana (1977); Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche;
- ISSMFE Technical Committee on Penetration Testing (1988);

- Dynamic Probing (DP): International Reference Test Procedure;
- Norma EN ISO 22476-3 (2005);
- Norma EN ISO 22476-2 (2005).

Di seguito si illustrano i lineamenti geologici ed idrogeologici generali della zona considerata e gli aspetti geologico-tecnici riguardanti i lavori in progetto.

2 MODELLO GEOLOGICO DI RIFERIMENTO

2.1 Inquadramento topografico

L'area in esame si trova lungo in località San Marco, quella porzione di pianura del Quartier del Piave che si trova tra gli abitati di Moriago e Mosnigo, anche se spostato verso l'estremità occidentale del primo. La quota media dell'area è di circa 125-126 m s.l.m..

La collocazione geografica nella Carta d'Italia alla scala di 1:25.000 è la seguente:

F. 38 IV S.E. Pieve di Soligo

La stessa zona, al centro dell'intervento, ha i seguenti riferimenti geografici (da CTR Elemento 084103 Moriago della Battaglia Sud):

Geografiche ED50: lat. 45,8671° e long. 12,0931°

Geografiche WGS84: lat. 45,8662° e long. 12,0921°

In allegato viene fornita la corografia del sito in scala 1:5000.

L'area in esame, una antica piana alluvionale estesa tra la fascia collinare del Quartier del Piave a nord e l'altopiano del Montello a sud, è posta all'interno dell'unità geografica dell'alta pianura veneta. Come desumibile dalle isoipse del microrilievo riportate nell'estratto della carta geomorfologica del PATI (fig. 1), la superficie topografica si presenta quasi pianeggiante e degradante verso ENE con una pendenza media di poco inferiore all'1 % a costituire la fascia centrale della Piana di Moriago.

La zona dello scarico delle acque in uscita dal depuratore si trova ad una quota inferiore di circa 1-2 m rispetto alla quota dello stesso.

Nel complesso la zona interessata dai lavori del depuratore in progetto, a vocazione prevalentemente agricola e mediamente urbanizzata, è caratterizzata da buone condizioni di stabilità e non vi sono indizi di particolari fenomeni franosi od erosivi, favorita in questo dalle pendenze modeste della superficie topografica.

Nell'estratto della carta geomorfologica del PATI del Quartier del Piave di fig. 1, lungo le scarpate degli argini del t. Rosper, entro il quale è previsto lo scarico delle acque depurate, sono segnalate delle piccole nicchie di frana. Nella realizzazione dello scarico bisognerà fare attenzione a non accentuare il fenomeno, in modo da mettere in atto gli opportuni accorgimenti, come ad esempio un pozzetto dissipatore.

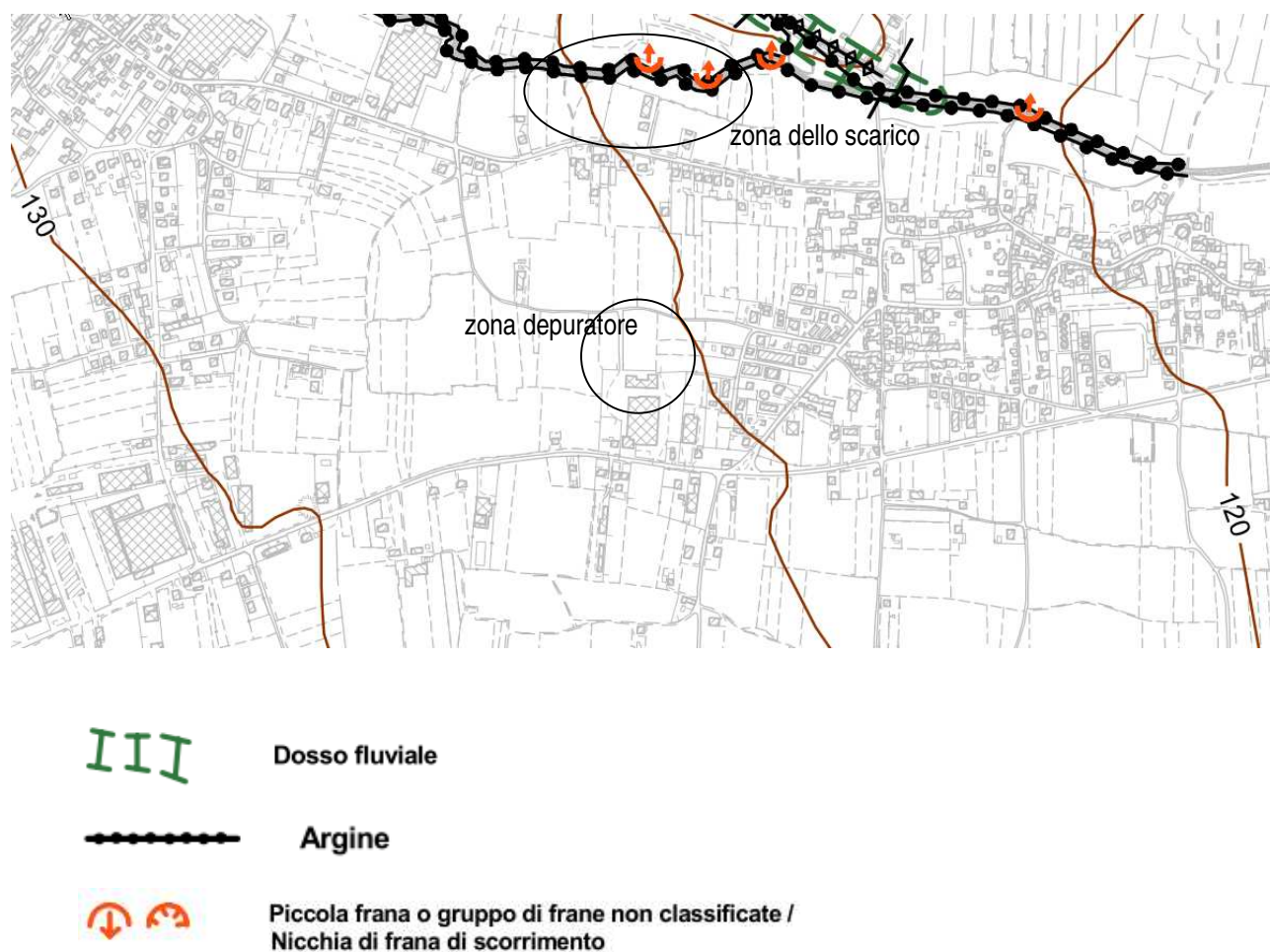


fig. 1: estratto della carta geomorfologica del PATI del Quartier del Piave. La zona esatta dello scarico è da definire. In marron le isopse del microrilievo.

2.2 Aspetti geomorfologici e geolitologici

Dal punto di vista geomorfologico la zona appartiene al livello principale delle alluvioni del fluvioglaciale Würmiano più antico (Würm I), meglio noto come pianura del Quartier del Piave. Dal punto di vista formazionale si tratta di una antica piana alluvionale, estesa tra la fascia collinare Alto-Trevigiana e l'altopiano del Montello accresciutasi in seguito alle grosse alluvioni che hanno caratterizzato l'epoca tardiglaciale e successivamente reincisa e rimaneggiata, in epoca postglaciale, dai corsi d'acqua locali, tra cui il Raboso ed il Rosper, che scorrono alcune centinaia di metri a Nord.

Ne consegue che la successione stratigrafica prevalente dell'area e delle porzioni circostanti è formata da materiali depositati per trasporto in massa non selettivo, grossolanamente stratificati, a granulometria eterogenea ma con prevalenza di ghiaia con ciottoli e blocchi subarrotondati a composizione calcarea. Nella frazione sana, non alterata, la coesione è in genere bassa. La matrice è sabbiosa e localmente limosa. I ciottoli, ben arrotondati, sono di costituzione prevalentemente calcarea o calcareo-dolomitica ma non mancano gli elementi di origine metamorfica o ignea (vedi ad es. nel sondaggio S2); spesso si rinvencono ciottoli e blocchi anche di dimensioni pluridecimetriche. Localmente si rinvencono lenti discontinue di materiali sabbiosi; in profondità sono frequenti livelli

cementati.

La coltre pedogenetica è scarsa, con spessori medi attorno a 0,7 metri ma con punte che arrivano anche a 1,5-2 metri in corrispondenza di alcuni alvei abbandonati secondari. Al di sotto della coltre alluvionale, con spessore in questa area di oltre 40 m, il substrato è costituito dalle litologie del Messiniano superiore rappresentati da marne limose e conglomerati aventi giacitura suborizzontale.

Come rilevabile dall'estratto della carta geolitologica del PATI del Quartier del Piave, nella zona dello scarico presso il t. Rosper aumenta considerevolmente la componente sabbiosa e limosa.

Entro il materasso ghiaioso si rinvencono lenti anche consistenti di materiale più fine, talora allungate in lingue tortuose: si tratta con ogni probabilità di depositi messi in posto dagli antichi corsi fluviali collinari, durante le fasi di aggradazione della pianura ghiaiosa.

2.3 Stratigrafia locale

La stratigrafia locale è stata ricostruita interpretando i risultati di due sondaggi a carotaggio continuo (sigla S) la cui ubicazione è riportata nella planimetria sottostante.

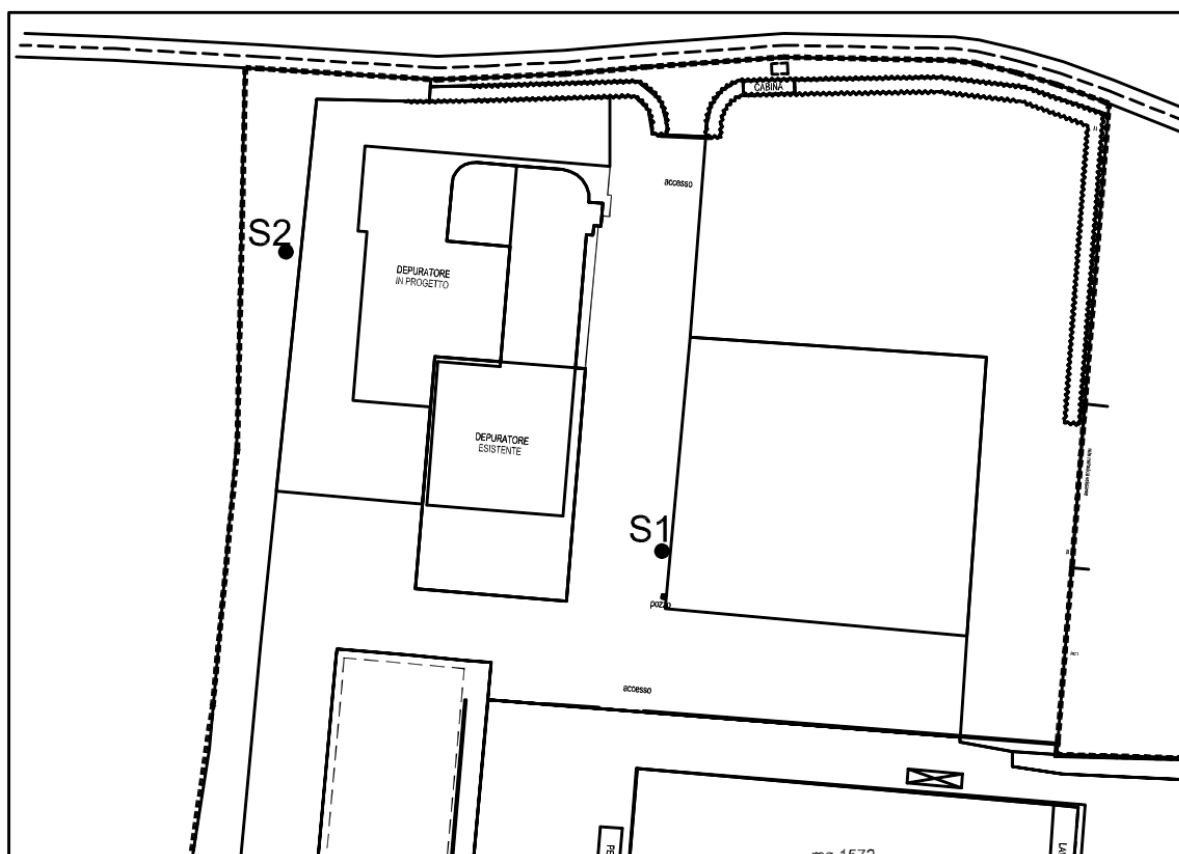


fig. 2: ubicazione dei sondaggi a carotaggio continuo

Il sondaggio S1 è stato spinto fino alla profondità di 15 m dal p.c., mentre quello S2 ad una profondità di 20 m dal p.c..

Come si vede dalle ricostruzioni stratigrafiche riportate in allegato, nell'intorno del sondaggio S1 affiorano esclusivamente termini ghiaiosi in matrice sabbiosa fino a fondo foro (-15 m dal p.c.); la componente limosa è variabile ma in genere scarsa; nel sondaggio S2 invece la ghiaie si fermano a 8 m

di profondità circa. Al di sotto si ritrovano argille e limi ghiaiosi, con lenti ghiaiose, materiali tipici depositati dai corsi d'acqua collinari, dove la matrice fine proveniente dalle formazioni marnose è assai consistente. Il colore va dal beige al marron al grigiastro a testimonianza dell'alterazione subaerea subita da tali depositi.

In allegato è riportata una sezione geologica schematica del sito, interpretata sulla base delle risultanze dei sondaggi.

2.4 Aspetti idrologici e idrogeologici

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale, oltre al f. Piave che scorre incassato di oltre 10 m sotto il livello della pianura circa 4 km a S, va ricordato il t. Rosper che passa circa 450 m più a N, censito e vincolato come acque pubbliche con numero 26236; esso sarà deputato a ricevere le acque depurate provenienti dall'impianto in progetto. Il sito esatto dello scarico entro il torrente sarà precisato attraverso uno studio di dettaglio in funzione del percorso più idoneo individuato per interrare la tubazione proveniente dal depuratore.

La profondità della falda freatica locale è stata controllata inserendo nei fori di sondaggi dei piezometri a tubo aperto, finestrati a partire dai 5 m di profondità circa. Come desunto dalle misure effettuate in questi, alla data della misura (17/06/2014), la superficie neutra locale era attestata attorno ai 114 ed i 115 m s.l.m. quindi a profondità di circa 11 m dal piano campagna (S1= -11,13 m; S2= -10,68 m). Considerato che nel sondaggio S2 a partire dagli 8 m di profondità si hanno prevalenti materiali fini, è verosimile supporre che il piezometro corrispondente rilevi la presenza della medesima falda del materasso ghiaioso che viene intercettata forando le due lenti di materiale più fine.

Come visibile dalle isofreatiche riportate nello studio idrogeologico del PATI, la direzione di deflusso della falda è verso SE a rimarcare l'alimentazione derivante dal t. Rosper e, più in generale, dalla zona dei Palù che si trova appena a monte del suddetto torrente.

La determinazione del coefficiente di permeabilità del terreno è stata ottenuta tramite due prove Lefranc effettuate nei fori di sondaggio; una a carico variabile (nel sondaggio S1) ed una a carico costante (nel foro di sondaggio S2). Dalle stesse si sono ottenuti i seguenti valori di permeabilità:

sondaggio	Tipo prova	profondità	permeabilità
S1	LEFRANC a carico variabile	-3 m dal p.c.	2,16E-02 cm/s
S2	LEFRANC a carico costante	-6 m dal p.c.	3,9E-02 cm/s

Per la descrizione metodologica delle prove si rimanda alla letteratura esistente. In allegato sono riportate le elaborazioni delle prove stesse.

3 LA SITUAZIONE TETTONICA E STRUTTURALE

3.1 Contesto geologico strutturale regionale

Il Veneto si conferma una regione dalla sismicità significativa, come documentato dalle informazioni storiche; questo aspetto forse non viene adeguatamente messo in rilievo dal dato strumentale

disponibile dal 1977, e dalla normativa sismica vigente. Terremoti al di sopra della soglia di percezione hanno interessato un'ampia fascia circa corrispondente alle Prealpi Venete, laddove vi sono maggiori indizi geomorfologici di una deformazione in atto. Non trascurabile, seppure poco nota e di più difficile investigazione, è l'attività di strutture sepolte nella pianura veneta, sia nel settore orientale che in quello occidentale.

Un recente lavoro (M. Segan & L. Peruzza, 2011) ha raccolto in modo sistematico i dati di base sismologici e sismotettonici della Regione Veneto, una delle regioni dell'Italia nord-orientale per le quali l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS) fornisce il servizio di monitoraggio e allarme sismico alla Protezione Civile Regionale. Dalla loro revisione critica ed analisi è stata realizzata una suddivisione del territorio in distretti sismici, ovvero areali caratterizzati da elementi sismologico-sismogenici comuni.

Sulla base di dati sismologici, elementi geologico-strutturali e informazioni relative alla cinematica e alla tettonica attiva, sono stati identificati 9 distretti sismici; il territorio di Moriago della Battaglia si trova nel distretto della Pedemontana Sud.

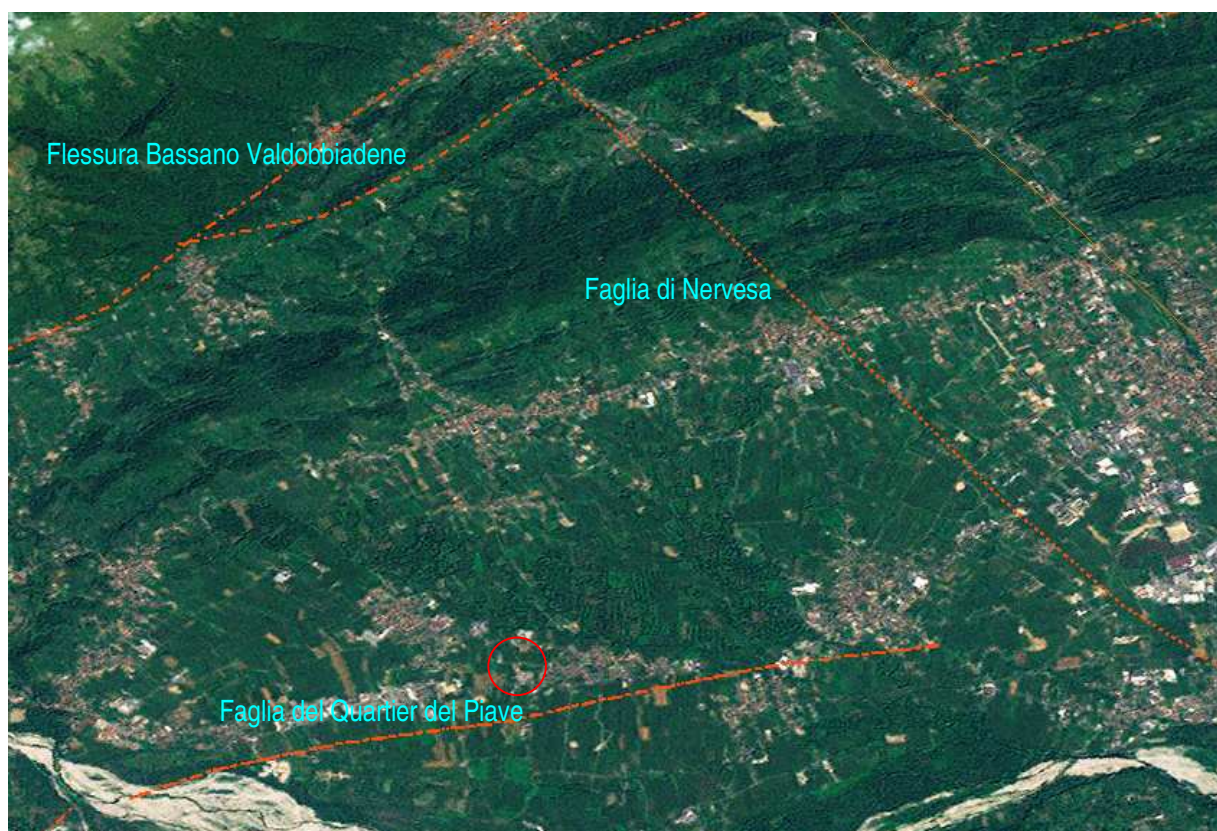
Questa regione comprende parte del fronte esterno Plio-Quaternario della Catena Sudalpina orientale, e si estende dall'altopiano di Asiago fino alla zona pedemontana del margine del Cansiglio. In questo settore è presente la Flessura Pedemontana che passa pochi km a nord del sito, elemento dal quale prende il nome questo distretto. Il distretto Pedemontana Sud si estende a SE alla zona di pianura, approssimativamente ad includere la fascia delle risorgive; lungo la catena, il sistema strutturale è troncato bruscamente ad ovest dagli allineamenti disposti NO-SE del Sistema Schio-Vicenza, verso est da elementi paleogeografici riconducibili alla strutturazione della Piattaforma Friulana (margine occidentale del massiccio del Cansiglio).

Il distretto è caratterizzato da pieghe e sovrascorrimenti ad andamento ENE-OSO, prevalentemente vergenti a S-SE (Poli et al., 2008). La strutturazione della attuale fascia pedemontana, estesa dal Bassanese fino al fiume Tagliamento trae le sue origini nell'evento compressivo del Messiniano-Pliocene, ampiamente propagatosi all'interno della catena entro sistemi già strutturati (Castellarin et al., 1998b). Tuttora l'area presenta un'attività tettonica rilevante, con una compressione attiva la cui velocità è stimata nell'ordine di qualche mm/a.

La stretta di Quero e il rilievo del Montello sono gli elementi geologici e morfologici del distretto Pedemontana Sud attorno ai quali si sono maggiormente concentrati studi per il riconoscimento di faglie attive (p. es. Benedetti et al., 2000; Ferrarese e Sauro, 2005; Anselmi et al., 2007, 2011; Burrato et al., 2009). Nonostante ciò, il potenziale sismico dell'area resta ancora piuttosto controverso, e si moltiplicano gli studi per comprendere la relativa assenza di sismicità su faglie ritenute capaci di generare forti terremoti. Per questo, si attendono i risultati di monitoraggi specifici, attualmente in corso per caratterizzare la deformazione geodetica e la microsismicità (p. es. Serpelloni e Cavaliere, 2010; OMBRA Project Group, 2011).

3.2 Contesto geologico strutturale locale

Restando in ambito locale, la struttura tettonica a carattere sismogenetico che più influenza la zona in esame è la grande flessura Bassano-Valdobbiadene-Vittorio. L'attenzione sulla struttura sismogenetica rimane alta da parte della comunità scientifica, in quanto area interessata da forti terremoti storici quali il terremoto di Asolo (1695, Me 6.7) e del Cansiglio (1936, Ms 5.8), mentre la sismicità strumentale registrata negli ultimi 30 anni identifica chiaramente una mancanza di terremoti di una certa entità. Questa osservazione potrebbe indicare la presenza di un gap sismico inteso come processo di preparazione per un futuro terremoto. Un'altra dislocazione importante che interessa il sito è la faglia di Longhere o della Valcalda: grossomodo si snoda al piede e parallelamente alla flessura Bassano-Valdobbiadene, sul fondo della Vallata; si tratta di un fascio di faglie inverse con direzione



WSW-ENE, rigetti complessivi dell'ordine di 4 km e lunghezza di circa 25 km; ambedue le dislocazioni passano alcuni km a nord del sito.

Fig. 3: Figura tratta dal catalogo ITHACA delle faglie capaci. Nel cerchio rosso il sito in esame

Per quanto riguarda la situazione strutturale e tettonica alla scala comunale si osserva come il substrato roccioso affiorante lungo la fascia collinare costituisca una struttura monoclinale formata da una sequenza di rilievi collinari subparalleli diretti WSW-ENE. Gli strati delle formazioni affioranti hanno giacitura da molto inclinata a subverticale, con immersione prevalente verso SSE. La continuità della struttura è interrotta da un importante disturbo tettonico denominato faglia di Nervesa (fig. 3), che si insinua dentro la stretta di Nervesa e prosegue poi a monte sulla traiettoria del torrente Rio Farra (dove

dà ragione della spaccatura della dorsale collinare), per proseguire poi sulla direttrice Campea-Miane-Carmine fino oltre il crinale delle Prealpi; si tratta di una faglia trascorrente sinistrorsa a trend Dinarico (NW-SE); rispetto al nostro sito si trova ad una distanza qualche chilometro verso E.

Nella porzione di pianura, al di sotto del materasso alluvionale di natura grossolana descritto ai paragrafi precedenti, che presenta spessori man mano maggiori procedendo verso S, il substrato conglomeratico è interessato da un secondo disturbo tettonico conosciuto in letteratura come faglia del Quartier del Piave che si è visto essere in realtà costituita da uno stretto fascio di faglie con direzione WSW-ENE, obliterate dai sedimenti di copertura. La faglia è lunga 7-8 km e come si vede in fig. 3 passa vicina al sito in esame. Altri disturbi tettonici, di minore importanza ma strettamente associati ai principali, interessano la serie litologica inducendo fratturazioni e dislocazioni.

4 SISMOTETTONICA

4.1 Sismicità storica

Il distretto Pedemontana Sud è una zona interessata storicamente da un evento distruttivo, e numerosi eventi che hanno superato la soglia del danno ($I_0 = VI$ MCS), documentati in modo abbastanza affidabile sin dal XIII secolo. Risale al 25 febbraio 1695 l'evento più energetico ($I_0 = IX-X$ MCS, $M_w = 6,61$), la cui magnitudo derivata da dati macrosismici è comparabile ai massimi eventi registrati nell'area friulana a seguito del terremoto del 1976. Localizzato nell'Asolano, l'evento ha raggiunto la soglia della distruzione coinvolgendo pesantemente l'area compresa tra Bassano del Grappa e Valdobbiadene. Le ipotesi genetiche relative a questo terremoto sono molto dibattute; il piano quotato è ben rappresentato nella direzione della pianura, ma nessuna informazione è riferita alle zone montuose. E' questo un tipico effetto della diversa accessibilità alle fonti documentarie contemporanee all'evento; il territorio della pedemontana risultava infatti controllato dall'amministrazione territoriale della Repubblica di Venezia, i cui confini all'epoca del terremoto passavano poco a nord della zona di Asolo, mentre il resto del territorio era sotto la giurisdizione dell'Impero Austro-Ungarico. Studi su fonti austriache sono in corso in questi ultimi anni, e porteranno presumibilmente ad un quadro del danneggiamento più documentato verso nord.

Danni significativi dovuti ad eventi più antichi vengono invece attribuiti esclusivamente o prevalentemente alla città di Treviso (778, $I_0 = VIII-IX$, $M_w = 5,84$; 1268, $I_0 = VII-VIII$, $M_w = 5,37$); per questi eventi è oggi impossibile risolvere la vera localizzazione, data la scarsità di fonti storiografiche che documentano danni. Si è adottata una estensione meridionale del distretto fino al limite della bassa pianura proprio per includere questi eventi nella medesima sorgente sismogenica del 1695.

Quattro eventi minori (25 febbraio 1756, 1857, 1897, e 1919), sono stati recentemente revisionati (Molin et al., 2008) con modifiche lievi ai parametri di intensità e localizzazione. Negli ultimi due secoli, l'evento maggiore è stato quello del 12 giugno 1836, localizzato nell'area di Bassano, che

ha raggiunto la soglia del danno significativo (I_0 =VII-VIII MCS, M_w =5,48), e una serie di eventi dannosi, prevalentemente documentati nella seconda metà del XIX secolo. Da oltre un secolo, quindi, nell'area non si verificano eventi di energia significativa.

Il grafico in figura seguente illustra la sismicità storica di Moriago della Battaglia.

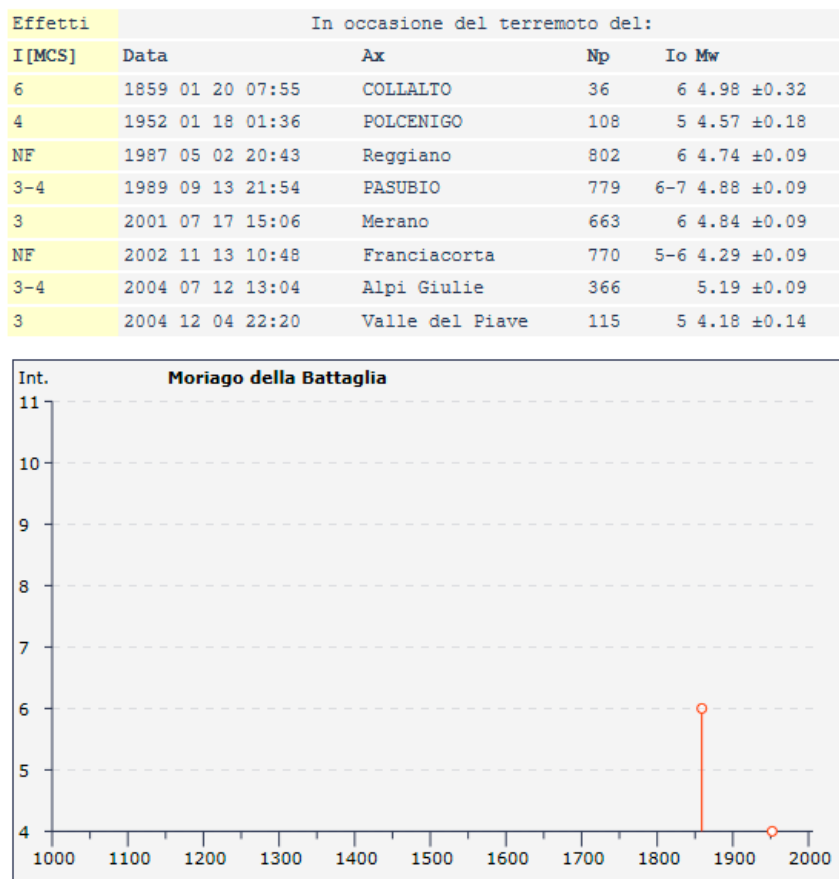


Fig. 4: riepilogo delle osservazioni dei terremoti storici registrati a Moriago della Battaglia. Legenda: Is: Intensità al sito; (da M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011)

4.2 Sismicità strumentale

La sismicità registrata strumentalmente dal 1977 si presenta da bassa a moderata, con diversi eventi di magnitudo maggiore di 3, limite teorico della soglia di percezione, localizzati lungo la fascia esterna della catena alpina, nella zona della Flessura Pedemontana e del Montello. La magnitudo massima registrata nell'area fino al 2010 è M_D =3,3. Il 13 settembre 2011, è avvenuto un evento di M_L =3,7 (parametri preliminari al sito <http://rts.crs.inogs.it/en/detail.html?id=1822>), percepito particolarmente nella località di Moriago della Battaglia; esso risulterebbe l'evento più energetico in epoca strumentale, nonostante effetti di stazione abbiano portato ad una possibile sovrastima della magnitudo di 2-3 decimi di grado. La complessità della sorgente, con diversi eventi succedutisi nell'arco di pochi minuti, è probabilmente responsabile dell'incertezza nel meccanismo focale, non ben vincolato sia utilizzando la tecnica dell'inversione del momento sismico, sia da polarità del primo impulso; elaborazioni di maggior dettaglio sono tuttora in corso.

4.3 Zonazione sismica

In base alla zonazione attualmente adottata dall'INGV (ZS9), il territorio di Moriago della Battaglia si trova nella zona sismotettonica ZS905 (Friuli – Veneto Orientale) con M_{wmax} attesa di 6.60.

Il meccanismo di fagliazione responsabile dei terremoti che si sono verificati in questa zona è di tipo faglia inversa, con “profondità efficace” (profondità alla quale avviene il maggior numero di terremoti) ipocentrale media stimata di 8-12 km. Sempre l'INGV, nella sua ‘Mappa della pericolosità sismica’, elaborata con modello probabilistico sismotettonico, comprende il comune di Moriago della Battaglia in una delle zone d'Italia con accelerazione orizzontale attesa medio alta. Per un sisma con un periodo di ritorno di 475 anni e 10% di probabilità di superamento, questo valore è generalmente compreso nell'intervallo 0.225-0.250 Ag/g (accelerazione su bedrock – vedi fig. 5). Pertanto i valori di riferimento della pericolosità di base da utilizzarsi nella progettazione degli edifici devono essere compresi entro questa fascia.

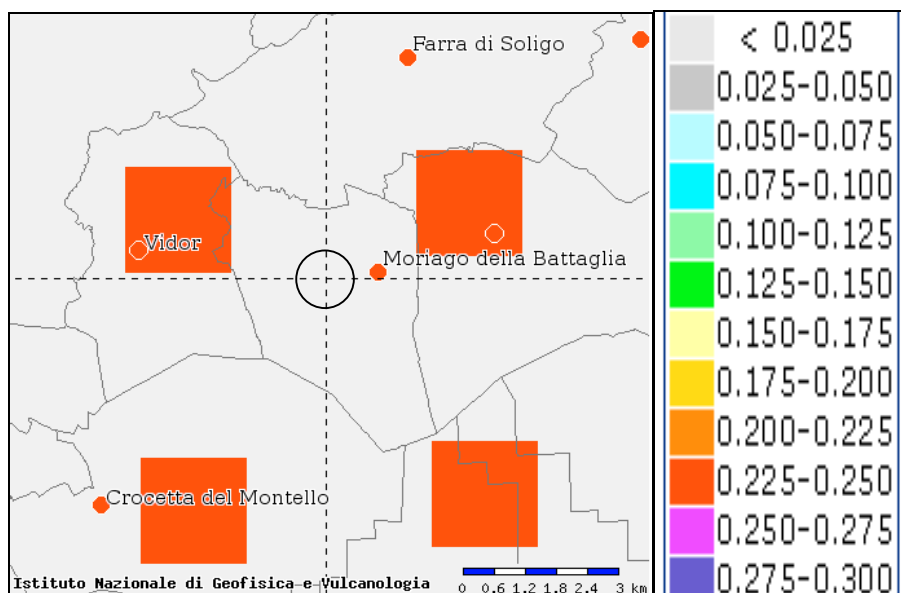


Fig. 5: Mappa di pericolosità sismica del territorio comunale di Moriago della Battaglia

4.4 Caratterizzazione della pericolosità sismica locale

Si definisce pericolosità sismica locale la componente del rischio sismico dovuta alle caratteristiche locali (geologiche e morfologiche). Lo studio della pericolosità sismica locale è svolto a scala di dettaglio, partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (vedi sopra) ed analizzando i caratteri geologici, geomorfologici e geologico-tecnici del sito; permette di definire gli effetti legati al comportamento del terreno in caso di evento sismico, rappresentati dalle amplificazioni locali e dai fenomeni di instabilità e conseguenti alla presenza di particolari condizioni geologiche e morfologiche locali. I fenomeni di amplificazione locale determinano modifiche in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuto alle specifiche condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche di un sito, mentre i fenomeni di instabilità del terreno determinano modifiche permanenti del terreno, quali cedimenti, frane, fenomeni di liquefazione o densificazione, che possono avvenire

contemporaneamente al verificarsi dell'evento sismico (effetti cosismici) o con un certo ritardo (effetti post-sismici).

4.4.1 Amplificazioni topografiche

A tal fine è stato esaminato un profilo topografico ad andamento circa N-S passante per il sito. La pendenza media del versante è risultata essere $< 1^\circ$, pertanto per quanto riguarda la classificazione delle condizioni topografiche (secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC), per il sito in esame non sussistono penalizzazioni per cui la superficie topografica può essere classificata come appartenente alla **categoria 'T1'**.

4.4.2 Amplificazioni litostratigrafiche

I dati di partenza per un'analisi della pericolosità sismica locale dovuta a fattori litostratigrafici, derivano in *primis* dall'osservazione della carta geolitologica del territorio comunale e dallo studio dei dati provenienti da sondaggi, penetrometrie, ed indagini geofisiche. Nel nostro caso la sismostratigrafia è stata indagata con una indagine sismica ad hoc, che ha associato le tecniche MASW, ReMi e rifrazione (vedi relazione sismica allegata), eseguita in corrispondenza sul lotto a fianco (verso W) del depuratore in costruzione. Le indagini sismiche hanno determinato una $V_{s30} = 440$ m/s. Sono stati inoltre analizzati i dati ricavati da una prova HVSR (metodo di acquisizione e analisi del Rumore Sismico Ambientale a stazione singola), per ricavare il periodo proprio di vibrazione del suolo e individuare la frequenza fondamentale (f) di questa vibrazione. Lo studio indica che nel nostro caso abbiamo un solo picco di frequenza con poca evidenza, a circa 1,47 Hz. Se confrontiamo le velocità stimate dalle MASW e le misure HVSR si evidenzia un contrasto di impedenza piuttosto profondo, tra i 70 e gli 80 m di profondità. È difficile asserire si possa trattare del limite copertura-substrato. Oltre a questo modesto picco le misure HVSR individuano altri modesti picchi tra i 15 ed i 35 Hz, forse dovute a piccoli contrasti entro i terreni superficiali.. Va comunque segnalato che non è stato raggiunto il *bedrock* sismico.

La situazione sopra descritta evidenzia pertanto la presenza di un unico scenario di pericolosità sismica locale soggetto a deboli fenomeni di amplificazione lito-stratigrafica, per l'assenza di rifrattori sismici netti, che potrebbe significare contatti stratigrafici tra terreni dissimili per tessitura ma a simile compattazione.

Si ricorda che gli andamenti dei rifrattori individuati possono non essere coincidenti con quelli reali in quanto valutati tramite stendimenti lineari; al fine di individuare le reali geometrie dei sismostrati sarebbe necessario eseguire più stendimenti disposti tra loro ortogonalmente.

Naturalmente il vero dato di velocità va considerato in un ragionevole intorno del dato proveniente dalle elaborazioni sperimentali ($\pm 20\%$).

Da quanto emerso si può affermare che (Classificazione della categoria di sottosuolo secondo quanto previsto nella tabella 3.2.II delle NTC) il sottosuolo in corrispondenza del sito in esame a partire dal livello del piano di posa delle fondazioni, può essere assimilato a categoria alla categoria **'B'**: “*Rocce*

tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina). Come visibile in fig. 5 più avanti nel testo, la categoria è confermata anche dalle prove SPT.

Sulla base dei dati HVSR la frequenza propria del sito in esame è risultata essere di 5 Hz (periodo proprio 0,2 secondi), con rapporto massimo H/V pari a $2 \div 3$. Pertanto, strutture il cui modo fondamentale di vibrazione sia situato nell'intervallo con periodo T1 prossimo al valore citato sono da ritenere a potenziale rischio per quanto attiene alla possibile insorgenza di fenomeni di doppia risonanza terreno-struttura.

4.4.3 Aree instabili per azione sismica

In corrispondenza del sito in esame passa la faglia del Quartier del Piave (fig. 3), definita “capace”, ovvero faglia sismica con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni, “capace” di produrre deformazioni in superficie. Il dato è ricavato dal catalogo ufficiale delle faglie capaci ITHACA. In mancanza di studi paleosismologici dettagliati, ed in virtù della bassa risoluzione del dato (linea tratteggiata), la sua influenza sulla sismicità locale è di difficile determinazione.

4.5 Valutazione dell'azione sismica secondo le nuove NTC08

Per quanto riguarda le regole generali di progettazione in zona sismica le nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC) richiedono preliminarmente:

- la valutazione della risposta sismica locale del sito (vedi sopra);
- la valutazione della sicurezza del sito nei confronti della liquefazione e della stabilità dei pendii.

Le verifiche a liquefazione possono essere omesse in quanto il fuso granulometrico dei terreni sciolti al tetto del substrato, è esterno alle zone indicate nel testo delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (figura 7.11.1 delle NTC): trattasi infatti principalmente di terreni granulari con scheletro ghiaioso.

Trovandosi il sito in zona pianeggiante e non essendo previsti scavi a carattere definitivo viene omessa la valutazione della sicurezza nei confronti della stabilità dei pendii.

In tab. 1 vengono riassunti i dati per la valutazione dell'azione sismica secondo le nuove NTC08:

Latitudine e Longitudine sito (coordinate ED50)	N 45.8671 E 12.0931
Tipo terreno	B
Amplificazione Topografica S_t	T1

Tab. 1: dati di ingresso per la valutazione dell'azione sismica del sito

5 ASPETTI GEOLOGICO TECNICI PRELIMINARI

Nelle sue linee generali il progetto prevede l'ampliamento dello stabilimento agro-industriale per la macellazione esistente, con potenziamento del depuratore e produzione di energia da fonti rinnovabili. In particolare quest'ultimo è sottoposto a valutazione VIA, e le indagini qui descritte sono

particolarmente incentrate sullo stesso.

5.1 Indagini geologiche integrative

Contestualmente ai sondaggi geognostici, principalmente rivolti a determinare la successione stratigrafica, sono state effettuate una serie di prove SPT in foro, con lo scopo di determinare, sia pur con i dovuti limiti del metodo, i parametri geotecnici dei terreni interessati dal carico delle strutture. Il metodo consiste nell'infissione di un campionatore di definite dimensioni mediante una procedura standard (infissione per tre intervalli consecutivi di 15 cm ciascuno con maglio da 63,5 kg di peso e altezza di caduta 0,76 m). Il dato da utilizzare per la parametrizzazione dei terreni è il numero dei colpi (NSPT) necessario all'avanzamento della punta per i 30 cm successivi ai primi 15 cm. Nella nostra realtà, dove si incontrano spesso terreni incoerenti ghiaiosi, al posto del campionatore viene sistematicamente utilizzata una punta conica di pari sezione, per cui le correlazioni normalmente utilizzate perdono di valore. Adottando i suggerimenti di alcuni operatori di esperienza (vedi anche Togliani, 2002), nel nostro caso specifico il valore della resistenza statica equivalente q_{ceq} è stato ricavato associando la ben nota formula degli Olandesi con un coefficiente empirico variabile secondo la seguente formula:

$$q_{ceq} = \alpha \{ (M^2 H) / [Ae(m+M1)] \}$$

dove:

M = peso del Maglio; m = peso delle aste

M1 = peso del maglio + peso della testa di battuta

A = area del cono; e = penetrazione per colpo

H = altezza di caduta del maglio; $\alpha = 0,2 \div 1,2$ (dalla torba alle ghiaie prevalenti addensate).

I risultati degli SPT sono riuniti nella tab. 2 sottostante, che riporta anche la stima della pressione verticale efficace (σ'_v) necessaria per trasformare N_{cono} (la somma dei colpi dei due ultimi intervalli di penetrazione di 15 cm ciascuno) in N'_{cono} che è il valore normalizzato rispetto alla profondità a cui è stata eseguita la prova da impiegare ad esempio per la determinazione dell'angolo di attrito di picco. La falda è stata posta a 11 m di profondità come da verifica misure.

Questa la formula di riferimento per l'operazione citata:

$$N'_{cono} = N_{cono} * C_N \text{ dove } C_N = (p_a / \sigma'_v)^{0.5} \text{ (Liao \& Whitman, 1986)} \quad (\sigma'_v \text{ in kPa, } 0.4 < C_N < 1.5)$$

$$q_{ceq} = \alpha q_{din} \quad \text{(Togliani)}$$

Le prove SPT andate a rifiuto non sono state elaborate.

Come accennato, si prevede che le opere di fondazione vadano ad interessare depositi di origine alluvionale formati essenzialmente da *ghiaie con ciottoli e blocchi in matrice sabbiosa*.

Sond.	Prova N°	Profondità prova		Infiss. (cm)	N° colpi	γ (kN/m ³)	σ'_v (kPa)	N ₃₀	q _{din.} (bar)	α	q _{c equiv} (bar)
		Inizio (ml)	Fine (ml)								
S1	1	3.00	3.15	15	33	19					
		3.15	3.30	5	Rif.	19					
		3.30	3.45			19					
	2	6.00	6.15	15	37	19	116.85				
		6.15	6.30	15	41	19	119.7				
		6.30	6.45	15	47	19	122.55	79	429	1.2 GP	515
	3	9.00	9.15	15	41	19					
		9.15	9.30	15	Rif.	19					
		9.30	9.45	15		19					
	4	12.00	12.15	15	27	19	237.5				
		12.15	12.30	15	38	19	233.7				
		12.30	12.45	15	43	19	236.55	68	313	1.2 GP	375
S2	1	3.00	3.15	15	38	19	59.85				
		3.15	3.30	15	41	19	62.7				
		3.30	3.45	15	50	19	65.55	112	511	1.2 GP	614
	2	6.00	6.15	15	27	19	116.85				
		6.15	6.30	15	39	19	119.7				
		6.30	6.45	15	44	19	122.55	75	405	1.2 GP	486
	3	9.00	9.15	15	10	19	173.85				
		9.15	9.30	15	15	19	176.7				
		9.30	9.45	15	16	19	179.55	23	134	0.8 SC, SM-ML	80

Tab. 2: riepilogo prove SPT del sondaggio S1 (prove eseguite tra il 09/06/2014 ed il 11/06/2014)

Una delle possibilità di ottenere il valore dell'angolo di attrito di picco deriva dall'elaborazione di N_{cono} o meglio di $e=(0.30/N_{cono})$, attraverso questa serie di passaggi:

$$q_{din.} = \{(M^2H) / [Ae (m+M)]\} \quad (\text{formula degli Olandesi})$$

$$\Phi' = 17.6 + 11 \log (q_{ceq}/pa) / (\sigma'_v/pa)^{0.5} \quad (\text{Kulhawy \& Mayne, 1990})$$

La resistenza al taglio non drenata può essere determinato con la relazione:

$$Su = 0.23 * \sigma'_v * OCR^{0.8} \quad (\text{Ladd, 1991})$$

Nel nostro caso è stato utilizzato un $OCR = 2$ (leggera sovraconsolidazione)

Tramite $q_{ceq.}$ e I_c (indice di comportamento del suolo) si determina infine anche il modulo di deformazione confinato secondo la procedura seguente:

$$M = I_c * (q_{ceq.}/10) * OCR^{0.4} \quad (\text{se } I_c > 4) \quad (\text{Been \& Jefferies, 1992})$$

$$M = 4 * (q_{ceq.}/10) * OCR^{0.1} \quad (\text{se } I_c < 4) \quad (\text{Been \& Jefferies, 1992})$$

Attraverso i parametri elaborati è possibile stimare anche la V_s tramite la relazione:

$$V_s = 277 * (q_{ceq.})^{0.13} * (\sigma'_v/1000)^{0.27} + 1.75 * (q_{ceq.})^{0.627}/2 \quad (\text{se } I_c > 4) \quad (\text{Mayne \& Rix})$$

$$V_s = 1.75 * (q_{ceq.})^{0.627}/2 \quad (\text{se } I_c < 4) \quad (\text{Mayne \& Rix})$$

Come visibile in fig. 5 i terreni granulari si inseriscono tutti nella categoria B, confermando quanto emerso dalle indagini sismiche.

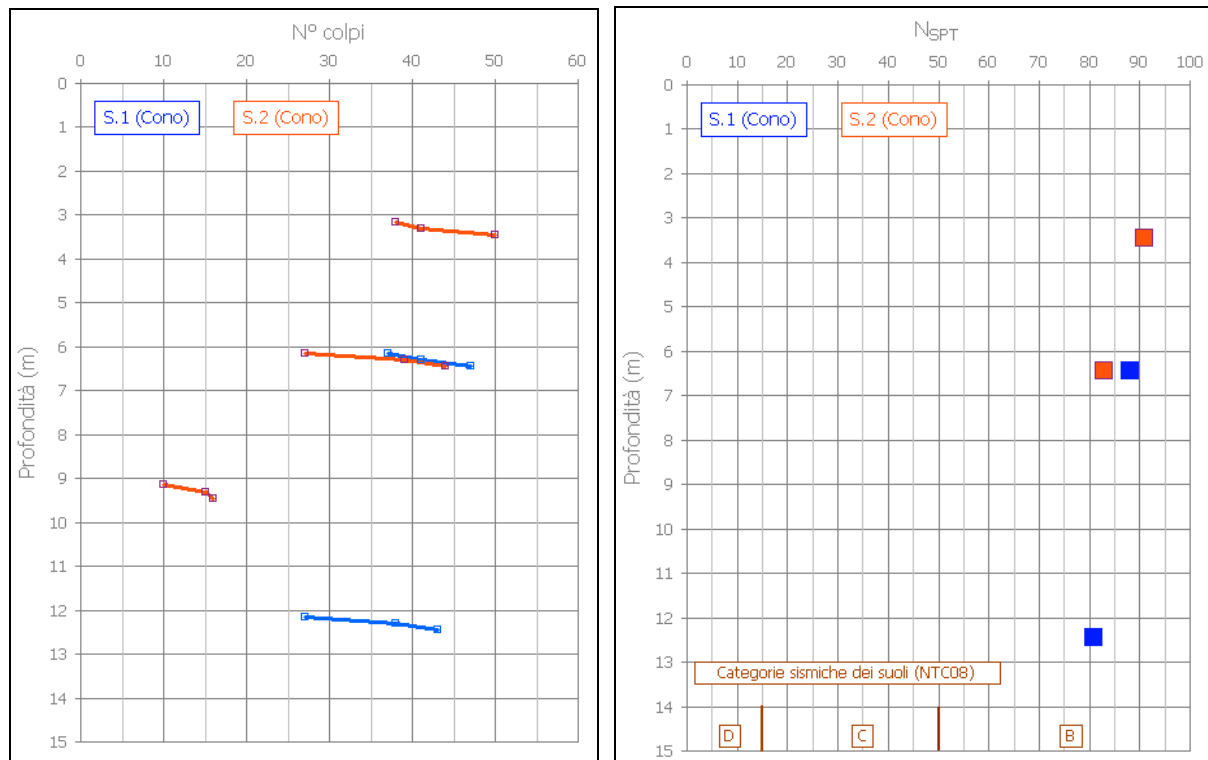


Fig. 5: riepilogo prove SPT

5.2 Modello geotecnico e valori caratteristici dei parametri geotecnici

L'elaborazione delle SPT è stata fatta solo per le prove non andate a rifiuto; queste ultime, effettuate dentro il sondaggio S1, con ogni probabilità sono dovute al fatto che la punta ha incontrato dei grossi ciottoli che hanno falsato la prova stessa.

L'elaborazione delle prove SPT sfruttando gli algoritmi citati consente la seguente stima dei parametri geotecnici di base per i terreni incontrati durante i sondaggi:

Litotipi	Profondità (m)	Su (kPa)		Φ picco (°)		M (MPa)	
		Val. caratteristico	Val. progetto	Val. caratteristico	Val. progetto	Val. caratteristico	Val. progetto
Litotipi granulari	0.0– 15.0 (S1)	0	0	47	40.6	180-190	
	0.0 – 8.0 (S2)	0	0	47	40.6	220-230	
Parzialmente coesivi	8.0– 20.0 (S2)	72	57	0	0	40-45	

Tab. 3: riepilogo elaborazione parametri geotecnici da prove SPT in foro

5.3 Movimenti terra, stabilità dei fronti di scavo

I lavori in progetto prevedono scavi piuttosto modesti, inferiori ai 2 m. Vista la natura grossolana dei

terreni affioranti nei primi metri si raccomanda comunque di tenere pendenze di scavo attorno ai 55-60° al massimo. Si considera che tale inclinazione sia la massima sostenibile dal fronte di scavo (inclinazione inferiore a $45^\circ + \Phi/2$). Con questa inclinazione, la pur modesta coesione è sufficiente a mantenere il fronte stesso in condizioni di sicurezza. Ipotizzando condizioni di parziale saturazione (es. in caso di caduta di pioggia durante i lavori di scavo), la pendenza del fronte va ridotta a 45-50°. Quindi come regola generale, in caso di concomitanza dei lavori con un periodo piovoso si avrà l'accortezza di proteggere le scarpate dal ruscellamento e dalle variazioni di umidità con teli impermeabili opportunamente stesi. Nel caso di rischio di completa saturazione (periodi piovosi prolungati), la coesione tenderà ad annullarsi e bisognerà provvedere con armature di sostegno provvisorie o al consolidamento del terreno

6 CONCLUSIONI

La presente relazione è stata svolta per conto della ditta Colomberotto S.p.A. di Moriago della Battaglia (TV), allo scopo di esaminare gli aspetti geologici e geotecnici relativi ad un *“Ampliamento di stabilimento agro-industriale per la macellazione, la lavorazione e la commercializzazione delle carni bovine, con potenziamento del depuratore e produzione di energia da fonti rinnovabili”* da effettuarsi lungo via Montegrappa nel comune di Moriago della Battaglia (TV), entro un'area censita catastalmente nel foglio n° 4 mappale n. 652.

Il quadro geologico del sito è stato ricostruito, oltre che dal rilievo di superficie, anche attraverso una serie di indagini specifiche:

- 2 sondaggi a distruzione di nucleo con esecuzione di 7 prove SPT e due prove di permeabilità LEFRANC in foro;
- N. 1 stendimento sismico (con metodologia MASW, ReMi e Sismica a Rifrazione) ai fini della classificazione sismica del suolo sulla base delle Vs30;
- N. 1 punti di acquisizione di rumore sismico ambientale finalizzate alla definizione del periodo proprio di vibrazione del suolo mediante tecnica a stazione singola (HVSr).

Tenendo in considerazione quanto sin qui trattato, si riassumono di seguito i principali elementi di valutazione:

Assetto geomorfologico: il manufatto in costruzione è ubicato su di un'area stabile, con morfologia regolare, subpianeggiante ($< 1^\circ$), lontano da corsi d'acqua.

Stabilità dell'area: l'area di interesse e l'immediato intorno non manifestano cenni di dissesti in atto. Lungo le scarpate degli argini del t. Rosper, entro il quale è previsto lo scarico delle acque depurate, sono segnalate delle piccole nicchie di frana. Nella realizzazione dello scarico bisognerà fare attenzione a non accentuare il fenomeno, in modo da mettere in atto gli opportuni accorgimenti, come ad esempio un pozzetto dissipatore

Terreni di fondazione: i terreni di fondazione sono prevalentemente costituiti da ghiaie con ciottoli in

matrice sabbiosa di origine fluvioglaciale. Nell'angolo di NW del sito, in corrispondenza del sondaggio S2, al di sotto degli 8 m si trovano argille e limi ghiaiosi, con lenti ghiaiose, depositati dalle alluvioni fini provenienti dalla fascia collinare a nord.

Sismicità: l'area d'intervento si inserisce in "zona 2". In prima analisi, in assenza di specifiche indagini di risposta locale, i terreni di fondazione sono ascrivibili alla "categoria di sottosuolo B". Non sussistono condizioni topografiche capaci di amplificazione sismica o di instabilità, per cui il sito appartiene alla categoria topografica T1.

Movimenti terra e stabilità dei fronti di scavo: gli scavi per ricavare le opere di fondazione saranno in terreni sciolti facilmente scavabili con normali mezzi meccanici. I lavori di movimentazione terra prevedono scavi inferiori ai 2 m di altezza; ai fini della sicurezza, viste le caratteristiche geotecniche dei terreni affioranti, si raccomanda di mantenere le pendenze di scavo non superiori a 55-60° dall'orizzontale. In caso di condizioni di parziale o totale saturazione l'inclinazione dei fronti dovrà essere ridotta, ed eventualmente messi in opera sistemi di sostegno provvisorio.

Fondazioni, capacità portante e cedimenti: il terreno di fondazione sciolto possiede buoni parametri geotecnici, la cui resistenza ultima (o carico di rottura), essere stimata in almeno 600-700 kPa. Vista la natura granulare degli stessi i cedimenti saranno, ancorché consistenti, immediati.

Falda: i livelli saturi permanenti nel terreno si trovano in profondità (circa 11 m), e non interferiranno con le opere in progetto.

Infine pur non riconoscendo specifiche pregiudiziali di carattere geologico alla realizzazione dei lavori in progetto, si raccomanda di verificare a scavi aperti le caratteristiche geologiche-geotecniche ed idrogeologiche adottate in modo da adeguare l'intervento alle reali condizioni

Pieve di Soligo, 23/06/2014

Il geologo
Dario Barazzuol



ALLEGATI