

COMUNE DI PORDENONE

Provincia di Pordenone

**PAC – ZONA B
RIGENERAZIONE CON MODIFICA MORFOLOGICA AMBITO 1**

Committente: DA RE ENGINEERING S.r.l.

Proprietario: STEFANIN COSTRUZIONI S.r.l.

RELAZIONE GEOLOGICA

Dott. Geol. Hallen Ruoso



PORDENONE

LUGLIO 2022

INDICE

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO	5
2.1	<u>GEOMORFOLOGIA</u>	5
2.2	<u>IDROGRAFIA</u>	6
2.3	<u>GEOLOGIA E STRATIGRAFIA</u>	6
2.4	<u>IDROGEOLOGIA</u>	8
2.5	<u>INQUADRAMENTO GEODINAMICO E LINEAMENTI GEOLOGICI</u>	10
3	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO	12
3.1	<u>GEOLOGIA E STRATIGRAFIA SPECIFICA DEL SITO</u>	12
3.2	<u>IDROGEOLOGIA SPECIFICA DEL SITO</u>	13
3.3	<u>LIQUFAZIONE DEL TERRENO SPECIFICA DEL SITO</u>	13
3.4	<u>RISCHIO SISMICO</u>	15
4	CONCLUSIONI	17
	ALLEGATI	19

1 PREMESSA

Su incarico e per conto dello studio DA RE ENGINEERING S.r.l. e per conto della ditta STEFANIN COSTRUZIONI S.r.l., è stata eseguita una valutazione geologica di supporto al PAC – Zona B – “Rigenerazione con modifica morfologica Ambito 1”, situato nel Comune di Pordenone, in Via Molinari – Zona Centro. Si sottolinea che la presente relazione geologica ha valenza preliminare e che non appena saranno indicate da parte del progettista la tipologia e dimensioni delle fondazioni previste è necessario procedere con l’esecuzione di una campagna di indagini geologiche appropriate al fine di valutare le caratteristiche geotecniche dei terreni e definire il modello geologico, geotecnico e la categoria di suolo dell’area oggetto di studio.

La presente relazione descrive, pertanto, le condizioni morfologiche, geologiche, idrogeologiche e sismiche generali dell’area e fornisce valutazioni indicative sulla natura stratigrafica e geotecnica dei terreni presenti; ciò in ottemperanza alle “Norme Tecniche per le Costruzioni” (NTC18) entrate in vigore dal 22/03/2018 (D.M. 22/03/2018).

L’inquadramento geologico è basato sullo studio geologico allegato al Piano Regolatore Generale del Comune di Pordenone (redatto ai sensi della L.R. n°52/91 e successive modifiche e integrazioni), su precedenti relazioni relative ad aree limitrofe redatte dallo scrivente, nonché su elaborati e testi in possesso.

Le normative di riferimento seguite sono:

- D.P.G.R. 19 dicembre 1984, n°0839/Pres. e successive varianti
- Legge Regionale n°52 del 19 novembre 1991
- Delibera della Giunta Regionale n. 845 del 06 maggio 2010
- D.M. 17 gennaio 2018 T.U. – Norme Tecniche per le Costruzioni
- Circolare C.S.L.P. 2 febbraio 2009, n°617 – Istruzioni per l’applicazione delle NTC di cui al D.M. 14 gennaio 2008

Alla presente relazione sono allegate:

ALLEGATI 1

- Figura 1: Inquadramento geografico con ubicazione area d’indagine
- Figura 2: Inquadramento di dettaglio area d’indagine

- Figura 3: Estratto carta geologica del Friuli Venezia Giulia (scala 1:150000) con ubicazione sito indagato
- Figura 4: Carta geologica e tettonica schematica delle Prealpi Orientali (tratta da Istituto di geologia di Milano – Centro di studio per la stratigrafia e petrografia delle Alpi Centrali – C.N.R. Milano)
- Figura 5: Sezione litostratigrafica longitudinale della Pianura Pordenonese
- Figura 6: Direzioni principali delle conoidi della Pianura Veneto – Friulana
- Figura 7: Direzione falda freatica alta pianura pordenonese
- Figura 8: Estratto mappa con ubicazione indagini eseguite
- Figura 9: Zonizzazione secondo P.R.G.C. Pordenone
- Figura 10: Ubicazione indagini P.R.P.C. Pordenone
- Figura 11: Carta geomorfologica P.R.G.C. Pordenone
- Figura 12: Carta litologica superficiale (0 – 5 m) P.R.G.C. Pordenone
- Figura 13: Carta litologica (>5 m) P.R.G.C. Pordenone
- Figura 14: Composizione granulometria area Largo San Giovanni da P.R.G.C. Pordenone
- Figura 15: Stratigrafia sondaggio n°43 da P.R.G.C. Pordenone
- Figura 16: Stratigrafia sondaggio n°110 da P.R.G.C. Pordenone
- Figura 17: Foto trincea esplorativa
- Figura 18: Foto sezione trincea esplorativa

2 INQUADRAMENTO

2.1 GEOMORFOLOGIA:

L'area in esame è ubicata in Comune di Pordenone (PN), più precisamente in Via Molinari – zona centro (fig.1-2); è inserita in un contesto residenziale ad elevata densità abitativa ed al catasto il terreno risulta censito al Foglio 20, mappale n° 957.

Questa zona è situata al passaggio tra l'alta e la bassa pianura pordenonese, in particolare nel settore centro-settentrionale della provincia di Pordenone stessa.

L'evoluzione morfologica del territorio in esame è stata condizionata dall'azione del Torrente Cellina che ha costituito un vasto conoide "...il cui apice è allo sbocco del bacino montano, e che occupa gran parte della provincia" (F. Seriani "*Variante generale al vigente P.R.G. conseguente alla decadenza dei vincoli urbanistici – relazione geologica*", 1998). Nello specifico, il sito indagato si trova in corrispondenza del sistema complementare di bassure e terrazzamenti dei corsi di risorgiva che incidono l'unghia del conoide del Cellina – Meduna il quale, complessivamente, definisce un territorio pianeggiante e regolare che degrada verso sud con una pendenza di circa 1 – 1,5 %. In questa zona, infatti, "...si ha l'incontro dei due piani morfologici di riferimento, l'unghia del conoide con direzione prevalente N – S (alta pianura) e la bassa pianura con vergenza verso Sudovest. L'erosione da parte dei corsi di risorgiva delle alluvioni preesistenti ha creato delle bassure e dei terrazzamenti, a volte, di discreta altezza." (F. Seriani "*Variante generale al vigente P.R.G. conseguente alla decadenza dei vincoli urbanistici – relazione geologica*", 1998).

Secondo la relazione geologica allegata al P.R.G.C. di Pordenone il sito in esame si trova ad est del sistema di rogge tombinate che convergono nella Roggia Codafora che scorre più a valle. Queste rogge successivamente contribuiranno, qualche centinaio di metri più a valle, a delimitare verso nord la zona definita "Dorsale del centro storico", ossia un'area topograficamente più alta delimitata da due rogge (R. dei Molini e R. Codafora) che scorrono nelle loro relative bassure.

Sebbene inserito nel contesto geomorfologico sopradescritto, il territorio esaminato si presenta morfologicamente subpianeggiante e regolare, privo della presenza di scarpate e terrazzi alluvionali, caratterizzato da una quota di 29 metri sul livello medio del mare. Dal sopralluogo eseguito sul posto non sono emerse evidenze di potenziali dissesti in atto in quanto non sussistono i presupposti.

2.2 IDROGRAFIA:

In questo settore del Comune di Pordenone non è presente una rete idrografica ben definita in quanto le opere edilizie hanno sensibilmente modificato il naturale corso delle rogge che scaturiscono dalla fascia delle risorgive situata immediatamente più a nord. “I livelli impermeabili e le loro sempre maggiori potenze hanno fatto affiorare parte delle acque costituenti il corpo idrico unico dell’alta pianura dando origine ad un sistema di corsi d’acqua di risorgiva. Si sono così formate nelle bassure acque paludose, oggi colmate o bonificate quasi totalmente”. (F. Seriani “*Variante generale al vigente P.R.G. conseguente alla decadenza dei vincoli urbanistici – relazione geologica*”, 1998).

Osservando la carta geomorfologica del P.R.G.C. di Pordenone emerge che circa 100 m a sud-ovest dell’area in studio scorre una roggia quasi completamente tombinata. Infatti, queste rogge urbane, a causa della pressione dell’edilizia dagli anni ’60 in poi, sono state nel tempo colmate o tombate all’interno di canali sotterranei trasformando così il deflusso delle acque di risorgiva e quello delle acque meteoriche. Infatti “...l’incisione delle rogge era ampia e profonda sì da tenere il livello delle acque della falda più basso di quello attuale. Le colmate e le tombature probabilmente non sempre adeguate hanno sicuramente alzato il livello della falda, sì che nei periodi fortemente piovosi si possono avere dei rigurgiti delle acque dai tombini” (F. Seriani “*Variante generale al vigente P.R.G. conseguente alla decadenza dei vincoli urbanistici – relazione geologica*”, 1998).

Pertanto, la zona in studio non risulta essere soggetta a subire fenomeni di esondazione in quanto non esistono i presupposti.

2.3 GEOLOGIA E STRATIGRAFIA

La natura dei materiali costituenti il sottosuolo dell’area in cui insiste il sito in esame, è nota, nelle sue linee generali, grazie a numerosi dati relativi a perforazioni ed indagini geognostiche già eseguite in zona.

Il territorio in esame appartiene, come tutta la pianura pordenonese e più in generale la pianura friulana, alla microplacca Adria che deriva dalla interferenza tra il sistema tettonico dinarico e quello alpino. La pianura “...rappresenta il complesso sedimentario di età terziaria dell’avampaese della catena subalpina orientale, rimodellato da una coltre quaternaria deposta negli ultimi 23 milioni di anni, per uno spessore complessivo variabile da 500 a 1100 metri.” (M.M.. Pivetta “*PRGC 08 Sesto al Reghena*”, 2008). Nel territorio comunale di Pordenone il basamento del quaternario è stato individuato tra i 400 e i 500 m di profondità dal piano campagna.

I depositi più profondi individuano successioni stratigrafiche di tipo marino che si alternano a strati di deposizione continentale. Questi ultimi divengono sempre più frequenti fino a prevalere mano a mano che si risale verso l'alto della sequenza geologica. Pertanto si può affermare che i depositi alluvionali che costituiscono la pianura pordenonese sono stati prodotti "... dall'avvicinarsi di episodi di trasgressione e di regressione marina riconducibili a fattori tettonici e climatici" (M.M.. Pivetta "*PRGC 08 Sesto al Reghena*", 2008).

Durante la genesi della pianura pordenonese, nel processo di selezione naturale che operarono i corsi d'acqua, le alluvioni di conoide si differenziarono dal punto di vista granulometrico in due associazioni principali: una costituita da alluvioni grossolane (ciottoli e ghiaie), localizzata nella fascia pedemontana, ed una rappresentata da materiali più fini (sabbie, limi ed argille) individuata più a valle. Questa situazione geologica ha determinato una suddivisione della pianura pordenonese in Alta Pianura e Bassa Pianura, separate dalla fascia delle risorgive, caratterizzate, quindi, da aspetti idrogeologici ben distinti.

L'area oggetto d'indagine è ubicata appena al di sotto della linea delle risorgive, ossia proprio in prossimità della zona di passaggio tra l'imponente materasso ghiaioso dell'alta pianura e le lenti limose argillose che caratterizzano la bassa pianura (vedi fig.5); dal punto di vista litologico essa fa parte di quella porzione della pianura il cui sottosuolo è caratterizzato in superficie dalla presenza prevalente di materiali ghiaiosi grossolani, appartenenti alle varie conoidi alluvionali del Meduna e del Cellina, mentre più sotto compaiono le prime lenti di limi ed argille che determinano l'affioramento della falda freatica lungo la fascia delle risorgive presente appena più a nord del sito indagato (vedi fig.5). Pertanto, il sottosuolo sarà rappresentato da sedimenti alluvionali sciolti di differente granulometria compresa tra le argille e le ghiaie, quindi dotati, oltre che di diverse caratteristiche geotecniche, anche di variabilissima permeabilità.

Questi materiali così diversi, presenti anche in termini misti, costituiscono strati di varia dimensione sovrapposti e variamente interconnessi. La loro origine deriva dall'attività di deposizione fluviale del Quaternario, in particolare sono il residuo di correnti idriche provenienti dall'alta pianura e dai territori montani. Infatti, nel Quaternario più recente, l'azione sedimentaria in questa zona spetta quasi esclusivamente al Torrente Cellina lungo una direzione prevalente N – S ed al Torrente Meduna secondo una direzione Nordovest – sudest, successivamente rielaborate dai corsi di risorgiva, come il Fiume Noncello. Questi episodi segnano le linee di formazione essenziali di questa parte di pianura a partire da circa 24.000 anni fa, inizio del periodo definito come LGM (Last Glacial Maximum).

Pertanto, la parte più superficiale del materasso alluvionale di questa parte di pianura pordenonese (fascia delle risorgive), è generalmente costituita da depositi sabbioso-ghiaiosi combinati tra loro in miscele a proporzione variabile caratterizzati da una discreta percentuale di limo; il loro spessore, mediamente, non supera i 2 m, mentre i livelli costituiti prevalentemente da limi, sabbie o ghiaie limose sono abbastanza frequenti e sono caratterizzati da una potenza che generalmente non supera i 5 m.

Nel caso specifico, l'area esaminata, secondo quanto indicato nella relazione geologica allegata al P.R.G.C. di Pordenone, è ubicata all'interno della fascia rappresentata da depositi costituiti superficialmente da sabbie, limi e ghiaie (SMG), mentre al di sotto dei 5 m di profondità dal piano campagna sono presenti ghiaie e sabbie (SG). Pertanto, questi depositi sono dotati di buone caratteristiche geotecniche garantendo, di regola, una discreta portanza e cedimenti trascurabili, mentre le facies appaiono essere granulometricamente ben gradate ed omogenee con la presenza di una matrice sabbioso – limosa più evidente negli strati più superficiali fino a circa 5 m dal piano campagna. Tuttavia, non si esclude la presenza di lenti o livelli limoso – argillosi molto superficiali, specie nelle aree incise dai corsi di risorgiva, in cui le caratteristiche geotecniche dei terreni peggiorano sensibilmente.

2.4 IDROGEOLOGIA:

La struttura idrogeologica principale è rappresentata dalla “Linea delle Risorgive” ossia da una fascia riconosciuta qualche centinaio di metri a nord dell'area in esame passando attraverso le località di Torre e di Rorai Grande, costituita da un insieme di polle allineate in direzione circa nordest – sudovest. Più in generale queste risorgenze si inseriscono in quella fascia regionale riconosciuta da Polcenigo a Monfalcone e che divide l'Alta Pianura dalla Bassa Pianura Friulana. Nella provincia di Pordenone la Linea delle Risorgive si presenta a doppio arco, ossia da Polcenigo scende verso Fontanafredda passando per il centro di Pordenone (loc. Rorai Grande), per poi risalire verso loc. Torre e Cordenons; successivamente scende fino al Comune di San Vito al Tagliamento. “Tale schema è conseguente alla morfologia del corpo idrico dell'Alta Pianura Pordenonese che presenta una depressione centrale N – S ed una dorsale tra il Meduna – Tagliamento. La zona di Pordenone rappresenta la parte più meridionale del primo arco e corrisponde alla depressione centrale sopraccitata. Come conseguenza ... si ha una quota di emergenza per le risorgive di Pordenone più bassa di Polcenigo e Cordenons” (F. Seriani “*Variante generale al vigente P.R.G. conseguente alla decadenza dei vincoli urbanistici – relazione geologica*”, 1998).

Questi fontanili derivano dal naturale affioramento della falda freatica che si trova dentro le potenti alluvioni ghiaiose indifferenziate presenti in tutta la pianura posta immediatamente a nord della Linea

delle Risorgive stessa. Risulta perciò evidente che tale linea è in realtà una vera e propria fascia soggetta all'oscillazione stagionale della superficie freatica della falda che affiora.

La "Linea delle Risorgive" è compresa in un range di 40 - 47 m s.l.m, ma, per quanto detto sopra, nella zona pordenonese si riconosce tra 30 – 33 m s.l.m. Le isofreatiche degradano progressivamente verso valle da quote intorno ai 95 m s.l.m. a quote intorno ai 35 m s.l.m. La sua portata media unitaria è poco al di sopra di 1l/sec/Km (Mosetti 1983). Il numero delle risorgive, all'interno del Comune di Pordenone, è diminuito nel tempo per la pressione edilizia dagli anni '60 in poi (ritombamenti, colmature); tuttavia sono ancora visibili specialmente nella zona di Torre.

La struttura sorgentifera è quella semplice in cui l'acqua emerge per sfioramento. Lenti argillose impermeabili si interpongono nella parte relativamente più superficiale dei depositi ghiaiosi dell'Alta Pianura determinando un continuo innalzamento della falda fino ad affiorare, come già detto, in corrispondenza della Linea delle Risorgive. Le direzioni preferenziali di circolazione sotterranea sono essenzialmente meridiane, con componenti da nord- ovest o da nord – est, a seconda dell'ubicazione geografica considerata (vedi fig.7).

L'assetto idrogeologico, riferito all'area in esame, conseguente agli aspetti stratigrafici sopra descritti, è caratterizzato da un sistema multifalde sovrapposte ancora comunicanti in un regime semilibero o semiconfinato, alloggiate nei materiali più permeabili, suddivise e confinate entro depositi limoso – argillosi che fungono da setti a bassissima permeabilità (fig. 5). Sotto queste condizioni idrogeologiche, ogni livello sabbioso e ghiaioso contiene una falda. E' inoltre quasi sempre presente in questa zona una falda superficiale di tipo freatico, cioè non in pressione, la cui superficie è posta a debole profondità dal piano campagna (4 - 6 m dal p.c.) caratterizzata da portate significative.

L'alimentazione delle falde presenti nel territorio pordenonese è dovuta in parte all'infiltrazione delle acque meteoriche, all'infiltrazione delle acque d'irrigazione e alle dispersioni delle condutture idrauliche per impianti irrigui, ma, soprattutto, è garantita dall'imponente acquifero indifferenziato presente nell'Alta Pianura Pordenonese, dove si attuano importanti processi di ricarica dell'intera struttura idrogeologica della Pianura veneto-friulana e che alimenta anche le falde artesiane più profonde.

La disponibilità d'acqua di ciascuna falda è direttamente proporzionale alla permeabilità degli acquiferi (ghiaie, sabbie, sabbie limose, limi sabbiosi) ed al loro spessore. La permeabilità dipende soprattutto dalla percentuale di matrice limosa intasante presente nei depositi ghiaiosi o sabbiosi, pertanto non risulta essere di immediata e semplice valutazione: in generale dove prevale la frazione sabbiosa è maggiore, mentre dove prevale la componente fine coesiva è minore (10^{-2} – 10^{-7} cm/s).

Nella zona in esame la permeabilità sembrerebbe compresa tra $1,5 \times 10^{-1}$ e $5,6 \times 10^{-3}$ cm/sec (F. Seriani “*Variante generale al vigente P.R.G. conseguente alla decadenza dei vincoli urbanistici – relazione geologica*”, 1998).

Secondo quanto indicato nella relazione geologica allegata al Piano Regolatore Comunale, a partire dai 20 – 26 m, con decorso circa N – S, subentra il primo livello artesiano vero e proprio, il cui spessore è di circa 2,0 m. Un secondo importante orizzonte artesiano viene messo in luce tra i 90 e i 120 m, rappresentato da una potenza media di 4,0 m. Più in profondità un terzo viene riconosciuto tra 160 e 170 m dal piano campagna potente circa 8,0 m, mentre altri si riconoscono al di sotto dei 200 m dal piano campagna. La potenza di questi acquiferi contenenti una falda di tipo artesiano sembra essere in media di circa 4,0 m per i livelli più superficiali, di 8,0 metri per le falde più profonde. Merita una nota la falda artesianica ubicata tra 500 – 522 m di profondità dal piano campagna caratterizzata da una potenza di 22 m (F. Seriani “*Variante generale al vigente P.R.G. conseguente alla decadenza dei vincoli urbanistici – relazione geologica*”, 1998).

2.5 INQUADRAMENTO GEODINAMICO E LINEAMENTI GEOLOGICI:

Il Friuli Venezia Giulia appartiene al complesso morfostrutturale delle Alpi Meridionali Orientali. In particolare, il territorio del Comune di Pordenone si colloca nella Pianura Friulana a circa 15 Km dai rilievi delle Prealpi Carniche.

L'assetto strutturale della Regione Prealpina è caratterizzato da numerosi lineamenti tettonici che corrono secondo direzioni est – ovest e, nella sua parte più orientale, nordovest – sudest (Sistema Dinarico).

Il Cansiglio, con il vicino Gruppo del Monte Cavallo, costituisce un altopiano di sollevamento nelle Prealpi Veneto–Friulane, limitato verso la pianura dalle linee tettoniche di Aviano, Sarone e Montaner. Sotto questo assetto geodinamico le principali strutture che coinvolgono più o meno direttamente il territorio in esame sono la Linea Caneva-Aviano-Manigo, appartenente al Sovrascorrimento Periadriatico, e la Linea di Sacile.

Il Sovrascorrimento Periadriatico è un elemento tettonico a carattere regionale costituito da una fascia di discontinuità e non da una singola frattura; mette a contatto la dolomia con le litologie cretacee, eoceniche e mioceniche ubicate a sud del sovrascorrimento stesso.

La linea di Caneva-Maniago costeggia il margine sud – orientale del massiccio Cansiglio – Cavallo; essa accosta, lungo un piano orientato SW – NE ed immerso a nord, rocce calcaree con conglomerati, argille azzurre e scaglia. *“Si tratta di un sovrascorrimento ad alto angolo, con l’inclinazione che si riduce mano a mano che si immerge nel sottosuolo, orientato nordest – sudovest con immersione a nord”* (G. Menchini *“Studio geologico – tecnico del territorio comunale”*, 2001 – pag.15)

La linea di Sacile è un elemento tettonico sepolto che è stato individuato dalle perforazioni e dalle prospezioni geofisiche; questa linea, parallela alla linea di Caneva – Maniago, giustificherebbe la depressione quaternaria della zona pedemontana. La sua origine è collegata ad una piega (sinclinale di Sacile) che rappresenta il risultato del processo di compressione con asse orientato NE – SW, ossia parallelo alla linea di Sacile stessa.

Nel Quaternario (neotettonica), si sono registrate attività sia in termini lineari che areali. In particolare, questa porzione di pianura pordenonese è interessata da un generale abbassamento, che si manifesta in modo più accentuato lungo la linea di Carole, determinando un basculamento in direzione SW.

Associata a queste strutture principali, è presente tutta una serie di faglie minori contraddistinte da un piano verticale ed una direzione generalmente nordovest – sudest a carattere trascorrente.

Si definisce “faglia”, la frattura di un ammasso roccioso con relativo spostamento (dislocazione) delle parti separate. Le fratture sono di tipo subverticale o con pendenze elevate e sono costituite da un insieme di fratture minori e microfratture isorientate che portano alla frammentazione degli ammassi rocciosi stessi lungo il piano di separazione, formando miloniti e cataclasiti.

Le “linee di sovrascorrimento”, invece, definiscono piani di dislocazione tettonica caratterizzati da basse inclinazioni o suborizzontalità, generalmente molto estesi, lungo i quali si sono spostati enormi volumi rocciosi.

3 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE DEL SITO

3.1 GEOLOGIA E STRATIGRAFIA SPECIFICA DEL SITO

Dall'analisi di varie informazioni stratigrafiche a disposizione ed osservando le Carte Litologiche allegate al Piano Regolatore del Comune di Pordenone, questa zona, oggetto d'intervento, è caratterizzata, entro i primi 5 m di profondità dal piano campagna, dalla presenza depositi costituiti da sabbie, limi e ghiaie (**SMG**), generalmente mescolati tra loro a formare miscele binarie o ternarie a percentuale variabile. Più sotto, invece, si riconoscono alluvioni grossolane costituite da ghiaie e sabbie (**GS**). Sempre secondo il P.R.G.C. del Comune di Pordenone, l'area esaminata si trova in "**Classe III**" ossia "...comprende terreni misti, formati da più associazioni litologiche, ...caratterizzate da accentuata variabilità litologica sia verticale che orizzontale." (G. Contratti "Nuovo *P.R.G.C. di Pordenone – relazione geologica*", 2015).

Analizzando i risultati emersi dal sondaggio n°43 del Piano Regolatore Comunale di Pordenone, ubicato in prossimità del sito indagato e confrontandoli con altri dati in possesso, appare evidente che entro i primi 2,5 m di profondità dal piano campagna si riconosce una prevalenza di depositi ghiaiosi e sabbiosi in matrice limosa alternati a livelli argillosi di spessore decimetrico, mentre tra 2,5 – 4,0 m i depositi tendono a diventare prevalentemente sabbiosi in matrice limosa. Al di sotto, invece, compaiono le vere e proprie alluvioni ghiaiose in abbondante matrice sabbiosa riconosciute fino ad almeno 20 m dal piano campagna. La realizzazione di una trincea esplorativa scavata nel mese di maggio 2022 e profonda circa 3,5 m dal piano campagna conferma quanto detto precedentemente, ossia la presenza di depositi prevalentemente limoso sabbiosi alternati a sottili livelli di natura più granulare (sabbie) nei primi 2,5 m dal piano campagna, mentre più sotto sono state riconosciute le ghiaie e sabbie indicate nel piano regolatore.

Tabella 1: *Interpretazione stratigrafica area esaminata*

Strato	Profondità dal piano campagna (m)	Litologia	Note
1	0,0 – 1,0	Terreno di riporto ghiaioso in matrice sabbioso limosa	
2	1,0 – 2,5	Limi sabbiosi o sabbie limose	
3	2,5 – 4,0	Sabbie più o meno ghiaiose in abbondante matrice limosa	
4	4,0 – 20,0	Ghiaie e sabbie	

Pertanto, in tutta l'area esaminata appare una condizione di deposizione che superficialmente risulta più eterogenea, soprattutto in senso verticale, mentre in profondità prevalgono le ghiaie e le sabbie uniformizzando la tipologia di dei depositi alluvionali.

Le caratteristiche geotecniche di questi terreni risultano essere buone o molto buone anche se, in coincidenza ai livelli limoso sabbiosi individuati, possono calare e divenire discrete.

Secondo quanto indicato nella relazione geologica allegata al P.R.G.C. i terreni appartenenti alla “**Classe III**”, in cui trova sede il sito indagato, “...sono costituiti da sabbie e ghiaie mediamente addensate o limi ed argille di media consistenza. ...Localmente sono presenti aree con terreni superficiali sciolti o poco consistenti e comunque con spessori non superiori a 5,0 m” (G. Contratti “Nuovo P.R.G.C. di Pordenone – relazione geologica”, 2015).

3.2 IDROGEOLOGIA SPECIFICA DEL SITO:

Considerato la tipologia di depositi sedimentari presenti nel sito in esame, si deduce che l'assetto idrogeologico in superficie è di tipo freatico e coinvolge l'acquifero ghiaioso-sabbioso presente appena al di sotto del piano campagna, come evidenziato dalle indagini realizzate in sito ed in proprietà adiacenti all'area in oggetto. In profondità, invece, assume caratteristiche semiartesiane o artesiane.

Durante l'esecuzione del sondaggio n°43 del P.R.G.C. e realizzato il 21/11/1991 il livello di falda è stato intercettato alla profondità di 3,0 m dal piano campagna, in accordo con quanto indicato nella relazione geologica allegata al P.R.G.C. che identifica il livello di falda nell'area in cui trova sede il sito in esame alla profondità compresa tra 2,0 – 4,0 m. Tuttavia, lo scavo relativo alla trincea esplorativa eseguita in maggio 2022 e profondo 3,5 m dal piano campagna, non ha intercettato la falda freatica anche se, in questo caso, la ragione può essere ricercata nel lungo periodo di siccità antecedente al momento dell'indagine.

La direzione di deflusso è essenzialmente da nordovest verso sudest con componente prevalente nord-sud.

3.3 LIQUFAZIONE DEL TERRENO SPECIFICA DEL SITO IN ESAME:

Al fenomeno della liquefazione sono di solito interessati quei depositi sabbiosi, saturi, che nel corso di una sollecitazione di tipo ciclico (evento sismico) subiscono una drastica riduzione della resistenza

al taglio raggiungendo una condizione di fluidità, con conseguente instabilità, per cui il terreno tende a modificare la sua configurazione fino a raggiungere quella compatibile con la nuova situazione tensionale. In teoria la perdita della resistenza si verifica quando la pressione totale dell'acqua che riempie i pori interstiziali del materiale arriva ad uguagliare la pressione totale di sconfinamento, ovvero quando gli sforzi che si esercitano attraverso lo scheletro solido divengono nulli.

Secondo il Testo Unico "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, il rischio di liquefazione deve essere valutato per tutti i terreni suscettibili di tale comportamento. Uno dei metodi bibliografici utilizzati per la verifica di tale rischio è il metodo di Sherif & Ishibashi che restringe il campo delle stratigrafie potenzialmente soggette a fenomeni di liquefazione ai livelli che presentano le seguenti caratteristiche (dando come presupposto che tali livelli siano direttamente interessati dal carico delle strutture in progetto):

- siano costituiti da terreni non coesivi (sabbie) scarsamente addensati o sciolti
- abbiano un contenuto di fino (limo) < 25%
- si trovino sotto il livello statico della falda
- gli strati di copertura abbiano spessori inferiori di 3 m

Pertanto, una accurata valutazione del rischio di liquefazione del terreno di fondazione può essere definita solamente con prove in sito e di laboratorio che permettano di definire precisamente le caratteristiche granulometriche e lo stato di addensamento del terreno la cui esecuzione non appare giustificata considerando il tipo di stratigrafia riscontrata.

Tenendo conto di quanto sopra e considerando le stime effettuate da vari autori riguardanti valutazioni qualitative del grado di vulnerabilità alla liquefazione nel caso di pianure alluvionali sulla base del tipo di deposito sedimentario e della sua età, si ritiene ragionevole escludere, nell'area in esame, la probabilità che si verifichi il fenomeno della liquefazione del terreno in quanto non sussistono i presupposti. Infatti, la stratigrafia sopra esposta individua depositi che sono prevalentemente di tipo ghiaioso e sabbioso i quali non risultano essere liquefacibili sotto sisma. Infatti, la stratigrafia sopra esposta individua depositi che, entro i primi 2,0 – 2,5 m di profondità dal piano campagna, sono prevalentemente sabbioso limoso o limosi, mentre più sotto sono di tipo ghiaioso e sabbioso i quali non risultano essere liquefacibili sotto sisma.

3.4 RISCHIO SISMICO:

Nel 2003 sono stati emanati i criteri di nuova classificazione sismica del territorio nazionale, basati sugli studi e le elaborazioni più recenti relative alla pericolosità sismica del territorio, ossia sull'analisi della probabilità che il territorio venga interessato in un certo intervallo di tempo (generalmente 50 anni) da un evento che superi una determinata soglia di intensità o magnitudo.

Attraverso l'OPCM 3274/03 vengono dettati i principi generali sulla base dei quali le Regioni, a cui lo Stato ha delegato l'adozione della classificazione sismica del territorio (Decreto Legislativo n. 112 del 1998 e Decreto del Presidente della Repubblica n. 380 del 2001 - "Testo Unico delle Norme per l'Edilizia"), hanno compilato l'elenco dei comuni con la relativa attribuzione ad una delle quattro zone, a pericolosità decrescente, nelle quali è stato riclassificato il territorio nazionale:

Zona 1 – (Pericolosità Alta) E' la zona più pericolosa. Possono verificarsi fortissimi terremoti.
Zona 2 – (Pericolosità Medio – Alta) In questa zona possono verificarsi forti terremoti.
Zona 3 – (Pericolosità Medio – Bassa) In questa zona possono verificarsi forti terremoti ma rari.
Zona 4 – (Pericolosità Bassa) E' la zona meno pericolosa. I terremoti sono rari.

Con Delibera della Giunta Regionale n. 845 del 06/05/2010, il territorio Italiano, e quindi anche quello della Regione Friuli Venezia Giulia, è classificato sismico, ai sensi dell'art. 3, comma2, lett. a) della L.R. n.16 del 11/08/2009 "*Norme per la costruzione in zona sismica e per la tutela fisica del territorio*" assegnando ciascun Comune ad una zona sismica ed individuando l'area di alta e bassa sismicità di appartenenza come riportato nell'all. 1 alla DGR 845/2010. In particolare, il territorio del Comune di Pordenone è stato classificato in Zona Sismica 2 ed Area ad Elevata sismicità; il valore di pericolosità sismica del territorio espresso in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi risulta essere compreso tra 0,15 e 0,25 a_g/g , come riportato nella mappa delle zone sismiche dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Infatti, nello specifico, secondo latitudine e longitudine del sito, il valore di accelerazione massima si stima essere di 0,23 a_g/g (valore puntuale ricavato da "calcolo dei parametri sismici" di AMV srl).

I principali effetti dei sismi riconducibili alla natura dei siti e dei terreni sono:

- L'amplificazione (o l'attenuazione) del moto sismico di superficie
- L'instabilità dei pendii, specie se in presenza di movimenti gravitativi
- La liquefazione di terreni incoerenti fini saturi
- Il costipamento dei depositi granulari sciolti asciutti
- La possibile rottura dei terreni con conseguenti dislocazioni, rigetti o subsidenze
- Il crollo di cavità sotterranee

Gli elementi di amplificazione o deamplificazione morfologica sono sostanzialmente:

- Le frane
- Le zone di cresta
- I cigli di scarpata
- Le zone di sommità
- Le zone di avvallamento o fosse

Pertanto, in funzione delle condizioni topografiche di un sito, le sollecitazioni sismiche possono, quindi, subire delle amplificazioni dovute proprio alla topografia dell'area. Secondo le NTC18 vengono individuate le seguenti categorie:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Dalle osservazioni morfologiche ricavate durante il sopralluogo, si può dedurre che il sito in esame appare essere caratterizzato, in linea di massima, da condizioni di stabilità anche durante l'azione di un ipotetico evento sismico in quanto:

1. non sono presenti fenomeni di instabilità dei pendii poiché l'area è pianeggiante con un'inclinazione media inferiore a 15°
2. non sono presenti potenziali fenomeni di liquefazione dei terreni poiché analizzando le stratigrafie non sussistono i presupposti
3. le sabbie sembrano essere sempre più addensate con l'aumentare della profondità
4. non sembrano essere presenti cavità sotterranee che potenzialmente possano collassare e generare in superficie fenomeni di subsidenza

Inoltre, si può anche dedurre che in linea generale non dovrebbero essere presenti elementi morfologici che possano amplificare eventuali azioni sismiche in quanto:

1. il sito non si trova immediatamente al di sopra di superfici litostratigrafiche con salti di impedenza elevati come ad esempio l'interfaccia substrato roccioso – terreni alluvionali
2. il sito non si trova in corrispondenza di un conoide di deiezione definito e circoscritto
3. il sito non si trova nei pressi di scarpate o terrazzi fluviali, lacustri, ecc.
4. il sito non si trova in corrispondenza di zone franose instabili

Pertanto, secondo il D.M. 22 marzo 2018, nella definizione dell'azione sismica l'area in esame è classificabile nella categoria topografica di **tipo T1** – *superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* .

4 CONCLUSIONI

La presente relazione geologica e geotecnica sulle fondazioni fornisce indicazioni sulle condizioni morfologiche, geologiche, idrogeologiche e sismiche generali dell'area.

Attraverso l'interpretazione dei dati geologici in possesso relativi ad indagini svolte in aree limitrofe, è stato ricavato il modello stratigrafico del sito in esame. In particolare, è emerso che il sottosuolo, nei primi 5 m di profondità dal piano campagna, è costituito prevalentemente da miscele ternarie di sabbie, limi e ghiaie: generalmente prevale la componente limosa o sabbiosa, mentre le ghiaie iniziano a diventare la componente principale a partire da 4,0 – 5,0 m in poi.

Il territorio del Comune di Pordenone è stato classificato in Zona Sismica 2 ed Area ad Elevata sismicità; il valore di pericolosità sismica del territorio espresso in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi risulta essere compreso tra 0,15 e 0,25 a_g/g , come riportato nella mappa delle zone sismiche dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Infatti, nello specifico, secondo latitudine e longitudine del sito, il valore di accelerazione massima si stima essere di 0,23 a_g/g (valore puntuale ricavato da "calcolo dei parametri sismici" di AMV srl).

Secondo il D.M. 17 gennaio 2018, nella definizione dell'azione sismica l'area in esame è classificabile nella categoria topografica di **tipo T1** – *superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$* .

Dalle indagini eseguite non sono emerse controindicazioni di natura geologico tecnica relativamente alla fattibilità dell'opera in progetto. Tuttavia, non appena sarà indicato dal progettista la tipologia delle

Dott. Geol. Ruoso Hallen

CONSULENTE IN MATERIA DI GEOLOGIA TECNICA ED AMBIENTALE

fondazioni e le loro dimensioni proposte, è necessario integrare la presente relazione geologica con nuove indagini adeguate da eseguire all'interno del sito in esame in modo da ricavare i relativi valori geotecnici dei terreni di fondazione identificandone il modello geotecnico e la categoria di suolo del sito oggetto d'intervento. Questa integrazione si intende necessaria anche in riferimento alla realizzazione di qualunque opera provvisoria o accessoria.

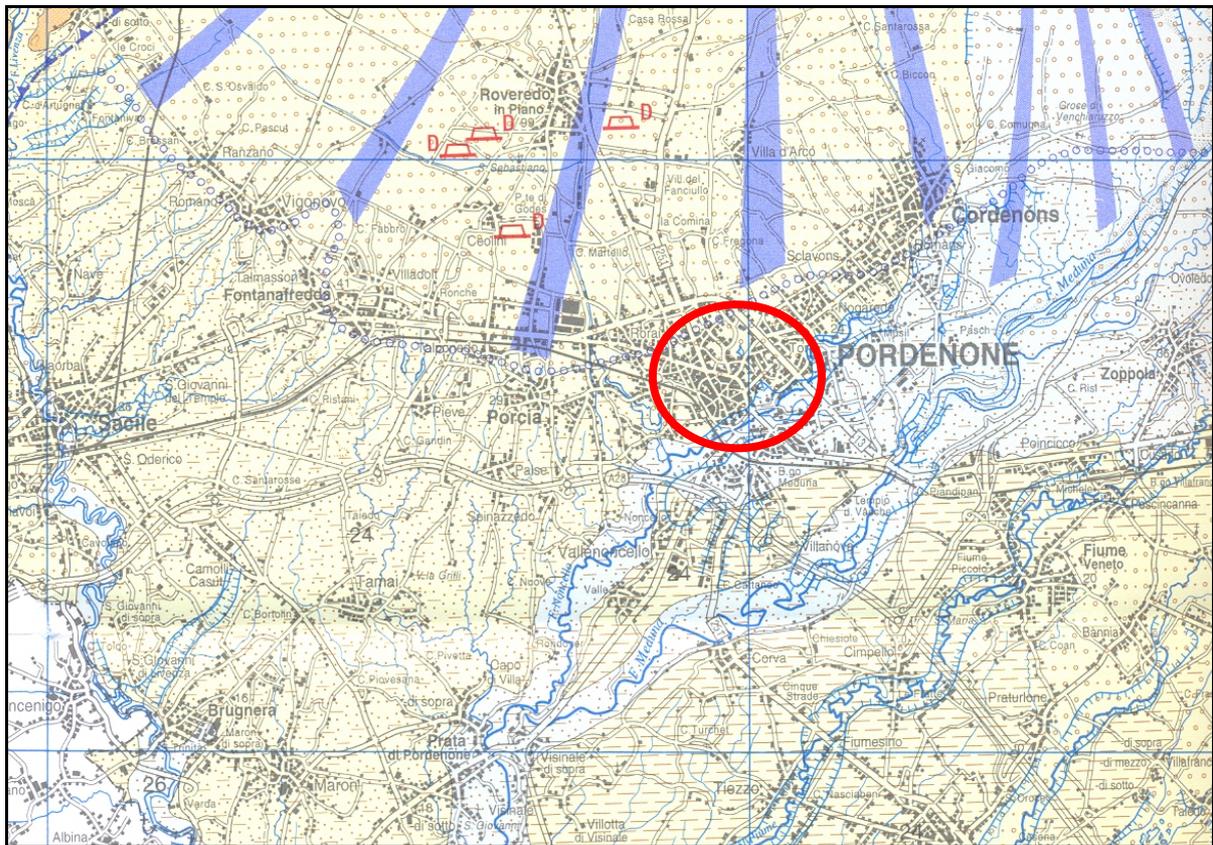
Il direttore lavori, come previsto dal D.M. 11/03/1988, punto B.2 dovrà controllare la validità delle ipotesi di progetto durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare eventualmente l'opera alla situazione riscontrata. Qualora risultassero condizioni diverse da quanto fin qui esposto si dovrà darne immediata comunicazione allo scrivente.



Pordenone 18/07/2020

Dott. Geol. Ruoso Hallen

ALLEGATI



LEGENDA



Figura 3: Estratto carta geologica del Friuli Venezia Giulia (scala 1:150000) con ubicazione sito indagato

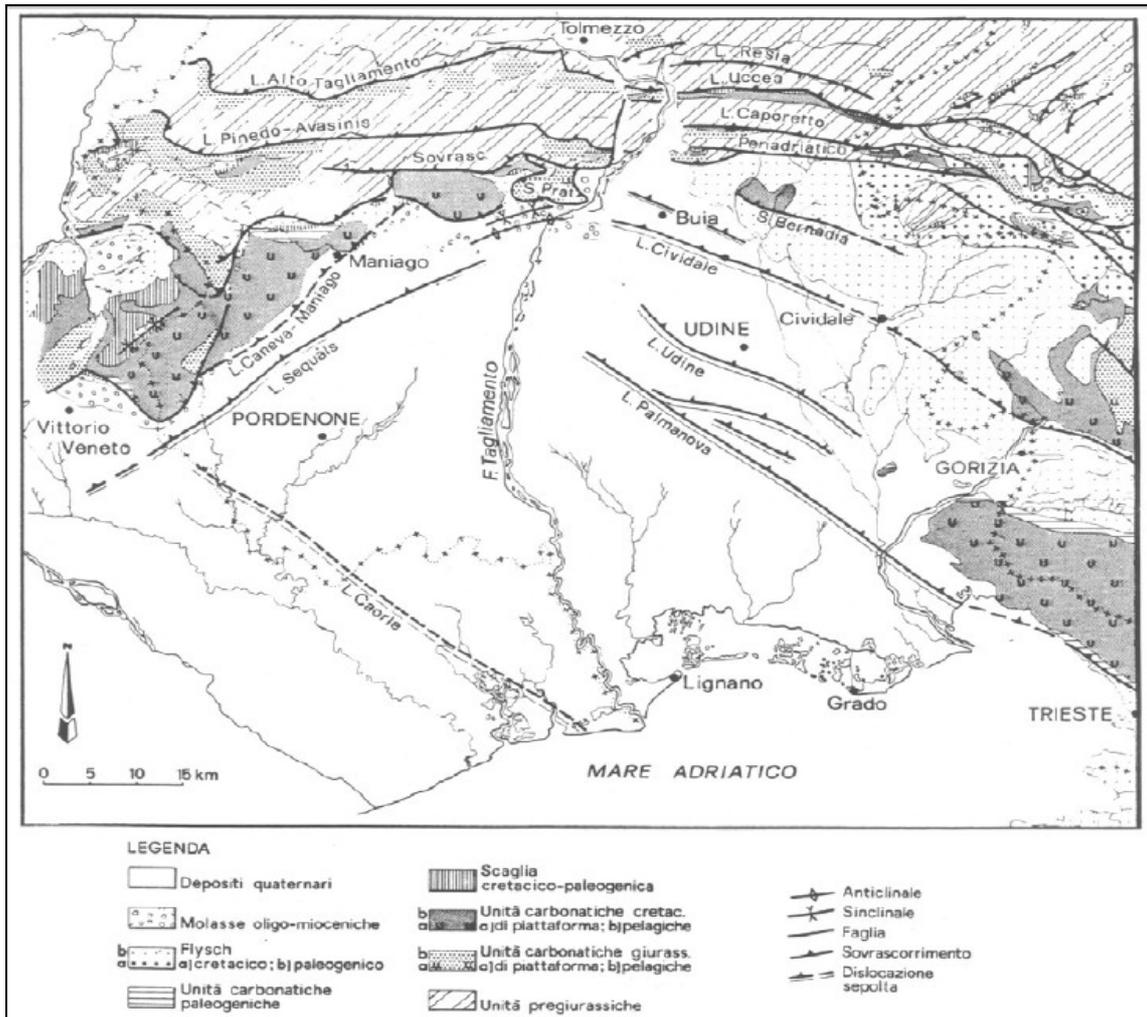


Figura 4: Carta geologica e tettonica schematica delle Prealpi Orientali (tratta da Istituto di geologia di Milano - Centro studio pr la stratigrafia e petrografia delle Alpi Centrali - C.N.R. Milano)

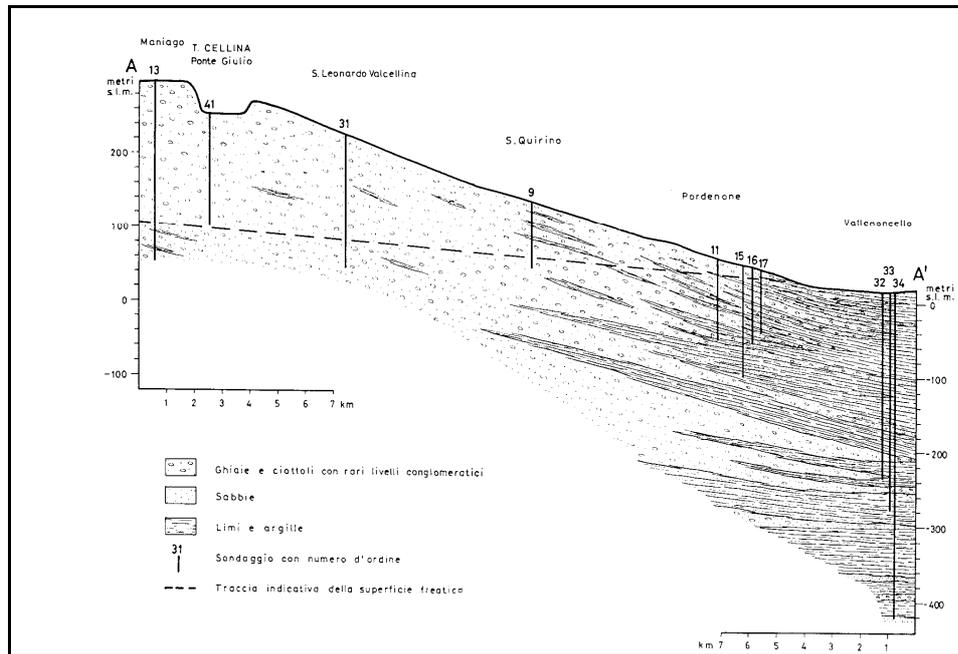
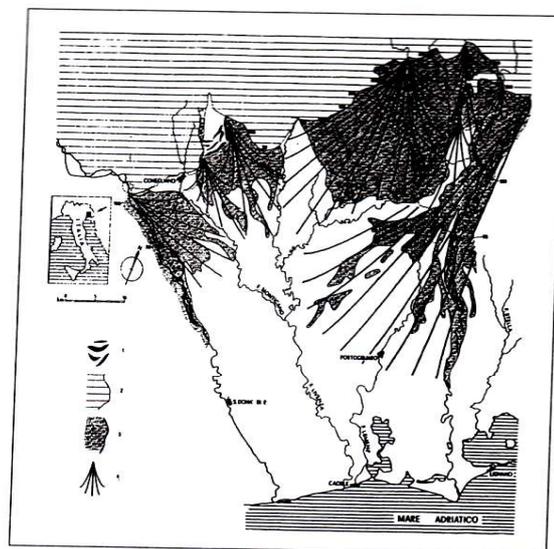


Figura 5: Sezione litostratigrafica longitudinale della Pianura Pordenonese



La pianura veneta tra i fiumi Piave e Tagliamento.
 La figura riporta la successione delle conoidi di deiezione e indica la distribuzione delle ghiaie superficiali. 1) depositi morenici; 2) aree montuose; 3) ghiaie superficiali; 4) conoidi di deiezione principali; (da: "Gli acquiferi del sottosuolo della pianura veneta tra i fiumi Piave e Tagliamento" Stefanini e Cucchi, 1979).

Figura 6: Direzioni principali delle conoidi della Pianura Veneto - Friulana

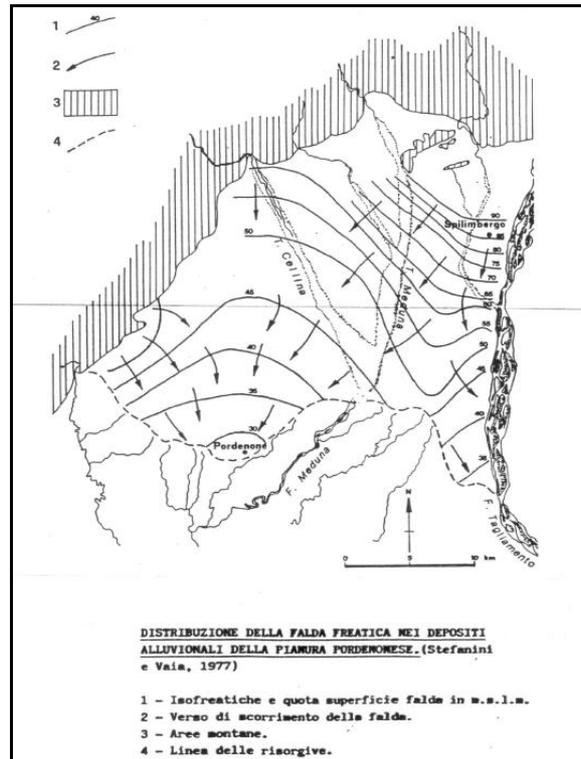


Figura 7: Direzione falda freatica alta pianura pordenonese



ESTRATTO CATASTALE
foglio 20 mappale 957
1:1000

Figura 8: Estratto mappa ed ubicazione indagini eseguite

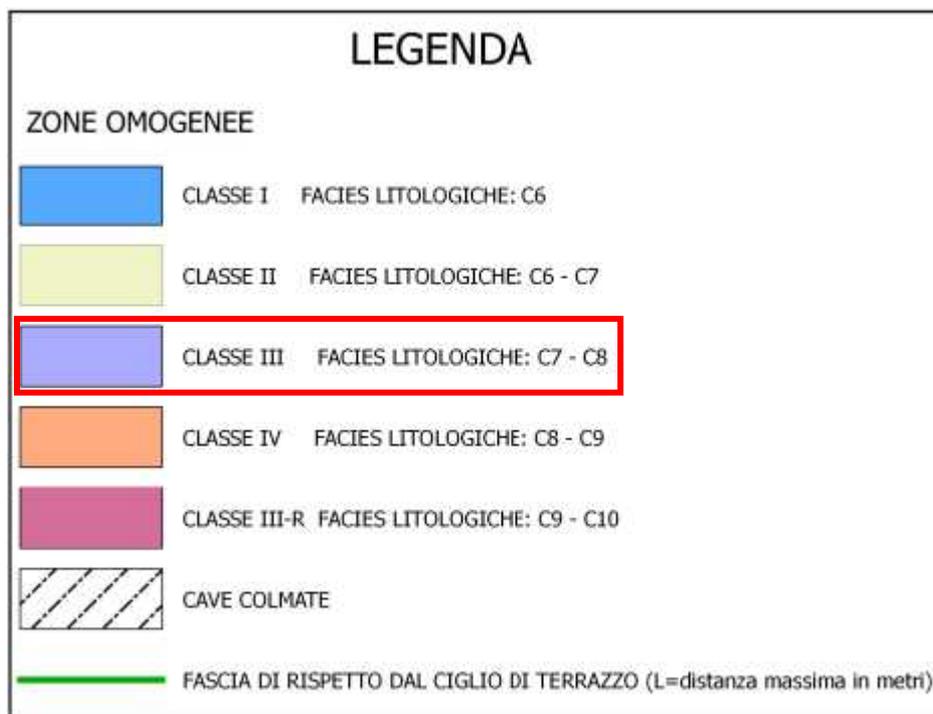
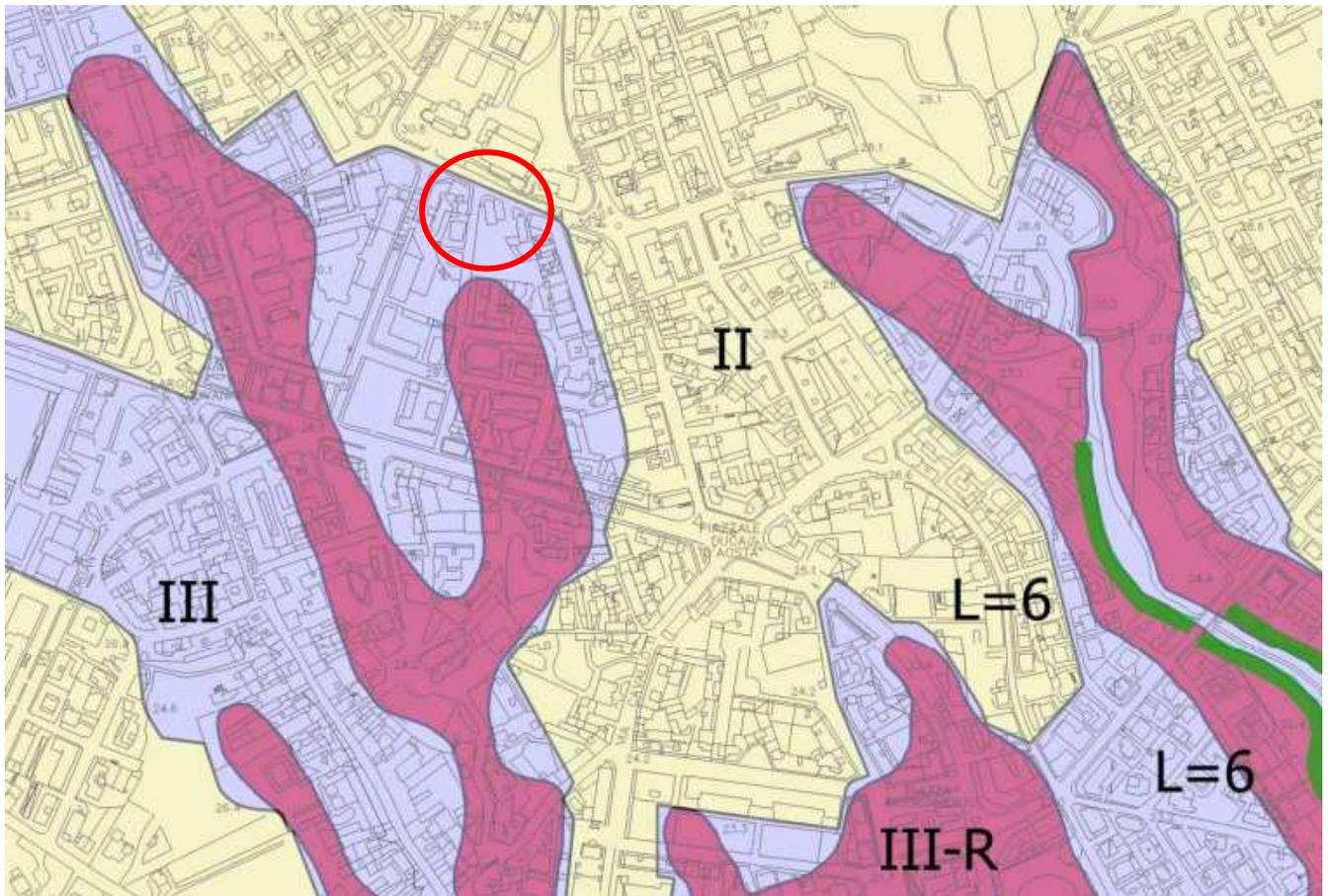


Figura 9: Zonizzazione secondo P.R.G.C. Pordenone

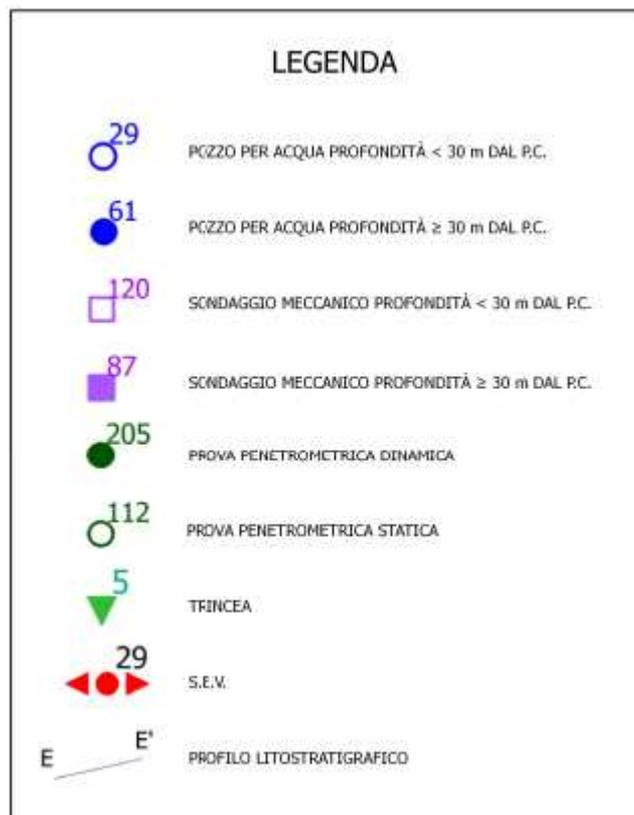
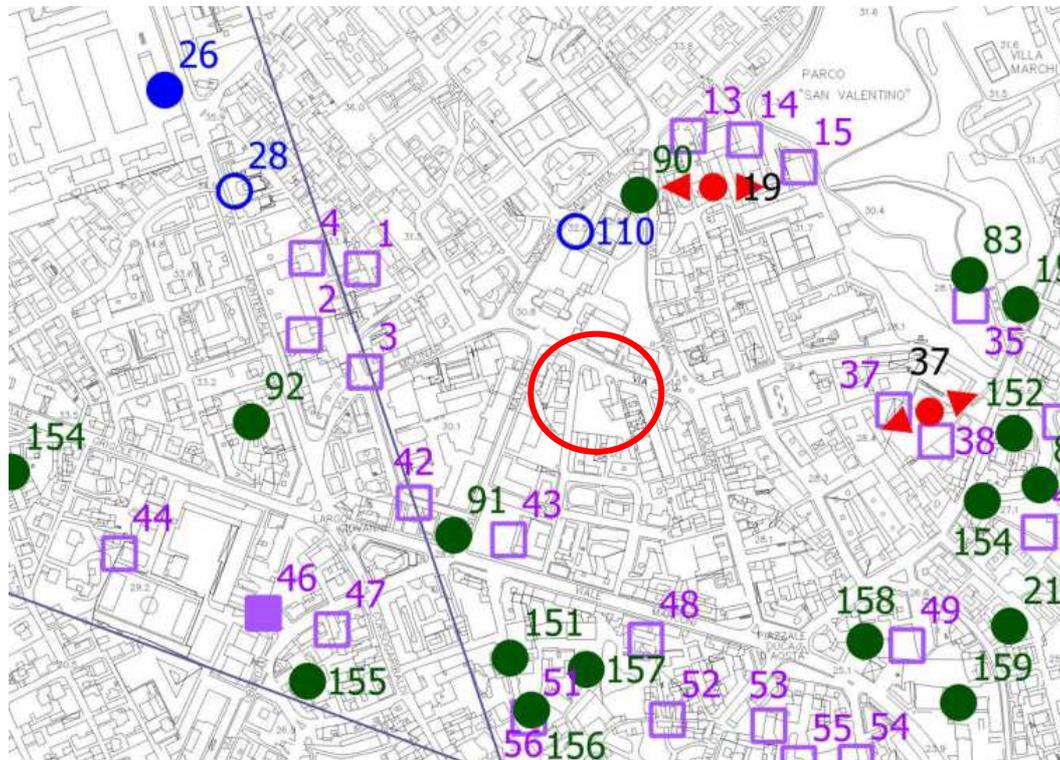


Figura 10: Ubicazione indagini P.R.G.C. Pordenone

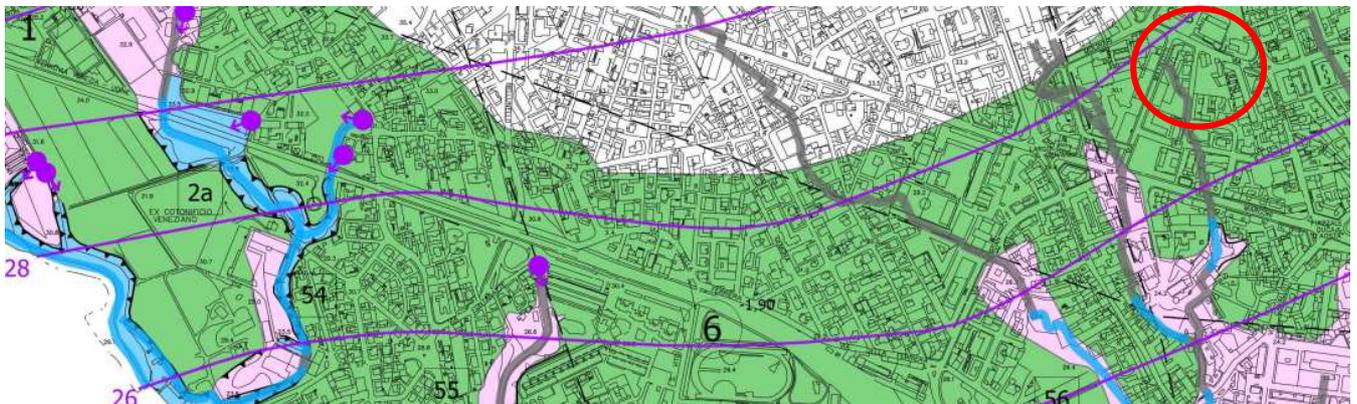


Figura 11: Carta geomorfologica P.R.G. C. Pordenone

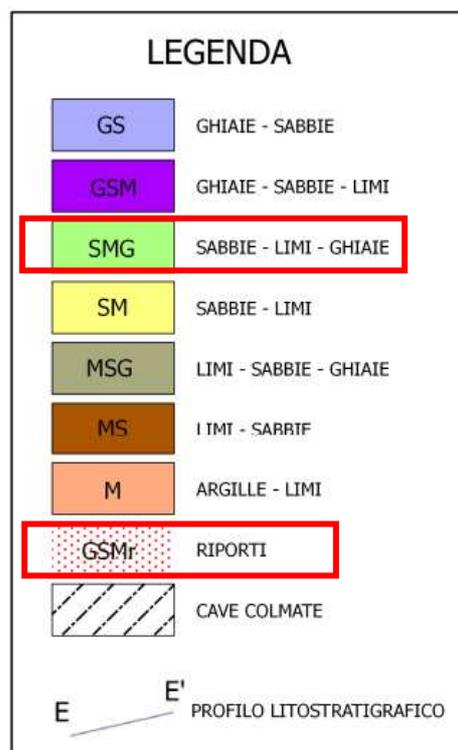


Figura 12: Carta litologica superficiale (0 – 5 m) P.R.G. C. Pordenone

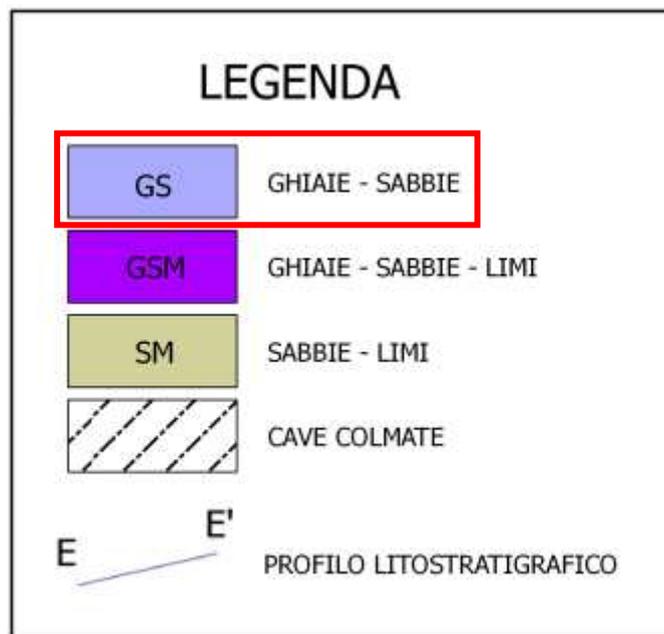
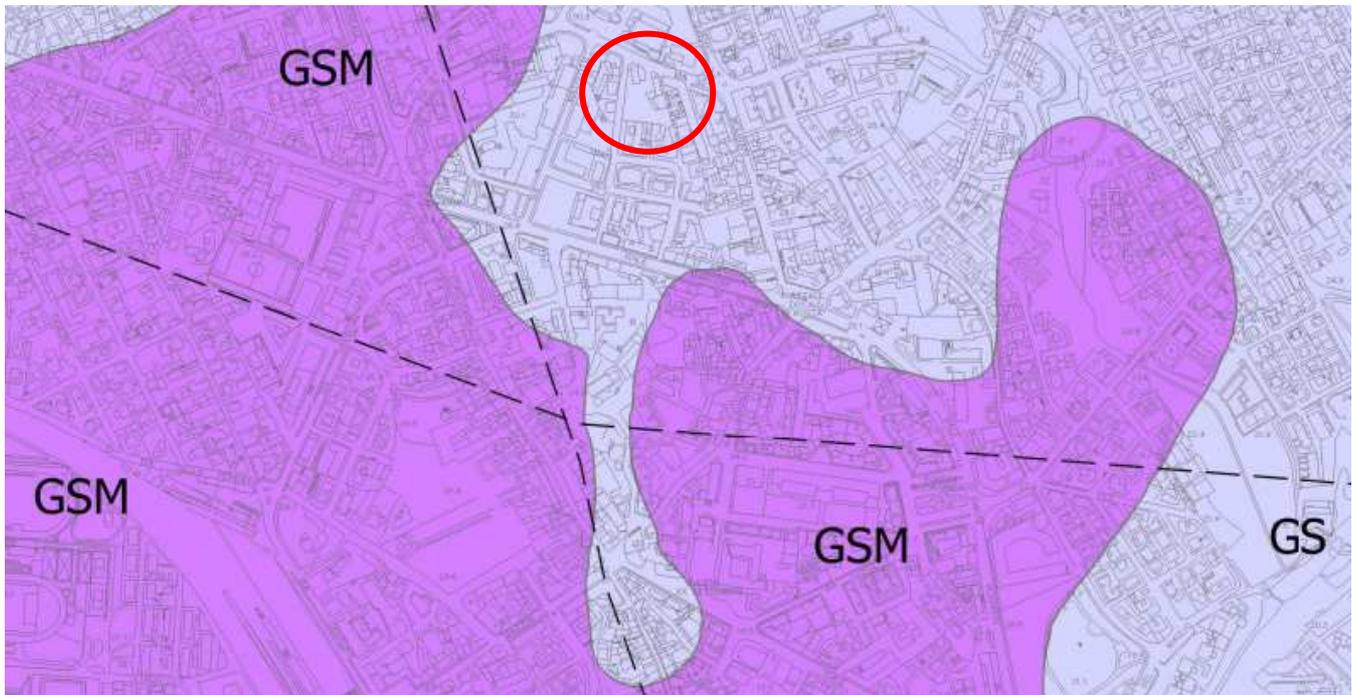


Figura 13: Carta litologica (>5 m) P.R.G. C. Pordenone

composizione granulometrica
fascia da 0 a 10 m

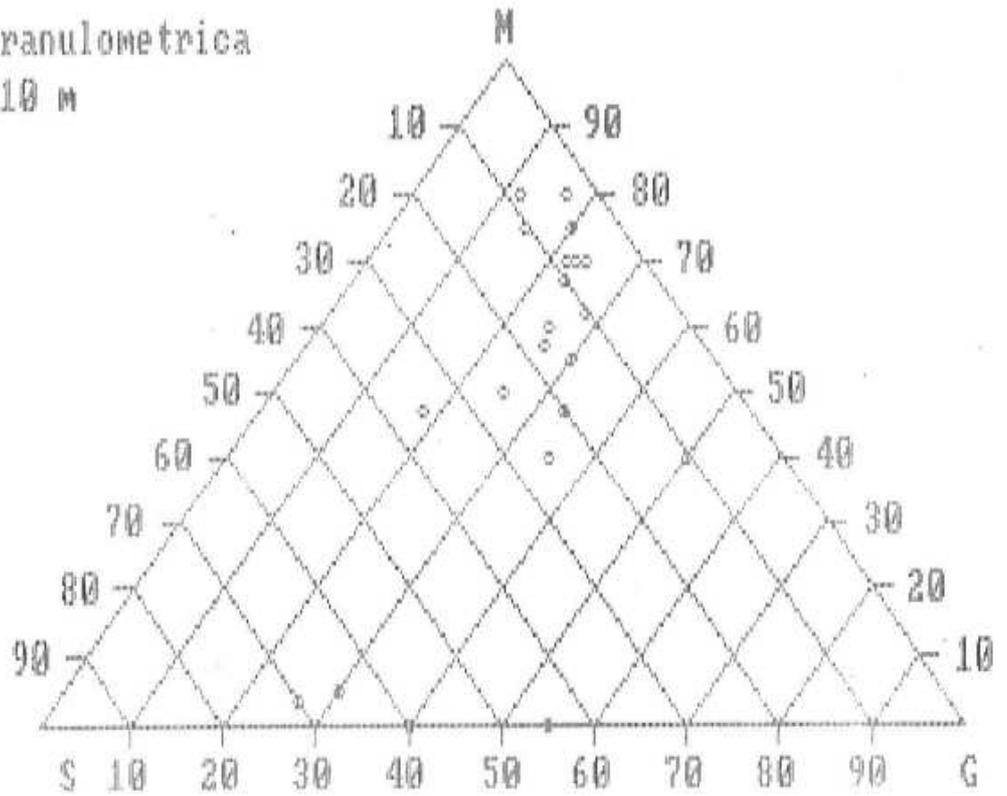


Figura 134: Composizione granulometrica area Largo San Giovanni da P.R. G. C. Pordenone

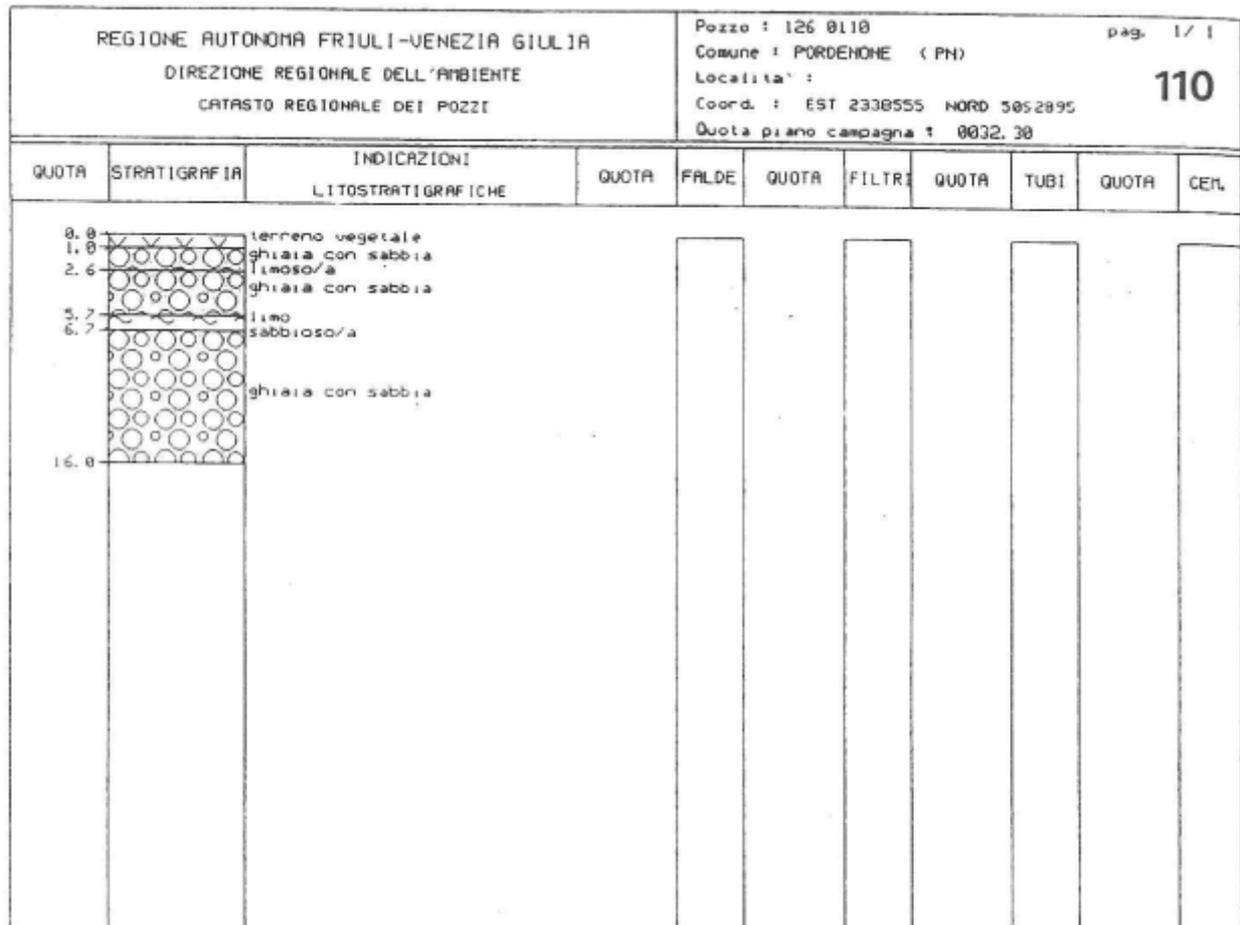


Figura 16: Colonna stratigrafica pozzo per acqua n°110 P.R.G.C. Pordenone



Figura 17: Trincea esplorativa



Figura 18: Sezione trincea esplorativa