

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DI CUNEO



COMUNE DI CAVALLERMAGGIORE

PIANO DI RECUPERO DI LIBERA INIZIATIVA
in Fraz. Madonna del Pilone n. 32

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

COMUNE DI CAVALLERMAGGIORE
(Provincia di Cuneo)

ORIGINALE DEPOSITATO AGLI ATTI
Adottato con D.G.C. n. 36 del 09.03.2015
Li, 9 marzo 2015

IL SEGRETARIO C.
(Fabrizio dr. SALVATICO)

Committente: Alloa Casale Giuseppe Frazione Madonna del Pilone n. 32 Cavallermaggiore (CN)	Data: Febbraio 2015
Elaborato redatto da: dott. geol. Francesco PANERO via C. Pavese 18 – MONASTEROLO DI SAVIGLIANO (CN) – tel. 328/3654628 e-mail: francesco.panero@geologi piemonte.it	Inquadramento territoriale: REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI CUNEO



Indice

<i>Capitolo</i>	<i>Pagina</i>
1.0 – PREMESSA	2
2.0 – NORMATIVA DI CARATTERE GEOLOGICO E GEOLOGICO-TECNICO	2
3.0 – INSERIMENTO URBANISTICO	3
4.0 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI INTERVENTO	4
5.0 – LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI	4
6.0 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE	5
7.0 – ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO PUNTUALE	6
8.0 – CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA	7
9.0 – CARATTERIZZAZIONE TECNICA QUALITATIVA DEI TERRENI	8
10.0 – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA QUALITATIVA DEI MATERIALI	8
11.0 – RISCHIO SISMICO	9
12.0 – CONSIDERAZIONI SU OPERE DI FONDAZIONE E CAPACITA' PORTANTE	10
13.0 – CONCLUSIONI	12
14.0 – BIBLIOGRAFIA	14
15.0 – ALLEGATI	15

1.0 – PREMESSA

Per incarico del Signor Alloa Casale Giuseppe lo scrivente si è occupato della stesura dell'elaborato di carattere geologico-tecnico, oggetto della richiesta di permesso di costruire per "Piano di recupero di libera iniziativa" in località Madonna del Pilone nel Comune di Cavallermaggiore (CN).

Per una descrizione più dettagliata dell'intervento in oggetto si rimanda a quanto indicato nella relativa documentazione redatta dallo Studio Tecnico Geom. Fumero di Cavallermaggiore.

Per l'espletamento del lavoro sono stati consultati i dati contenuti nella letteratura specifica, ed in particolare:

- la Carta Geologica d'Italia con le relative note illustrative per quanto concerne gli aspetti geologici;
- la Banca Dati della Regione Piemonte per quanto concerne gli aspetti geotecnici e di dissesto idrologico e geomorfologico;
- l'Atlante dei Piani del PAI per quanto concerne il dissesto idrogeologico e le fasce fluviali;
- la Relazione Geologica con i relativi Allegati Tecnici contenuti nel P.R.G.C.

2.0 - NORMATIVA DI CARATTERE GEOLOGICO E GEOLOGICO-TECNICO

La presente relazione geologica è stata realizzata in ottemperanza alla normativa di carattere geologico-tecnico ed idrogeologico vigente ed in particolare:

- alla L. R. 5 dicembre 1977, n. 56 "*Tutela ed uso del suolo*", con la quale vengono istituiti i Piani Regolatori Generali Comunali per la pianificazione territoriale. Tale strumento "determina per ogni parte del territorio comunale la disciplina di tutela e di utilizzazione del suolo, comprensiva delle destinazioni d'uso, dei tipi e dei modi di intervento".

- al D. M. 11 marzo 1988 n. 47 "*Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione*". In tale norma è indicato che "le scelte di progetto, i calcoli e le verifiche devono essere sempre basati sulla caratterizzazione geotecnica del sottosuolo ottenuta per mezzo di rilievi, indagini e prove". E' inoltre specificato che "nel caso di costruzioni di modesto rilievo in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno, che ricadano in zone già note, la caratterizzazione geotecnica del sottosuolo può essere ottenuta per mezzo della raccolta di notizie e dati sui quali possa responsabilmente essere basata la progettazione". Si indica anche che "la validità delle ipotesi di progetto dovrà essere controllata 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 alle situazioni riscontrate". Per quanto concerne le opere di fondazione, viene ulteriormente specificato che "nel caso di modesti manufatti che ricadono in zone già note, le indagini in sito ed in laboratorio sui terreni di fondazione possono essere ridotte od omesse, sempreché sia possibile procedere alla caratterizzazione dei terreni sulla base di dati e di notizie raccolti mediante indagini precedenti, eseguite su terreni simili ed in aree adiacenti".

- alla Legge 18 maggio 1989, n. 183 "*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*", che definisce le norme per la fruizione e la gestione del patrimonio idrico e del suolo per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale e la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi attraverso l'adozione di strumenti quali i piani di bacino.

- alla Legge Regionale 9 agosto 1989, n. 45 *"Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici"*, che disciplina gli interventi e le attività da eseguire nelle zone soggette a vincolo idrogeologico. In tale norma si specifica in particolare che per interventi ed attività che comportino modificazione o trasformazione d'uso del suolo su aree non superiori a cinquemila metri quadrati o per volumi di scavo non superiori a duemilacinquecento metri cubi l'autorizzazione è rilasciata dal Comune di competenza, mentre in caso di superamento di tali limiti l'autorizzazione è rilasciata dalla Regione Piemonte.
- alla Circolare del PGR Piemonte 8 maggio 1996 n. 7/LAP *"Specifiche tecniche per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici"* e successiva Nota Tecnica Esplicativa del dicembre 1999, che definisce la zonizzazione del territorio comunale in classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica sulla base della pericolosità geologico-geomorfologica e stabilisce l'elenco degli elaborati tecnici a supporto dello strumento urbanistico (P.R.G.C.).
- alla Deliberazione n. 1 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po dell'11 maggio 1999 inerente l'adozione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) concernente il bacino idrografico del Fiume Po. In tale piano di bacino, eseguito in conformità alla Legge 18 maggio 1989 n. 183, vengono disciplinate, attraverso l'adozione di un Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, le azioni riguardanti la difesa idrogeologica e della rete idrografica del bacino del Po, al fine di garantirne un livello di sicurezza adeguato rispetto ai fenomeni di dissesto idraulico e idrogeologico.
- alla Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del Fiume Po in data 26 aprile 2001, n. 18/2001, relativa agli indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico.
- al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 24 maggio 2001 inerente l'approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino idrografico del Fiume Po, con successiva Deliberazione della Giunta Regionale 15 luglio 2002 n. 45-6656.
- all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003 n. 3274 *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*, che prevede l'aggiornamento delle zone sismiche e definisce le norme tecniche e i criteri per il progetto di strutture site in zona sismica.
- al Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 *"Norme Tecniche per le costruzioni"*, che definisce i principi per il progetto, l'esecuzione ed il collaudo di tutti i tipi di costruzione rispetto alle prestazioni richieste in termini di sicurezza, regolare utilizzo e durabilità.
- alla Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058 *"Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. n. 3519/2006)"*, che aggiorna ed adegua l'elenco delle zone sismiche in Piemonte a livello comunale sulla base della proposta di classificazione conseguente ai risultati dello studio affidato al Politecnico di Torino--Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica in collaborazione con il Centro di Competenza Eucentre di Pavia.
- alle Norme di Attuazione del P.R.G.C. vigente.

3.0 – INSERIMENTO URBANISTICO

In base alle indicazioni definite dalla Circolare del PGR Piemonte 8 maggio 1996 n. 7/LAP, l'area oggetto d'intervento ricade in classe I, che comprende "Porzioni di territorio dove le condizioni di

pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni alle scelte urbanistiche; gli interventi sia pubblici che privati sono di norma consentiti nel rispetto delle prescrizioni del D.M. 11/03/88". Nella Carta di Sintesi allegata alla Variante del P.R.G.C. l'area oggetto di intervento, non soggetta ad attiva dinamica morfologica e con acquifero non superficiale, viene indicata come caratterizzata da una pericolosità geomorfologica ridotta e pertanto idonea all'utilizzo urbanistico.

4.0 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA DI INTERVENTO

L'area oggetto di intervento è situata nel territorio comunale di Cavallermaggiore, posto nel settore centro-settentrionale della pianura cuneese.

Si localizza in particolare in località Madonna del Pilone, a SE di Cavallermaggiore capoluogo, ed è posta ad una quota di 288 m s.l.m. circa, come deducibile dalla C.T.R.

Le notizie di carattere topografico sono contenute:

- nella Tavoletta "Sanfré" (II SO) alla scala 1:25.000 compresa nel Foglio n. 68 "Carmagnola" dell'I.G.M. alla scala 1:100.000;
- nella Sezione n. 192090 della Carta Tecnica Regionale (C.T.R.) alla scala 1:10.000;
- ai Mappali n. 322 e 1124 compresi nel Foglio n. 59 della Mappa Catastale alla scala 1:2.000.

5.0 – LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI

I caratteri morfologici generali del settore centro-meridionale della Pianura Padana sono riconducibili a quelli di una pianura alluvionale definita da un'estesa e potente copertura, derivante da fenomeni di sovralluvionamento verificatisi durante tutto il Quaternario, a causa dell'azione di sbarramento verso Nord esercitato dalla Collina di Torino.

Il carattere morfologico fondamentale dell'area più in generale è rappresentato da tipiche forme policronologiche, evidenziate da una serie regolare di terrazzi modellati dall'attività dei corsi d'acqua principali. L'attuale assetto morfologico rappresenta il risultato di una dinamica influenzata dalla tettonica quaternaria, dalle oscillazioni glaciali e dall'incisione operata dai corsi d'acqua durante i periodi interglaciali.

Il lotto indagato è localizzato in corrispondenza alla terminazione settentrionale dell'Altopiano dei Famolassi, lembo di terrazzo fluvioglaciale a sviluppo principale S-N e debolmente inclinato verso N, secondo la direzione principale di scorrimento dei corsi d'acqua che solcano la zona; tale terrazzo rappresenta il residuo di una piana più antica e rilevata. Si presenta inoltre sospeso di alcuni metri rispetto alla pianura alluvionale che lo circonda, formatasi successivamente in età olocenica; in particolare sovrasta la pianura principale di poco più di dieci metri, con fianchi di raccordo ad acclività moderata. La superficie sommitale di tale terrazzo si presenta subpianeggiante.

Tale forma fluvioglaciale si incunea tra il paleoalveo del Tanaro (ad E) che da Bra si dirigeva verso Carmagnola e la pianura cuneese (ad W).

Il lotto considerato non risulta compreso in aree in dissesto fluviale censite nella cartografia PAI, essendo ampiamente esterno alle fasce di rispetto del T. Maira.

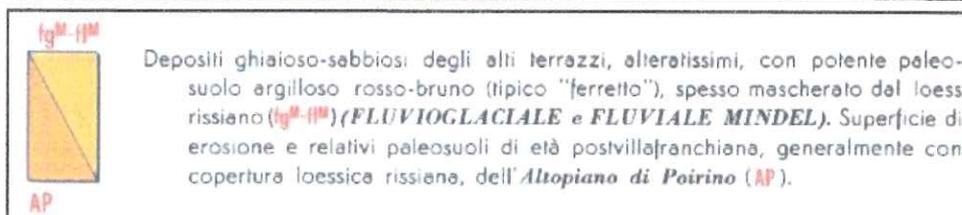
L'esame della Banca Dati della Regione Piemonte mostra che durante gli eventi alluvionali del Novembre 1994, dell'Ottobre 2000, del Maggio 2008 e dell'Aprile 2009 l'area non è stata interessata da particolari inondazioni e connessi dissesti fluvio-torrentizi.

La "Carta geomorfologica e della dinamica fluviale" del PRGC conferma tale indicazione, non segnalando eventi significativi di dissesto idrogeologico che hanno interessato l'area indagata durante tali eventi.

6.0 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Per le notizie di carattere geologico si è fatto riferimento alla Cartografia Ufficiale e più in particolare al Foglio n. 68 "Carmagnola" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

ESTRATTO DALLA CARTA GEOLOGICA D'ITALIA

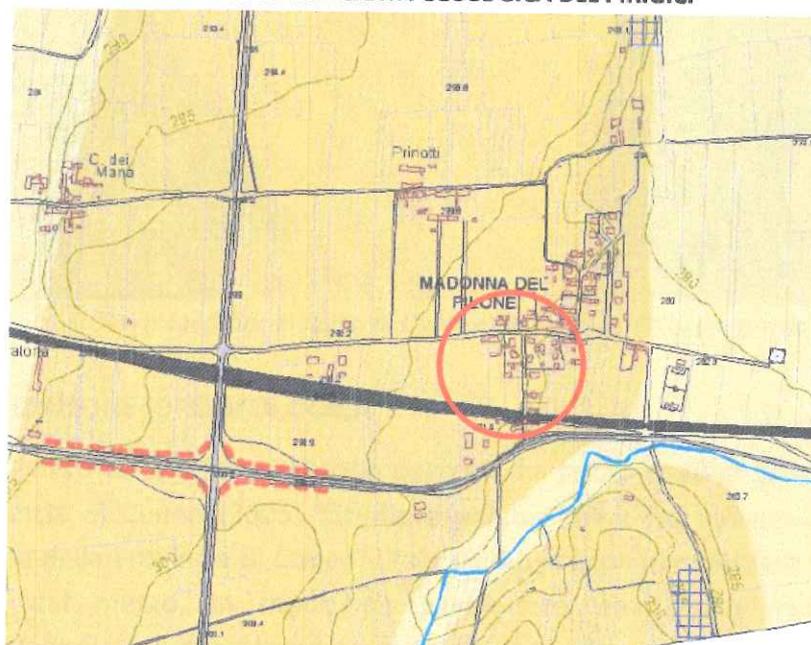


I terreni indagati sono costituiti da una potente successione di sedimenti fluvio-glaciali la cui formazione è presumibilmente legata ad eventi di deposizione fluviale e fluvio-glaciale in età pleistocenica (ex glaciale Mindel). Si tratta di prevalenti depositi ghiaioso-sabbiosi piuttosto alterati in prossimità della superficie, con copertura di limi sabbiosi molto alterati, rossicci, di origine loessica. Il substrato ghiaioso-sabbioso è in particolare costituito in prevalenza da ghiaie eterometriche, con ciottoli di diametro da centimetrico a decimetrico, immerse in una matrice medio-fine a carattere sabbioso di colore bruno-giallastro. Le ghiaie presentano una stratificazione incrociata concava e sono embricate secondo la direzione delle paleocorrenti. Il tetto di tale formazione è costituito da ghiaie ad elevata sfaldabilità, da alterate a molto alterate.

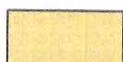
Le Note Illustrative del Foglio "Carmagnola" descrivono i terreni indagati come "depositi ghiaioso-sabbiosi degli alti terrazzi, con potente paleosuolo argilloso rosso-bruno (tipico "ferretto"), spesso mascherato dal loess rissiano (fluviale e fluvio-glaciale Mindel)".

La "Carta geologica e litotecnica" del PRGC indica tali depositi come "ghiaie, ad elementi alterati, e sabbie; coltre superficiale limosa di origine eolica (loess) ferrettizzata ed interessata da livelli di paleosuoli".

ESTRATTO DALLA CARTA GEOLOGICA DEL P.R.G.C.



DEPOSITI ALLUVIONALI TERRAZZATI CON COPERTURA LOESSICA



Ghiaie, ad elementi alterati, e sabbie; coltre superficiale limosa di origine eolica (loess) ferrettizzata ed interessata da livelli di paleosuoli.

7.0 – ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO PUNTUALE

L'assetto litostratigrafico puntuale è stato definito in base ad uno scavo geognostico eseguito con escavatore meccanico in un lotto prossimo a quello di intervento (foglio 59 – mappali n. 1068 - 1073) sino alla profondità di -1.50 m dal p.c.

Tale indagine geognostica ha permesso di ricostruire la seguente successione litostratigrafica puntuale, a partire dal p.c.:

- da 0.00 m a 0.30 m: terreno di natura vegetale;
- da 0.30 m a 1.00 m circa: depositi fini costituiti da limi di colore giallo-rossastro, molto alterati e ferrettizzati, costituenti nel complesso terreni di copertura connessi a fenomeni di deposizione eolica (loess);
- oltre 1.00 m circa: ghiaie a granulometria da piccola a grossolana mediamente compatte immerse in una subordinata matrice sabbiosa di colore bruno-giallastro. Il tetto di tale complesso litologico si presenta piuttosto alterato, con alcune ghiaie che si sfaldano facilmente al contatto, mentre più in profondità le ghiaie presentano un grado di alterazione minore.

Durante lo scavo geognostico non è stata riscontrata la presenza della falda idrica, localizzata probabilmente a profondità maggiori.



Scavo geognostico eseguito nell'area prossima a quella di intervento

8.0 - CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Nell'ambito indagato, i terreni presenti sono descritti dal punto di vista geo-idrologico nel lavoro edito dalla Provincia di Cuneo (2005) "Studio e valutazione della vulnerabilità intrinseca delle acque sotterranee della Provincia di Cuneo". Tale studio prende in considerazione principalmente la permeabilità del mezzo, in modo da permettere una prima valutazione dei rischi d'inquinamento della falda e considera i diversi modi in cui l'acqua si può spostare all'interno del mezzo, che dipendono dallo spazio intergranulare, legato essenzialmente alla granulometria dei terreni, che determina la permeabilità per porosità.

Complessivamente nell'area indagata è stato riconosciuto un unico complesso idrogeologico, definito "Complesso alluvionale delle ghiaie antiche". Esso corrisponde ai depositi presenti su alcuni terrazzi isolati nella pianura cuneese; lo spessore è piuttosto ridotto, dell'ordine della decina di metri. La permeabilità complessiva è media; la copertura siltoso-argillosa è poco permeabile. Tale complesso ospita un limitato acquifero condizionato dalla presenza del substrato pliocenico, con campo di moto radiale verso il bordo del terrazzo. A causa della particolare morfologia dei terrazzi che ospitano tale complesso, ogni unità morfologica ospita un acquifero isolato che viene alimentato unicamente dalle precipitazioni od eventualmente dalle irrigazioni. Tale acquifero presenta una produttività molto bassa a causa di due fattori principali: un'alimentazione molto scarsa ed un grado di permeabilità del complesso ospitante piuttosto ridotto.

In seguito a precipitazioni molto intense è presente un deflusso superficiale facilitato dalla morfologia del territorio e dalla ridotta permeabilità del suolo. In occasione di tali eventi è inoltre possibile un ristagno delle acque in corrispondenza all'orizzonte limoso di origine eolica più superficiale. In considerazione di quanto detto è opportuno progettare un adeguato sistema di drenaggio delle acque superficiali.

Nello "Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della Provincia di Cuneo" di De Luca D. A. et al. (2005), i litotipi affioranti nell'area indagata vengono raggruppati nella "Serie dei Depositi continentali - Complesso dei Depositi fluviali-fluvioglaciali del Mindel", costituiti da "depositi ghiaioso-sabbiosi, molto alterati, con paleosuolo argilloso rosso-bruno, con scarsi ciottoli silicacei alterati e silicei. Ospitano una falda ad elevata soggiacenza, di moderato spessore".

L'andamento delle isofreatiche dedotto dall'analisi della "Carta delle isopiezometriche della falda idrica a superficie libera (estate 2002)" (De Luca D. A. et al., 2005), evidenzia la presenza di una

falda idrica sviluppata in questi depositi, caratterizzata da una direzione di deflusso con moto radiale verso i bordi del terrazzo.

Il livello piezometrico dedotto da tale carta si localizza ad una profondità variabile tra -3.00 m e -4.00 m dal p.c., con periodiche oscillazioni collegate al regime dei corsi d'acqua che solcano la zona, alle precipitazioni locali ed alle irrigazioni. E' sempre pertanto opportuno prevedere specifiche tecniche di protezione nei confronti di eventuali opere da realizzarsi in interferenza con la falda stessa.

La vulnerabilità è nel complesso bassa, con indice di vulnerabilità G.O.D. 0.1-0.3 e tempo di arrivo in falda di un inquinante idrotrasportato (Time Of Travel) compreso tra 1 settimana e 1 mese (De Luca D. A. et al., 2005); l'orizzonte superficiale a tessitura più fine costituisce una significativa protezione dell'acquifero.

Secondo la "Carta della base dell'acquifero superficiale" relativa al territorio piemontese (2009), allegata alla D.G.R. 3 Giugno 2009, n. 34-11524, il settore indagato ricade in area P – sottoarea PA "Aree di pianura alluvionale dove è possibile individuare un limite tra un acquifero superficiale e degli acquiferi profondi". Nell'"Abaco di Sintesi su base comunale" della stessa normativa viene indicata, per il Comune di Cavallermaggiore, una profondità massima e minima della base dell'acquifero superficiale rispettivamente di 68 m e di 54 m. La base dell'acquifero superficiale è verosimilmente posizionata a tetto della sottostante formazione Villafranchiana.

L'intervento in oggetto non costituisce un particolare centro di pericolo per la falda ed i terreni indagati.

9.0 – CARATTERIZZAZIONE TECNICA QUALITATIVA DEI TERRENI

Dal punto di vista applicativo i terreni dell'area indagata, escludendo lo strato superficiale costituito da materiali di natura vegetale, sono raggruppabili in due complessi litologici principali:

- il primo è costituito prevalentemente da materiali coesivi e pseudocoesivi. Comprende le coperture limose, da prive di consistenza a poco consistenti, mediamente compressibili, il cui comportamento meccanico è controllato dalla matrice limosa, riferibili ai gruppi ML "limi inorganici e sabbie molto fini, polvere di roccia, sabbie fini limose o argillose con leggera plasticità" e OL "limi organici e argille limose organiche a bassa plasticità" della classificazione USCS;
- il secondo è costituito da materiali privi di coesione. Comprende le ghiaie sabbiose di natura fluviale e fluvioglaciale, mediamente addensate e consolidate con qualità portanti generalmente elevate in aumento con la profondità, riferibili ai gruppi GW "ghiaie ben classate, miscele di ghiaia e sabbia con pochi fini o prive degli stessi" e GP "ghiaie mal classate, miscele di sabbia e ghiaia con pochi fini o prive degli stessi" della classificazione USCS.

10.0 – CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA QUALITATIVA DEI MATERIALI

I parametri geotecnici adottati nel calcolo delle capacità portanti dei terreni sono stati ricavati utilizzando formule empiriche proposte da vari autori.

La coesione non drenata (C_u) può essere stimata mediante le metodologie proposte da Schmertmann (1978) e Jamiolkowski (1982). Per le ghiaie sabbiose, trattandosi di materiali incoerenti con buona permeabilità, viene considerata una coesione nulla ($c = 0$). In questi materiali i valori di densità relativa D_r , fortemente variabili in funzione dell'età e della profondità, possono

essere stimati tra 50 e 60 %. Per la determinazione del peso di volume ci si può riferire alle usuali correlazioni tra granulometria, D_r e γ (NAVFAC, 1970) o tra D_r e γ (Bowles, 1974).

La valutazione dell'angolo di resistenza al taglio (ϕ') è derivabile dal valore di densità relativa del materiale, che secondo la correlazione di Schmertmann (1978), è riconducibile al valore di D_r attraverso la seguente equazione: $\phi' = A + B \times D_r$. Il valore ricavato è relativo ad un angolo di resistenza al taglio di picco. Per le ghiaie viene inoltre indicato il valore dell'angolo di resistenza al taglio "a volume costante" (ϕ_{cv}), che meglio descrive il comportamento di un terreno potenzialmente soggetto a fenomeni di rottura progressiva. In tale ambito, Terzaghi (1943) suggerisce l'applicazione di un fattore di riduzione, per cui: $\tan \phi_{R'} = 0,67 \tan \phi'$ che, per altro, secondo alcuni autori (Vesic, 1970) può rivelarsi eccessivamente cautelativo.

In sintesi, si ritiene che i valori sotto riportati siano rappresentativi per i materiali in questione.

Coperture loessiche limose

Parametro	Descrizione	Unità di misura	Valore
c_u	Coesione non drenata	kPa	(variabile in funzione del grado di alterazione)
γ	Peso di volume	kN/m ³	18 ÷ 19
ϕ'	Angolo di attrito	°	19 ÷ 22

Ghiaie sabbiose

Parametro	Descrizione	Unità di misura	Valore
c	Coesione	kPa	0
γ	Peso di volume	kN/m ³	19 ÷ 20
ϕ'	Angolo di attrito di picco	°	34 ÷ 38
ϕ_{cv}	Angolo di attrito a volume costante	°	32

In base a quanto indicato si può dedurre che:

- i terreni di copertura, caratterizzati da parametri geotecnici mediocri, presentano una capacità portante scadente e sono pertanto inadatti alla posa di eventuali opere di fondazione;
- i terreni ghiaioso-sabbiosi del substrato, caratterizzati da buoni parametri geotecnici, presentano una capacità portante da buona ad ottima, in aumento con la profondità. In considerazione dello stato di alterazione della parte più superficiale di tale complesso, si consiglia di posizionare le eventuali opere di fondazione a profondità non minori di -1.50 m dal p.c.

11.0 - RISCHIO SISMICO

La recente normativa in materia sismica ha introdotto sostanziali novità rispetto al quadro legislativo precedente ed ha portato all'adozione di un nuovo assetto normativo per quanto concerne gli aspetti relativi al rischio sismico ed alla progettazione antisismica.

Ciò ha comportato una riclassificazione del territorio nazionale e la stesura di una nuova classificazione sismica dello stesso (D.M. 14/01/08 e D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058).

In particolare il D.M. 14/01/08, al cap. 3.2.2, definisce le categorie di sottosuolo alle quali fare riferimento per la classificazione sismica.

Nel D.M. 14 gennaio 2008 viene inoltre specificato che, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi; in assenza di tali analisi, si può fare riferimento ad un approccio semplificato (introdotto dall'O.P.C.M. n. 3274/03), che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento, attraverso la misura del $V_{s,30}$ o di altri parametri geotecnici. Il geologo, in relazione sia alle condizioni geologico-stratigrafiche e strutturali sia in funzione dell'importanza del progetto, può decidere se è correttamente percorribile ed utilizzabile tale approccio semplificato. Sulla base dei rilievi geologici effettuati, dell'analisi e dell'interpretazione dei dati stratigrafici e geotecnici disponibili, si può dunque giungere ad una qualificazione dei suoli e dei profili di terreno secondo i criteri definiti nel D.M. 14/01/08.

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> 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 $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> 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 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In base a quanto definito dal D.G.R. 19 gennaio 2010, n. 11-13058, l'area indagata, ricadente nel Comune di Cavallermaggiore, è sita in Zona 3 nella Classificazione Sismica del Piemonte, con accelerazione orizzontale con probabilità superamento pari al 10% in 50 anni compresa tra 0.05 e 0.15 (O.P.C.M. 3274-2003).

Trattandosi di terreni di potenza decametrica mediamente addensati, sono ascrivibili alla categoria "C" di cui sopra, mentre la categoria topografica è la "T1", che comprende le superfici pianeggianti, i pendii ed i rilievi isolati con inclinazione $i < = 15^\circ$.

12.0 – CONSIDERAZIONI SU OPERE DI FONDAZIONE E CAPACITA' PORTANTE

Per quanto concerne le opere di fondazione, il D. M. 11 marzo 1988 specifica che "il piano di posa [delle opere di fondazione] deve essere situato al di sotto della coltre di terreno vegetale, nonché al di sotto dello strato interessato dal gelo e da significative variazioni di umidità stagionali". Le fondazioni devono inoltre "essere direttamente difese o poste a profondità tale da risultare protette dai fenomeni di erosione del terreno superficiale".

Il terreno di fondazione non deve subire rimaneggiamenti e deterioramenti prima della costruzione dell'opera.

Si sottolinea inoltre che durante le fasi di realizzazione delle opere in progetto le acque ruscellanti e stagnanti devono essere allontanate dagli scavi.

Viene inoltre specificato che "il piano di posa degli elementi strutturali di fondazione deve essere regolarizzato e protetto con conglomerato magro o altro materiale idoneo", come intervento di miglioramento del terreno di fondazione stesso.

Si specifica inoltre che, affinché una fondazione possa resistere il carico di progetto con sicurezza nei riguardi della rottura generale, per tutte le combinazioni di carico relative allo SLU (stato limite ultimo), deve essere soddisfatta la seguente disuguaglianza:

$$Ed \leq Rd$$

dove E_d è il carico di progetto allo SLU, normale alla base della fondazione, comprendente anche il peso della fondazione stessa, mentre R_d è il carico limite di progetto della fondazione nei confronti di carichi normali, tenendo conto anche dell'effetto di carichi inclinati o eccentrici.

La progettazione delle opere di fondazione dovrà attentamente tenere in conto di aspetti quali la tipologia, l'approfondimento, la distribuzione dei carichi.

Per il calcolo della capacità portante dei terreni si è fatto riferimento alla Formula di Brinch-Hansen (1970), di cui si riportano di seguito i dettagli (dal Report del Software "LoadCap" di GeoStru®):

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi) c_u s_c i_c + q$$

Dove:

$A' = B' L'$ area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.

c_u Coesione non drenata.

q pressione litostatica totale sul piano di posa.

s_c Fattore di forma

$$s_c = 1 + 0,2 (B'/L') \quad \text{per fondazioni rettangolari}$$

$$s_c = 1,2 \quad \text{Per fondazioni quadrate o circolari.}$$

i_c Fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H .

$$i_c = 0,5 \left(1 + \sqrt{1 - H/A' c_u} \right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi'} \tan^2 (45 + \phi'/2)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi'$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_q - 1) \tan \phi'$$

Fattori di forma

$$s_q = 1 + (B'/L') s_\phi \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_q = 1 + s_\phi \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B'/L') \quad \text{per forma rettangolare}$$

$$s_\gamma = 0,7 \quad \text{per forma quadrata o circolare}$$

$$s_c = (s_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1) \quad \text{per forma rettangolare, quadrata o circolare.}$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a L'

$$i_q = i \cdot = 1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = [1 - 0,7H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^3$$

$$i_y = [1 - H / (V + A' \cdot c' \cdot \cot \phi')]^3$$

$$i_c = (i_q \cdot N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (Hansen).

In base ai calcoli effettuati con tale metodo risulta che:

- i depositi limosi di copertura presentano una capacità portante scadente, dell'ordine di 0.80 Kg/cm^2 . Si sconsiglia di posizionare eventuali opere di fondazione all'interno di tali materiali, che risultano pertanto inadatti a tale scopo;
- i depositi ghiaioso-sabbiosi del substrato presentano invece una capacità portante migliore, dell'ordine di $1.4 - 1.5 \text{ Kg/cm}^2$, e sono pertanto maggiormente idonei ad ospitare eventuali opere di fondazione. In caso di posa delle stesse all'interno di questi terreni, considerando il loro elevato grado di alterazione, si consiglia comunque di regolarizzare e proteggere il piano di posa con conglomerato magro o altro materiale idoneo, così come indicato dalla normativa vigente (D.M. 11 marzo 1988). Si ribadisce inoltre che, essendo la parte più superficiale di tale complesso molto alterata, è consigliato posizionare le opere di fondazione a profondità non minori di -1.50 m dal p.c.

I valori sopra riportati sono da considerarsi ammissibili dal punto di vista della rottura dei terreni di fondazione, ma non tengono conto in alcun modo dei cedimenti che il terreno subirà dopo l'imposizione dei carichi previsti.

13.0 – CONCLUSIONI

Nell'elaborato sono state prese in esame le caratteristiche geologiche e geotecniche dell'area e dei terreni, in relazione alla richiesta di permesso di costruire per "Piano di recupero di libera iniziativa" in località Madonna del Pilone nel Comune di Cavallermaggiore (CN). Secondo quanto emerso nel corso del sopralluogo effettuato in situ, si è giunti alle seguenti considerazioni conclusive:

- l'area nella quale verrà realizzato l'intervento in oggetto, posizionata nella parte terminale settentrionale dell'Altopiano dei Famolassi, ricade in classe I nella Carta di Sintesi del P.R.G.C. ed è ampiamente esterna alle Fasce Fluviali del PAI;
- la successione stratigrafica puntuale, indicata sulla base di uno scavo geognostico eseguito in prossimità dell'area di intervento, risulta definita da una copertura di materiali limosi molto alterati di origine eolica (loess) fino ad una profondità di -1.00 m dal p.c., poggianti su un substrato ghiaioso-sabbioso-argilloso alterato a tetto;
- la falda si attesta ad una profondità variabile tra -3.00 m e -4.00 m dal p.c., con periodiche oscillazioni del livello piezometrico connesse ad eventi idrometeorologici importanti, al regime dei principali corsi d'acqua che solcano la zona ed alle irrigazioni.

Sotto l'aspetto operativo si dovrà procedere tenendo conto di quanto segue:

1. le eventuali opere di fondazione delle strutture, in considerazione del quadro stratigrafico delineato e tenendo conto di quanto indicato nei cap. 9.0-10.0 e 12.0 in merito al comportamento ed alla capacità portante dei terreni analizzati, potranno essere di tipo diretto superficiale;
2. le quantificazioni in merito all'interazione struttura - terreno dovranno essere affrontate tenendo conto di quanto segue:
 - ⇒ dei cedimenti che i terreni potranno subire in funzione delle sollecitazioni trasmesse dalle strutture in elevazione;
 - ⇒ della tipologia e geometria delle fondazioni;
 - ⇒ dell'approfondimento delle fondazioni;
 - ⇒ dei livelli di carico trasmessi;
 - ⇒ dell'orientazione dei carichi;
3. particolare cura dovrà essere rivolta ad un'accurata raccolta e regimazione delle acque superficiali e al successivo allontanamento delle stesse nei collettori esistenti;
4. per quanto concerne la stabilità delle scarpate, sia in scavo sia in riporto, sarà necessario conferire alle stesse inclinazioni compatibili con le caratteristiche dei materiali e più precisamente:
 - ⇒ nei terreni sciolti, sia in scavo, sia in riporto, dovrà essere contenuta entro i 20°;
 - ⇒ nei litotipi del substrato dovrà essere contenuta entro i 30°;
5. nei paragrafi 9.0 e 10.0 sono contenute le indicazioni in merito alle caratteristiche ed ai parametri geotecnici indicativi dei terreni presenti nel lotto in questione. Ad essi si potrà fare riferimento nella definizione dell'interazione struttura - terreno;
6. qualora in corso d'opera vengano accertate variazioni stratigrafiche rispetto a quanto descritto dovranno essere previsti approfondimenti d'indagine rispetto a quest'ultime;
7. per quanto concerne i lavori di scavo si rammenta quanto contenuto nel DPR n°164/56 al capo III:

Splateamento e sbancamento (art.12)

1) "nei lavori di splateamento e sbancamento eseguiti senza l'impiego di escavatori meccanici, le pareti delle fronti di attacco devono avere una inclinazione o un tracciato tali, in relazione alla natura del terreno, da impedire franamenti. Quando la parete del fronte di attacco supera l'altezza di m 1.50 è vietato il sistema di scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete.

2) Quando per la particolare natura del terreno o per causa di piogge, di infiltrazioni, di gelo o disgelo, o per altri motivi siano da temere frane o scoscendimenti, deve essere provveduto all'armatura od al consolidamento del terreno.

3) Nei lavori di escavazione con mezzi meccanici deve essere vietata la presenza degli operai nel campo di azione dell'escavatore e sul ciglio del fronte di attacco.

4) Ai lavoratori deve essere fatto esplicito divieto di avvicinarsi alla base della parete di attacco e, in quanto necessario in relazione all'altezza dello scavo od alle condizioni di accessibilità del ciglio della platea superiore, la zona superiore di pericolo deve essere almeno delimitata mediante opportune segnalazioni spostabili col proseguire dell'escavo."

Deposito di materiali in prossimità degli scavi (Art.14)

"E' vietato costituire deposito di materiali presso il ciglio degli scavi. Qualora tali depositi siano necessari per le condizioni del lavoro, si deve provvedere alle necessarie puntellature."

Alla luce di quanto supposto si ritiene l'intervento in oggetto compatibile con le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrauliche e geotecniche dell'area indagata.

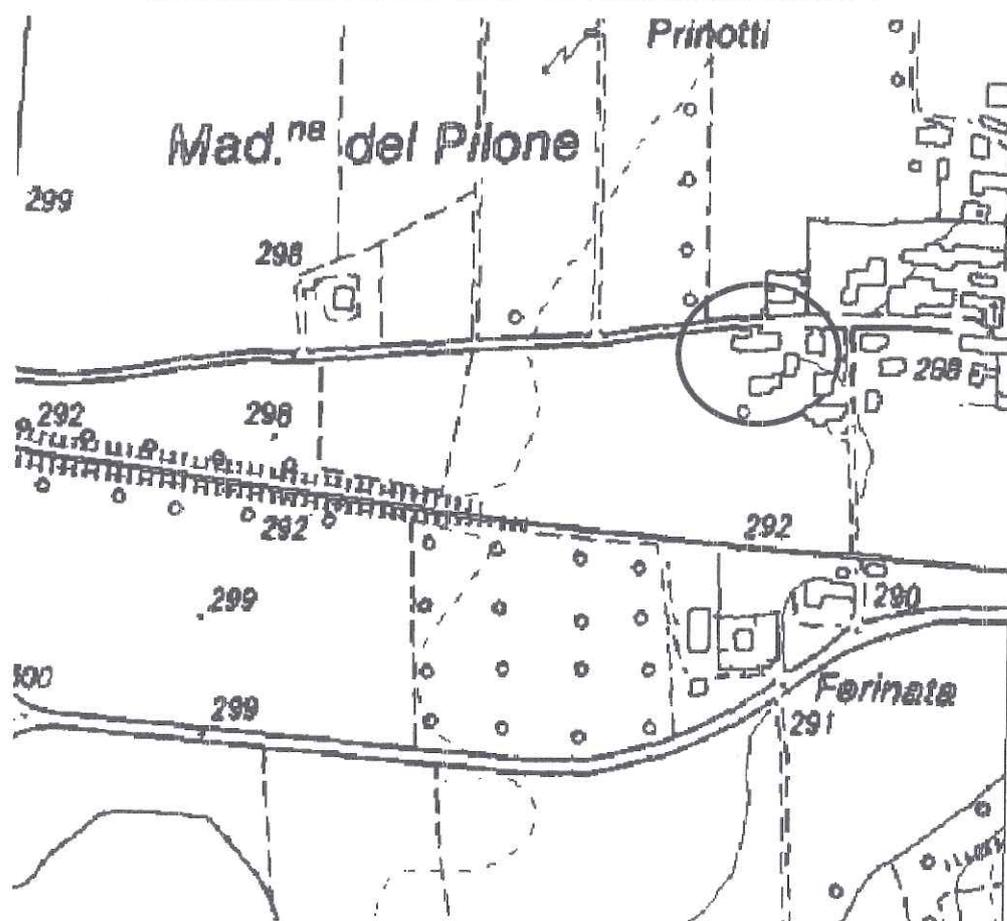
14.0 – BIBLIOGRAFIA

- ARPA PIEMONTE (2008) - Rapporto preliminare sull'evento alluvionale del 28-30 maggio 2008.
- AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO - Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Tavola di delimitazione delle fasce fluviali.
- BORTOLAMI G., CARRARO F., CREMA G., MALARODA R., PETRUCCI F., SACCHI R., STURANI C., TAGLIAVINI S. & VENZO S. (1969) - Foglio 68 "Carmagnola". Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Serv. Geol. It., Roma.
- BOVE A., DESTEFANIS E., DE LUCA D.A., MASCIOTTO L., OSSELLA L., TONUSSI M. (2005) - Studio idrogeologico finalizzato alla caratterizzazione dell'acquifero superficiale nel territorio di pianura della Provincia di Cuneo. Regione Piemonte. 24 pp.
- BOWLES J. E. (1974) - *Foundation Analysis and Design*. McGraw-Hill, New York.
- CARRARO F., PETRUCCI F. & TAGLIAVINI S. (1969) - Note illustrative della carta Geologica d'Italia, Foglio 68 "Carmagnola". Serv. Geol. It., Roma.
- CIVITA et al. (2005) - Studio di valutazione della vulnerabilità intrinseca delle acque sotterranee. Assessorato Tutela Ambiente della Provincia di Cuneo. 135 pp.
- COMUNE DI CAVALLERMAGGIORE - Piano Regolatore Generale: Relazione geologico-tecnica, Norme di attuazione e Cartografia tecnica allegata.
- ISTITUTO GEOGRAFICO MILITARE (1929) - Foglio 68 "Carmagnola" in scala 1:100.000.
- JAMIOLKOWSKI M., LANCELLOTTA R., TORDELLA M. L., BATTAGLIO M. (1982) - *Undrained Strength from CPT*. Conferenza di Geotecniche di Torino, XI Ciclo.
- LAMBE T. W. & WHITMAN R. V. (1981) - *Mécanica de suelos*. Ed. Limusa, México.
- NAVFAC (1970): Design Manual on Foundations and Earth Structures.
- REGIONE PIEMONTE (1999) - Carta CTR Raster Piemonte in scala 1:10.000.
- REGIONE PIEMONTE (2009) - Carta della base dell'acquifero superficiale in scala 1:250.000.
- SCHMERTMANN J. H. (1978) - *Use of the SPT to Measure Soil Properties*. ASTM.
- TERZAGHI K. (1943) - *Theoretical Soil Mechanics*. John Wiley and Son, New York.
- VESIC A. S. (1970) - *Test On Instrumented Pile*. Ogeechee River Site, JSMFD, ASCE.

15.0 – ALLEGATI

- Estratto cartografico base C.T.R. (scala 1:10.000) con visualizzazione dell'area di interesse;
- Estratto Mappa Catastale (scala 1:2.000) con visualizzazione dell'area di interesse;
- Estratto dalla Carta geomorfologica e della dinamica fluviale del P.R.G.C. (scala 1:10.000) con visualizzazione dell'area di interesse;
- Estratto dalla Carta idrogeologica e delle opere idrauliche del P.R.G.C. (scala 1:10.000) con visualizzazione dell'area di interesse;
- Estratto dalla Carta delle isopiezometriche della falda idrica a superficie libera (Regione Piemonte - scala 1:100.000) con visualizzazione dell'area di interesse;
- Estratto dalla Carta di Sintesi del P.R.G.C. (scala 1:10.000) con visualizzazione dell'area di interesse (compreso progetto definito approvato con D.C. NR. 31 del 22/10/2012).

ESTRATTO CARTOGRAFICO BASE C.T.R. (Scala 1:10.000)



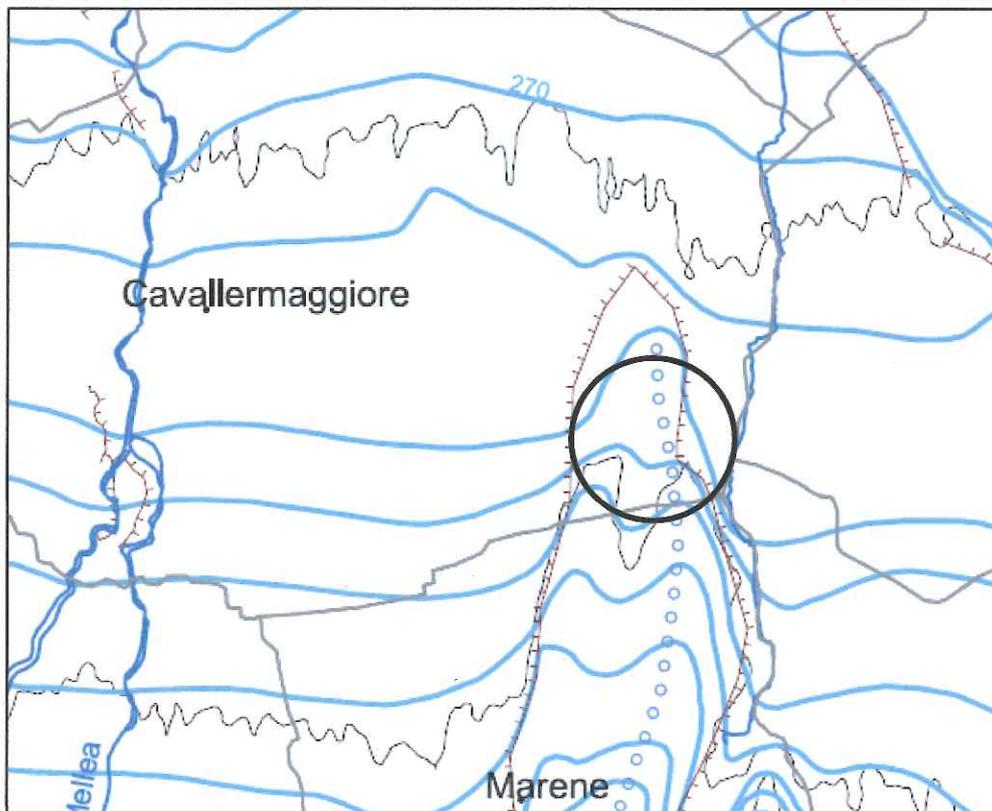
Sezione 192090

ESTRATTO CARTA IDROGEOLOGICA E DELLE OPEREE IDRAULICHE DEL P.R.G.C. (Scala 1:10.000)

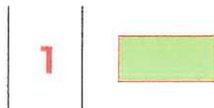
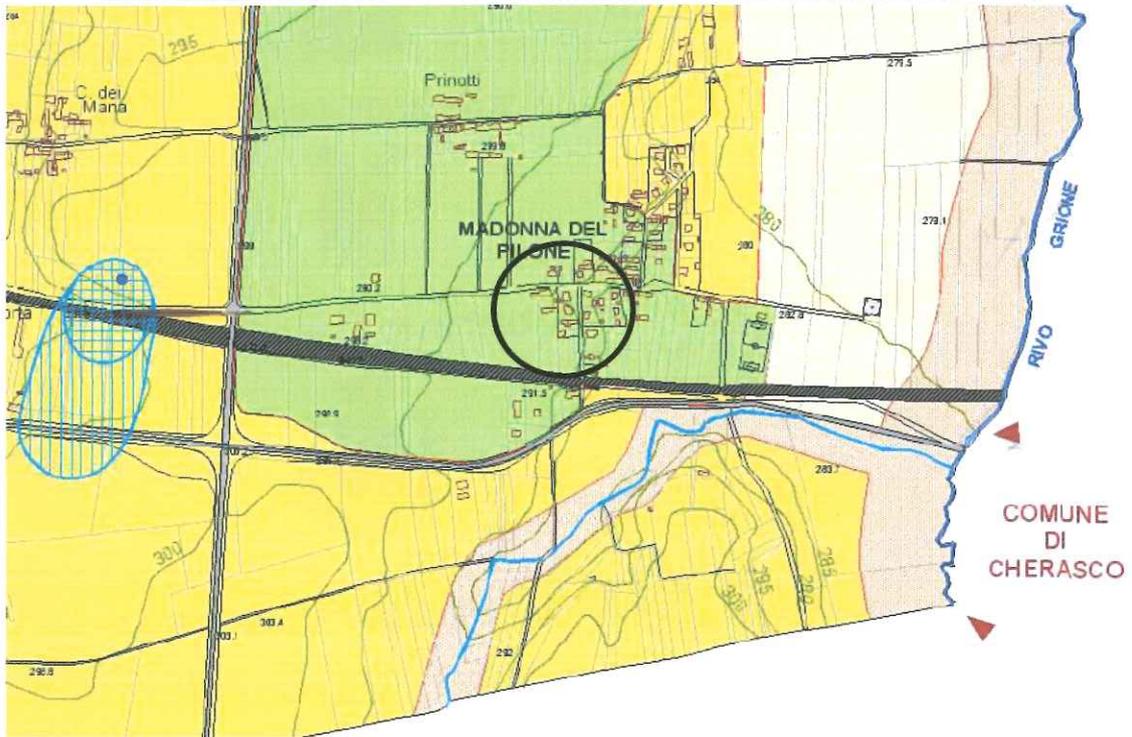


 **ALTOPIANO DEI FAMOLASSI**
Drenaggio diffuso verso i fianchi; assenza di colatori significativi.

ESTRATTO CARTOGRAFICO CARTA ISOPIEZOMETRICHE FALDA LIBERA (Scala 1:100.000)



ESTRATTO CARTOGRAFICO CARTA DI SINTESI DEL P.R.G.C. (Scala 1:10.000)



ESTRATTO CARTOGRAFICO CARTA DEL TERRITORIO COMUNALE CON SOVRAPPOSIZIONE CLASSI DI IDONEITA' ALL'UTILIZZAZIONE URBANISTICA (Scala 1:10.000) (progetto definitivo approvato con D.C. NR. 31 del 22/10/2012)

