Dott. Prof. Giovanni Ansaldi
GEOLOGO
Docente presso il Dipartimento di Scienze
della Terra dell'Università di Torino

1 - **Premessa**

La presente relazione è stata redatta a seguito dell'incarico affidatomi dalla Committenza per la stesura della Relazione geologico-tecnica in merito al progetto “Miglioramento rete acquedottistica B.ta De Costanzi - B.ta Chiesa - Lotto II” nel Vallone di S. Michele di Prazzo.

Vengono di seguito illustrate le risultanze delle indagini esperite al fine di valutare la compatibilità dell’intervento con l'assetto geomorfologico dei luoghi e caratterizzare i terreni di fondazione sotto l'aspetto litostratigrafico e geotecnico.

Il settore in esame, ubicato alla testata del vallone, ha il suo corrispondente topografico nel database cartografico “*BDTRE*” della Regione Piemonte (Fig. 1).

Il presente progetto, che costituisce il completamento delle opere del Lotto I, prevede la continuazione della sostituzione della vecchia tubazione di adduzione in ferro con nuove tubazioni in PEAD fino a circa 400 m a monte di B.ta De Costanzi (Fig. 2).

Nell’ambito dello studio, condotto mediante rilievi in situ e analisi fotointerpretativa, sono state esaminate le problematiche di natura geomorfologica, con particolare riferimento alla stabilità dei pendii interessati dai lavori di movimento terra, tenendo conto dei dati riportati nel Progetto SIFraP, nella Banca Dati Geologica della Regione Piemonte e nella documentazione relativa alle indagini geologiche della Variante strutturale 2003 di adeguamento al PAI.

In questi elaborati, redatti ai sensi della N.T.E. alla C.P.G.R. n. 7/LAP dell’8/5/1996 - L.R. 5 dicembre 1977 n. 56 e s.m.i., l’area in esame ricade nelle Classi III n.d. e IIIa della *Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica* (Fig. 3).

Lo studio è stato eseguito in ottemperanza alla L.R. 45/89 “*Nuove norme per gli interventi da eseguire in terreni sottoposti a vincolo per scopi idrogeologici*” e in riferimento al D.M. 17/01/2018 "*Nuove norme tecniche per le costruzioni (N.T.C.)”*.

Per i riferimenti catastali e le caratteristiche tecniche dell'intervento si rimanda agli elaborati progettuali. La documentazione fotografica è allegata in calce alla relazione.

Via Menardi, 3 - 12010 Roccasparvera (CN)
Tel. 0171/72754
Via Senatore Toselli,1 - 12100 Cuneo
Tel. 0171/601472

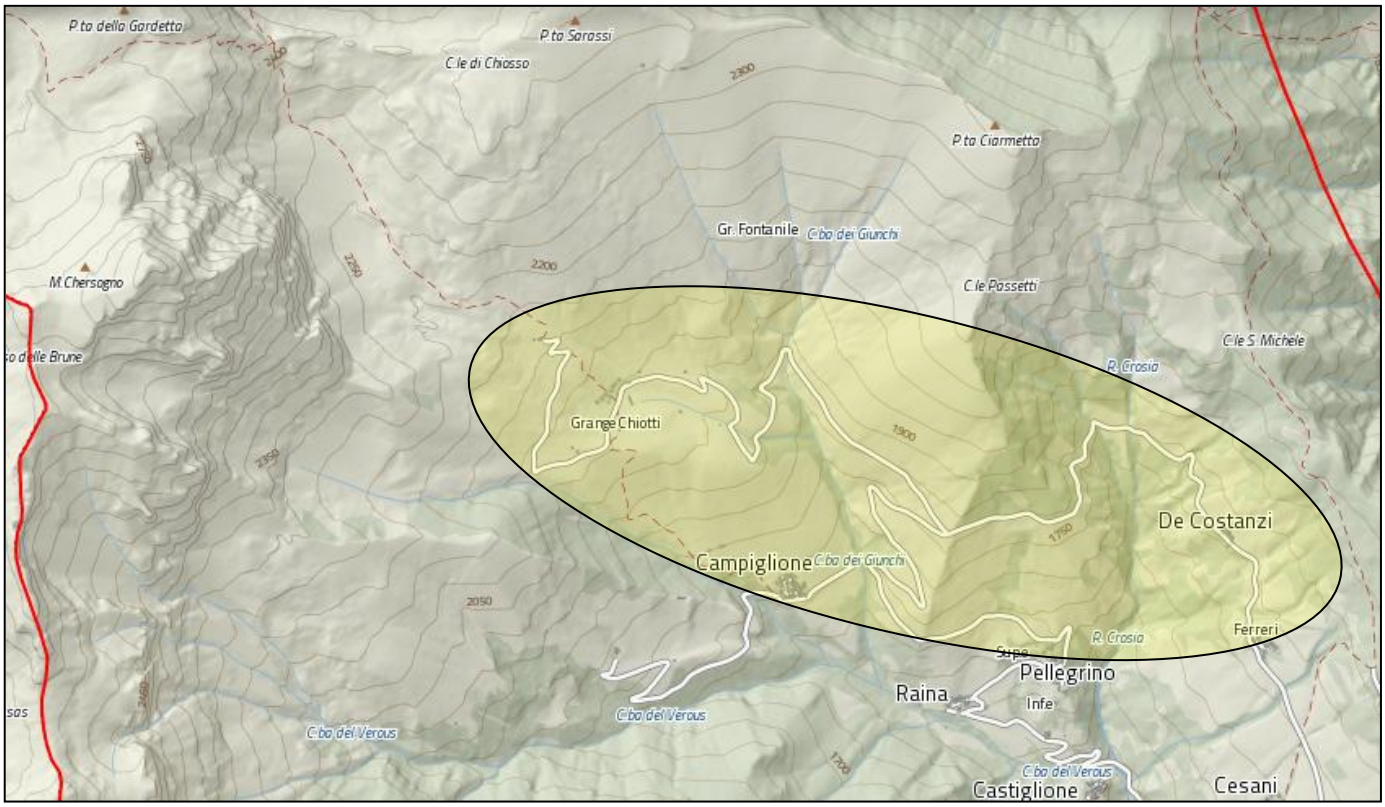


Fig. 1 - Ubicazione dell'area indagata (BDTRE - Sez. n. 208050 - fuori scala).

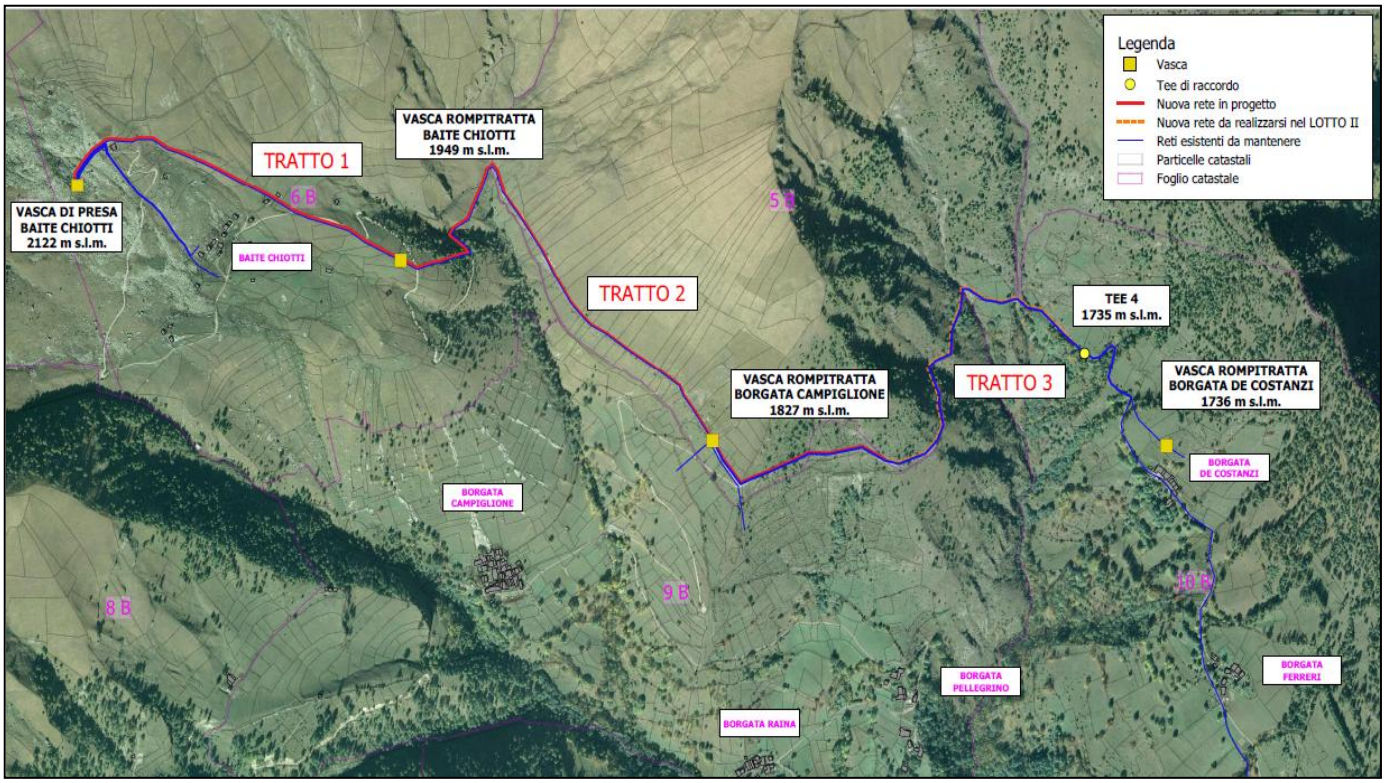
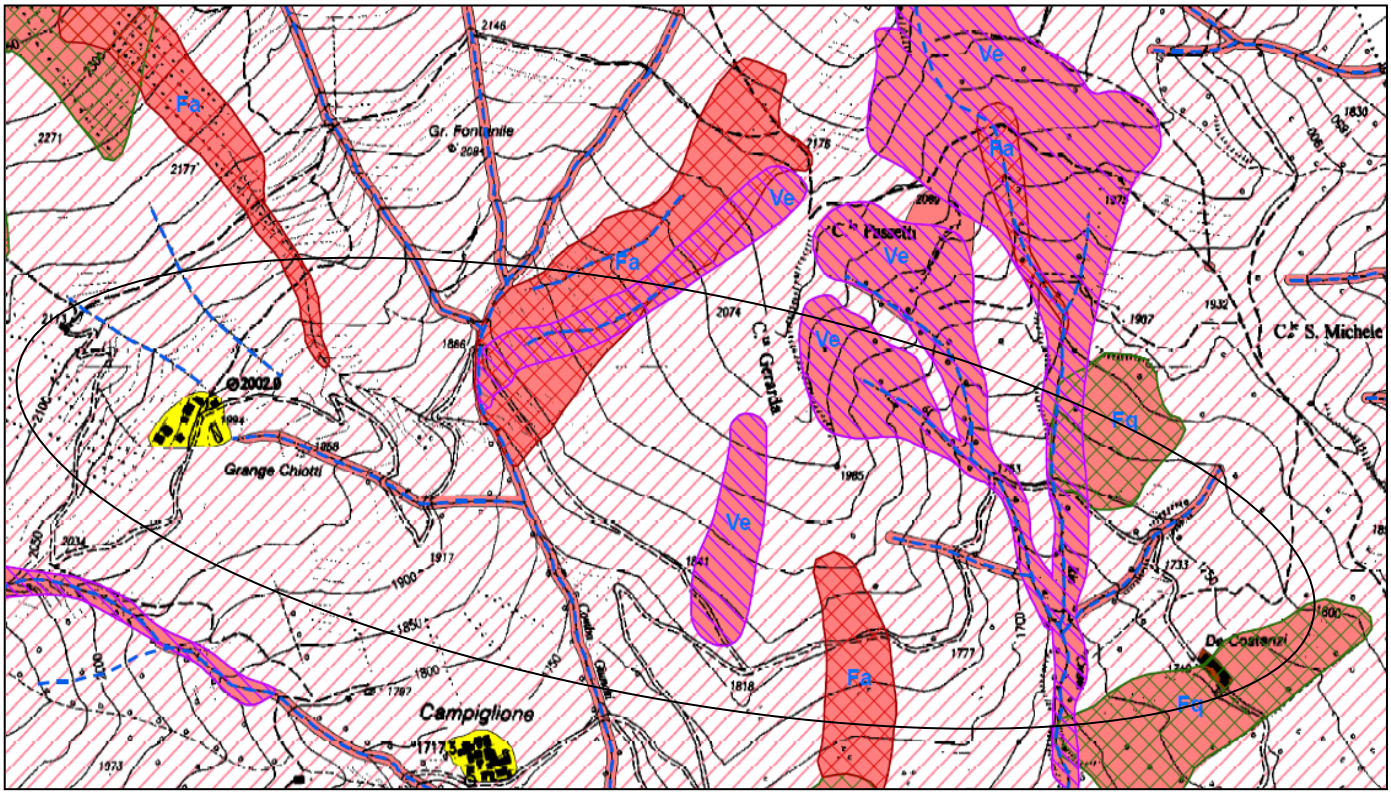


Fig. 2 - Stralcio elaborato progettuale con indicazione della rete acquedottistica esistente e delle opere in progetto relative al Lotto I e al Lotto II.

Fig. 3

Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica
e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica (°)



(°) Stralcio Tav. 8 degli elaborati geologici della *Variante strutturale 2003 di adeguamento al PAI* (fuori scala).

LEGENDA

Cn

CLASSE II: porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di norme di attuazione ispirate al D.M. 14/01/08 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante.

Ca
Fa
Fq
Ve
Ee

CLASSE IIIa: porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici, geologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti.
Aree coinvolgibili da processi legati alla dinamica dei versanti con pericolosità molto elevata per presenza di frane attive (Fa) o di frane quiescenti (Fq).
Aree coinvolgibili da fenomeni con pericolosità molto elevata (Ee) o elevata (Eb) per esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio lungo le aste dei principali corsi d'acqua.
Aree di conoidi attivi o potenzialmente attivi (Ca); aree caratterizzate da fattori geomorfologici e geotecnici fortemente penalizzanti quali, ad esempio, la notevole acclività o la vicinanza a settori in dissesto idrogeologico.
Gli interventi ammessi devono fare riferimento all'art. 9 delle NdA del PAI, in particolare ai commi 2 (Fa), 3 (Fq), 5 (Ee), 6 (Eb), 7 (Ca) e 10 (Ve).

Fq

CLASSE IIIb2: porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.
Aree coinvolgibili da processi legati alla dinamica dei versanti per presenza di frane quiescenti (Fq).
A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.
Gli interventi ammessi devono fare riferimento all'art. 9 delle NdA del PAI, in particolare al comma 3 (Fq).

Fq

CLASSE IIIb3: porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.
Aree coinvolgibili da processi legati alla dinamica dei versanti per presenza di frane quiescenti (Fq).
A seguito della realizzazione delle opere di riassetto sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico. Da escludersi nuove unità abitative e completamenti.
Gli interventi ammessi devono fare riferimento all'art. 9 delle NdA del PAI, in particolare al comma 3 (Fq).

Ee

CLASSE IIIb4: porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geomorfologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.
Aree coinvolgibili da esondazioni e dissesti morfologici di carattere torrentizio con pericolosità molto elevata (Ee).
Anche a seguito della realizzazione di opere di sistemazione, indispensabili per la difesa dell'esistente, non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.
Gli interventi ammessi devono fare riferimento al comma 5 (Ee) dell'art. 9 delle NdA del PAI.

CLASSE III non differenziata: ampi settori di territorio, per lo più inedificati, che presentano caratteri geologici e geomorfologici d'insieme non favorevoli a interventi di trasformazione urbanistico-edilizia.
Il loro futuro parziale utilizzo ai fini urbanistici, subordinato all'esecuzione di ulteriori indagini di dettaglio per individuare eventuali situazioni locali meno pericolose attribuibili a classi meno condizionanti, è rinviato a successive varianti di piano.

2 - **Classificazione sismica**

Nell'allegato 1 (criteri per l'individuazione delle zone sismiche - individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi nelle medesime zone) dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 recante "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", recepita dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 61 - 11017 del 17/11/03, il Comune di Prazzo è stato classificato in Zona sismica 3.

Tale classificazione è stata riconfermata dall'O.P.C.M. n. 3519 del 28/04/2006, recepita dalla Giunta Regionale con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010 "*Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche*" e dalla successiva D.G.R. n. 4-3084 del 12/12/2011.

Si precisa che nella progettazione delle opere di fondazione il soggetto richiedente fa riferimento al D.M. 17/01/2018 "*Nuove norme tecniche per le costruzioni (N.T.C.)*", adottando i coefficienti ivi previsti.

3 - **Inquadramento geologico e litostratigrafico**

L'ossatura geologica del settore indagato è costituita da rocce appartenenti alla Zona Piemontese "Complesso dei Calcescisti Ofiolitiferi". Soltanto nella parte alta della valle, in destra orografica, si rinvengono litotipi silicei, costituiti essenzialmente da quarziti e scisti quarzoso-sericitico-cloritici, afferenti al *tegumento* della Zona Brianzonese "Complesso Permo-Carbonifero Assiale".

Le litologie affioranti sono riferibili a calcescisti s.s., a cui sono talora associate intercalazioni di rocce a composizione basica "pietre verdi". Il litotipo predominante è rappresentato dal "calcescisto", termine con cui si designa nelle Alpi Occidentali una roccia scistosa assai comune a componente carbonatica, costituita prevalentemente da calcemicascisti e filladi.

La roccia è caratterizzata di norma da elevata fissilità lungo piani paralleli, la cui distanza varia da qualche centimetro nei letti carbonatici a millimetri o frazioni di millimetro nei letti più micacei. A questa famiglia principale di discontinuità si sovrappongono altri sistemi variamente

orientati, riferibili ad un'intensa laminazione e/o fratturazione di origine tettonica, che rende talora difficile la distinzione tra la roccia in posto e la coltre di copertura eluviale.

La giacitura delle superfici di discontinuità concorda in grande con quella delle principali direttrici tettoniche, disposte intorno a NNO - SEE; l'immersione verso OSO si discosta da quella regionale a causa della retroflessione delle strutture.

Le rocce del substrato, ove non affioranti, sono obliterate dai terreni di copertura: falde detritico-eluviali, coni di detrito e coni misti.

Gli accumuli morenici e/o nivomorenici, costituiti da ciottoli e blocchi in matrice di pietrisco e sabbia con variabili aliquote di limo, sono particolarmente diffusi nel fondovalle, dove si rinvengono grandi massi quarzitici trasportati dal ghiacciaio che scendeva dalla soglia glaciale compresa tra la P.^{ta} della Gardetta e il M. Chersogno.

Nella parte alta del vallone, ove sorgono gli edifici dell'opera di presa della sorgente dell'acquedotto, è presente un imponente accumulo di grandi massi spigolosi, accatastati gli uni sugli altri, riconducibile ad un caratteristico *rock-glacier* (Fig. 4 e Foto 1).

Molto diffusi sono, inoltre, i terreni riferibili ad accumuli di frana, costituiti da clasti litoidi di varia pezzatura, da centimetrica a metrica (localmente si rinvengono grandi "pacchi" di roccia disarticolati), in matrice limoso-sabbioso-argillosa.

Per ulteriori approfondimenti di carattere geologico si rimanda ai FF. 78 - 79 "Argentera - Dronero" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1 : 100.000 ed al al F. 872 "Aiguille de Chambeyron" de la Carte Géologique de la France alla scala 1 /50.000.

4 - **Considerazioni geomorfologiche e condizioni di stabilità**

I lineamenti morfologici denotano un evidente controllo strutturale e forme di modellamento strettamente correlate alla natura diversificata del substrato roccioso e alle differenti tipologie dei processi morfogenetici - nello specifico principalmente la dinamica glaciale - che si sono esplicati nel corso del Quaternario in funzione del diverso grado di resistenza all'erosione delle litologie affioranti.

Ove affiorano rocce silicee o calcaree, si rinvengono forme molto aspre e articolate, mentre in corrispondenza dei "calcescisti" e delle coltri di copertura stabilizzate la morfologia

assume un andamento più dolce e regolare che ha consentito l'insediamento di una cotica erbosa regolare e continua.

La dinamica glaciale ha dato origine a forme di modellamento, rappresentate da gradonature longitudinali e trasversali lungo l'asse vallivo principale e circhi glaciali nella zona di testata. Si rinvengono anche numerose forme di deposito glaciale e crionivale costituite, rispettivamente, da archi e cordoni morenici e da nivomorene e *rock-glacier*.

Sui versanti impostati nei "calcescisti" si riscontrano evidenze morfologiche (caratteristici terrazzamenti irregolari separati da ripide scarpate) riconducibili ad una pregressa morfogenesi gravitativa.

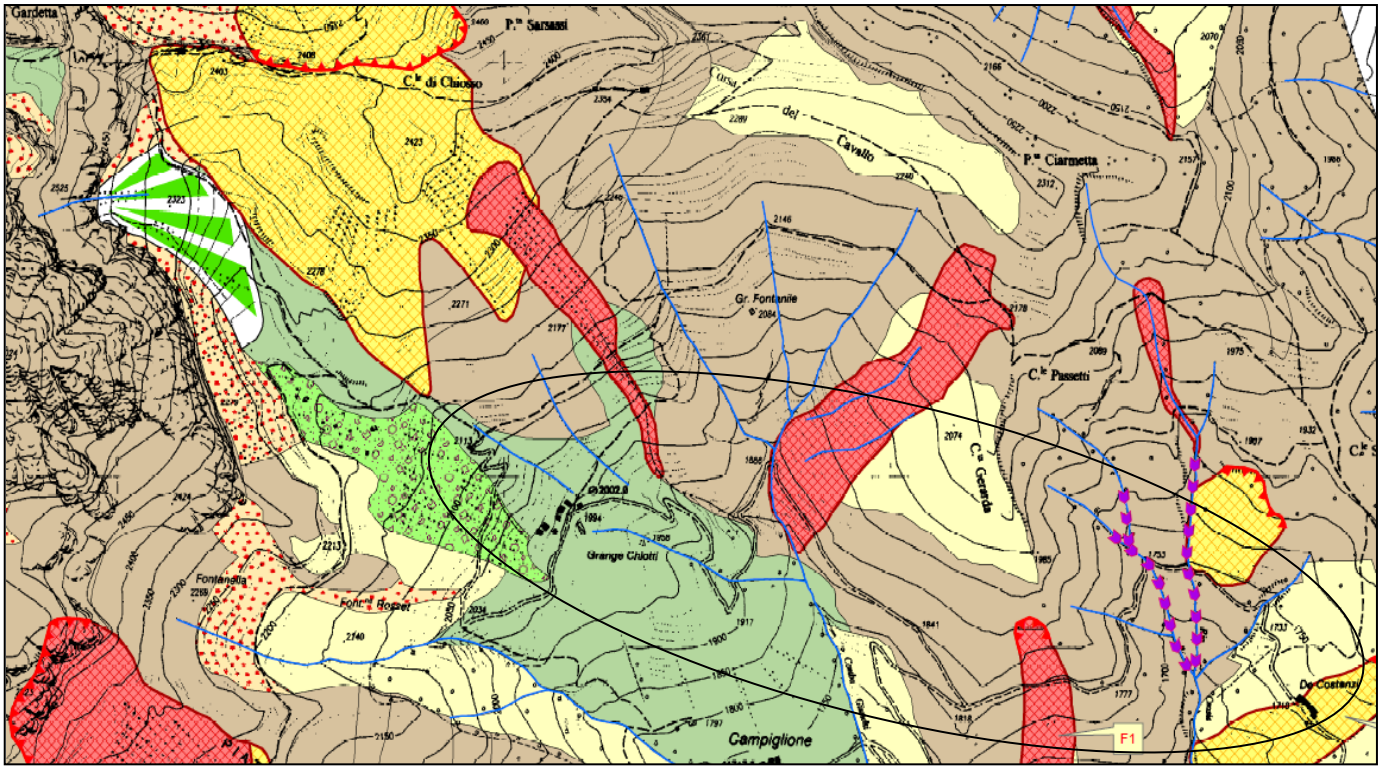
Nello specifico, alcuni tratti del tracciato dell'acquedotto insistono su alcuni corpi di frana riferibili a una deformazione gravitativa profonda di versante "DGPV" che ha interessato i versanti sovrastanti, verosimilmente a causa della decompressione conseguente al ritiro della lingua glaciale würmiana.

Tali processi, che hanno coinvolto in profondità il substrato roccioso, si sono successivamente evoluti, mediante una serie di riattivazioni dei movimenti, in alcuni casi ancora non completamente esauritisi e classificati, pertanto, nella *Carta geomorfologica e dei dissesti* della Variante strutturale 2003 di adeguamento al PAI come frane attive "*Fa* della legenda PAI" (Fig. 4).

Non sussistono particolari problematiche nei confronti della dinamica dei corsi d'acqua in riferimento al reticolo idrografico principale, date le caratteristiche del tracciato che si sviluppa in posizione rilevata e discosta rispetto al fondovalle, mentre in corrispondenza degli attraversamenti delle linee di deflusso secondarie (esposti ad accentuati processi erosivi e a fenomeni di trasporto detritico-torrentizio durante eventi pluviometeorologici molto intensi), si riscontrano le situazioni di maggiore pericolo (Fig. 4).

Fig. 4

Carta geomorfologica e dei dissesti (°)



(°) Stralcio Tav. 2 degli elaborati geologici della *Variante strutturale 2003 di adeguamento al PAI* (fuori scala).

LEGENDA

Substrato roccioso e terreni di copertura

Depositi fluvio-torrentizi recenti ed attuali (letto maggiore dei corsi d'acqua principali).

Depositi fluvioglaciali terrazzati, di norma non sommergibili, sospesi di alcuni metri rispetto all'alveo ordinario.

Coltri detritiche non stabilizzate.

Coltri detritico-eluvio-colluviali e detrito stabilizzato.

Depositi glaciali stabilizzati.

Rock-glacier.

Substrato roccioso affiorante e/o subafflorante.

Dinamica dei corsi d'acqua

Alvei ordinari dei corsi d'acqua principali e della rete idrografica minore. (Legenda PAI: Ee).

Orli di scarpate di terrazzo.

Coni di deiezione e coni misti normalmente non attivi, riattivabili durante eventi idrometeorologici a carattere molto intenso. (Legenda PAI: Ca).

Coni di deiezione e coni misti non più attivi. (Legenda PAI: Cn).

Letto maggiore del T.Maira potenzialmente inondabile da eventi idrometeorologici a carattere intenso (definito secondo criteri geomorfologici e/o in base alla documentazione storica). (Legenda PAI: Ee).

Dinamica dei versanti

Frane attive (Legenda PAI: Fa).

Frane quiescenti (Legenda PAI: Fq).

Scarpata di frana.

F6 Codici identificativi dei dissesti.

Evento alluvionale 28-30 maggio 2008

Alveo interessato da erosione diffusa e trasporto di materiale detritico-torrentizio. (Legenda PAI: Ee)

Tratti spondali asportati per intensa attività erosiva del T. Maira. (Legenda PAI: Ee).

Scivolamenti rotazionali, di norma evoluti in colata, coinvolgenti le coltri di copertura, arealmente non cartografabili. (Legenda PAI: Fa).

Scivolamenti rotazionali, di norma evoluti in colata, coinvolgenti le coltri di copertura. (Legenda PAI: Fa).

5 - **Caratteristiche idrogeologiche**

In riferimento alla circolazione idrica ipogea, occorre distinguere i terreni di copertura dalle rocce del substrato, contraddistinti da differenti tipi di permeabilità in funzione delle loro caratteristiche litologiche e strutturali. I terreni di copertura presentano una permeabilità di tipo primario per porosità da molto elevata a elevata, mentre le rocce del substrato hanno una permeabilità di tipo secondario, per fessurazione e/o fratturazione, da bassa a molto bassa.

La circolazione idrica ipogea nelle coltri di copertura (alimentata dalle acque di infiltrazione provenienti dalle parti superiori dei versanti) assume una particolare rilevanza in occasione di eventi pluviometeorologici a carattere molto intenso e/o prolungato e a seguito della fusione del manto nevoso. In considerazione dell'assetto morfologico e idrogeologico locale, non è ipotizzabile la presenza di falde idriche ipogee regolari e continue.

L'area di ricarica della sorgente che alimenta l'acquedotto è impostata nelle potenti coltri di copertura (deposti glaciali, crionivali, di conoide, detritici e/o di frana) della zona di testata del vallone. Le acque emergono in questo punto, verosimilmente, a causa del tamponamento operato dai materiali meno permeabili "morenico di fondo" presenti al di sotto del *rock-glacier*.

6 - **Caratteristiche geotecniche**

Le rocce del substrato possiedono nel complesso validi requisiti geotecnici, nonostante la presenza di minerali micacei lungo i piani di discontinuità comporti nelle facies più fissili una certa riduzione della resistenza al taglio. La scabrezza determina, però, a livello dei giunti di stratificazione e/o di scistosità, resistenze di parete di norma elevate.

I parametri geomeccanici variano, pertanto, in funzione della spaziatura dei giunti di scistosità e del grado di fratturazione e/o di alterazione.

Alle rocce sane del substrato "calcescisti", in base a dati di repertorio ed alla personale esperienza, si ritiene plausibile assegnare, lungo le superfici di discontinuità, un angolo di attrito di parete compreso tra 35° e 40°, passando dalle facies filladiche a quelle più massicce (calcaree). I valori della coesione sono ancora più dispersi, anche se nel complesso, ad

eccezione dei settori interessati da intensa laminazione tettonica, sempre elevati, dell'ordine di 150 - 200 kN/m².

A titolo indicativo, l'ammasso roccioso potrebbe trovare corrispondenza nella Classe III della classificazione di Bieniawski (1989).

Per i valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici, adottando i coefficienti parziali definiti dall'N.T.C. (§ 6.2.3.1.2 - Tab. 6.2.II), si rimanda alla seguente tabella:

Angolo di attrito « φ_k » [°]	29,26
Coesione «c_{uk}» [kN/m²]	105,2
Peso di volume «γ_n» [kN/m³]	21,57

I materiali di riporto che formano il corpo stradale nei tratti ove affiora il substrato roccioso, costituiti da clasti litoidi di varia pezzatura immersi in una matrice di pietrisco, sabbia e limo, sono caratterizzati da parametri di resistenza al taglio prevalentemente frizionali. Deve essere considerato, tuttavia, un certo valore della coesione non drenata per la presenza di una seppur modesta aliquota di fino. Essendo la frazione fine del tutto subordinata, non risultano sensibili all'acqua e non hanno comportamento plastico.

Per i valori caratteristici dei parametri fisico-meccanici, adottando i coefficienti parziali definiti dall'N.T.C. (§ 6.2.3.1.2 - Tab. 6.2.II), si rimanda alla seguente tabella:

Angolo di attrito« φ_k » [°]	33,9
Coesione «c'_k» [kN/m²]	7,0
Peso di volume «γ_n» [kN/m³]	18,63

Questi terreni presentano parametri geotecnici ampiamente soddisfacenti ai fini della fattibilità dell'intervento. Data la granulometria grossolana, i cedimenti in presenza di sovraccarichi, dipendenti dal tempo di dissipazione delle sovra-pressioni dell'acqua interstiziale, avvengono in tempi rapidi.

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, con riferimento all'individuazione della categoria del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione, come definito dal D.M. 17/01/2018

(N.T.C. - § 3.2.II), ove impostato nel substrato roccioso e/o nei terreni di riporto del sedime stradale, si ritiene che questi possa essere attribuito alla categoria A, così di seguito definita:

> " *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m."

I materiali che formano i corpi di frana, essendo costituiti da una congerie di clasti litoidi a pezzatura variabile, da centimetrica a metrica, in matrice limoso-sabbioso-argillosa e/o da veri e propri "pacchi di roccia" disarticolati, sono estremamente disomogenei dal punto di vista litologico e geotecnico.

Trattasi di terreni con grado di addensamento variabile, non caratterizzabili nel loro insieme dal punto di vista fisico - meccanico a causa della grande eterogeneità, che presentano mediocri requisiti geotecnici in riferimento alla capacità portante del sistema terreno - fondazioni.

La frazione fine, di norma abbondante, è contraddistinta da una certa plasticità, per la presenza nella matrice della componente limoso-argillosa che conferisce ad essi una discreta sensibilità all'acqua.

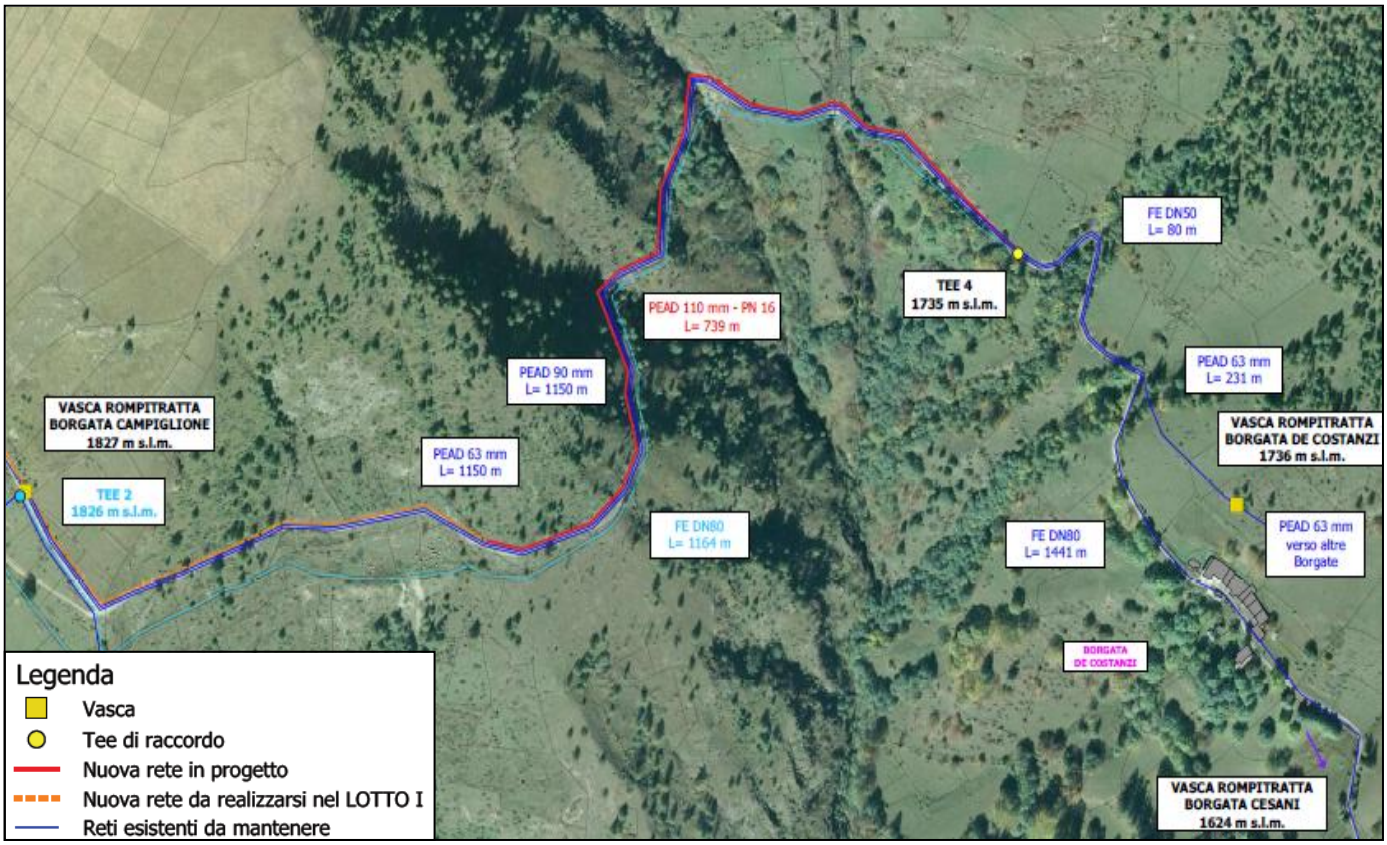
Per la definizione dell'azione sismica di progetto, con riferimento all'individuazione della categoria del profilo stratigrafico del sottosuolo di fondazione, come definito dal D.M. 17/01/2018 "Nuove norme tecniche per le costruzioni" (N.T.C. - § 3.2.II), si ritiene che i terreni dei corpi di frana possano essere attribuiti alla categoria E, così di seguito definita:

> "*Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D*, con profondità del substrato non superiore a 30 m."

7 - **Caratterizzazione geologico - tecnica del tracciato**

Il tracciato, di 740 m circa di lunghezza, si sviluppa interamente nel sedime della strada sterrata di accesso a Baite Chiotti: da 400 m circa a valle della vasca rompitratta di B.ta Campiglione fino a 400 m circa a monte di B.ta De Costanzi, dove si collegherà con la tubazione in ferro esistente diretta alla vasca rompitratta di Borgata Cesani. In questo punto sarà realizzato un nuovo pozzetto interrato in calcestruzzo prefabbricato di 1.2 m x 1.2 m (cf. planimetria di progetto di seguito riportata).

L’intera tratta, anche dove non è impostata nel substrato roccioso, non presenta problematiche in merito alla capacità portante del sistema terreno-fondazioni.



8 - **Considerazioni conclusive e proposte operative**

In base a quanto esposto nei precedenti paragrafi, si riportano le seguenti considerazioni conclusive e i sotto elencati suggerimenti di carattere tecnico- operativo:

- La realizzazione della nuova rete acquedottistica si sviluppa interamente sulla rete viaria esistente impostata in prevalenza nel substrato roccioso (Foto 2);

- Nel tratto dove la rete viaria attraversa un corpo di frana quiescente, non si individuano situazioni di dissesti in atto o recentemente avvenuti (Fig. 4 e Foto 4);

- L'intervento risulta compatibile con la dinamica dei corsi d'acqua, sia per quanto riguarda il reticolo idrografico principale sia per quanto concerne la rete idrografica minore;

- La carreggiata stradale dovrà essere adeguatamente ripristinata, soprattutto per quanto riguarda i manufatti idraulici esistenti: nello specifico le canalette trasversali e longitudinali, i tombini e i guadi di attraversamento (Foto 3).

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI CUNEO

COMUNE DI PRAZZO

Azienda Cuneese dell'Acqua S.p.A.
C.so Nizza, 88 - 12100 CUNEO

PROGETTO MIGLIORAMENTO RETE ACQUEDOTTISTICA B.TA DE COSTANZI - B.TA CHIESA - LOTTO II

Relazione geologica e geotecnica

gennaio 2020

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

Foto1 - Vista dell'opera di presa della sorgente e dell'adiacente vasca di carico a monte di Baite Chiotti.

Foto 2 - Strada sterrata impostata nel substrato roccioso, nel cui sedime si sviluppa il tracciato della nuova conduttura, a valle della vasca rompitratta di B.ta Campiglione.

Foto 3 - Guado di attraversamento che dovrà essere ripristinato dopo la posa della conduttura.

Foto 4 - Strada sterrata impostata nell'accumulo di frana quiescente, dove si sviluppa il tratto terminale del tracciato della nuova conduttura.