

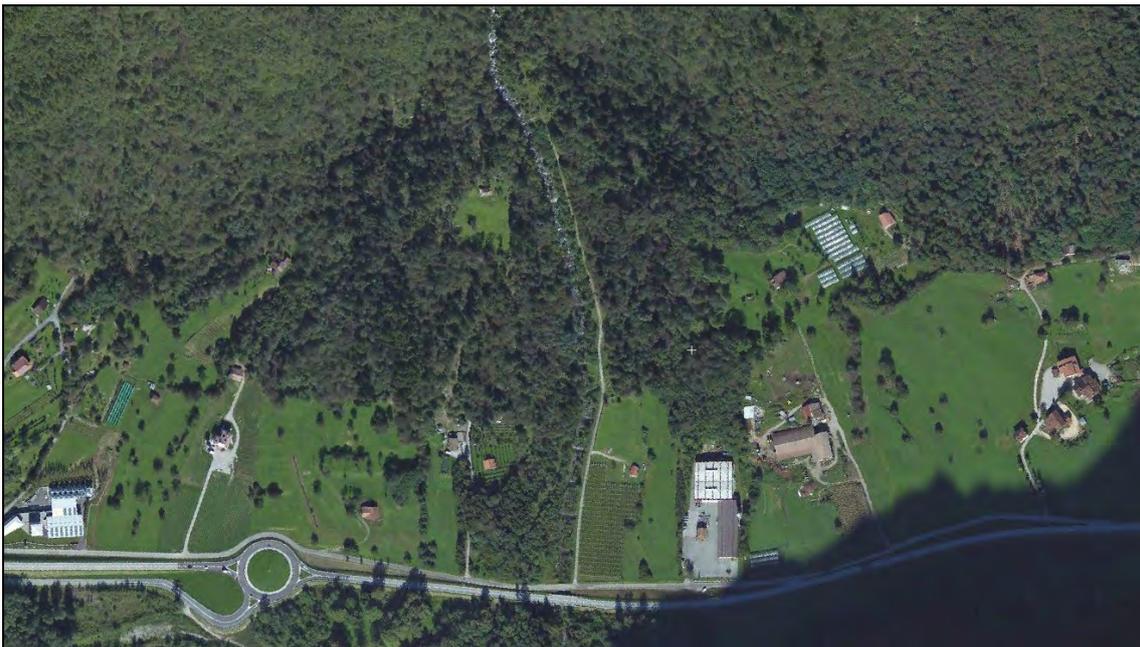
COMUNE DI STORO

COMUNE DI BORGIO CHIESE

Committenti: CMF DI STORO  
CMF DI BRIONE, CASTEL CONDINO, CIMEGO E CONDINO

OPERE DI MESSA IN SICUREZZA, POTENZIAMENTO  
**VASCA DI ACCUMULO, SISTEMAZIONE DELL'ORGANO**  
DI PRESA E RIFACIMENTO RETI DI DISTRIBUZIONE  
**DELL'ACQUEDOTTO IRRIGUO DEL RIO SORINO**

- RELAZIONE GEOLOGICA  
CON MODELLAZIONE GEOLOGICA E SISMICA DEL SITO
- RELAZIONE GEOTECNICA (PROGETTO DEFINITIVO)



Riva del Garda, agosto 2020



dott. geol. Germano Lorenzi

## INDICE

### 1. PREMESSA

### 2. RELAZIONE GEOLOGICA

- 2.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO
- 2.2. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO
- 2.3. INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO
- 2.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO
- 2.5. INQUADRAMENTO URBANISTICO
  - 2.5.1 Carta di Sintesi Geologica
  - 2.5.2 Piano Generale di Utilizzazione delle Acqua Pubbliche
  - 2.5.3 Carta delle Risorse Idriche
- 2.6. MODELLAZIONE SISMICA

### 3. RELAZIONE GEOTECNICA

- 3.1 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI PRESENTI
- 3.2 CONSIDERAZIONI GEOTECNICHE
  - 3.2.1 Sbancamenti
  - 3.2.2 Terre e rocce da scavo
  - 3.2.3 Riporti
  - 3.2.4 Sistemazioni delle scarpate
  - 3.2.5 Posa delle tubazioni
  - 3.2.6 Sistemazione e potenziamento dell'organo di presa  
con la realizzazione di una vasca di accumulo
  - 3.2.7 Sistema fondazionale
  - 3.2.8 Considerazioni idrogeologiche

### 4. CONCLUSIONI

Fig. 1 di copertina: Foto satellitare della conoide del Rio Sorino (Fonte McN Earth – Google)

## 1. PREMESSA

Redatta su incarico del CMF DI STORO e del CMF DI BRIONE, CASTEL CONDINO, CIMEGO E CONDINO, la presente relazione geologica e geotecnica è di supporto al progetto per le *Opere di messa in sicurezza, potenziamento vasca di accumulo, sistemazione dell'organo di presa e rifacimento reti di distribuzione dell'acquedotto irriguo del Rio Sorino*. (progetto: QUATTRO & PARTNERS - ING. SALVATORE MONEGHINI – 2020).

Gli obiettivi della relazione geologica sono:

- ◆ l'analisi della situazione geologica, geomorfologica ed idrogeologica superficiale;
- ◆ la ricostruzione della realtà geostratigrafica con ricostruzione del modello geologico presente;
- ◆ l'analisi della la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione;
- ◆ determinazione della categoria sismica del sottosuolo.

Gli obiettivi della relazione geotecnica sono:

- ◆ la determinazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni presenti;
- ◆ l'individuazione delle problematiche geologico-geotecniche legate alla realizzazione del progetto e la definizione delle metodologie più atte a risolverle, nel rispetto della sicurezza e delle esigenze sia geotecniche che ambientali.

Allo scopo è stato effettuato un sopralluogo che ha consentito di raccogliere dati sulle caratteristiche geomorfologiche ed idrogeologiche di superficie.

Si è ritenuto di non dover effettuare indagini geognostiche specifiche in quanto l'area è ben nota allo scrivente.

Attraverso le conoscenze così ottenute, s'intendono fornire le indicazioni necessarie per una corretta realizzazione del progetto in ordine alle problematiche inerenti al rapporto tra terreno e struttura.

Solo in questo modo si sarà in grado di fornire una modellazione geologica e sismica completa, come richiesto dalla nuova normativa inerente le Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

## 2. RELAZIONE GEOLOGICA

### 2.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area in oggetto è ubicata al confine tra i comuni di Storo e Borgo Chiese, in località Sorino, nell'ambito del versante attraversato dal torrente omonimo.

Ciò risulta facilmente verificabile nella documentazione fotografica generale (Fig. 1 di copertina e Fig. 2), nell'estratto della CARTA TECNICA DELLA PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO (Fig. 3) e negli estratti mappa catastali in C.C. STORO e C.C. CONDINO (Fig. 4)



Fig. 2: Veduta aerea generale, con indicazione dell'area in oggetto (Fonte McN Earth – Google)

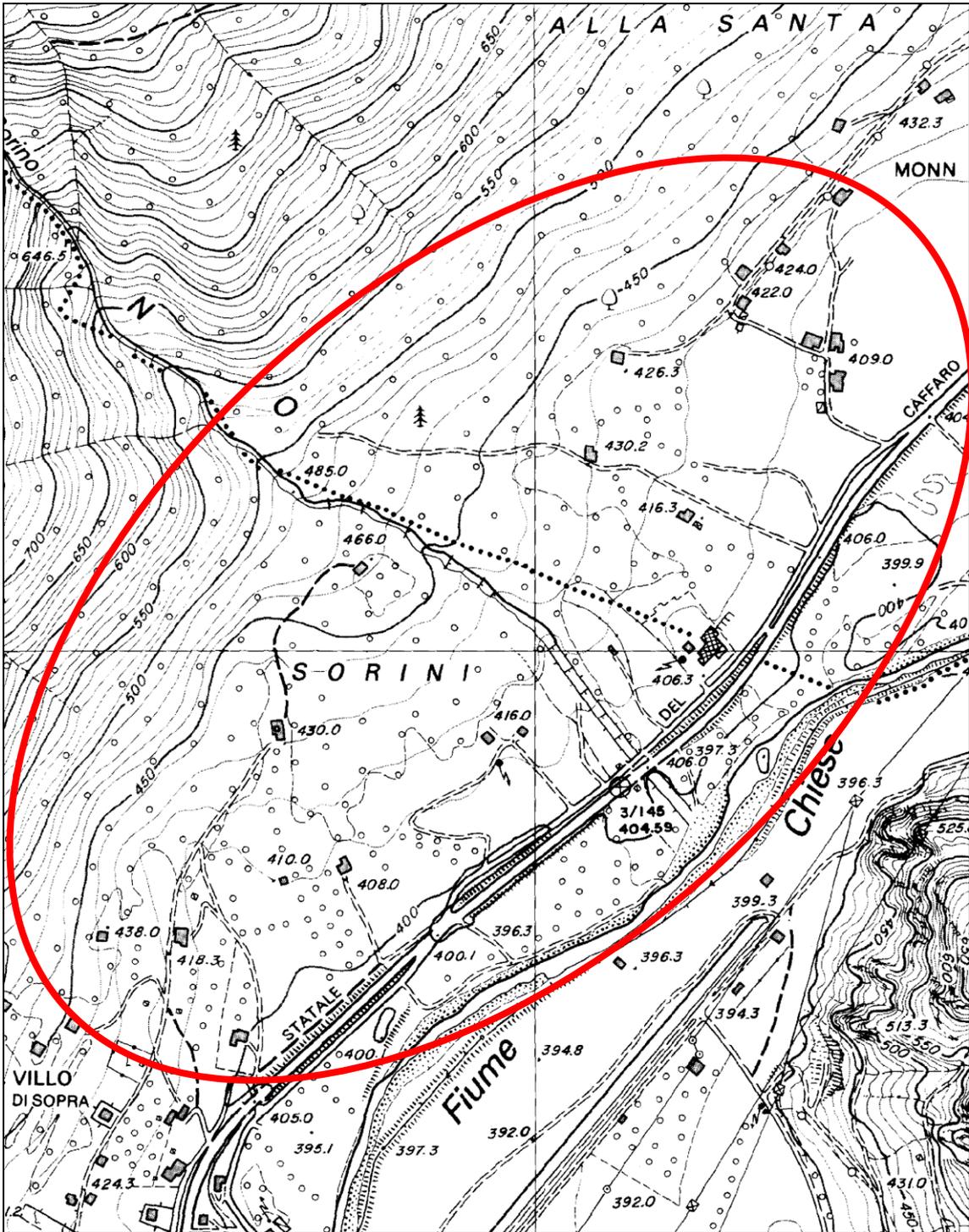


Fig. 3: Estratto della Carta Tecnica della Provincia Autonoma di Trento



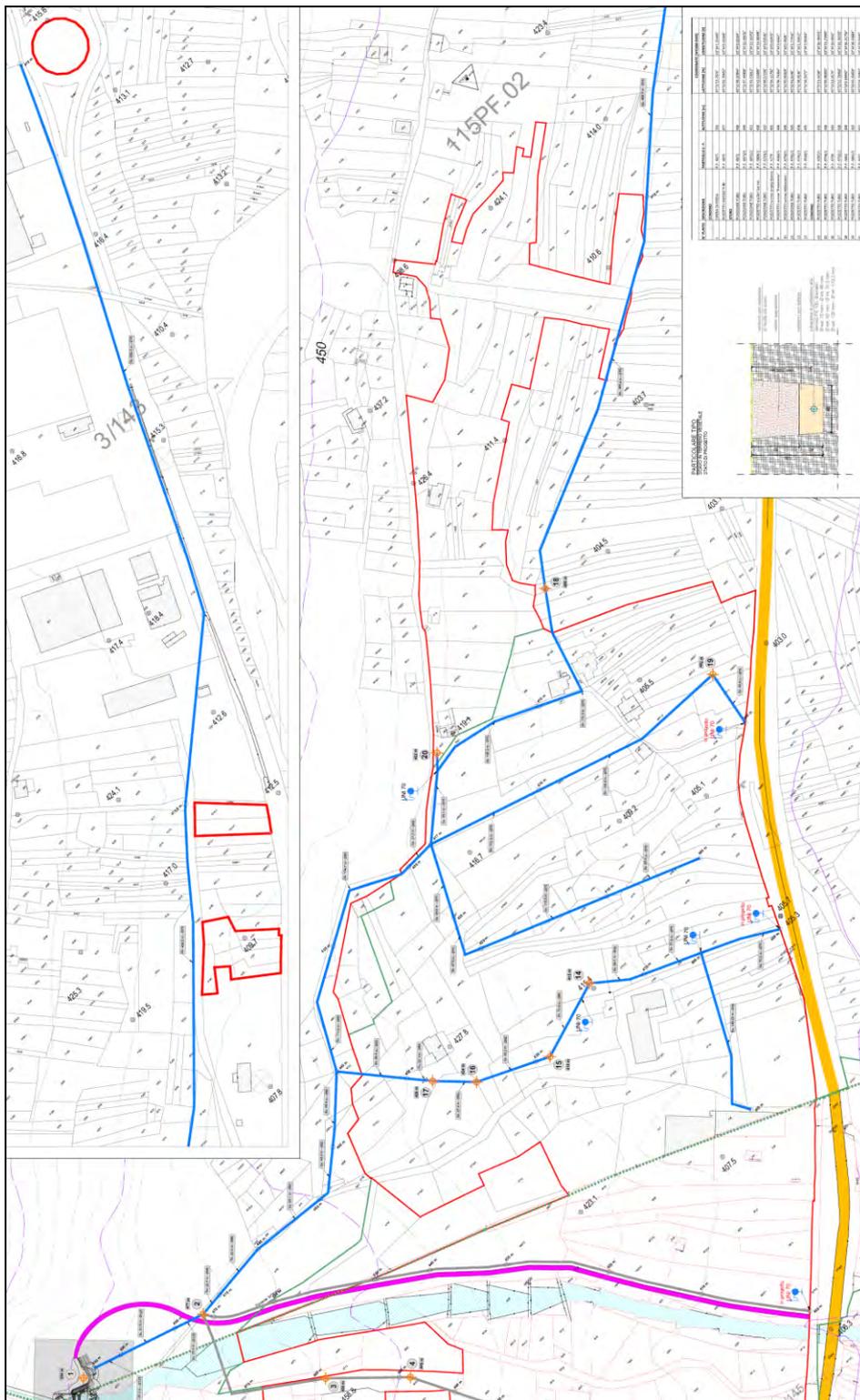


Fig. 5: Estratto mappa catastale con indicati i rami principali dell'acquedotto in C.C. Condino

## 2.2 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

La conoide prodotta dal Rio Sorino allo sbocco nella valle principale è decisamente estesa, con un ampio bacino idrografico a monte, e si presenta scarsamente urbanizzata verso valle.

L'attuale percorso del Torrente risulta frutto di ripetuti interventi antropici, la maggior parte dei quali realizzati ancora alla fine del 1800 allorché vennero realizzate le briglie di consolidamento, il cunettone e varie difese spondali (muri in c.a.) nella parte apicale del conoide

Attualmente l'ampio conoide alluvionale è percorso per tutta la sua lunghezza da Torrente Sorino entro un cunettone artificiale, dallo sbocco vallivo sino alla confluenza con Fiume Chiede.

La quasi totale assenza di antropizzazione del conoide testimonia indirettamente le dinamiche torrentizie di elevata energia proprie del Torrente Sorino che si sono verificate in epoche passate e che sono le ragioni per cui sono stati effettuati numerosi interventi di mitigazione del rischio esondativo.

La pendenza media del conoide è di circa 10-11° e risulta piuttosto costante sull'intera conoide.

## 2.3 INQUADRAMENTO GEOLITOLOGICO

Il sopralluogo eseguito ha confermato quanto già a conoscenza del sottoscritto e riportato anche dalla numerosa bibliografia esistente. L'area in esame dal punto di vista geolitologico è caratterizzata dalla presenza di una *copertura detritico-alluvionale di conoide d'età quaternaria*, depositata dal Rio Sorino allo sbocco nella valle principale.

I depositi sciolti poggiano su di un substrato costituito dalle successioni permiane vulcanoclastiche della "FORMAZIONE DI COLLIO - *Membro di Val Dorizzo*" appartenente al "Gruppo delle Tre Valli Bresciane" (Val Trompia, Val Caffaro, Val Daone).

L'intera area di studio si colloca in prossimità ed a nord della Linea delle Giudicarie nel dominio delle Alpi Meridionali.

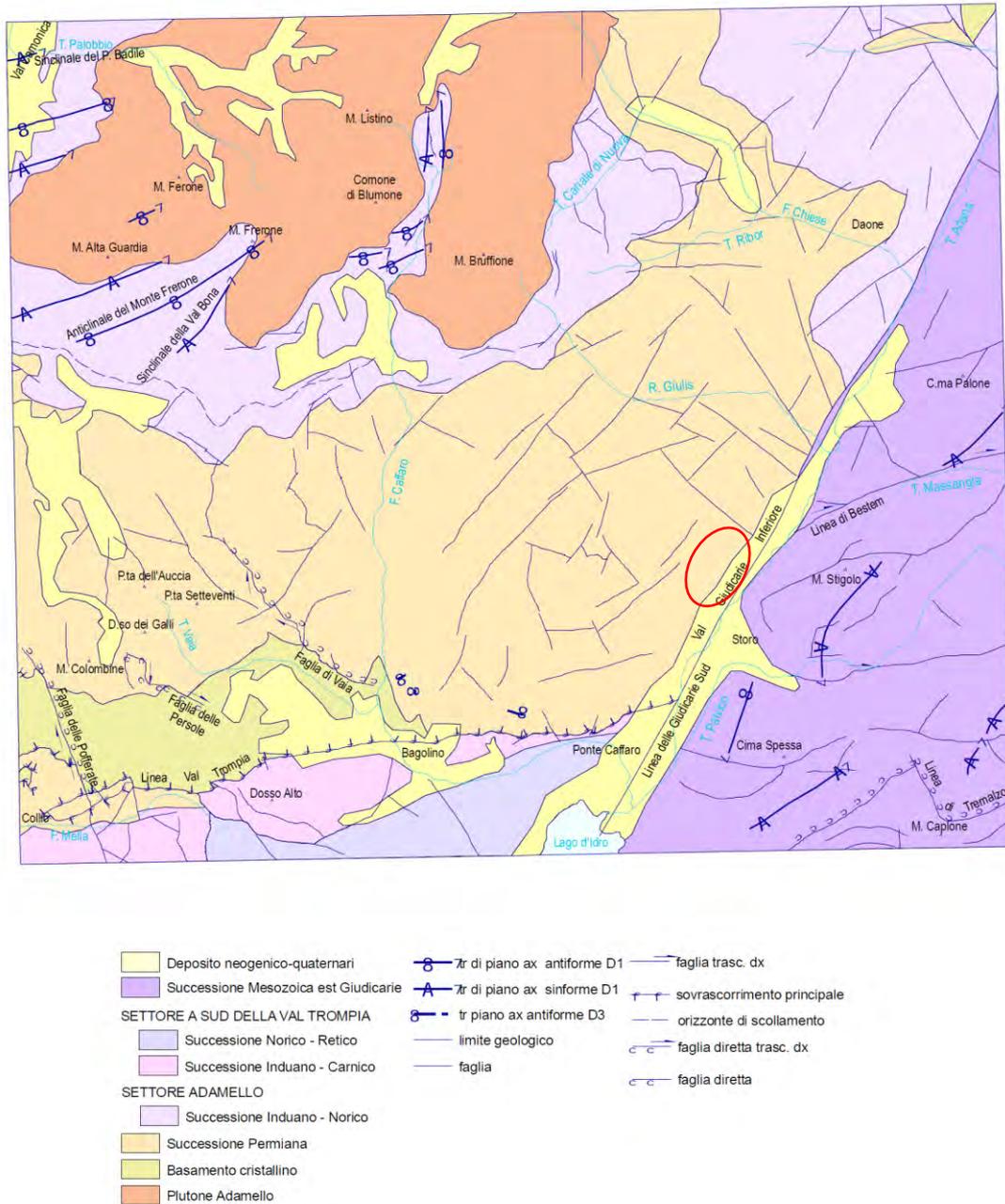


Fig. 6: inquadramento strutturale

Il Torrente Sorino appare decisamente pensile rispetto al fondovalle del Chiese, tanto che gli ultimi 400m di dislivello, peraltro quasi interamente in roccia, sono superati da una serie di salti e cascate significative. Tale morfologia trova giustificazione nell'ultima fase di glaciazione wurmiana allorché le potenti lingue glaciali della Val Daone

sovrascavarono il fondo vallivo, lasciando pensili i ghiacciai affluenti laterali. Le lingue glaciali delle valli in destra orografica del Chiese rimasero pensili rispetto al lingua principale proveniente dalla Val Daone alla quale nell'LGM (limite glaciale massimo) si sommava parte della lingua proveniente dalla val Rendena attraverso la sella di Bondo. Tale situazione morfologica riguarda pertanto tutti gli affluenti di sinistra idrografica del Chiese, i quali risultano altimetricamente separati da un gradino roccioso rispetto al fondovalle principale.

Profili sismici a riflessione svolti dal Servizio Geologico della PAT alla fine degli anni '90 presso Lodrone, indicano la quota del fondo vallivo a -375m.slm, con spessori quindi del ghiacciaio primario di circa 750m (vedi figura a seguire).

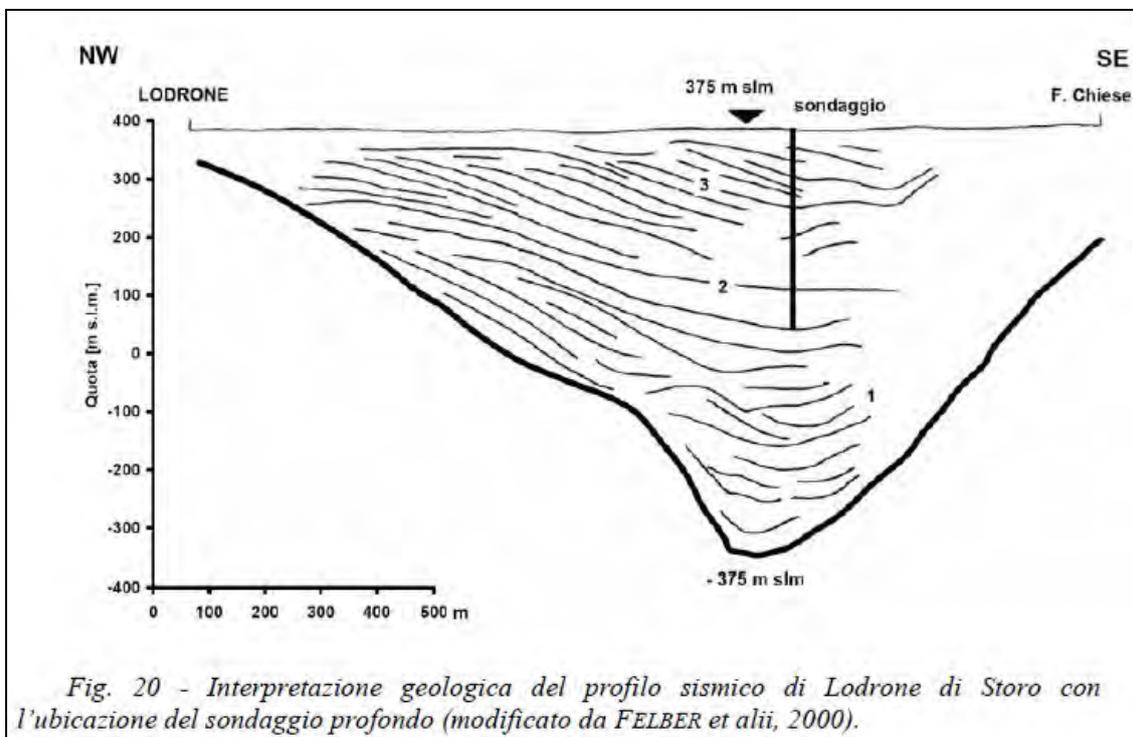


Fig. 7: Sezione sismica trasversale presso Lodrone

La conoide del Rio Sorino si presenta mediamente acclive, la sua genesi è da ricercare in apporti di natura detritico grossolana da debris flow anziché da dinamiche di tipo torrentizie-alluvionali proprie del vicino Chiese. Anche la conformazione sia longitudinale che trasversale accidentata, seppur nel complesso monoclinale, indica chiaramente come gli apporti detritici si siano manifestati con grandi eventi significativi, anziché con un apporto costante nel tempo.

I sedimenti costituenti la conoide sono rappresentati da materiali sciolti disposti in corpi lenticolari, a stratificazione incrociata, ciascuno dei quali caratterizzato da una granulometria prevalente.

Vi è una larga prevalenza di lenti ghiaiose con ciottoli e matrice sabbiosa, intervallate da episodi sabbiosi e, saltuariamente da livelli di pochi cm, di limi e limi-sabbiosi. Accumuli di tali materiali di entità cospicue sono decisamente poco probabili.

La forma dei singoli componenti è prevalentemente arrotondata o a spigoli smussati a testimonianza del lungo trasporto subito ad opera delle acque. Dal punto di vista litologico è da segnalare una diffusa prevalenza di elementi vulcanoclastici (lave, ignimbriti, tufi, ecc.) ed siltitico-arenaceo talora di derivazione mineralogica dai precedenti.

Questa grande eterogeneità genetica è giustificata dal fatto che i materiali derivano soprattutto dal disfacimento delle formazioni affioranti nel bacino del Rio Sorino, ma anche dal rimaneggiamento degli abbondanti depositi morenici che formano la copertura sciolta di vaste aree a monte della conoide e che provengono da fuori bacino.

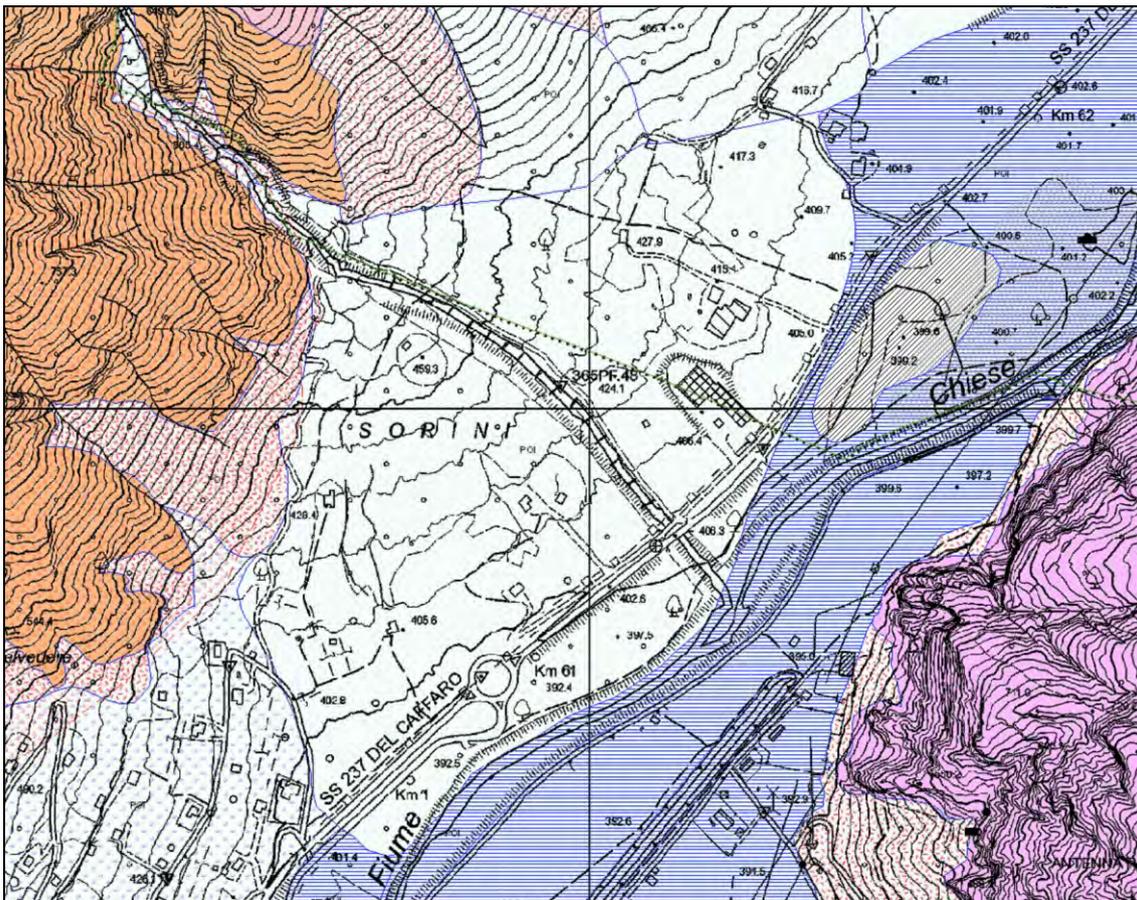


Fig. 8: Estratto della CARTA GEOLOGICA DELLA P.A.T.

## 2.4 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La realtà idrogeologica superficiale è caratterizzata dalla presenza, oltre che dallo stesso Rio Sorino, anche del Fiume Chiese ad una distanza di circa un centinaio di metri verso sud-est.



Fig. 9: Parte inferiore del cunettone del Rio Sorino con gli accumuli attuali

La morfologia del conoide, in particolare la sua acclività e la scarsa planarità trasversale e longitudinale, indica chiaramente una genesi del conoide schiettamente da debris flow, ovvero da notevoli trasporti solidi concentrati, piuttosto che di una alimentazione alluvionale costante e progressiva.

L'attività del conoide è peraltro sottolineata dalla scarsa antropizzazione del conoide, e dai notevoli interventi di sistemazione idraulica realizzati sul conoide terminale ancora alla fine del 1800. Nell'ultimo cinquantennio gli eventi alluvionali si sono tuttavia arrestati, a causa degli interventi di sistemazione idraulica succedutisi negli ultimi decenni.

Questi si sono concentrati nella manutenzione delle opere lungo il conoide, in alcune sistemazioni superficiali di alcune zone in erosione

poste nel tratto alto del bacino, nel mantenimento della piazza di accumulo presente appena a monte del Ponte delle Prese.

Per quanto riguarda l'idrogeologia sotterranea dei sedimi in posto, la zona é caratterizzata da una permeabilità da buona a discreta della copertura sciolta in ragione della granulometria media delle varie porzioni dei sedimi costituenti la conoide. Analisi speditive di permeabilità eseguite nelle vicinanze e su terreni similari hanno dato valori di  $K$  compresi tra  $1 \times 10^{-4}$  m/sec e  $1 \times 10^{-3}$  m/sec, confermando sia i dati già in possesso dello scrivente relativi a terreni analoghi, sia i dati bibliografici di seguito riportati.

La Fig. 10 riporta i valori tipici del coefficiente di permeabilità orizzontale ( $k_h$ ) per una serie di terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille. Per via della natura usualmente stratificata dei terreni, il valore del coefficiente di permeabilità verticale ( $k_v$ ) è di solito inferiore al valore di  $k_h$ . Il rapporto fra  $k_h$  e  $k_v$  tipicamente oscilla da 2 a 20, ma può arrivare fino a 100 in presenza di terreni molto stratificati.

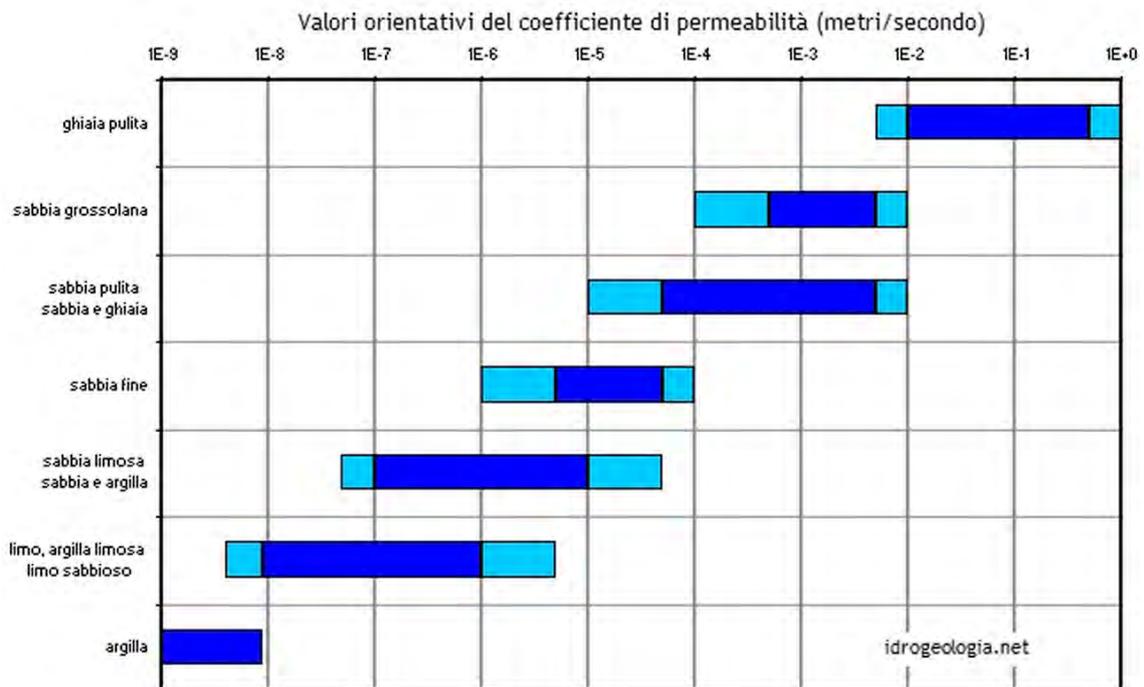


Fig. 10: Valori orientativi del coefficiente di permeabilità orizzontale in metri/sec per terreni sciolti a granulometria decrescente dalle ghiaie alle argille

## 2.5 INQUADRAMENTO URBANISTICO

Il rilevamento effettuato ha conferma quanto proposto dalla normativa vigente, parte integrante del Piano Urbanistico Provinciale, che si esplica nella CARTA DI SINTESI GEOLOGICA, nel PIANO GENERALE DELLE ACQUE PUBBLICHE e nella CARTA DELLE RISORSE IDRICHE.

### 2.5.1 CARTA DI SINTESI GEOLOGICA

La Provincia Autonoma di Trento ha definito con la Legge Provinciale n.07 del 7 agosto 2003 le zone da sottoporre a vincoli particolari per la difesa del suolo e delle acque.

Tali aree, individuate con generale delimitazione nelle tavole del Sistema Ambientale del Piano Urbanistico Provinciale (P.U.P.), sono definite con **precisione all'interno della Carta di Sintesi Geologica**.

Il 27 Ottobre 2014 la Giunta Provinciale ha approvato con delibera n°1813 l'ottavo aggiornamento della Carta di Sintesi Geologica, il quale è entrato in vigore il giorno 5 novembre 2014 a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Trentino Alto Adige del 4 novembre 2014.

La CARTA DI SINTESI GEOLOGICA inserisce l'area oggetto degli interventi nelle *“aree critiche recuperabili”* e, per una piccola parte coincidente con l'opera di presa, nelle *“aree ed elevata pericolosità geologica, idrogeologica e valanghiva”*, entrambe anche a controllo sismico a bassa sismicità (zona sismica 3).

Per queste aree le Norme di Attuazione prevedono i seguenti vincoli:

#### AREE AD ELEVATA PERICOLOSITÀ GEOLOGICA, IDROLOGICA E VALANGHIVA

*In tali aree, per i particolari caratteri geologici, nivologici e idrologici del suolo o del manto nevoso, ogni intervento può essere causa di gravi danni, o comunque è soggetto ad un alto grado di pericolosità.*

*In questa classe ricadono le aree caratterizzate da fenomeni gravi e/o di vasta estensione; eventuali opere sistematorie potranno sicuramente ridurre il pericolo per l'edificato esistente ma non potranno garantire la sicurezza di nuovi insediamenti.*

*Nelle aree predette non sono ammesse trasformazioni urbanistiche o edilizie; è permesso eseguire solo opere inerenti la difesa ed il consolidamento del suolo o del sottosuolo.*

*Gli edifici esistenti, alla data di entrata in vigore del P.U.P., possono essere ampliati non oltre il 10% del volume esistente al fine esclusivo di garantirne la funzionalità, ove specifica perizia attesti l'assenza di pericolo per le persone.*

Gli stessi edifici possono essere anche demoliti e ricostruiti con contestuale ampliamento fino ad un massimo del 10 % del loro volume, quando ciò sia funzionale alla realizzazione delle opere di sicurezza del territorio.

In tali aree sono inoltre ammesse opere di infrastrutturazione del territorio e bonifiche agrarie purchè non in contrasto con il disegno complessivo del PUP.

Per questi interventi devono essere redatte specifiche perizie geologiche, idrologiche e nivologiche in relazione allo specifico tipo di pericolo, estese territorialmente per quanto necessario, che ne accertino la fattibilità per quanto riguarda gli aspetti tecnici, migliorino le condizioni di pericolosità del sito e garantiscano l'assenza di pericolo per le persone.

Il rilascio delle autorizzazioni per le opere di infrastrutturazione del territorio e per le bonifiche agrarie in area ad elevata pericolosità geologica, idrologica e valanghiva è soggetto ad esame preventivo delle perizie sopra citate da parte del servizio geologico provinciale.

Nelle aree ad elevata pericolosità solo valanghiva è vietata ogni attività di trasformazione urbanistica ed edilizia a carattere permanente, fatte salve le opere di prevenzione e sicurezza; è tuttavia ammessa la realizzazione di opere o impianti con funzionalità a carattere stagionale purchè una specifica perizia tecnica e un'idonea convenzione, in ordine alle modalità operative ed ai tempi di esercizio, attestino l'assenza di pericolo per le persone.

#### AREE CRITICHE RECUPERABILI

Area che, pur essendo interessata da dissesti (area alluvionale o esondabile, limitrofa agli alvei in piena ordinaria con arginatura assente o inadeguata, frane in atto o potenziale, sprofondamenti, valanghe, ecc..), può essere recuperata con adeguati interventi sistematori.

L'edificazione e la trasformazione urbanistica ed edilizia non è consentita prima della completa realizzazione delle opere volte all'eliminazione del rischio.

Fanno eccezione i casi in cui:

- l'intervento edilizio proposto costituisca in sé un'opera volta all'eliminazione del rischio;
- specifici studi ed indagini geologiche attestino che il rischio non sussiste.

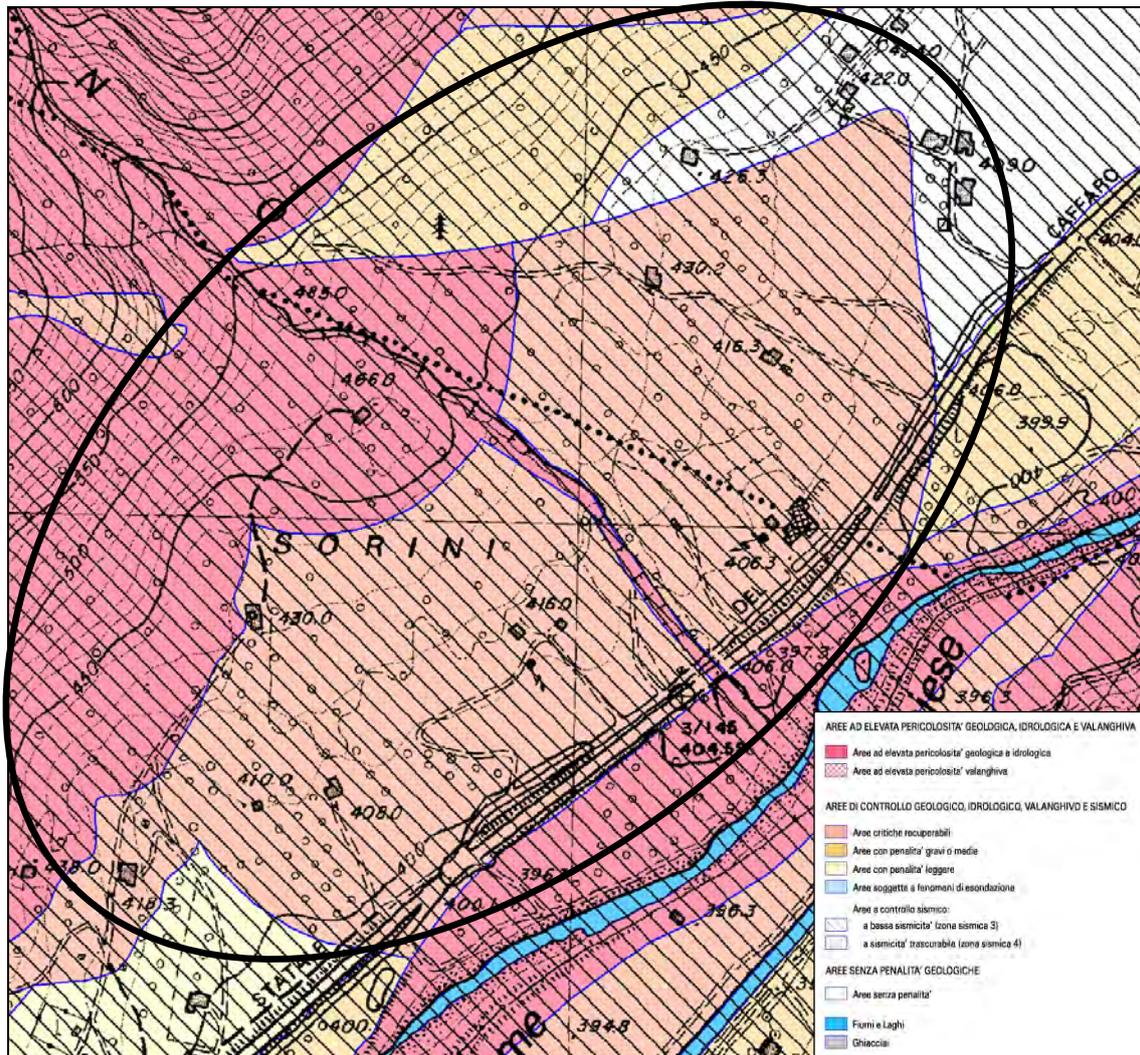


Fig. 11: Estratto della CARTA DI SINTESI GEOLOGICA allegata al P.U.P. della P.A.T.

### 2.5.2 PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE (P.G.U.A.P.)

Il piano generale è diretto a programmare l'utilizzazione delle acque per i diversi usi e contiene le linee fondamentali per una sistematica regolazione dei corsi d'acqua, con particolare riguardo alle esigenze di difesa del suolo, e per la tutela delle risorse idriche.

Il piano generale concorre a garantire il governo funzionalmente unitario dei bacini idrografici di rilievo nazionale nei quali ricade il territorio provinciale.

Il 27 Ottobre 2014 la Giunta Provinciale ha approvato con delibera n°1828 il settimo aggiornamento della Carta di Sintesi Geologica, il quale è entrato in vigore il giorno 5 novembre 2014 a seguito della pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Trentino Alto Adige del 4 novembre 2014.

Il P.G.U.A.P. classifica le aree oggetto degli interventi nelle aree a *Rischio Moderato (R1)* e, quelle urbanizzate, a *Rischio Medio (R2)*, tutto ciò a causa del basso valore d'uso del suolo (zone agricole); si rimanda pertanto ai vincoli più restrittivi imposti dalla Carta di Sintesi Geologica. Unica eccezione è un brevissimo ramale che ricade nelle aree R3 a "rischio elevato" situato in loc. Mon di Condino nel Comune di Borgo Chiese, all'estremità nord-orientale della conoide del rio Sorino e dell'area degli interventi.

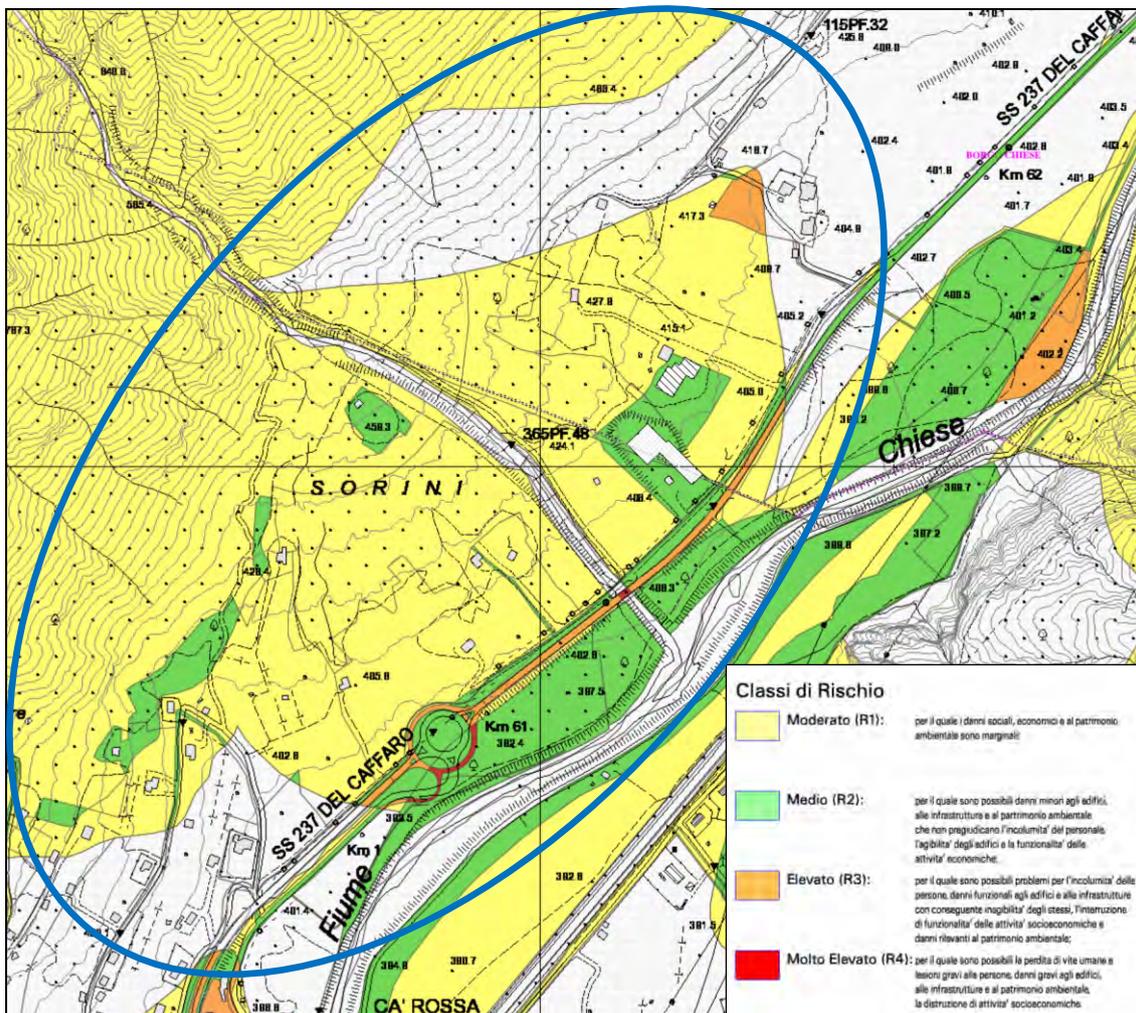


Fig. 12: Estratto del PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE allegata al P.U.P. della P.A.T.

### INTERVENTI CONSENTITI NELLE AREE R3

Nelle "aree a rischio elevato" (contrassegnate R3 nella cartografia di piano), a condizione che con apposito studio di compatibilità si analizzino dettagliatamente le condizioni di rischio e si definiscano gli

accorgimenti costruttivi di carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi nonché quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone ed a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere autorizzati:

- a) gli interventi ammessi nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato; in particolare per quelli di cui alla lettera f) del primo comma sono ammessi ampliamenti di volume fino al dieci per cento.
- b) le opere di infrastrutturazione e le bonifiche agrarie, previa autorizzazione della Provincia.

In questa sede si vuole solo sottolineare che le opere in progetto ricadenti entro tali aree riguardano unicamente un piccolo ramale secondario dell'acquedotto oggetto di rifacimento, per cui già esistente.

Questa opera, totalmente interrata, non avrà alcuna interazione diretta con la tipologia di rischio presente, possibili debris-flow, colate detritiche e sovralluvionamenti, a cui può essere soggetta la conoide del rio Sorino.

### 2.5.3 CARTA DELLE RISORSE IDRICHE

Al fine di garantire la qualità e la quantità delle acque sotterranee, specialmente di quelle destinate al consumo umano, la pianificazione urbanistica a livello provinciale ha definito, e nel tempo aggiornato, con la Carta di sintesi geologica una serie di vincoli sul territorio identificati con le aree di tutela associate alle sorgenti ed ai pozzi selezionati. Tale cartografia individua le sorgenti, i pozzi e le acque superficiali utilizzate per gli acquedotti pubblici e per l'imbottigliamento (acque minerali), definendone le rispettive aree di tutela e le disposizioni normative. Il giorno 31/08/2015 con Delibera G.P. n°1470 è stato approvato il secondo aggiornamento della Carta delle Risorse Idriche, il quale è entrato in vigore il giorno successivo alla pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione n° 36 del 08/09/2015.

La Carta indica anche le aree di salvaguardia, distinte in zone di tutela assoluta, zone di rispetto idrogeologico e zone di protezione, individuate secondo i principi per la tutela della qualità delle acque, definiti dall'art. 94 del d.lgs. n. 152/2006 e dall'Accordo 12 dicembre 2002 della Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le Regioni e le Province Autonome.

La CARTA DELLE RISORSE IDRICHE non riporta alcuna penalità nell'area in oggetto, in quanto non è interessata da alcuna area di rispetto o protezione di pozzi o sorgenti per il prelievo di acqua potabile.

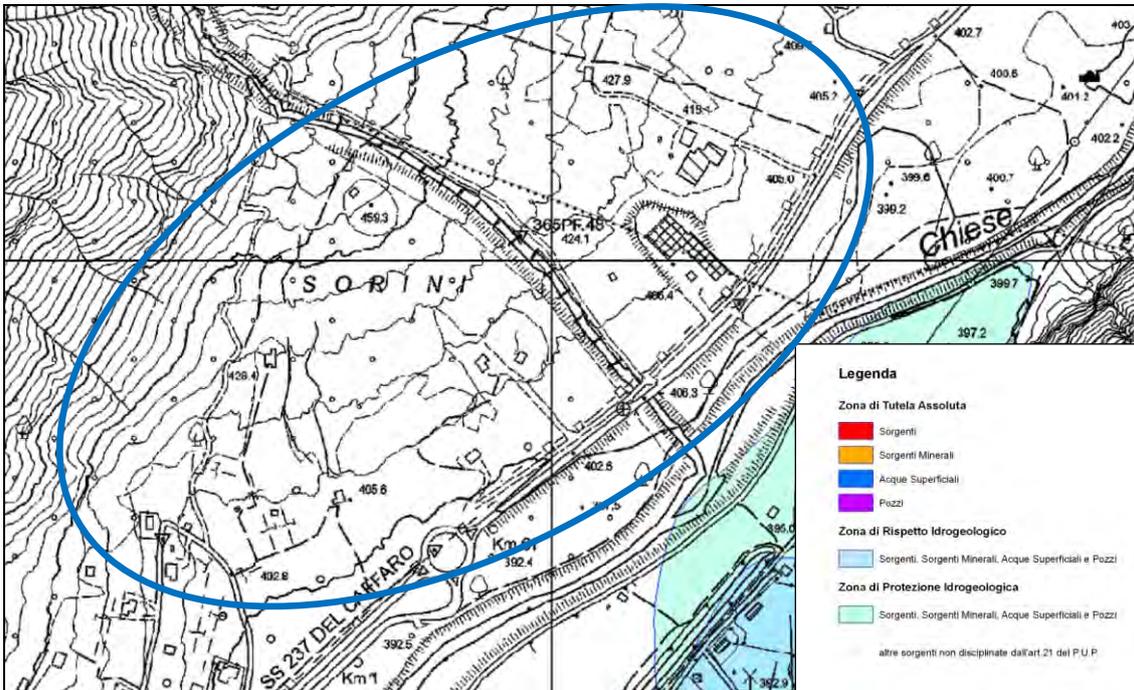


Fig. 13: Estratto della CARTA DELLE RISORSE IDRICHE della P.A.T.

## 2.6 MODELLAZIONE SISMICA

Tutto il territorio provinciale, a seguito dell'emanazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 e dei successivi adeguamenti normativi, è da considerarsi a sismicità trascurabile (zona sismica 4) o bassa (zona sismica 3).

Con Deliberazione della G.P. n.1942 del 12 ottobre 2018 è stato aggiornato l'elenco dei Comuni classificati in zona sismica 3 e 4 in seguito alla fusione di alcune realtà territoriali. In Fig. 14 è rappresentata la nuova zonazione sismica del territorio provinciale, da essa è ben visibile come il COMUNE DI BORGO CHIESE ed il COMUNE DI STORO siano classificati come *aree a controllo sismico a bassa sismicità (Zona 3)*.

Con la D.G.P. 2813 del 23/10/03 è stabilita la necessità di eseguire la progettazione antisismica in tutto il territorio provinciale sia nei comuni appartenenti alla zona 3 che alla zona 4; l'emanazione del D.M. 14.09.2005 (Norme Tecniche sulle Costruzioni) e dei D.M. successivi sancisce infine la necessità, nell'ambito della fase progettuale, della definizione della categoria sismica del suolo di fondazione al fine della determinazione dello spettro elastico di risposta.

Per fornire uno strumento di utilità nella fase di acquisizione dati è stato attivato un progetto volto alla realizzazione di una cartografia delle caratteristiche sismiche dei suoli di fondazione.

Per la realizzazione di questo progetto, vengono pertanto analizzati i dati presenti nelle banche dati geofisica e dei sondaggi geognostici presenti presso il Servizio Geologico oltre che consultate le cartografie geologiche e geomorfologiche disponibili.

La cartografia prodotta nasce dalla sintesi dei dati consultati e viene proposta come strumento di lavoro per il mondo professionale e delle pubbliche amministrazioni. L'ultimo aggiornamento è di Gennaio 2020.

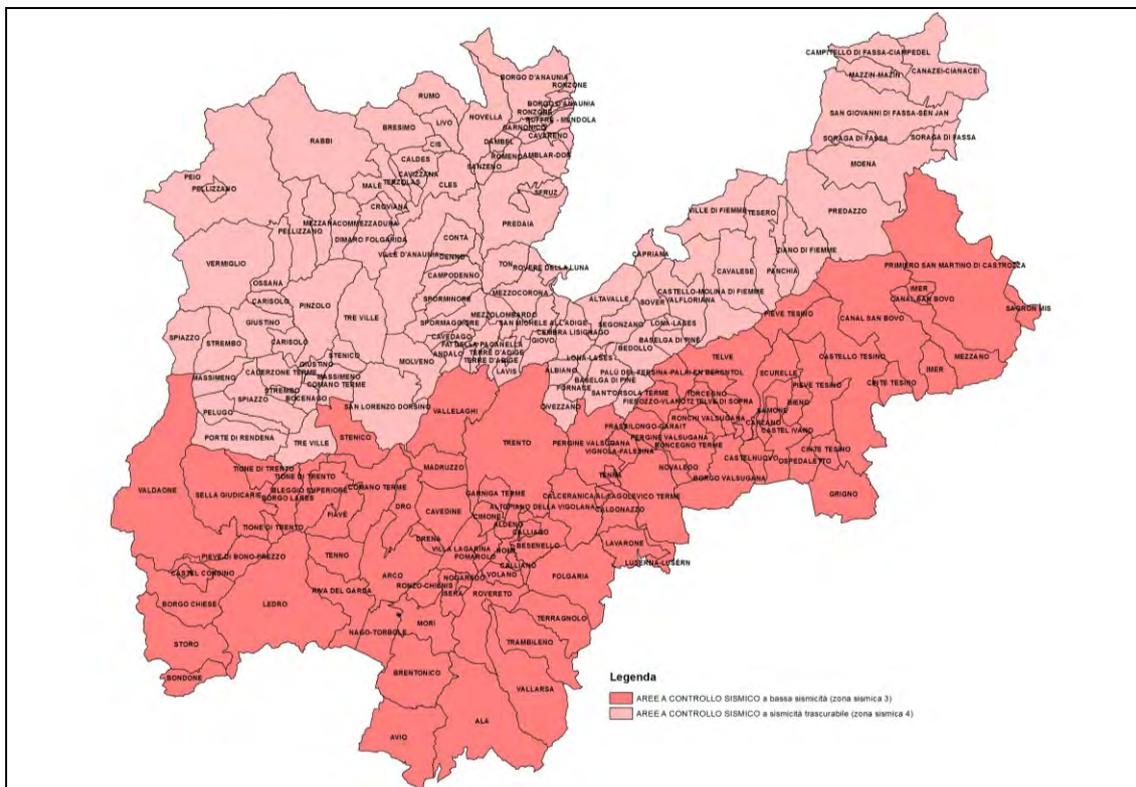


Fig. 14: Classificazione sismica dei Comuni della P.A.T.

In considerazione della litologia grossolana del detrito e del suo elevato addensamento medio, in ossequio al D.M. 17/1/2018 (N.T.C.) ed in accordo con la CARTA DELLA CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI SUOLI DI FONDAZIONE redatta dal Servizio Geologico della P.A.T.(Fig. 15) l'area oggetto dei lavori sulla conoide del Rio Sorino può essere inerita nella categoria sismica di sottosuolo B (Vedi Tabella in Fig. 18).

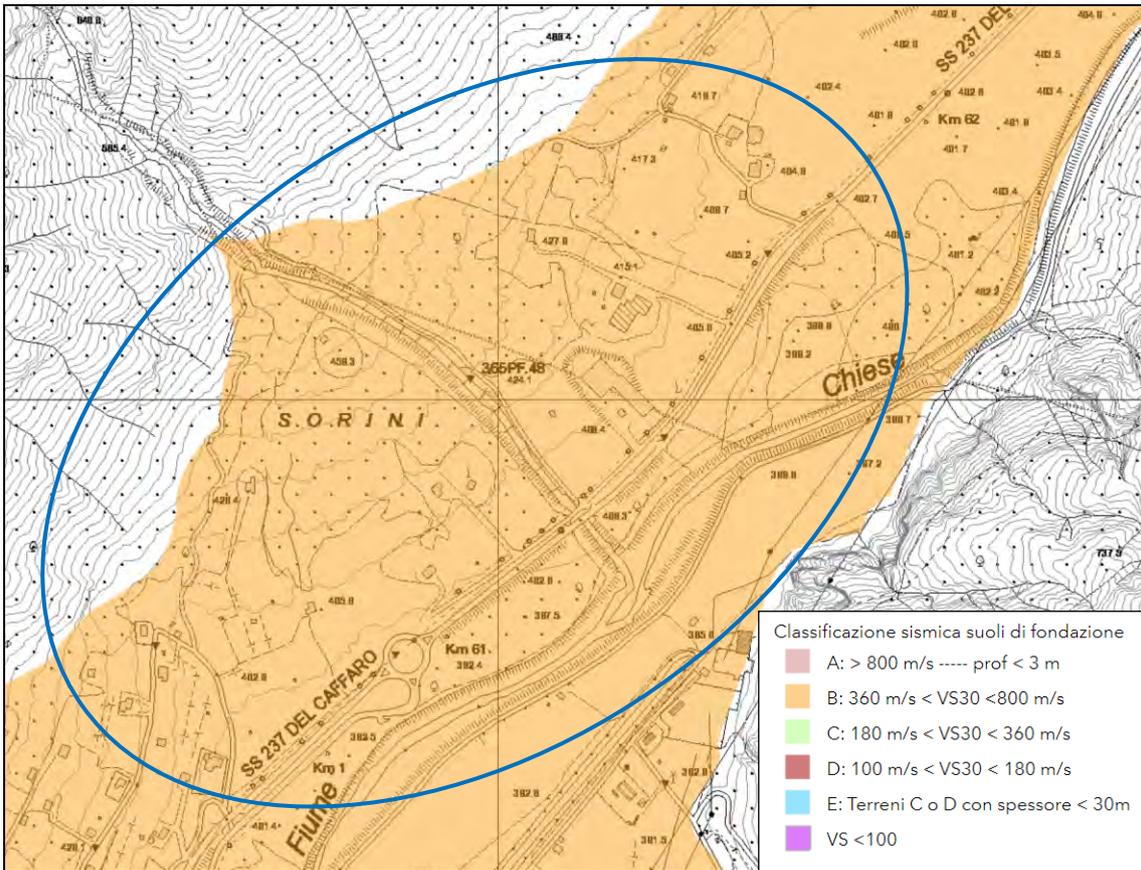


Fig. 15: Estratto della Carta della classificazione sismica dei suoli di fondazione della P.A.T.

Per una più corretta, puntuale e specifica valutazione della struttura del sottosuolo ai fini della classificazione sismica del sito si rimanda da una specifica indagine geofisica.

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 lunghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con lunghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Fig. 16: Categorie topografiche

Tipi di costruzione	$V_N$ [anni]
Opere provvisorie – opere provvisionali – strutture in fase costruttiva, con durata prevista di progetto $\geq 2$ anni	$\leq 10$
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

Fig. 17: Vita Nominale  $V_N$  per i diversi tipi di opere

TIPO DI TERRENO	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V <sub>s30</sub> (m/s)	N <sub>SPT</sub>	CU (kPa)
A	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.	> 800		
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.	< 180 > 100	< 15	< 70
E	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.			

Per qualsiasi condizione di sottosuolo non classificabile nelle categorie precedenti, è necessario predisporre specifiche analisi di risposta locale per la definizione delle azioni sismiche

Fig. 18: Categorie sismiche del sottosuolo

Classe	Tipi di costruzione	C <sub>u</sub>
I	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli	0.7
II	Strutture con normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in classe d'uso III o IV. Reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	1.0
III	Strutture con affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso	1.5
IV	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al DM 5 novembre 2001 n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti a itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.	2.0

Fig. 19: Categorie costruttive

Per la costruzione dello spettro di risposta, in ottemperanza alle Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/1/2018) si forniscono i dati necessari alla determinazione dei *parametri su sito rigido orizzontale* ( $a_0$ ,  $F_0$ ,  $T^*c$ ):

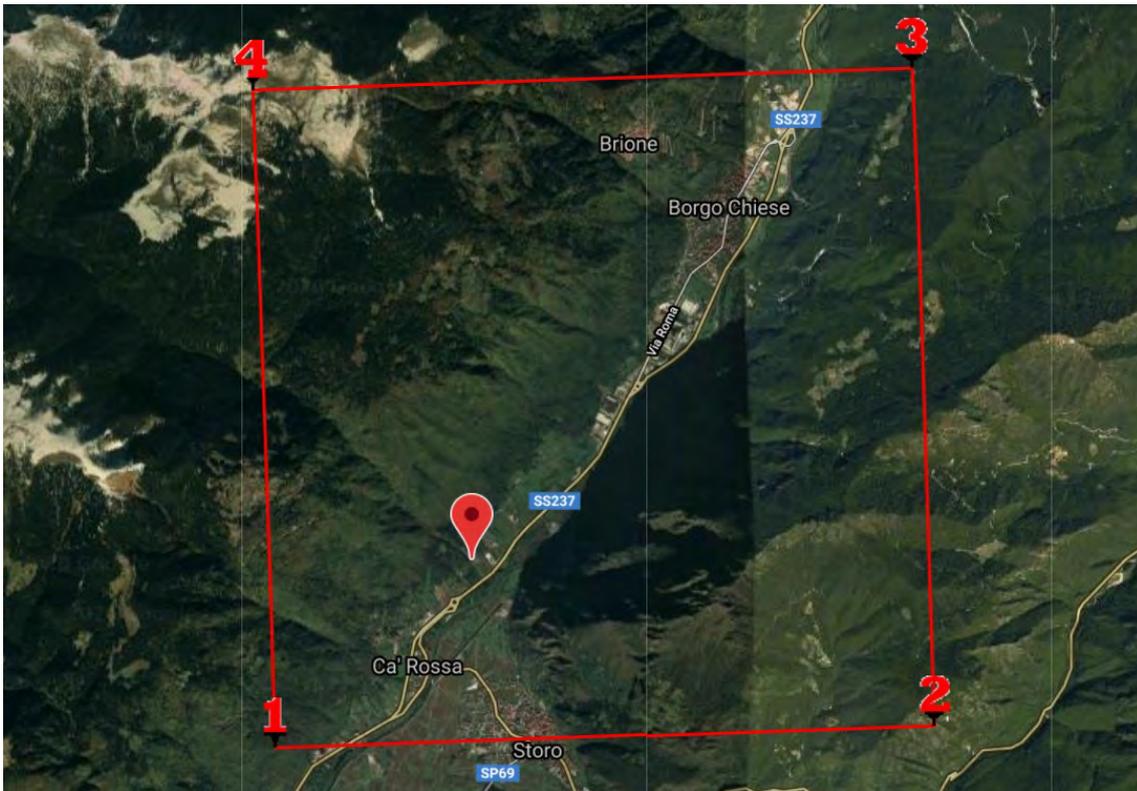


Fig. 20: Foto satellitare con indicazione punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito

#### Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale: 50

Interpolazione: Media ponderata

**CU = 1**

Stato Limite	Tr [anni]	$\alpha_g$ [g]	Fo	Tc [s]
Operatività (SLO)	30	0.034	2.526	0.206
Danno (SLD)	50	0.042	2.563	0.236
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.120	2.483	0.270
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.158	2.482	0.278

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 50

#### Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1      us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,20	1,20
CC Coeff. funz categoria	1,51	1,47	1,43	1,42
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]: 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.010	0.035	0.046
kv	0.004	0.005	0.017	0.023
Amax [m/s²]	0.397	0.498	1.411	1.859
Beta	0.200	0.200	0.240	0.240

Fig. 21: Calcolo dei parametri sismici (<https://geoapp.eu/parametrisismici2018/>)

### 3. RELAZIONE GEOTECNICA

#### 3.1 CARATTERISTICHE MECCANICHE DEI TERRENI PRESENTI

Escludendo il terreno vegetale e/o di riporto superficiale i sedimenti di fondazione saranno caratterizzati dalla presenza dei *depositi detritico-alluvionali quaternari*.

I parametri geomeccanici dei terreni in esame non sono determinabili matematicamente in maniera univoca e rigida in quanto i sedimenti, pur omogenei in senso lato, presentano dati puntiformi.

Gli intervalli di valori dei parametri meccanici da considerare in questo caso, desunti dall'analisi diretta dei sedimenti e da una lunga serie di indagini eseguite dallo scrivente su terreni simili, si possono riassumere come segue:

<i>strato</i>	<i>litologia</i>	<i>angolo di attrito (°)</i>	<i>coesione (kPa)</i>	<i>peso di volume (kN/m<sup>3</sup>)</i>
A	Deposito detritico-alluvionale	30-34	0,0 -3,0	1,8-2,0

È possibile che l'accumulo sciolto presenti al suo interno porzioni leggermente coesive, soprattutto in corrispondenza delle lenti a granulometria fine. Tale coesione è però piuttosto labile, distribuita in maniera estremamente irregolare e di difficile quantificazione.

Una definizione più puntuale e precisa si potrà comunque essere fatta solo con l'esecuzione apposite indagini geognostiche in sito e laboratorio.

#### 3.2 INDICAZIONI GEOESECUTIVE

Il progetto in studio riguarda le *opere di messa in sicurezza, potenziamento vasca di accumulo, sistemazione dell'organo di presa e rifacimento reti di distribuzione dell'acquedotto irriguo del Rio Sorino*.

La necessità dell'intervento sull'acquedotto agricolo esistente si riscontrano nella importanza strategica che la rete riveste per la presenza nella zona di una fervente attività agricola e per il cattivo stato

di conservazione delle vecchie tubazioni in ferro (realizzato nel 1983). Si precisa altresì che i diversi organi componenti l'impianto richiedono un importante lavoro di manutenzione straordinaria. L'intervento è finalizzato quindi al potenziamento del serbatoio con l'introduzione di una copertura dello stesso accompagnato da una straordinaria manutenzione del sistema di captazione, nonché al generale rifacimento della rete di distribuzione con impiego di materiali più duraturi nel tempo.

L'opera è resa necessaria anche dall'incremento di nuove utenze a fondo valle che intendono utilizzare l'acqua per scopi irrigui e di allevamento, così da sviluppare e incrementare nella zona nuove colture ed impianti.

Gli interventi progettuali sono suddivisi in due fasi tra di loro complementari.

La prima è relativa alla sistemazione e al potenziamento dell'attuale organo di presa che fa capo a tutte le ramificazioni idriche che servono il fondo valle per alimentare le varie utenze.

La seconda consiste nel rifacimento e nel potenziamento delle reti con la riconversione degli attuali impianti in sistemi a goccia e/o a pioggia lenta.

Gli aspetti salienti dell'intervento sono:

- messa in sicurezza dell'acquedotto con acqua derivata dal Rio Sorino per prevenire possibili movimenti franosi o smottamenti e miglioramenti dell'efficienza dell'impianto acquedottistico;
- l'intervento in progetto ricade all'interno del territorio dei Comuni di Storo e Condino e fa capo al CMF di Storo e al CMF di Brione, Castel Condino, Cimego e Condino e per tali motivi può
- essere assimilato ad opere proposte da consorzi di II grado;
- le opere in oggetto sono volte alla valorizzazione e all'ottimizzazione dell'efficienza irrigua, mediante la riconversione dell'impianto esistente in impianto a goccia e l'abbinamento dell'esistente con sistemi microirrigui a goccia e/o pioggia;
- gli investimenti previsti prevedono il potenziamento, il risanamento e l'ammodernamento delle opere di captazione a scopo irriguo (opere di presa) nonché la realizzazione, il risanamento e il
- potenziamento di tutta la rete di distribuzione;
- la realizzazione di nuove tubazioni mira all'ottimizzazione del circuito idraulico, con l'eliminazione delle perdite attualmente presenti e l'ottenimento di un maggior grado di affidabilità del sistema;
- l'opera in oggetto interessa un numero di utenti superiore ai 50;

La realizzazione delle opere previste, alla luce della realtà geolitologica ed idrogeologica dell'area interessata, non presenta controindicazioni di natura geologica di particolare entità.

Si sono tuttavia individuate alcune problematiche, geologiche e geotecniche, degne di nota e di conseguenza si vogliono esporre delle considerazioni e dare delle indicazioni per permettere una sicura edificazione e fornire ai nuovi manufatti le indispensabili garanzie di stabilità e durata.

### 3.2.1 SBANCAMENTI

Il raggiungimento del piano di posa delle nuove tubazioni, richiederà la realizzazione di sbancamenti di entità molto variabile all'interno del materiale sciolto.

I fronti di scavo andranno ad interessare depositi dotati di coesione bassa o nulla e quindi, in genere, facilmente escavabili con le normali macchine operatrici. La natura granulare e le caratteristiche geotecniche del terreno, non consentono la permanenza di fronti di scavo verticali. In particolare il profilo di sicurezza a breve termine è ricavabile dal diagramma di seguito riportato (HOECK & BRAY, 1981).

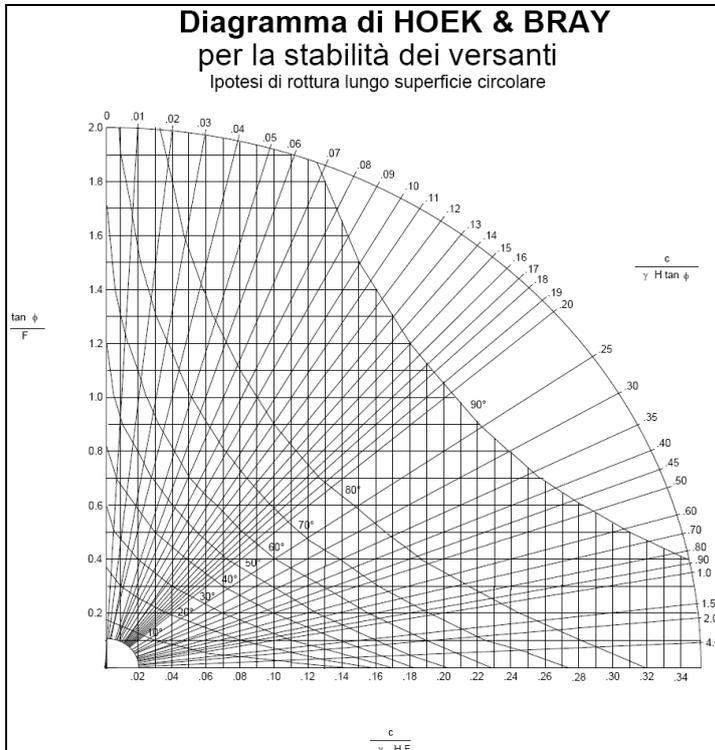


Fig. 22: Diagramma di Hoeck & Bray, 1981

Considerando l'altezza massima prevista, introducendo nel diagramma i valori medi relativi ai parametri geotecnici riportati precedentemente si ottiene un angolo:  $\beta = 60^\circ$

Le geometrie di scavo sopra proposte sono valide in condizioni di stabilità a breve termine, vale a dire per il tempo strettamente necessario a realizzare il muro e rinterro con sedimento asciutto. Dal diagramma si evince che il valore ricavato dipende notevolmente dalla coesione apparente del materiale. Si raccomanda di adottare la massima attenzione in condizioni di precaria stabilità in concomitanza o immediatamente dopo abbondanti precipitazioni meteoriche, in tal caso si dovrà evitare l'accesso agli scavi.

Questi dovranno essere eseguiti osservando le seguenti indicazioni e misure precauzionali:

1. il fronte scavo sarà coperto con tessuto-non-tessuto e teli impermeabili per proteggerlo dalla pioggia battente e dallo scorrimento delle acque superficiali, nella parte sommitale;
2. si eviterà l'accesso agli scavi durante eventi meteorici o immediatamente dopo intense precipitazioni;
3. lungo i bordi dello scavo non dovranno gravare sovraccarichi (stoccaggio di materiali, ecc.).

### 3.2.2 TERRE E ROCCE DA SCAVO

Per quanto riguarda la gestione del materiale di scavo, esso sarà riutilizzato in posto e sarà valutato di volta in volta dalla D.L. che ne verificherà sia la sua compatibilità con gli usi prefissati sia le modalità di gestione.

L'eventuale materiale in eccesso sarà gestito a discarica. Qualora si decidesse per un suo diverso uso, si procederà in base alla nuova normativa ora in vigore riguardante le terre e rocce da scavo e quindi con la necessaria caratterizzazione.

### 3.2.3 RIPORTI

Il completamento dell'opera necessita della messa in posto di riporti di varia entità per i quali la scelta dei materiali e le modalità di messa in opera hanno influenza decisiva.

In particolar modo sarà necessario servirsi di materiali aridi, con scarsa matrice limosa o argillosa, dotati di buone caratteristiche meccaniche, che rimangano costanti anche al mutare delle condizioni esterne. Materiali plastici non risultano quindi adatti allo scopo poiché presentano angoli d'attrito interno piuttosto bassi, sono negativamente

influenzati dalle variazioni d'umidità e sono soggetti a cedimenti elevati. Le caratteristiche geotecniche dei terreni interessati dai lavori di sbancamento, sono compatibili con un eventuale utilizzo come materiali di riporto; ovvia eccezione è rappresentata dai materiali che formano la copertura vegetale.

Per quanto riguarda la loro messa in posto, si vuole sottolineare come l'operazione più importante tra quelle ad essa connesse, è senz'altro il costipamento che permette di migliorare ed uniformare le caratteristiche di resistenza delle terre.

Tale operazione consente di ridurre al minimo gli assestamenti e di poter, così, fare affidamento su valori di resistenza massimi per quel tipo di terra ed uniformi per tutta la massa del corpo.

Il costipamento andrà fatto procedendo per piani orizzontali sovrapposti dello spessore di circa 50 cm. è importante, ai fini dell'efficacia e dell'uniformità dell'intervento, che la superficie trattata sia notevolmente estesa e continua in modo da consentire un corretto funzionamento dei mezzi costipanti.

Ciò garantirà un miglior amalgama tra il terreno in posto e quello di riporto e favorirà la creazione di un fondo più omogeneo.

#### 3.2.4 SISTEMAZIONI DELLE SCARPATE

Dalla parametrizzazione geotecnica, in precedenza esposta, si può affermare che la pendenza massima delle scarpate nel deposito sciolto in grado di far rispettare i valori di sicurezza richiesti dalla legge, non dovrà superare i 30°.

Quest'ultima, inoltre, dovrà essere rapidamente inerbata, mediante idrosemina, e/o piantumata al fine di evitare che l'erosione superficiale, dovuta al ruscellamento delle acque meteoriche, faccia decadere i parametri geomeccanici del deposito detritico.

Inoltre, tale operazione permetterà di mitigare notevolmente l'impatto ambientale.

#### 3.2.5 POSA DELLE TUBAZIONI

Per quanto riguarda la rete di distribuzione invece, si precisa che essa è suddivisa in due zone, a sud e a nord rispetto al corso d'acqua. È previsto il totale rifacimento delle tubazioni esistenti, con la sola esclusione del tratto di attraversamento del rio Sorino.

Saranno impiegate tubazioni in polietilene con locali rettifiche dei tracciati (dando priorità alla percorrenza lungo le linee di confine dei fondi) in modo da non gravare eccessivamente sui fondi attraversati dalla servitù di passo.

Il motivo di questo radicale intervento è dovuto al fatto che la rete esistente già da molto tempo presenta importanti perdite che ne condizionano fortemente il regolare funzionamento.

Le operazioni di posa delle tubazioni non creeranno difficoltà particolari. E' possibile, anche se poco probabile, che il terreno di posa delle tubazioni possa essere costituito da materiali fini compressibili, presenti in lenti nell'accumulo alluvionale e/o derivanti dal disfacimento delle formazioni litiche del substrato.

Tale eventualità andrà affrontata interponendo fra terreno e manufatto uno strato di circa 20 - 30 cm di materiale ghiaioso sabbioso compattato. Si eviterà in tal modo che il costipamento del terreno soprastante faccia penetrare il tubo nell'accumulo compressibile con conseguenze negative per la sua integrità e per l'assetto globale dell'opera. Il sedime permeabile permetterà inoltre un rapido smaltimento delle acque di infiltrazione evitandone il ristagno in corrispondenza della tubazione.

Infine, gli scavi raggiungeranno in media una profondità generalmente tali da non interferire direttamente con la falda freatica principale.

Possibili interferenze potranno essere attese in periodi caratterizzati da eventi atmosferici di particolare intensità nelle quali il tetto della falda freatica può raggiungere quote molto prossime al piano campagna.

A tal fine, si raccomanda di eseguire tali opere in periodi di magra dell'acquifero in modo da evitare complicazioni in corso d'opera dovute alla presenza di acqua negli scavi per la posa delle tubazioni.

Non si esclude, invece, il rinvenimento di piccole venute idriche, di entità variabile sia areale sia stagionale, a contatto fra i livelli chiaramente permeabili e quelli poco o per nulla permeabili. Ad esse si dovrà porre adeguata attenzione perché potrebbero determinare lo scadimento dei valori dei parametri meccanici dei sedimenti e quindi influire sulla stabilità dei fronti di scavo.

*A conseguenza di quanto detto finora, vi è quindi la necessità di procedere ad una verifica della situazione puntuale di carattere geologico, che una volta effettuato lo scavo e raggiunta la quota di posa delle fondazioni, confermi le scelte progettuali o ne suggerisca le modifiche più opportune.*

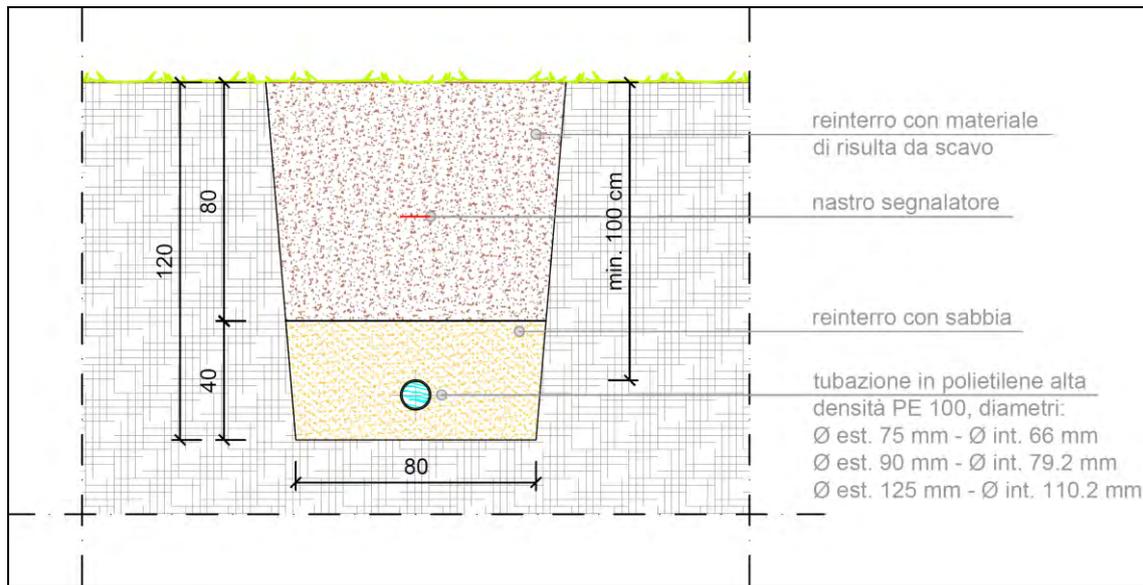


Fig. 23: Sezione tipo di progetto per le nuove tubazioni previste

### 3.2.6 SISTEMAZIONE E POTENZIAMENTO DELL'ORGANO DI PRESA CON LA REALIZZAZIONE DI UNA VASCA DI ACCUMULO

L'organo di presa è collocato a ovest, a monte della zona interessata ed indicata nelle planimetrie di progetto, ed è raggiungibile dalla strada arginale che costeggia il torrente nel tratto a valle.

Attualmente esso è composto da tre parti principali: un piccolo organo di captazione artificiale, definito in alveo e rappresentato da una soglia con sfioro laterale, una rampa di convogliamento dell'acqua ed una griglia di captazione per l'accumulo della stessa in vasca, dotata dei necessari dispositivi e collocata a lato del Rio al di fuori dell'alveo.

Gli interventi previsti sull'attuale organo di presa ed accumulo principale risultano essere:

1. sistemazione del piccolo sistema di captazione artificiale migliorando il suo inserimento ambientale nel contesto;
2. sostituzione della griglia di presa dell'acqua del rio Sorino con l'introduzione di una tipologia che favorisca la separazione del materiale (limo e detriti);
3. manutenzione straordinaria della vasca di accumulo dell'acqua con sistemazioni superficiali e trattamento impermeabilizzante;
4. realizzazione di una tettoia in legno con manto di copertura in lamiera sopra la vasca di accumulo dell'acqua e rete metallica verticale perimetrale a maglie rettangolari per impedire accessi non autorizzati da parte di turisti e frequentatori della zona e per

migliorare la pulizia della stessa dal fogliame ed evitarne l'accumulo nelle stagioni autunnali (opera necessaria per un impianto di irrigazione a goccia). E' prevista l'eliminazione della parziale copertura in lamiera esistente;

5. manutenzione straordinaria delle rampe di scale, delle passerelle, e del parapetto in metallo esistente;
6. realizzazione di una passerella in corrispondenza della soglia di sfioro;
7. manutenzione degli organi di regolazione e delle paratoie esistenti;
8. installazione di nuova tubazione nella vasca di accumulo dell'acqua per DMV.

Oltre è prevista la costruzione di una nuova vasca di accumulo interrata in cemento armato, di dimensioni 11,10l x 5,60l x 3,30h metri e composta internamente da due serbatoi. La nuova vasca di accumulo garantirà un'adeguata riserva idrica.

I lavori previsti riguardano terreni con caratteristiche morfologiche e geolitologiche piuttosto simili, che presentano quindi analoghe problematiche dal punto di vista geotecnico.

Tutti sono infatti sono caratterizzati dalla presenza, sotto poche decine di cm di terreno vegetale, di un deposito sciolto di conoide lasciato in loco dal Rio Sorino allo sbocco nella valle principale.

Per le considerazioni in merito ai fronti di scavo, alle terre rocce da scavo ed ai riporti si rimanda a quanto già descritto al paragrafo precedente.

Si sottolinea unicamente che per i lavori di sistemazione dell'opera di presa non sono previsti sbancamenti significativi.

Considerando anche l'esiguità dei sovraccarichi previsti, non sono stati eseguiti calcoli specifici sulle capacità portanti, che si considerano tuttavia sufficienti a supportare i nuovi carichi previsti soprattutto per la copertura della vasca di accumulo. Tali calcoli se necessari potranno essere rapidamente eseguiti in fase esecutiva.

La sistemazione definitiva delle eventuali scarpate artificiali dovrà essere realizzata mantenendo un'inclinazione massima di 30 gradi. Per evitare fenomeni di ruscellamento ed erosione da parte delle acque meteoriche con conseguenti situazioni di instabilità locale, si raccomanda di effettuare un rapido inerbimento anche ricorrendo a tecniche specifiche.

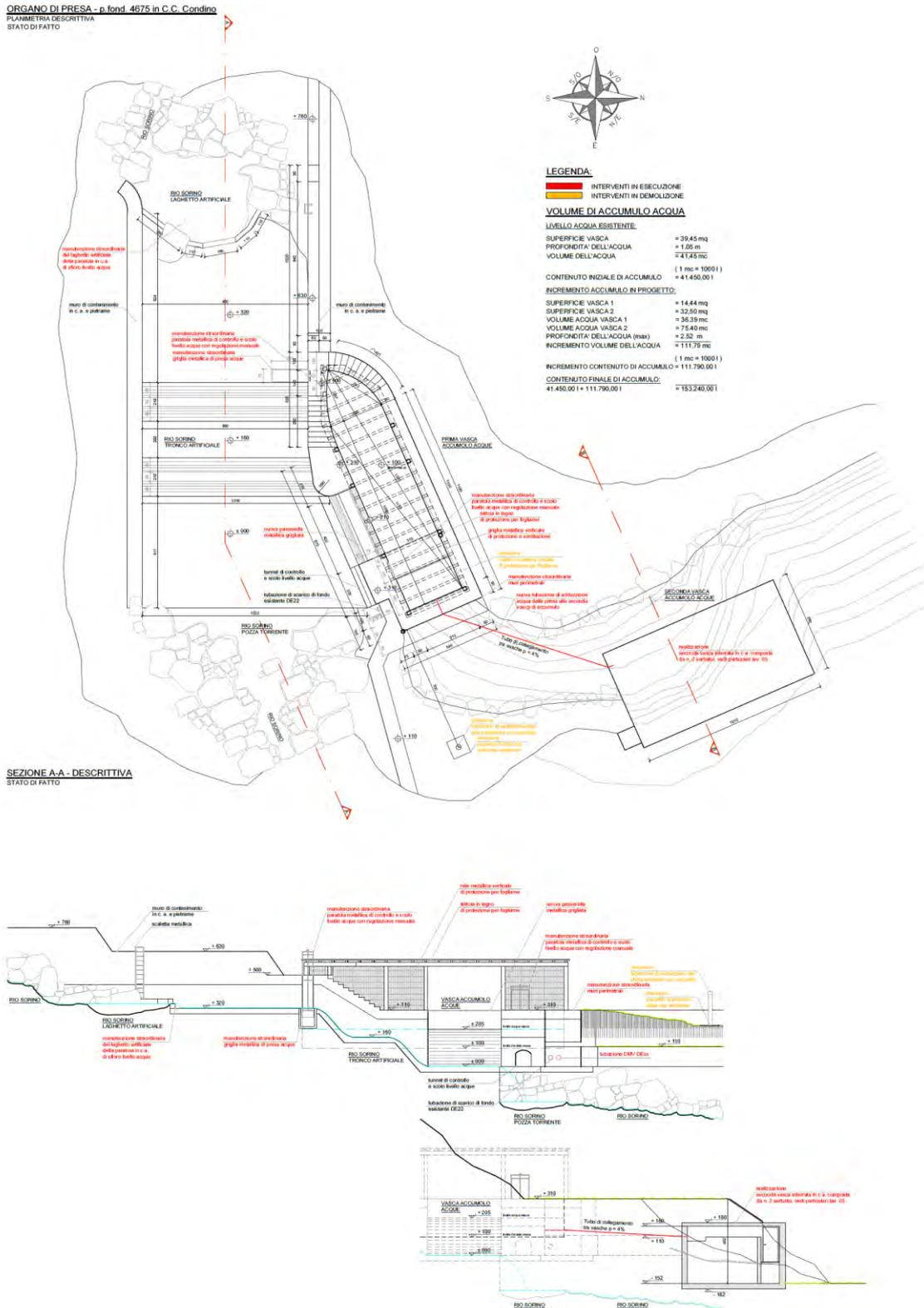


Fig. 24: Planimetria e sezione dello stato di fatto dell'opera di presa

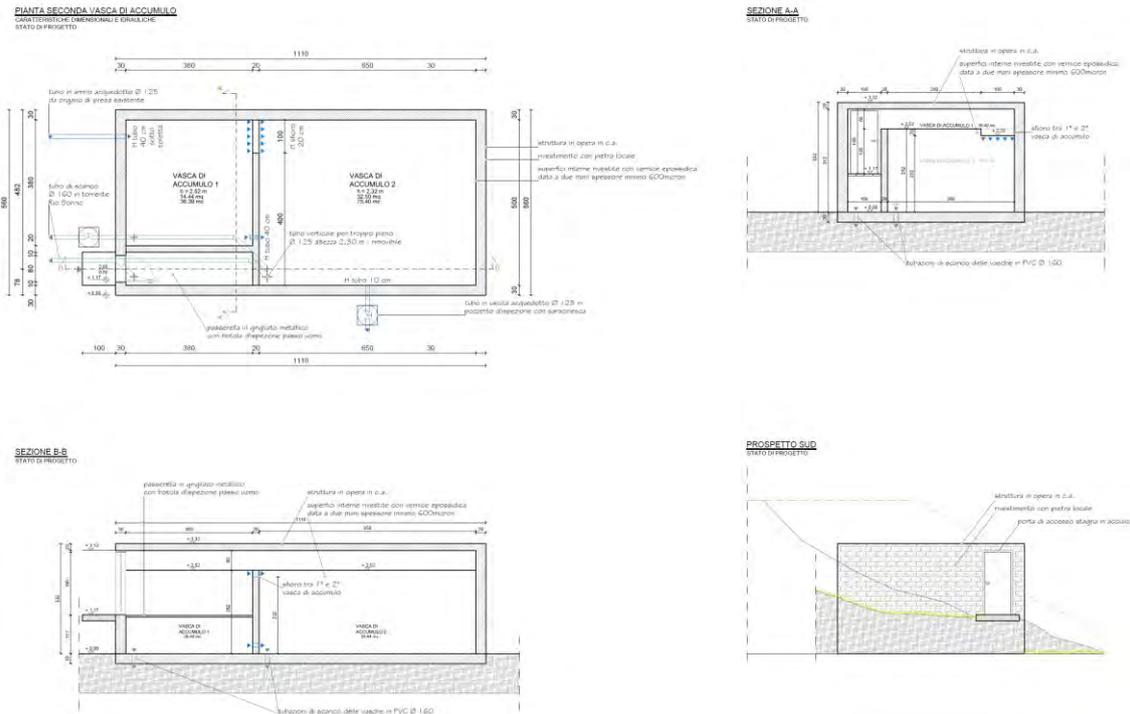


Fig. 25: Planimetria e sezione di progetto della nuova vasca di accumulo

### 3.2.7 SISTEMA FONDAZIONALE

Il progetto prevede alcune opere fondazionali tra cui una platea adeguatamente armata per la realizzazione della nuova vasca di accumulo.

A tale proposito si sottolinea che le caratteristiche meccaniche dei terreni di posa sono sicuramente buone e in grado di sostenere un elevato carico ammissibile. Non sono stati perciò eseguiti calcoli specifici tanto più che il carico imposto sarà sicuramente inferiore a quello tolto con l'asportazione del materiale.

Unica raccomandazione riguarda l'eventualità che la fondazione poggi parte su terreno sciolto, parte su roccia. In tal caso, per eliminare anche i piccoli ma spiacevoli assestamenti differenziati fra le due parti, si consiglia di frapporre fra roccia e fondazioni uno strato di 30 – 40 cm di materiale sciolto ben rullato.

### 3.2.8 CONSIDERAZIONI IDROGEOLOGICHE

La situazione geomorfologica ed idrogeologica della zona è caratterizzata dalle diverse condizioni di permeabilità dell'accumulo sciolto, variabile in funzione della sua granulometria media, e dalla presenza abbastanza diffusa del substrato litico impermeabile a profondità limitata o affiorante.

In questo quadro la realtà idrogeologica della zona rende abbastanza probabile l'intercettazione dei filetti idrici secondari che trovano delle vie di scorrimento preferenziale all'interno dell'accumulo detritico.

La gestione idrogeologica delle acque è un fattore fondamentale per la stabilità finale dei manufatti e deve partire dalla captazione completa delle acque che vengono a giorno a monte del muro.

Per questo si ritiene opportuno realizzare un adeguato ed accurato sistema drenante a tergo delle parti interrate, onde evitare infiltrazioni o eccessive spinte su di essi.

Per ottenere ciò si consiglia di realizzare un dreno verticale con un elemento filtrante sintetico, impermeabile sui lati di appoggio al muro e drenante all'esterno (vedi Fig. 26). Il tessuto riveste nella sua parte terminale un tubo semifenestrato che ha il compito di raccogliere ed allontanare le acque di infiltrazione. Per il rinterro si dovrà comunque utilizzare materiale ghiaioso con clasti non troppo grossolani ( $\varnothing < 25$  cm) per uno spessore di almeno 50 cm. Il drenaggio dovrà correre lungo tutti i tratti di muro. Si eviterà in tal modo che un eventuale disfacimento locale della formazione marnosa origini un accumulo di materiale fine impermeabile che limiti in parte o totalmente il buon funzionamento, provocando nel tempo danni alle strutture.

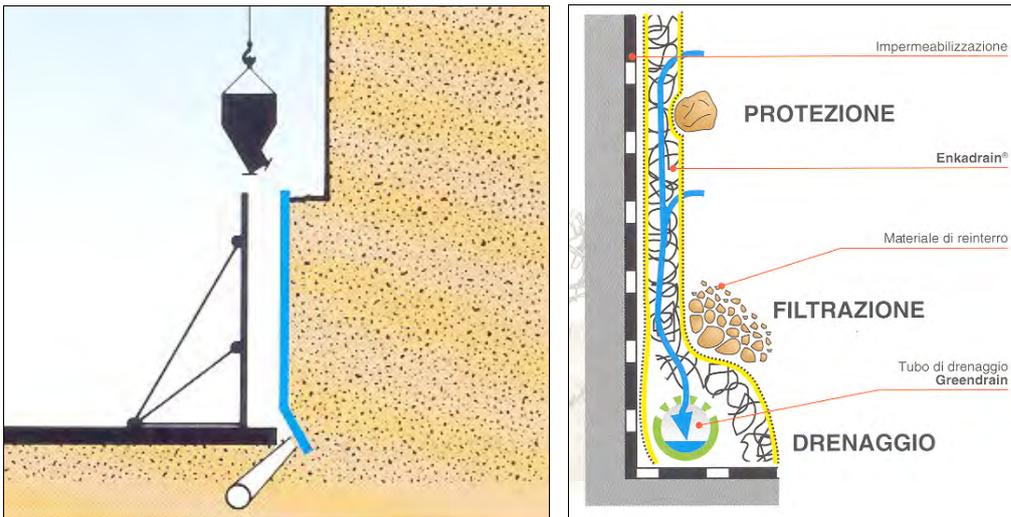


Fig. 26: schema di drenaggio verticale realizzato con elemento filtrante sintetico

#### 4. CONCLUSIONI

Sulla base delle considerazioni contenute nella presente relazione, si può affermare che non esistono incompatibilità tra terreno e struttura in progetto e non sono emerse altre considerazioni di natura geologica e geotecnica tali da sconsigliare la realizzazione delle opere.

Si dovranno tuttavia seguire con attenzione le indicazioni riportate nella presente relazione, così da poter procedere in condizioni di sicurezza e fornire ai manufatti le necessarie garanzie di stabilità e durata.

*Il presente elaborato è redatto in ottemperanza ai contenuti del NTC 2018, fa riferimento alla relazione geologica del progetto definitivo e costituisce documento progettuale idoneo per il rilascio della concessione ad edificare.*

*La presente relazione geotecnica sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume significativo del terreno riguarda la fase del progetto definitivo e dovrà essere integrata in fase esecutiva con tutte le verifiche della sicurezza e delle prestazioni previste dalla normativa vigente*

Riva del Garda, agosto 2020



dott. geol. Germano Lorenzi