PROPONENTE

Enerclean s.r.l

Sede: Via Papa Giovanni XXIII n.° 162/2 - 17031 ALBENGA (SV) - P.IVA:01676780099

CENTRALE IDROELETTRICA IN COMUNE DI RANZO (IM)

Fase di V.I.A.
ai sensi della L. 32/2012 e s.m.i.

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione: Studio geologico

E.T.A. - Research s.r.l.
Progettazione e ricerca

Sede Legale:
Via Piemonte, n°27
12084 Mondovì (CN)

Via Bartolomeo Bruni, n°4/b
12100 Cuneo (CN)

P.IVA: 03273680045

Recapiti:
Tel/Fax: 0171-60.30.59
e-mail: eta@eta-research.net
PEC: eta@pec.it
website: www.eta-research.net

Elaborato: R-08	Scala: Varie	Codice progetto : VIA_AR_01

Data: Ottobre 2014	Professionista: Studio Geologico dr. andrea bredy Via A.Campana,14 12016 Peveragno (CN) tel. +393404923790 email: andrea.bredy@gmail.com

REV. N°	DATA	MODIFICA

RIPRODUZIONE O CONSEGNA A TERZI SOLO DIETRO SPECIFICA AUTORIZZAZIONE

INDICE

1. PREMESSA 2

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 3

2.1. INQUADRAMENTO GEOLOGICO 5

2.1.1. Dominio Piemontese Ligure (Oceanico) 6

2.2. ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO 7

3. ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE 12

3.1. IDROLOGIA ED IDRAULICA 12

3.1.1. Trasporto solido 13

3.2. ACQUE SOTTERRANEE 16

4. ASPETTI GEOTECNICI 17

5. ANALISI DEL QUADRO DEL DISSESTO LOCALE 19

6. IMPATTI E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE TECNICO-ESECUTIVO 22

7. CONCLUSIONI 23

1. PREMESSA

Il presente studio geologico viene redatto in previsione della realizzazione di una "*Centrale Idroelettrica in Comune di Ranzo (IM)*" in loc. San Pantaleo sul Torrente Arroscia, ed in particolare a supporto delle Studio di V.I.A. ai sensi della L.32/2012 e s.m.i. Verranno di seguito analizzati gli impatti dell'opera sulle componenti suolo-sottosuolo e sulle acque sotterranee in modo da illustrare il quadro geologico-geomorfologico ed idrogeologico del sito.

Per svolgere il presente studio sono state eseguite indagini e sopraluoghi sull'area interessata dall'intervento e nei i settori limitrofi oltre ad un'analisi della documentazione bibliografica di carattere geologico-tecnico esistente. L'indagine è stata estesa ad un significativo intorno dell'area interessata dagli interventi traendone le opportune valutazioni sulla compatibilità degli stessi con l'assetto geologico-geomorfologico ed idrogeologico locale.

In sintesi il progetto prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico sul Torrente Arroscia in corrispondenza di una traversa/briglia fluviale già esistente, attraverso la costruzione di una centrale a salto concentrato con l'officina idroelettrica localizzata presso la Chiesa di San Pantaleo.

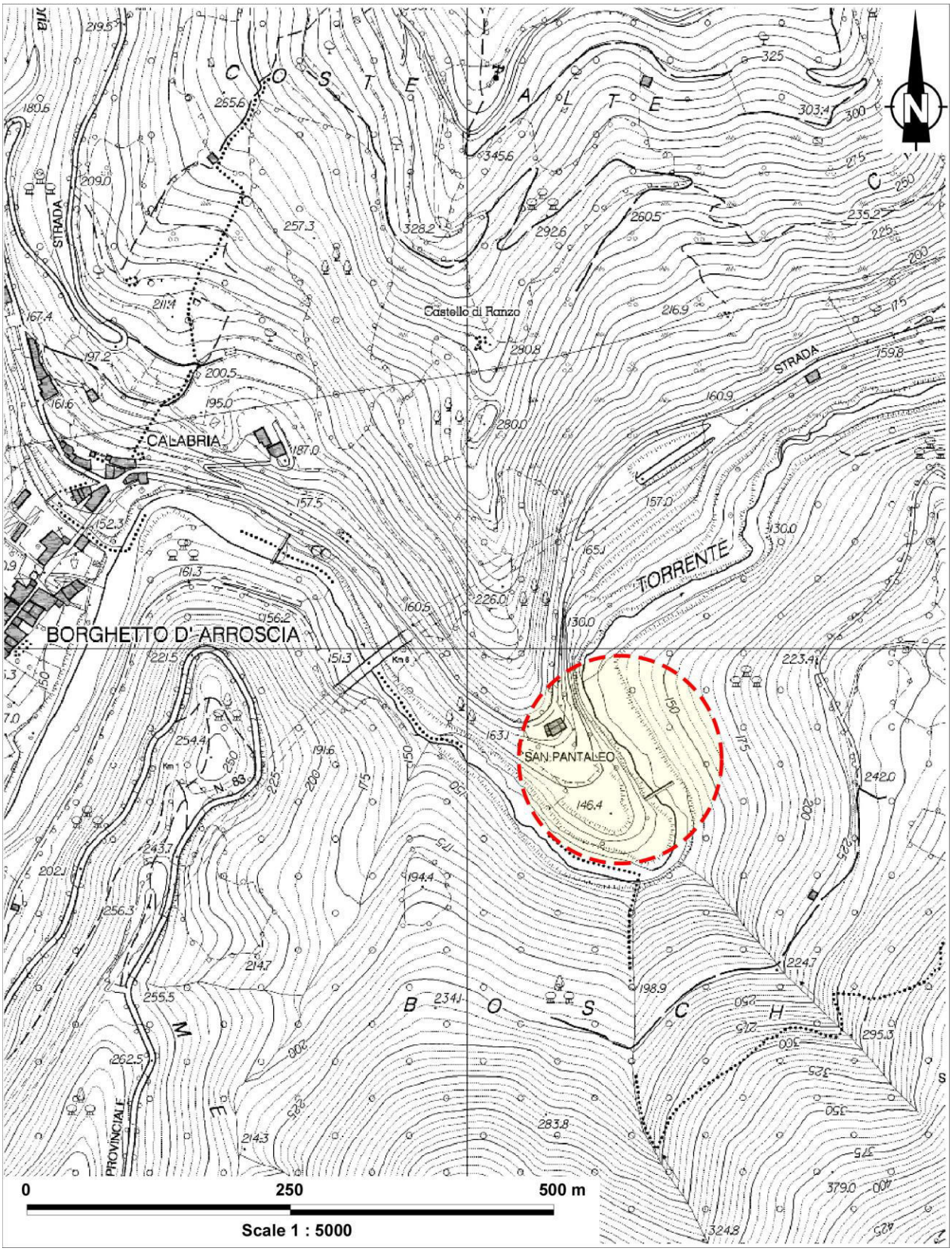
Il progetto ai sensi della normativa regionale in materia di programmazione energetica può essere così definito:

- Impianto Idroelettrico a *salto concentrato*
- Bacino idrografico: ***Torrente Arroscia***
- Corso d'acqua: ***Torrente Arroscia***
- Bacino di dominio: ***165,66 km²***
- Coordinate UTM (32T): ***E 419084,44 m***
  N 4878662,76 m
- Altitudine max bacino: ***2.152 m s.l.m***.
- Altitudine min: ***135,75 m s.l.m.*** *(sfioro traversa)*
- Portata massima derivata: ***6,00 m³/s***
- Portata media derivata: ***3,57 m³/s***
- Salto disponibile medio: ***4,30 m***
- Potenza legale media: 150,50 kW
- Potenza legale massima: 244,70 kW

Per ogni approfondimento relativamente agli aspetti progettuali occorre fare riferimento alla documentazione progettuale.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO, GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area in studio si trova in un settore montano nel cuore delle Alpi Liguri nella Provincia di Imperia in Valle Arroscia, su cui scorre l'omonimo torrente.



Inquadramento dell'area in studio su base CTR – scala 1:5.000
(Regione Liguria - Sezione 244122 – anno 2007)

In particolare il progetto interesserà una traversa fluviale esistente lungo il T. Arroscia nel comune di Ranzo in loc. San Pantaleo, a monte del concentrico comunale ad una quota di circa 125 m s.l.m.; in questo tratto il corso d'acqua scorre in un fondovalle incassato tra acclivi versanti sottostanti ai rilievi montuosi circostanti.

Il T.Arroscia, uno dei principali affluenti del Fiume Centa, nasce nei pressi di Poilarocca ad una quota di circa 1.400 m s.l.m. e scorre verso valle con una direzione principale da W verso E.

Nel tratto in studio ha un andamento molto sinuoso, meandriforme, e compie due curve molto strette: la prima, verso destra, immediatamente a valle della loc. Borghetto d'Arroscia e la seconda verso sinistra in corrispondenza della soprastante Chiesa di San Pantaleo. La traversa interessata dal progetto si trova al termine di questa seconda ansa fluviale.

La chiesa di San Pantaleo, raggiungibile in auto percorrendo la vecchia strada che segue l'andamento del corso d'acqua, si trova ad una quota di 163 m s.l.m. su una stretta cresta orientata in direzione NNW-SSE posta all'interno del meandro fluviale ed attraversata poco più a Nord dalla galleria della S.P. 453.

Sulla sponda destra del T.Arroscia in corrispondenza del punto di massima curvatura del meandro si immettono due piccoli torrenti che drenano il versante a valle della loc. Villa, che mostrano un regime di attività non perenne.

Come detto in precedenza il corso d'acqua scorre incassato tra versanti più o meno ripidi che in sponda sinistra a partire dalla strada che conduce alla chiesa di S.Pantaleo, sono interessati da fenomeni franosi che però non coinvolgono il settore oggetto d'intervento.



Vista aerea dell'area in studio (Tratta da "Geoportale ARPA Piemonte")



Traversa sul T.Arroscia ripresa dalla vecchia strada provinciale

2.1. Inquadramento geologico

L'attuale struttura geologica delle Alpi Liguri è conseguente alle fasi principali dell'orogenesi alpina che in questo settore si realizzarono all'incirca tra 90 e 40 milioni di anni fa. Infatti l'avvicinamento e la successiva collisione dei due paleocontinenti Europa ed Insubria, formarono un edificio a falde di ricoprimento costituito sia dai materiali oceanici che da quelli continentali più prossimi alla zona di sutura. Ognuna di queste falde costituisce oggi una Unità Tettonica o stratigrafico-strutturale caratterizzata da una certa successione di terreni e da una sua determinata posizione geometrica nell'edificio.

Andando dall'esterno verso l'interno (da W verso E) della catena orogenica si distinguono le seguenti unità:

- Dominio Delfinese Provenzale
- Dominio Sub-Brianzonese
- Dominio Brianzonese Ligure
- Dominio Piemontese
- Dominio Piemontese-Ligure (Oceanico)

Nel bacino del T. Arroscia affiorano formazioni riconducibili al Dominio Brianzonese, Piemontese, Piemontese-Ligure ed alle coperture tardo-orogene.

Le Unità Brianzonesi sono limitate ad una piccola fascia ristretta nella zona settentrionale, mentre il resto del bacino è dominato dalle Unità Piemontesi e dalle successioni flyschoidi; le coperture tardo-orogene occupano limitate porzioni, lungo il Torrente Arroscia, nel tratto compreso tra Ponti di Pornassio e la località Ponterotto.

La Zona Brianzonese presenta litologie appartenenti all'Unità esterna superiore di Caprauna-Armetta; il Dominio piemontese è rappresentato dall'Unità di Arnasco-Castelbianco, mentre le successioni flyschoidi

sono costituite dalle Unità di Sanremo-M.te Saccarello, Moglio-Testico, Borghetto d'Arroscia-Alassio e Colla Domenica-Leverone.

2.1.1. Dominio Piemontese Ligure (Oceanico)

Da questo dominio si ritiene provengano le falde formate da successioni ofiolitifere pre-cenomaniane e la maggior parte di quelle costituite da successioni flyschoidi, di età cretacea superiore, con i relativi "complessi di base", noti come " Flysch ad Elmintoidi della Liguria Occidentale". Esse sono costituite da un gruppo di quattro Unità sradicate, in posizione sommitale ed esterna, che formano un grosso triangolo con vertice nella zona del Colle di Tenda e base parallela alla costa, fra Albenga e Bordighera; lungo il lato settentrionale la falde flyschoidi sono globalmente sovrapposte ad Unità piemontesi e brianzonesi; lungo il lato sud-occidentale esse si sovrappongono alla Zona delfinese-provenzale.

L'evoluzione geologico-strutturale è collegata alle fasi di chiusura dell'originale bacino di deposizione in conseguenza all'orogenesi alpina; i Flysch sono sostanzialmente non, o poco, metamorfici, a differenza delle successioni ofiolitifere che presentano invece caratteri metamorfici quasi sempre spiccati.

I flysch sono sempre privi dell'originario substrato stratigrafico, perciò la loro presunta collocazione paleogeografica non può essere direttamente verificata; per alcuni autori è opinione corrente che il substrato fosse rappresentato dalle successioni ofiolitifere, analogamente a quanto accade in alcune serie dell'Appennino settentrionale, per altri è invece più probabile che il substrato fosse di tipo piemontese.

Numerose considerazioni fanno comunque ritenere assai probabile che esse provengano da aree paleogeograficamente contigue e progressivamente più interne, situate a cavallo tra il margine continentale europeo (dominio piemontese), sul quale potrebbero essersi deposte le successioni di Colla Domenica-Leverone, e forse in parte, di Borghetto, e l'oceano (dominio piemontese-ligure), su porzioni marginali del quale potrebbero essere collocate le successioni di Moglio-Testico e di S.Remo-M.te Saccarello.

Le successioni flyschoidi affiorano in posizione esterna (sud occidentale) dove costituiscono un gruppo di quattro unità tettoniche che occupano la posizione geometricamente più elevata nell'edificio a falde alpino 1) S. Remo-M.te Saccarello; 2) Moglio-Testico; 3) Borghetto d'Arroscia-Alassio; 4) Colla Domenica-Leverone.

Le prime tre sono note da tempo e tradizionalmente raggruppate sotto la denominazione di "FLysch ad Elmintoidi".

In corrispondenza della zona in studio affiora l'Unità di Borghetto d'Arroscia-Alassio ed in particolare:

Quarziti di Monte Brignone

Massa lenticolare estesa per qualche decina di Km e potente, nella parte centrale, fino a 250 m, costituente un apparato torbiditico di una piccola conoide sottomarina a bassa efficienza di trasporto, nella quale le strutture di corrente indicano flussi prevalentemente provenienti dal quadrante sud occidentale.

Nella formazione di M. Bignone sono presenti quattro livelli alternati di quarziti ed argillitici rimaneggiati, prodotti di flussi gravitativi molto concentrati, composti da grani quarzosi generalmente ben selezionati granulometricamente ed arrotondati.

La notevole continuità laterale di tali termini stratigrafici induce a definirli come membri:

- il Membro argilloso è costituito da due livelli argillitico varicolore, rosso vinoso e grigio verde con qualche intercalazione di arenaria quarzitica e conglomeratica. Lo spessore complessivo è tra i 50 e gli 80 metri.
- il Membro quarzitico è costituito da quarziti in strati sottili e medi, separati da sottili giunti argillitici grigio verdi; le sequenze tordibiditiche presentano un rapporto sabbia-

argilla compreso tra 2.5 e 7 (Galbiati, 1984). La potenza complessiva dei due livelli quarzitici è tra i 40 e 60 metri.

Il passaggio delle quarziti di Monte Bignone alla Formazione soprastante dei Calcari di Ubaga avviene mediante un livello litologico definito "Livello di San Pantaleo" (Galbiati, 1981 b), da noi cartografato unitamente alla formazione calcarea, caratterizzato da alternanze in strati sottili di calcari micritici, quarziti impure, marnoscisti con sottile base siltitica e lenti di conglomerato.

Talora il passaggio tra le due formazioni avviene mediante l'interposizione di banchi conglomeratici massicci, ricchi di clasti di scisti cristallini di provenienza Piemontese (Vanossi, 1980), di circa un metro di spessore.

Calcari di Ubaga

Sono costituiti essenzialmente da sequenze torbiditiche marnose con base in siltiti calcaree compatte ed areniti fini; sono presenti rare intercalazioni di arenarie massicce calcareo-micacee.

Tale flysch ricorda sotto molti aspetti i flysch ad Elmintoidi, ai quali viene comunemente riferito; risulta altresì molto simile anche alla Formazione di Leverone e presenta inoltre notevoli convergenze con numerose facies coeve della Formazione di Albenga. Lo spessore della Formazione va dai 200 ai 300 metri.

Boni e Vanossi (1972) distinsero all'interno dei Calcari di Ubaga due membri: il Membro di Caso, coincidente pressapoco con i caratteri litologici della Formazione dei calcari di Ubaga così come definita da Galbiati (1981 b), ed il Membro di Leverone; quest'ultimo fu però ridefinito da Vanossi (1980) come Formazione di Leverone.

Per Marini (1986-1989) parte della Formazione di Leverone e da ascriversi al Membro di Prai, orizzonte di chiusura marnoso-argilloso e pelitico con olistostromi del flysch di Albenga, e parte al Membro di Marmoreo, orizzonte di chiusura marnoso argilloso, pelitico ed arenaceo ricco di olistostromi, con presenza di materiale ofiolitico, della serie di Borghetto-Alassio.

Nella "Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure S.L. ed il Flysh ad Elmintoidi S.S." redatta da Boni e Vanossi nel 1972, è evidenziato quanto sopra descritto.

2.2. Assetto geologico e geomorfologico di dettaglio

I rilievi di terreno svolti hanno confermato l'assetto geologico sopra descritto; in corrispondenza della traversa è anche possibile osservare il contatto tra gli argilloscisti varicolori della formazione delle Quarziti di Monte Brignone ed i calcari marnosi della Formazione dei Calcari di Upaga, marcato dalla presenza di un livello conglomeratico potente circa 1 m con giacitura parallela a quella dei piani di scistosità/stratificazione del substrato, ovvero verso S-SE con angoli di immersione di circa 35-40°.

Il substrato affiora diffusamente lungo le sponde dell'alveo e con maggiore continuità in quella destra soggetta ad una maggiore azione erosiva da parte del corso d'acqua.

Per quanto riguarda i terreni quaternari si rinvengono ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa in corrispondenza dell'alveo e sulle sponde. La presenza della traversa, seppur danneggiata, condiziona ancora il deflusso naturale delle acque del torrente e di conseguenza la deposizione dei sedimenti.

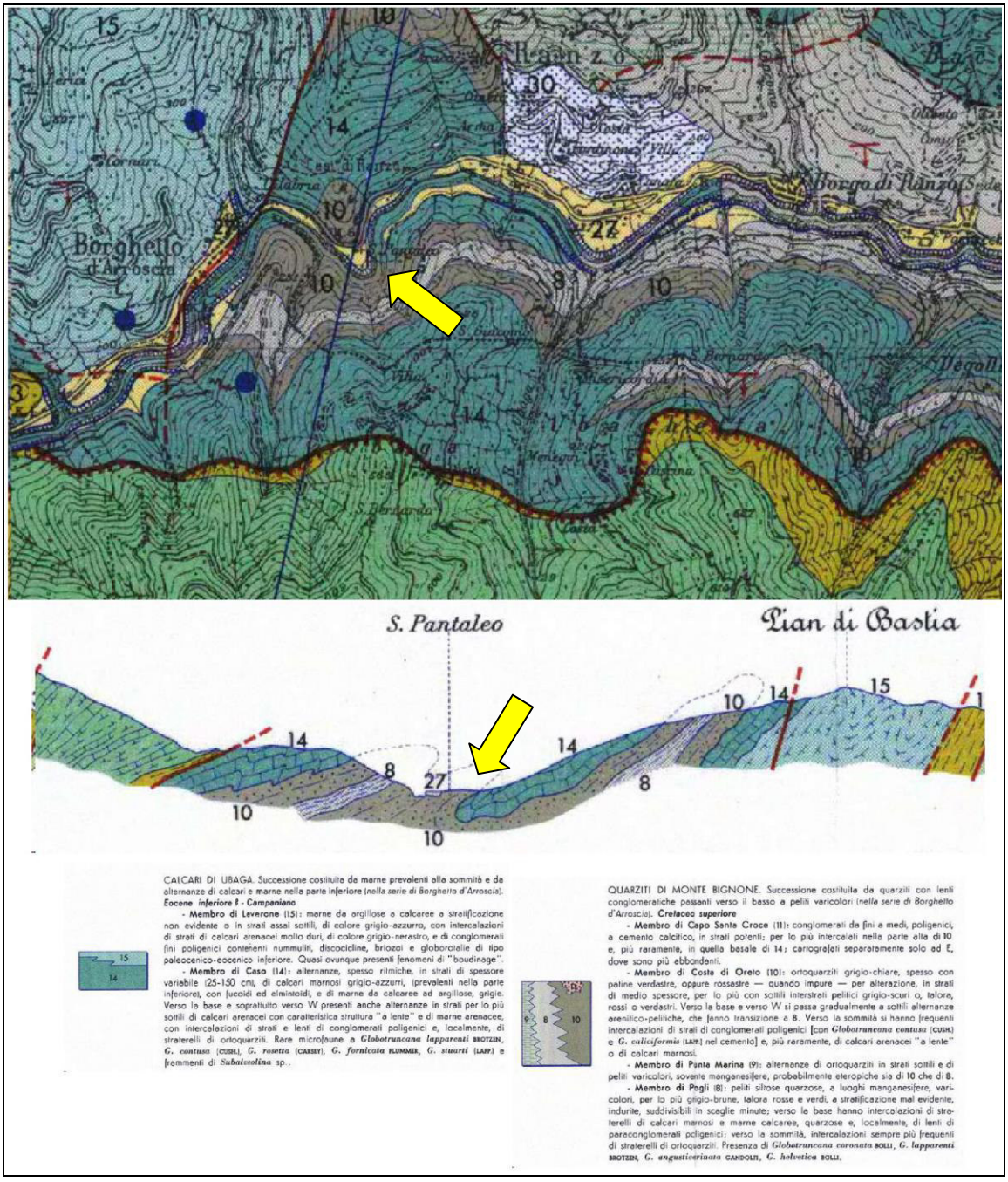
A conferma di quanto sopra in sponda sinistra si rileva la presenza di una lama di depositi a granulometria più fine di natura sabbiosa dovuta ad un rallentamento della corrente in questo tratto. Depositi di una certa potenza si incontrano anche più a monte all'interno della curva fluviale dove l'azione erosiva del corso d'acqua è minore a vantaggio di un maggiore deposito di materiale trasportato in sospensione o per trascinamento. La presenza di una lama di sedimenti vegetata in esterno curva è

verosimilmente riconducibile all'azione esercitata dalla traversa fluviale prima del suo danneggiamento. Immediatamente a valle della traversa si incontra il substrato sia in alveo che sulle sponde.

Sui versanti circostanti il substrato risulta subaffiorante e ricoperto da terreni di copertura eluvio-colluviale poco potenti. In particolare salendo dall'alveo del T.Arroscia verso la chiesa di San Pantaleo si incontrano due principali scarpate a monte delle quali l'acclività del versante diminuisce in corrispondenza di settori terrazzati subpianeggianti. In corrispondenza di uno di questi settori ad una quota di circa 150 m s.l.m. verrà realizzata la camera di controllo e trasformazione.

Si segnala infine in corrispondenza dell'ansa fluviale la presenza di un affluente in sponda destra al T.Arroscia caratterizzato da un regime non perenne ma che mostra evidenti segni di un forte potere erosivo durante le sue fasi di attività.

Si allega alla presente relazione la "*Carta Geologica e Geomorfologica*" redatta alla scala 1:500 della zona d'intervento.



Stralcio della "Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese ligure S.L. ed il Flysh ad Elmintoidi S.S.". Le frecce gialle indicano il settore in studio



Tratto d'alveo a monte della traversa con in primo piano i depositi alluvionali di natura ghiaiosa e sabbiosa presenti in sponda sinistra (interno curva



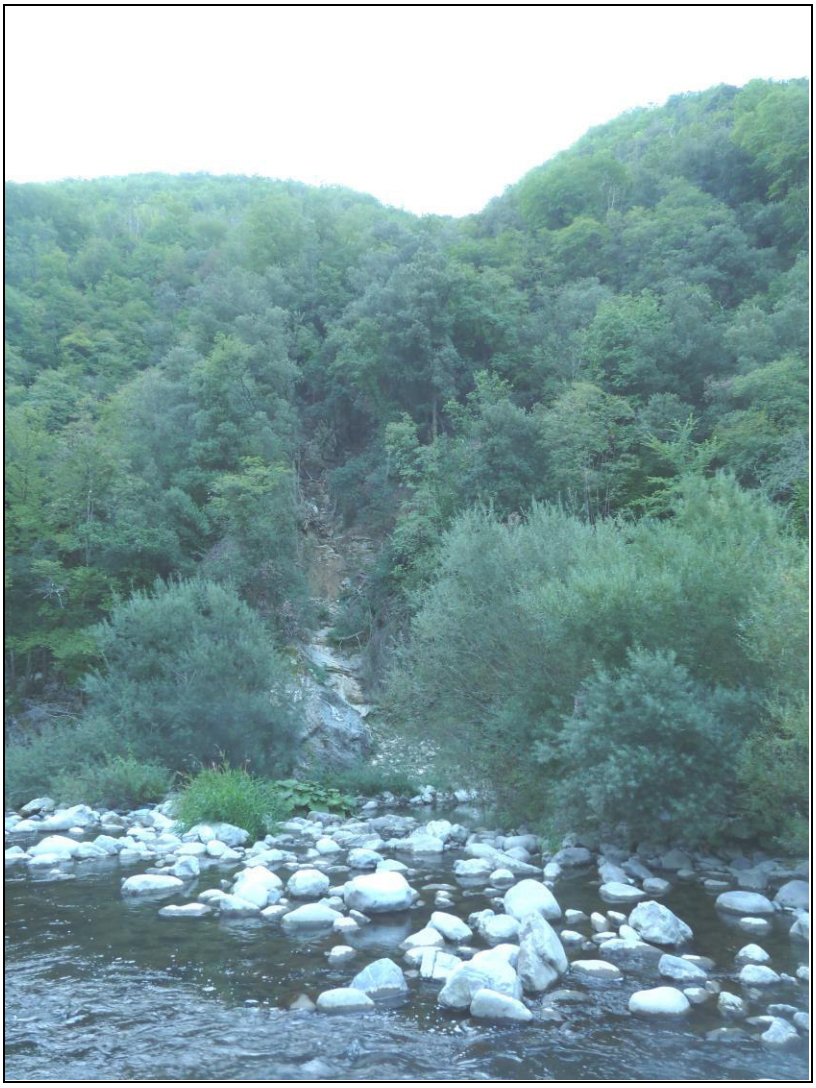
Porzione residua della traversa esistente in sponda destra, immorsata nel substrato calcareo



Porzione residua della traversa esistente in sponda sinistra



Livello conglomeratico che marca il contatto tra argilloscisti e rocce calcaree



Confluenza in sponda destra del T.Arroscia di un rio a monte della traversa



Alveo del T.Arroscia a valle della traversa

3. ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE

3.1. Idrologia ed idraulica

Per quanto riguarda gli aspetti idrologici ed idraulici, rimandando alla documentazione progettuale per la parte di verifica delle sezioni dell'alveo, a seguire verranno riportate alcune considerazioni sull'assetto morfodinamico del tratto d'alveo in studio pre/post realizzazione dell'opera in progetto.

Come già descritto in precedenti studi ed in un precedente parere del Dipartimento Ambiente della Regione Liguria su un progetto analogo, la briglia oggetto d'intervento "*è stata scalzata in un'ampia porzione centrale, per cui allo stato attuale i resti dell'opera determinano un locale restringimento di sezione d'alveo ma non uno sbarramento. [..] Da testimonianze orali, si è potuto stabilire che la briglia in esame, come le altre incidenti sul territorio comunale, è stata realizzata negli anni '50, probabilmente per contenere localmente la pendenza del torrente e la sua tendenza all'erosione. La briglia di S.Pantaleo ha ceduto per ben due volte".*

Ad oggi, attraverso un'analisi temporale dettagliata, si è giunti a definire che la struttura della traversa risultava ancora intatta nell'anno 2005, anche se già colpita e lievemente danneggiata dagli eventi di piena presentatesi negli anni precedenti. Attraverso memorie storiche si è definito che i danni strutturali maggiori attribuiti alla traversa sono avvenuti nell'anno 2010 anno di una forte piena del Torrente. Essendo l'alveo del torrente impostato sul substrato roccioso a seguito dello sfondamento il materiale che negli anni si era depositato sul fondo a monte della traversa è stato velocemente trasportato a valle.

Le cause del cedimento dell'opera vanno ricercate sia nelle carenze costruttive (scarsa armatura e assenza di fori di drenaggio) e conseguente scarsa resistenza alla pressione idrostatica del corso d'acqua nel tempo, che nell'assetto geologico-strutturale con presenza di giaciture a franapoggio del substrato. E' opinione dello scrivente che il primo fattore sia nettamente predominante rispetto al secondo: le spalle dell'opera risultano infatti ancora oggi ben ancorate al substrato che presenta buone condizioni di compattezza.

In ogni caso la briglia, anche se sfondata, ha influenzato parzialmente l'evoluzione del tratto d'alveo in studio soprattutto per quanto riguarda gli aspetti erosivi/deposizionali e lo farà a seguito della realizzazione delle opere in progetto.

Se da un lato infatti l'alveo meandriforme ha una sua naturale tendenza evolutiva con maggiore erosione in sponda destra (esterno curva) e deposizione su quella sinistra (interno curva), come si osserva foto aeree, immediatamente a monte ed a valle della traversa il regime idraulico del corso d'acqua subisce significative variazioni:

- attualmente si può osservare la presenza di una barra di sedimentazione vegetata anche in esterno curva, zona normalmente caratterizzata da forte erosione. E' verosimile pensare che la sua formazione sia dovuta al rallentamento della corrente a monte della briglia prima del suo crollo e che il consolidamento della stessa da parte della vegetazione ne abbia permesso la conservazione fino ad oggi.
- la presenza di sedimenti a granulometria più fine (sabbioso-ghiaiosa) immediatamente a monte della briglia in sponda sinistra può essere invece ricondotta all'azione di contenimento dei resti di manufatto ancora presenti.

Analizzando l'assetto idraulico del corso d'acqua ad una scala maggiore è comunque importante sottolineare che il ripristino dell'opera garantirà attraverso l'azione di laminazione delle portate di piena, diminuzione dell'energia cinetica del flusso e regolazione del fondo del torrente un maggiore "controllo" delle portate di piena ed una minor sollecitazione delle opere di difesa idraulica esistenti più a valle.



Planimetria schematica dell'assetto morfodinamico del tratto di alveo in studio

3.1.1. Trasporto solido

A seguire verranno esposte alcune considerazioni sul trasporto solido potenziale del T.Arroscia ed eseguiti calcoli utili ad una sua quantificazione.

La portata che fluisce in un alveo può causare fenomeni di erosione e deposito del materiale costitutivo del fondo e delle sponde, mosso dalla corrente: i grani solidi possono essere messi in movimento e trasportati verso valle sotto l'azione delle spinte idrodinamiche. Il trasporto dei sedimenti di un corso d'acqua avviene principalmente secondo due modalità:

- in soluzione o in sospensione (wash load), con un trasporto praticamente continuo che si arresta solo al di sotto di una velocita della corrente molto bassa;
- per trascinamento o saltellamento (bed load movement), ha luogo solo al di sopra di una determinata velocità della corrente.

Come già evidenziato nel corso di precedenti studi a supporto del progetto il materiale trasportato dal T.Arroscia è costituito principalmente da ghiaie e ciottoli con ϕmax di 25 cm circa sia a monte che a valle

della briglia. La composizione granulometrica di massima del materiale che costituisce il fondo dell'alveo è quindi costituito da ghiaie e ciottoli con sabbie, stimabili nelle quantità percentuali riportate a seguire.

MATERIALE	DIMENSIONI (mm)	QUANTITA' (%)
Limo e argilla	< 0.06	5
Sabbia	0,06 - 2	10
Ghiaia fine	2 - 4	15
Ghiaia media	4 - 64	45
Ghiaia grossa - ciottolo	64 - 256	25

Per quanto riguarda la sabbia ed i materiali più fini, materiale interessato dal wash load, la dimensione prevalente presente lungo l'alveo e stimata nell'ordine del mm.

Per determinare in che momento ha inizio il trasporto dei grani solidi sono stati sviluppati diversi metodi che hanno l'obiettivo di assegnare ad una variabile (tipicamente la velocità della corrente) un valore critico che descriva il momento in cui le particelle solide incoerenti che costituiscono il letto del corso d'acqua incominciano a muoversi: al di sopra di tale valore la corrente e in grado di trasportare materiali solidi.

Un metodo molto noto e impiegato è quello che utilizza il grafico di Hjulstrom (1935) che fornisce, in funzione del diametro delle particelle, i valori della velocità media critica della corrente, per i quali si ha erosione, trasporto o sedimentazione. Il grafico, riportato a seguire, è in doppia scala logaritmica e presenta sull'asse delle ascisse il diametro delle particelle solide (in mm) e sull'asse delle ordinate il corrispondente valore di velocità critica per cui si hanno fenomeni di erosione, trasporto o sedimentazione.

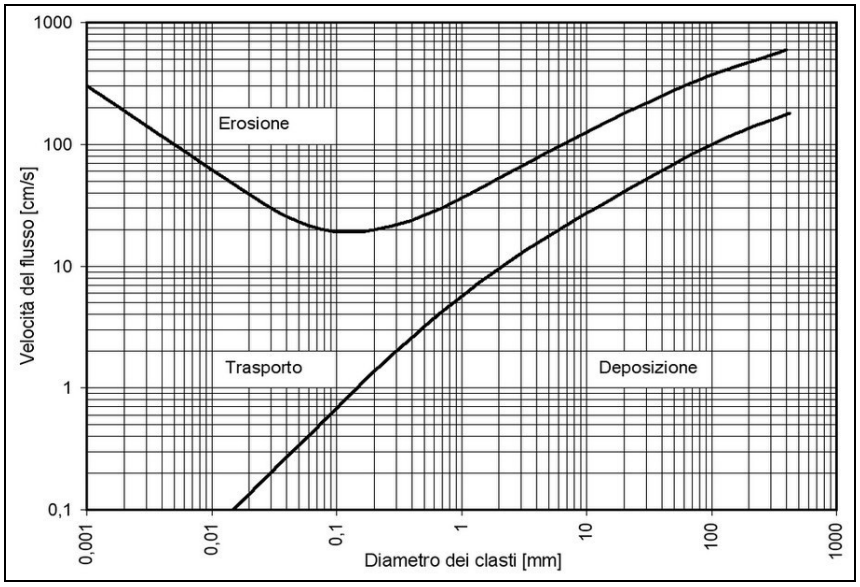


Diagramma di Hjulstrom

Essendo il materiale costituito per l'80% da ghiaie e subordinatamente sabbie (granulometria compresa tra 2 e 256 mm) in base alle velocità della corrente è possibile identificare l'entità del trasporto solido nel tratto di alveo in studio. Per valutazioni più approfondite riguardo tali aspetti si rimanda alla documentazione progettuale ed in particolare "*Relazione Tecnica Particolareggiata*" ed allo "*Studio di compatibilità Idraulica*".

Al fine di quantificare il trasporto solido lungo l'alveo, seppur in modo approssimato, è stato applicato il metodo speditivo di Di Silvio (1983) , basato essenzialmente su misure effettuate in bacini delle Alpi venete e lombarde, permette di valutare l'entità del trasporto solido lungo l'asta principale del bacino in funzione della portata liquida del corso d'acqua.

La relazione proposta da Di Silvio è la seguente:

$$Q_s \text{ (mc/anno)} = (0.027 / 1.8) \times [\, i^{2.1} / (b^{0.8} \times D_{50}^{1.2})] \times (Q_0^{0.8} \times V_0);$$

dove:

- V_0(mc) = volume idrico di deflusso = C_a x h x S_b x 1000;
- C_a = coefficiente di afflusso del bacino;
- h (mm) = precipitazioni ragguagliate collegate all'evento di piena;
- S_b (kmq) = area bacino;
- i (%) = pendenza asta principale;
- b (m) = larghezza media dell'alveo nel tratto preso in esame;
- D_{50} (m) = diametro mediano del materiale di fondo;
- Q_0 (mc/s) = portata di massima piena nel periodo di riferimento (un anno).

Per valutare il trasporto solido in condizioni ordinarie, nella formula deve essere inserito il valore della portata di massima piena con tempo di ritorno uguale a 1 anno e la relativa altezza di precipitazione.

Il metodo fornisce un'indicazione sul trasporto solido partendo dall'ipotesi che ci si trovi in condizioni morfodinamiche di equilibrio, cioè che la morfologia dell'alveo e la composizione del materiale di fondo rimanga invariata.

L'elaborazione è stata realizzata con un software di calcolo della ProgramGeo (PIENA) in licenza d'uso inserendo come caratteristiche granulometriche del materiale trasportato quelle indicate nella tabella soprariportata ed i seguenti dati (riferiti alla sezione di chiusura 1.4, ovvero quella a monte dell'invaso che si creerà con la realizzazione delle opere in progetto:

- Area del Bacino: 165, 66 km^2
- Larghezza dell'alveo: 18 m
- Altezza precipitazione efficace: 740 mm (riferita alla stazione metereologica di Pieve di Teco)
- Inclinazione alveo: 1%
- Peso Specifico materiale di fondo: 2,0 t/m^3
- Portata massima di piena (annuale): 17,93 m^3/s
- Coefficiente di afflusso al bacino: 0,2

Così come riportato nel report del software riportato a seguire si ottiene una portata solida potenziale di 770,6 t/anno.

Committente: EnerClean s.r.l.

Località: San Pantaleo - Ranzo (IM) Descrizione:

Note: Sigla:

Stima della portata solida con il metodo di Di Silvio

Diametro (mm)	Passante %
0.06	5
2	10
4	15
64	45
256	25

Area bacino (kmq):	165.66	Larghezza dell'alveo (m):	18.0
Inclinazione alveo (%):	1.0	Gamma materiale di fondo(t/mc):	2.0
Coefficiente di afflusso:	0.2	Portata di massima piena (mc/s)	17.9
Altezza precipitazione efficace(mm):	740.0		

Portata solida (t/anno): 770.6042

Report tima Trasporto Solido con il metodo Di Silvio

Come si evince da quanto riportato nel paragrafo precedente la realizzazione delle opere in progetto condizionerà l'assetto idraulico del corso d'acqua con un potenziale aumento del deposito a monte della stessa, soprattutto dove già presente, ovvero in sponda sinistra, ma anche sul fondo alveo ed in sponda destra. La presenza di due bocche di fondo nella nuova briglia garantirà però che una buona parte del materiale trasportato sul fondo, quello a granulometria più grossolana, superi la barriera diminuendo l'accumulo di materiale a monte.

L'invaso che si andrà a creare a monte della traversa condizionerà sicuramente il deposito dei materiali trasportati dal corso d'acqua ed in particolare di quelli fini nelle zone dove la velocità della corrente è più bassa. A tal proposito il progetto prevede comunque l'attivazione di un piano di manutenzione che prevede una costante pulizia del bacino d'invaso con restituzione in alveo del materiale precedentemente sottoposto a vagliatura.

3.2. Acque sotterranee

Dal punto di vista idrogeologico il substrato roccioso, affiorante su buona parte dell'area in esame presenta una scarsa permeabilità secondaria per fratturazione, che risulta essere praticamente nulla.

Solo i depositi di fondo alveo di natura sabbioso-ciottolosa con blocchi hanno una buona permeabilità per porosità che può dare origine ad una circolazione idrica sotterranea di subalveo legata al regime idraulico del T.Arroscia e confinata all'alveo che risulta inciso nel substrato impermeabile.

Si esclude comunque la presenza di falda evidenziando solo la possibile presenza di una falda di sub-alveo all'interno dei rari depositi alluvionali.

4. ASPETTI GEOTECNICI

Le opere in progetto interferiranno principalmente con l'ammasso roccioso, affiorante in corrispondenza dell'alveo e subaffiorante altrove. In particolare la traversa, l'opera di presa, la camera di carico, la centrale di produzione verranno realizzate in alveo o in prossimità ad esso ed interagiranno con il substrato roccioso.

Al fine di classificare l'ammasso roccioso dal punto di vista geomeccanico è stato realizzato un rilievo strutturale speditivo degli affioramenti accessibili all'osservazione sia in sponda destra che su quella sinistra.

In questo tratto il substrato è costituito da rocce calcaree ed argilloscisti molto compatti poco alterati ed aventi una giacitura orientata verso SW con un medio angolo di inclinazione (35-40°).

Ai piani di scistosità/stratificazione si sovrappongono due sistemi di fratturazione principali:

- K1 orientato verso Nord con un medio/alto angolo di inclinazione (circa 75°). La spaziatura tra i piani di fratturazione, generalmente chiusi o riempiti da carbonato di calcio, risulta mediamente di 50 cm.
- K2 orientato verso W-NW con un angolo di inclinazione alto (circa 80°). La spaziatura tra i piani di fratturazione sostanzialmente chiusi è di circa 2 m.

Nei rilievi, eseguiti facendo riferimento alla *Classificazione di Bieniawski (1989)* sono stati rilevati alcuni parametri (resistenza roccia intatta, RQD, spaziatura giungi, condizioni idrauliche). La resistenza della roccia intatta è stata valutata assumendo un valore della resistenza a compressione uniassiale desunta dalla bibliografia scientifica. Il parametro RQD, la spaziatura media dei giunti di frattura, la loro condizione e le caratteristiche idrauliche sono state stimate cautelativamente mediante l'osservazione degli affioramenti.

1	Resistenza alla compressione monassiale (MPa)		Indice parziale	2	R.Q.D. %	Indice parziale	3	Spaziatura media (cm)	Indice parziale
		70	7		75	15		100	1
PARAMETRI			INTERVALLI DI VALORI						
4	Condizione dei giunti	Lunghezza media giunti (m)	< 1	1 - 3	3 - 10	10 - 20	> 20		
		Indice parziale	6	4	2	1	0		
		Apertura giunti (mm)	Giunti chiusi	< 0,1	0,1 - 1,0	1 - 5	> 5		
		Indice parziale	6	5	4	1	0		
		Rugosità giunti	Molto rugosi	Rugosi	Poco rugosi	Lisci	Laminati		
		Indice parziale	6	5	3	1	0		
		Riempimento giunti (mm)	Assente	<5 compatto	>5 compatto	<5 molle	>5 molle		
		Indice parziale	6	4	2	2	0		
		Alterazione giunti	Inalterati	Poco alterati	Mediamente alterati	Fortemente alterati	Decomposti		
		Indice parziale	6	5	3	1	0		
5	Condizioni idrauliche	Afflusso per 10 m di galleria (l/min)	Assente	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		Rapporto Pressione dell'acqua nei giunti / Sforzo principale maggiore	0	< 0,1	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	> 0,5		
		Condizioni generali	Giunti asciutti	Giunti umidi	Giunti bagnati	Stillicidio	Venute d'acqua		
	Indice parziale		15	10	7	4	0		
6	Orientamento dei giunti		Molto favorevole	Favorevole	Discreto	Sfavorevole	Molto sfavorevole		
	Indice parziale	Gallerie	0	-2	-5	-10	-12		
		Fondazioni	0	-2	-7	-15	-25		
		Versanti	0	-5	-25	-50	-60		

RISULTATI

Classe	BRMR	RMR	Qualità dell'ammasso	Coesione (kPa)	Angolo d'attrito(°)
II	73	66	Buona	365.0	41

Classificazione di Beniawski (1989) dell'ammasso roccioso

In base ai rilievi l'ammasso ricade nella Classe II con buona qualità dell'ammasso roccioso, indice RMR di 66, BRMR di 73, cui corrispondono una coesione di 365 kPa ed un angolo di attrito di 41°.

Per quanto riguarda i terreni di copertura, seppur poco potenti, si tratta di materiali sabbioso-limosi con ciottoli a cui si posso cautelativamente assegnare i seguenti parametri geotecnici:

- Peso Volume (γ) = 18,5 t/m^3
- Peso Volume saturo (γ_{sat}) = 19,5 t/m^3
- Angolo di resistenza al taglio (α) = 33°
- Coesione = 0 kg/cm^2.

Come detto in precedenza il substrato è subaffiorante anche nel settore compreso tra il T.Arroscia e la Chiesa di San Pantaleo e pertanto anche le opere accessorie al progetto, ovvero la cabina di comando e trasformazione, i cavidotti e le opere di sistemazione del sentiero di accesso, interesseranno la coltre di terreni di copertura ed il substrato roccioso. In particolare le fondazioni della cabina di comando dovranno essere immorsate nel substrato roccioso compatto.

5. ANALISI DEL QUADRO DEL DISSESTO LOCALE

A seguito dei sopraluoghi svolti e dell'analisi storica e bibliografica è possibile descrivere nel dettaglio il quadro del dissesto in corrispondenza dell'area in studio.

In particolare analizzando gli elaborati di carattere geologico-tecnico allegati al "Piano di Bacino Stralcio sul Bilancio Idrico del T.Arroscia" si possono trarre utili informazioni ed in particolare:

- La "Carta delle fasce fluviali " non analizza il tratto d'alveo in studio.
- La "Carta del rischio idraulico" non analizza il tratto d'alveo in studio.
- La "Carta della pericolosità o suscettività al dissesto" descrive così le aree in studio:
  - l'alveo ed i settori di versante limitrofi con grado di pericolosità *PG2: Aree a pericolosità media*.
  - i piani terrazzati a valle della chiesa di S. Pantaleo ove verrà realizzata la cabina di comando e trasformazione con grado si rischio *Pg0: pericolosità molto bassa.*
- La "Carta del rischio geomorfologico" descrive così le aree circostanti all'alveo attivo:
  - il settore di versante in sponda destra con grado di rischio *R0: lieve o trascurabile*;
  - i settori prossimi al corso d'acqua in sponda sinistra con grado di rischio *R1: moderato;*
  - i piani terrazzati a valle della chiesa di S. Pantaleo ove verrà realizzata la cabina di comando e trasformazione con grado si rischio *R0: lieve o trascurabile.*
  - I settori in frana con grado di rischio R2 (medio) e R3 (Elevato).

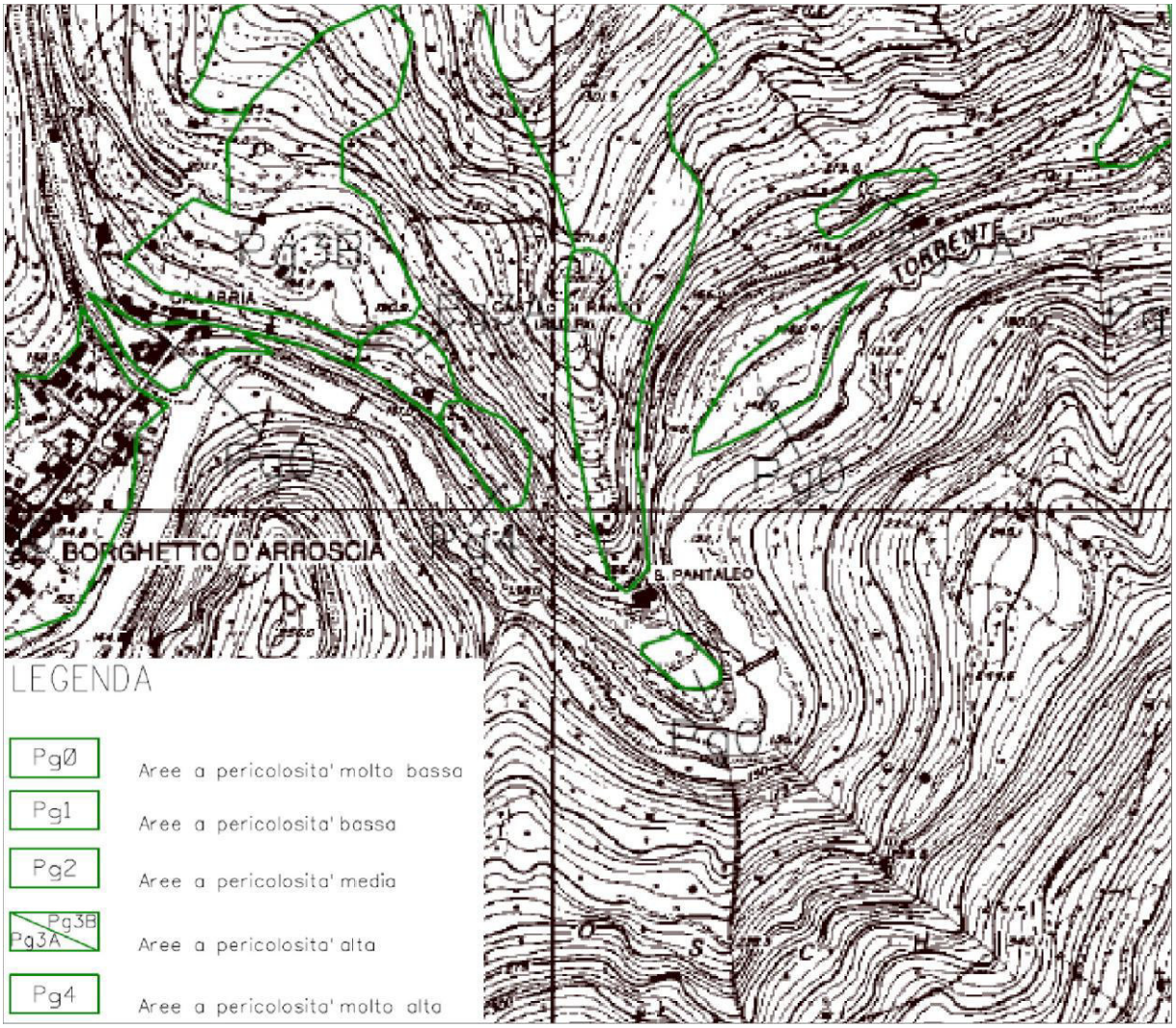
E' stato anche consultato l'"*Inventario dei fenomeni franosi sc. 1:10.000*"- Progetto IFFI" sul Geoportale della Regione Liguria dal quale emerge la presenza di due fenomeni franosi che interessano i settori di versante sulla sponda sinistra del T.Arroscia. Entrambi i fenomeni non interessano aree coinvolte dal progetto ed in particolare:

- un fenomeno interessa il settore di versante a monte della strada ad Est della loc. Calabria;
- il secondo il versante esposto verso Est a monte della S.P.

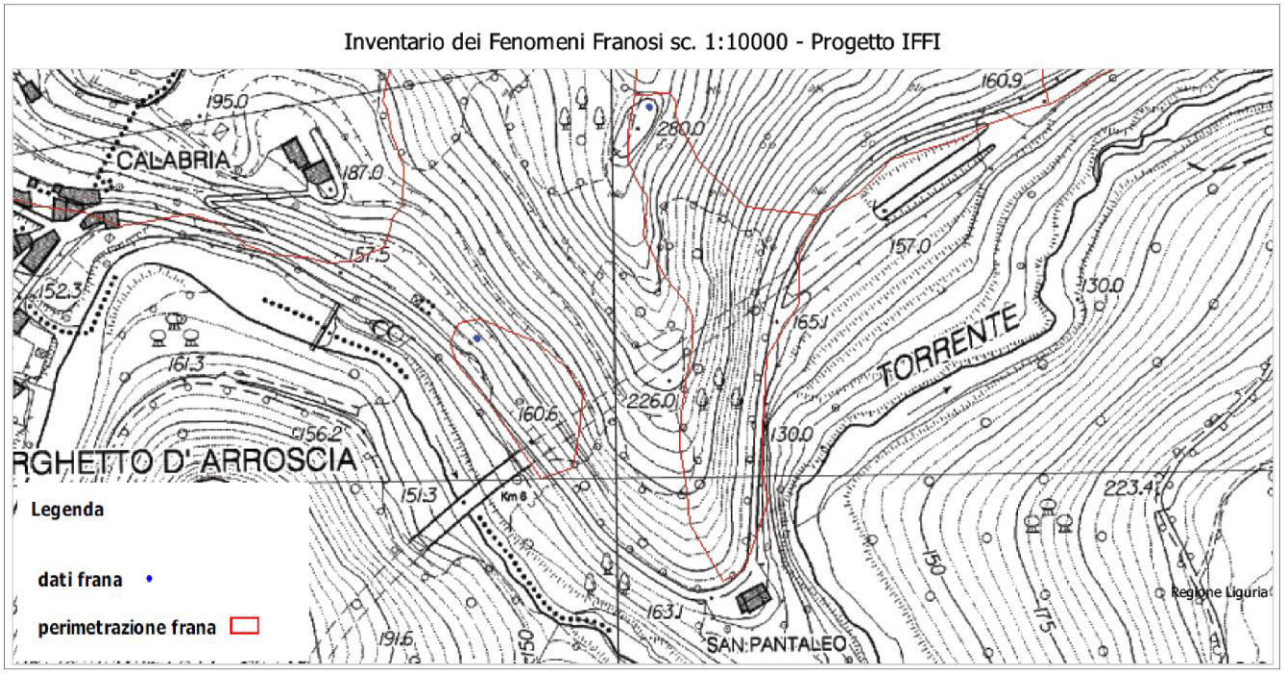
A seguito dei sopraluoghi svolti dallo scrivente si conferma il quadro sopra descritto e non si segnalano fenomeni di dissesto a carico dell'area in studio incompatibili con la realizzazione delle opere in progetto, che principalmente saranno realizzate nell'alveo naturale del corso d'acqua.

Per quanto riguarda l'uso dei suoli quasi tutte le opere in progetto interesseranno aree non vegetate. Solo la zona ove verrà realizzata la cabina di controllo e trasformazione ricade in settore ad uso "Seminativo" così come riportato della "*Carta dell'Uso del Suolo"* del Piano di Bacino.

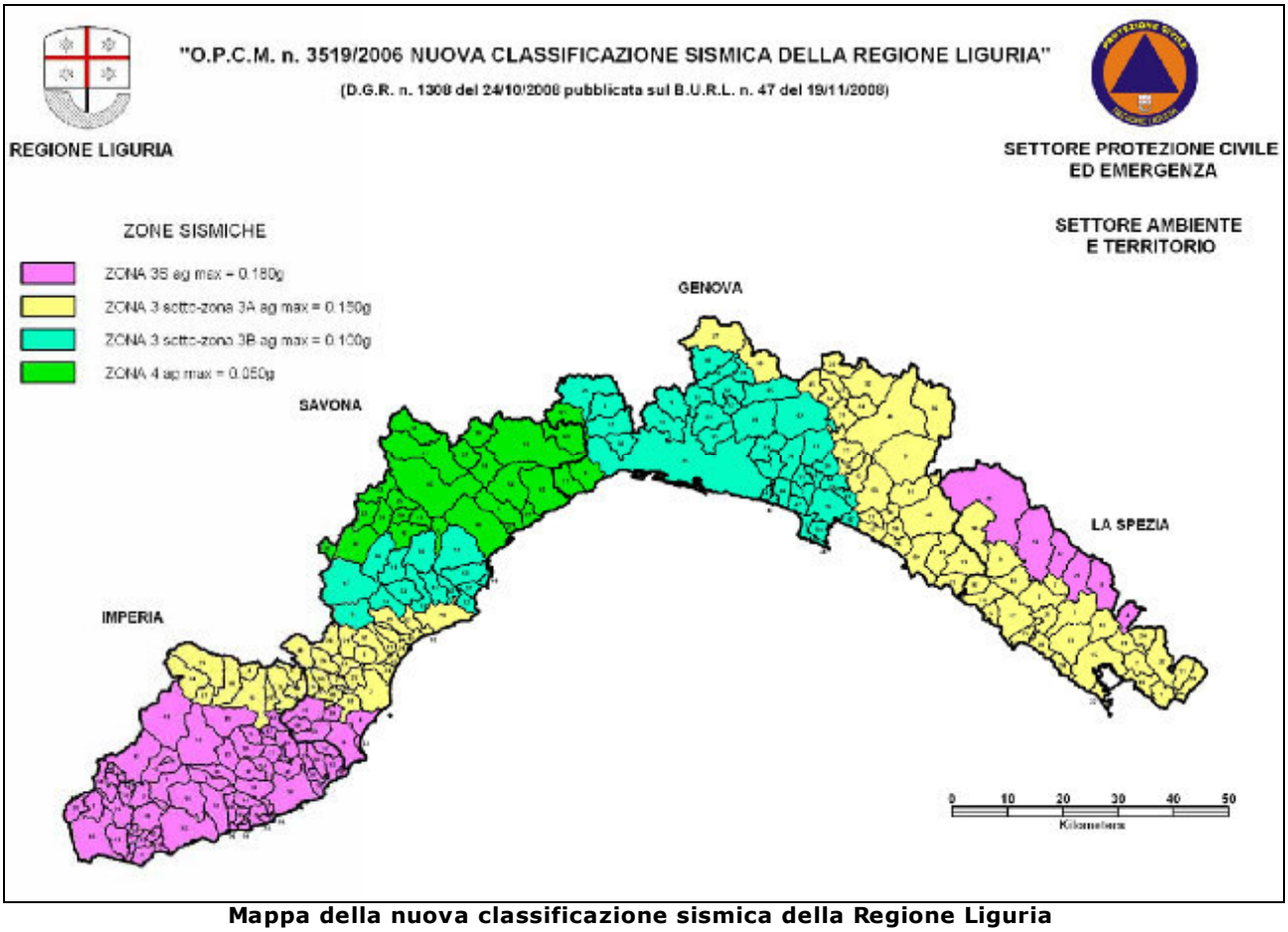
Si sottolinea che dal punto di vista sismico il Comune di Ranzo secondo la normativa vigente in materia sismica è classificato in Zona 3 sotto zona A – bassa pericolosità.



Stralcio della "Carta della pericolosità" (Fuori scala)



Stralcio Cartografia IFFI (tratto da Geoportale Regione Liguria)



Mappa della nuova classificazione sismica della Regione Liguria

6. IMPATTI E CONSIDERAZIONI DI CARATTERE TECNICO-ESECUTIVO

Facendo riferimento a quanto descritto nei paragrafi precedenti, il presente capitolo illustra i potenziali impatti sull'assetto geologico, idrogeologico e del suolo conseguenti all'attuazione del progetto che in estrema sintesi prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico sul Torrente Arroscia utilizzando una briglia/traversa esistente e realizzando le opere principali esclusivamente nell'alveo naturale del corso d'acqua.

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico a salto concentrato, costituito da un'unica opera in aderenza alla traversa. Nel progetto presentato si ipotizza la ricostruzione della traversa esistente, ormai in stato di abbandono avanzato, progettandola e realizzandola seguendo le più nuove e affermate tecniche di ingegneria ambientale ed idraulica, minimizzando il più possibile l'impatto antropico. La centrale di produzione (rivestita in pietra) è posizionata in sponda sinistra idrografica, in aderenza alla roccia della sponda della vallata, molto prossima al corso d'acqua, ma protetta dalla corrente dalla presenza dai banchi rocciosi di monte e valle che incanalano il deflusso verso il centro della sezione d'alveo. La restituzione delle acque utilizzate avviene per mezzo di un canale interrato posto al di sotto del locale di produzione.

L'intervento in progetto si può quindi scindere in sette parti essenziali: la traversa, i dispositivi per il rilascio del DMV, l'opera di presa, la camera di carico, la centrale di produzione (locale macchina e canale di scarico) e la cabina di comando e consegna (allaccio alla linea MT).

I potenziali impatti sulle diverse componenti considerate saranno limitati ed in particolare:

- Per quanto riguarda l'assetto **geologico e geotecnico** tutte le opere verranno realizzate nei pressi delle sponde dell'alveo ove affiora diffusamente il substrato e pertanto verranno immorsate in esso, che localmente può essere ricoperto da depositi fluviali grossolani.

  Il substrato roccioso si presenta generalmente poco alterato ed in buono stato di conservazione dal punto di vista geomeccanico garantendo un ottimo piano di fondazione o come supporto per l'ancoraggio per le opere.

  Nel caso in cui in fase di cantiere si renda necessaria l'esecuzione di scavi per l'accesso al sito o per la realizzazione delle opere occorrerà adottare alcune precauzioni ed in particolare:
  - Qualora le altezze degli scavi in progetto presentino altezze tali da non garantire le condizioni di stabilità nel breve termine (>1/1,5m), anche in relazione alla stabilità delle scarpate limitrofe, dovranno essere adottate tutte le cautele per il loro sostegno.
  - Il materiale di risulta degli scavi, non riutilizzato in situ, dovrà essere allontanato dal sito e stoccato in apposita discarica.
  - Gli scavi dovranno essere realizzati per tratti di lunghezza ridotta ed immediatamente ritombati dopo la posa delle opere.
- Dal punto di vista della **sismicità** locale il Comune di Ranzo secondo la normativa vigente in materia sismica è classificato in Zona 3 sotto zona A – bassa pericolosità.

  Anche in questa fase preliminare visto l'assetto geologico/stratigrafico locale il sottosuolo è facilmente associabile alla Categoria A: *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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.*
- L'assetto **idrogeologico** dell'area in studio non subirà modifiche significative in quanto l'alveo del T. Arroscia scorre sul substrato roccioso e il prelievo non creerà variazioni sostanziali nella circolazione idrica sotterranea.

- L'effetto sul **suolo** è limitato allo scavo per la realizzazione delle opere in progetto ed al movimento terra necessario alla loro realizzazione, che interesserà aree comprese nell'alveo attivo e naturale del corso d'acqua.
- Per quanto riguarda la **dinamica fluviale** la realizzazione delle opere in progetto ed il ripristino della traversa attualmente sfondata condizionerà l'assetto idraulico del corso d'acqua creando un bacino di invaso a monte. La presenza di due bocche di fondo nella nuova traversa garantirà comunque che una buona parte del materiale solido trasportato sul fondo, quello a granulometria più grossolana, superi la barriera diminuendo l'accumulo di materiale a monte.

  Analizzando l'assetto idraulico del corso d'acqua ad una scala maggiore è comunque importante sottolineare che il ripristino dell'opera garantirà attraverso l'azione di laminazione delle portate di piena, diminuzione dell'energia cinetica del flusso e regolazione del fondo del torrente un maggiore "controllo" delle portate di piena ed una minor sollecitazione delle opere di difesa idraulica esistenti più a valle. Si rimanda comunque allo "*Studio di compatibilità Idraulica*" per valutazioni di carattere idrologico-idraulico più approfondite.

7. CONCLUSIONI

L'intervento in progetto, attuato secondo le raccomandazioni espresse, risulta compatibile con l'assetto geologico, geomorfologico, geotecnico, idrogeologico e vincolistico esistente nel caso in cui ci si attenga rigidamente alle soluzioni progettuali prospettate allo scrivente ed ha quanto indicato nella presente relazione geologica.

Gli impatti su tutte le componenti analizzate risultano infatti minimi anche in funzione del loro buon inserimento ambientale.

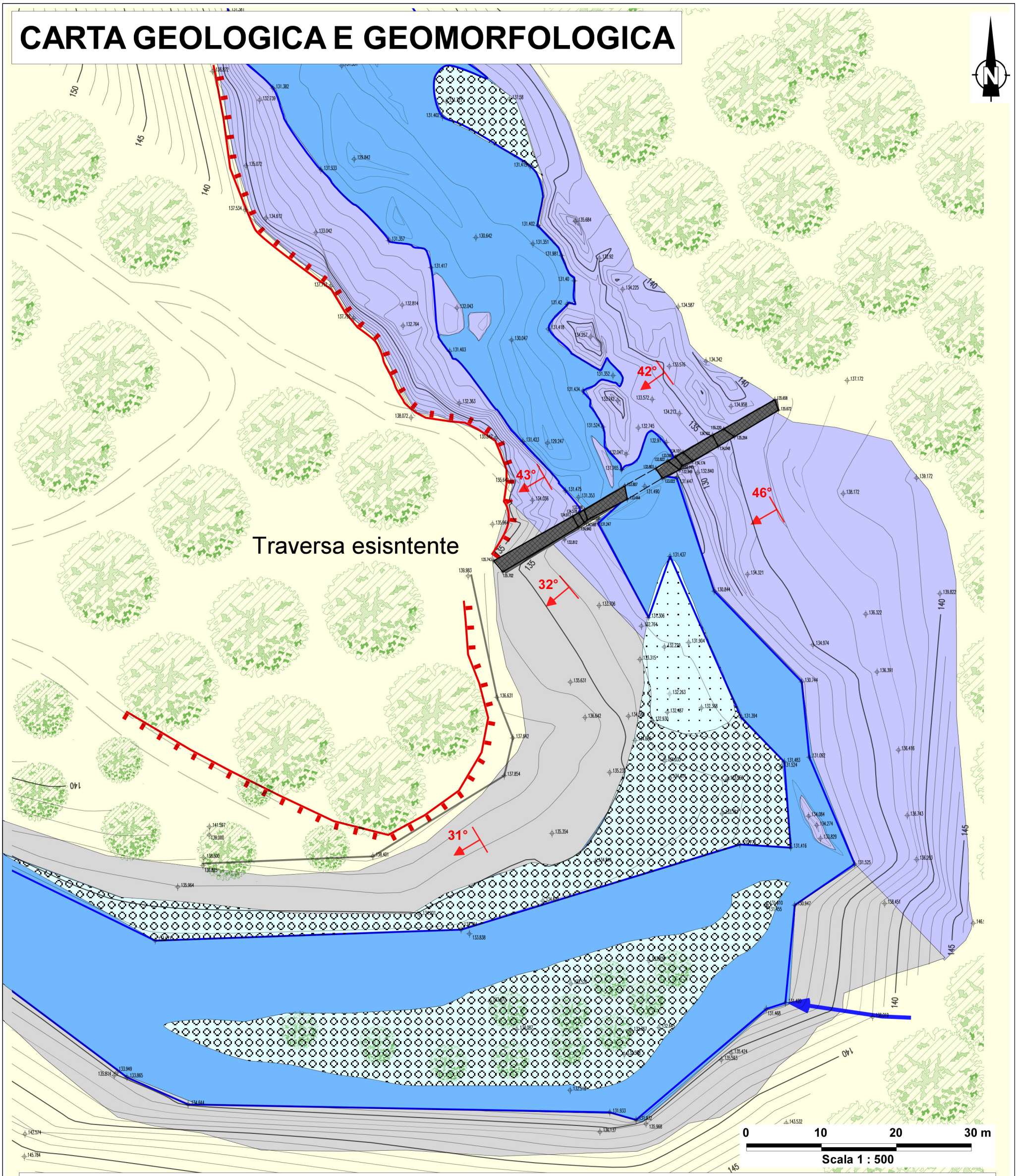
Peveragno, novembre 2014

Il Geologo, Dott. Andrea Bredy

Allegati:

- *Carta Geologica e geomorfologica – scala 1:500*

CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA



LEGENDA

Depositi Superficiali

- a, b — Depositi alluvionali recenti ed attuali:
  a=ghiaie con ciottoli e subordinate sabbie
  b=sabbie con subordinate ghiaie
- Terreni di copertura di origine eluvio-colluviale

Substrato roccioso

- Rocce calacareo-marnose
- Argilloscisti varicolori

Simboli

- 31° — Giacitura del substrato
- Orlo di scarpata
- Traversa esistente
- Idrografia secondaria
- Vegetazione arborea/arbustiva
- Alveo attivo

Studio Geologico
dr. andrea bredy