

IMPIANTO IDROELETTRICO DI ROSAZZA

REGIONE PIEMONTE – PROVINCIA DI BIELLA – COMUNI DI PIEDICAVALLO E ROSAZZA

Oggetto:

DOMANDA DI VARIANTE IN SANATORIA

Documentazione di progetto:

RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA

Elaborato:

RGT

EMISSIONE	PRESENTAZIONE					
COMMESSA	Rosazza_RGT					
	Data	Sigla	Data		Data.	Sigla
Redazione	Marzo 2023	PG				
Verifica	Marzo 2023	AM				
Controllo	Marzo 2023	MC-LA				

Timbro e firma dei professionisti

AMBGEO S.r.l – Società di Professionisti –
Ord. Geol. Lombardia n. 01/STP
Via Euro pa, 33 21040 Morazzone (VA)



DOTT. GEOL. LUCA ARIENI



DOTT. GEOL. MARCO CANAVESI



SIPEA srl

SOMMARIO

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE OPERE	4
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	5
3.1	<i>Assetto geologico-strutturale locale</i>	7
3.2	<i>Formazioni del substrato roccioso</i>	9
3.3	<i>Depositi quaternari continentali di copertura</i>	10
4	ELEMENTI DEL CONTESTO GEOMORFOLOGICO	15
4.1	<i>Inquadramento geomorfologico</i>	15
4.2	<i>Dinamica geomorfologica del territorio</i>	16
4.3	<i>Valutazioni in merito alle possibili interferenze delle opere di progetto con il quadro del dissesto</i> 22	
4.4	<i>Valutazioni in merito alla compatibilità idraulica e alla coerenza con il quadro del dissesto PAI</i>	25
5	ELEMENTI DEL CONTESTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO	32
6	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DELLE AREE DI PROGETTO	39
6.1	<i>Traversa di captazione</i>	39
6.2	<i>Canale di derivazione e vasca di carico/dissabbiatore</i>	40
6.3	<i>Condotta forzata</i>	40
6.4	<i>Edificio di centrale e linea di connessione alla rete</i>	41
6.5	<i>Scala di risalita per l'ittiofauna</i>	41
6.6	<i>Modello geotecnico del sottosuolo e definizione dei range di variabilità dei parametri geotecnici fondamentali</i>	41
7	CONCLUSIONI	44

1 **PREMESSA**

L'impianto idroelettrico di Rosazza per il quale si presenta istanza di variante in sanatoria differisce rispetto al progetto autorizzato essenzialmente per la posizione della traversa di presa che ha comportato quindi anche una diversa ubicazione della vasca dissabbiatrice / carico.

Difformità minori sono le caratteristiche costruttive della scala di risalita dell'ittiofauna presso la prima briglia sul T. Cervo a valle della confluenza in esso del T. Chiobbia e un leggero scostamento della linea di posa della condotta nei suoi metri finali di avvicinamento alla centrale di lunghezza pari a circa 135 m.

Per una immediata visualizzazione grafica delle difformità fra quanto realizzato e quanto autorizzato si faccia riferimento alla Tavola 01 Corografia marzo 2023 allegata alla relazione tecnica

La presente relazione intende quindi descrivere il contesto geologico e geomorfologico nel quale sono inserite le opere realizzate ed analizzarne l'inserimento rispetto ai vincoli pianificatori relativi alle tematiche inerenti i dissesti legati alla dinamica gravitativa e fluviale-torrentizia.

Per facilità di esposizione vengono analizzate tutte le opere costituenti l'impianto idroelettrico, facendo ovviamente presente che le opere conformi al progetto autorizzato sono già state oggetto appunto di autorizzazione da parte della Provincia di Biella.

L'allegato 1 alla Relazione Paesaggistica costituisce la documentazione fotografica delle aree interessate dalla realizzazione delle opere al quale si rimanda.

Allegato al presente elaborato il documento TG.01 '*Carta geologica e geomorfologica di dettaglio*', sintetizzate alla scala 1:5.000 e 1:2.000 rispettivamente, e il documento TG.02 '*Pericolosità idraulica e idrogeologica*' alla scala 1:2.000 su base topografica derivata dalla Carta Tecnica Regionale.

2 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLE OPERE

L'impianto idroelettrico è compreso fra i territori comunali di Piedicavallo e Rosazza in provincia di Biella.

La derivazione prevede la captazione del Torrente Chiobbia, affluente di sinistra del Torrente Cervo nel quale confluisce a sud-est di Montesinaro (frazione di Piedicavallo) a poco meno di 100 m ad est del '*ponte Pinchiolo*' (intersezione della S.P. 100 con il T. Cervo).

La condotta forzata del diametro 500 mm e lunghezza circa 980 m a partire dalla vasca di carico corre in destra idrografica del T. Chiobbia fino ad attraversare il subalveo il torrente Cervo a valle del Ponte Pinchiolo; successivamente si sviluppa in destra idrografica del T. Cervo prossima alla S.P. 100 fino a raggiungere la centrale di produzione, ubicata sempre in destra idrografica a nord di loc. Vittone, circa 50 m a est-nord est dell'oratorio della Beata Vergine del Monte Carmelo (toponimo CTR '*Cappella del Bariusco*').

La connessione alla rete elettrica avviene tramite cavo interrato fra il locale di e-distribuzione e il palo di sostegno della linea MT "024ROSAZZA " posto a circa 40 m dalla centrale.

Si ricorda inoltre la presenza della scala di risalita dell'ittiofauna presso la prima briglia sul T. Cervo a valle della confluenza in esso del T. Chiobbia.

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area di indagine, situata nell'alta valle del Torrente Cervo, appartiene dal punto di vista geologico-strutturale al settore delle Alpi Occidentali; più precisamente si colloca pochi Km a NE della Linea del Canavese, importante elemento tettonico a direzione media NNE-SSW che separa, con l'interposizione di una scaglia di coperture vulcaniche e vulcanoclastiche tettonizzate nota in letteratura come "Zona del Canavese", la Zona Sesia-Lanzo (dominio Austroalpino), allungata in direzione SW-NE, dalla Zona Ivrea-Verbano (Alpi Meridionali o Sudalpino) (*Biino e Compagnoni, 1989*).

Il substrato affiorante/sub affiorante nella parte interna della Zona Sesia-Lanzo (cui appartiene l'area di studio) è riferibile a metamorfiti del "Complesso dei micascisti eclogitici" (*Franchi, Novarese e Stella*) costituiti da prevalente quarzo e muscovite (gneiss quarziticci minuti, con subordinati ortogneiss e gneiss biotitico-granatiferi) associati a percentuali variabili ma sempre subordinate di granato, omfacite e anfibolo ed in assetto strutturale apparentemente semplice (eccezion fatta per il tratto interessato dall'intrusione tardo alpina del Plutone della Valle del Cervo), monoclinale, con direzione media NE-SW e immersione generalmente ad alto angolo verso SE.

Le ricostruzioni dell'evoluzione tettono-metamorfica (*Pognante, 1989; Spalla et alii, 1996; Zucali et alii, 2002*) indicano che la Zona Sesia-Lanzo ha seguito un percorso di esumazione in un regime termico depresso, realizzabile in contesti geodinamici in cui la subduzione di litosfera oceanica è attiva; nel "Complesso dei micascisti eclogitici" (*Compagnoni et alii, 1977*) si registra durante la convergenza legata alla prima fase dell'orogenesi alpina (fase eoalpina) un'impronta metamorfica dominante in facies eclogitica (*Pognante, 1989; Zucali et alii, 2002*) con associazioni di minerali di alta pressione e bassa temperatura ed età radiometrica cretaceo-paleocenica (130-65 M.a.) (*Oberhänsli et alii, 1985; Inger et alii, 1996; Duchêne et alii, 1997; Rubatto et alii, 1999; Ruffet et alii, 1997*).

La Linea del Canavese, che interseca la valle poco a sud di Passobreve e che risulta a sua volta dislocata da un sistema tettonico più recente ad orientazione NNW-SSE, definisce nel settore piemontese il segmento occidentale di un più ampio sistema di discontinuità noto come Linea Insubrica o Lineamento Periadriatico, sistema neogenico di faglie subverticali a prevalente carattere trascorrente che separa, lungo l'intero arco alpino, le parti più direttamente coinvolte negli eventi deformativi e metamorfici all'origine della catena alpina (complesso Austroalpino, costituito dalla parte del paleomargine africano coinvolta nella

catena alpina a vergenza europea e Pennidico comprende unità ad affinità oceanica) dalla parte del margine africano interessata in modo marginale e tardivo dall'orogenesi alpina e come tale priva di sovraimpronta metamorfica alpina (Sudalpino o Alpi Meridionali).

Il "Complesso dei micascisti eclogitici" costituisce l'incassante del complesso vulcano-plutonico noto in letteratura come Plutone della Valle del Cervo (o Plutone della Balma) legato all'evoluzione tardo-collisionale delle Alpi Occidentali (magmatismo collisionale periadriatico) che si è messo in posto a livelli crostali relativamente superficiali in epoca oligocenica (30-31 M.a. da datazione Rb/Sr su biotite - *Bigioggero et al., 1994* - e U/Pb su zircone - *Romer et al., 1996*).

Il plutone, che si estende grosso modo fra gli abitati di Rosazza e Bogna lungo la Valle del Cervo e fra Oropa e Alpe Piovale da SW verso NE, presenta una caratteristica struttura ad anelli sub concentrici per intrusioni successive, con un nucleo granitico-granodioritico (Complesso Granitico), una fascia mediana di sienite (Complesso Sienitico) e un anello esterno di monzonite (Complesso Monzonitico) (*Fiorentini-Potenza, 1959; Bigioggero et al., 1994*).

L'aureola di contatto ben sviluppata è dovuta a una marcata differenza di temperatura tra magma in cristallizzazione e roccia incassante durante il magmatismo, a indicazione del fatto che l'intrusione è avvenuta a profondità relativamente basse (indicativamente fra 4-7 km dalla superficie).

L'aureola di contatto è più estesa al margine sudorientale del plutone rispetto al margine nordoccidentale, testimoniando una maggior differenza di temperatura tra magma e roccia incassante, e quindi minor profondità di intrusione verso SE.

Al plutone sono associati innumerevoli filoni di porfiriti (daciti, andesiti, andesiti basaltiche) e diverse mineralizzazioni di origine idrotermale, a molibdeno, tungsteno, rame, piombo, argento e oro occasionalmente sfruttate in epoca preindustriale.

Quanto esposto viene riassunto nello schema geologico di seguito proposto.

Schema geologico

Depositi recenti

- 1 Depositi alluvionali postglaciali
- 2 Depositi glaciali
- 3 Lembi di conoidi pleistocenici
- 4 Depositi villafranchiani

Plutone della Valle del Cervo

- 5 Monzoniti
- 6 Sieniti
- 7 Graniti
- 8 Plutone di Miagliano

Zona Sesia-Lanzo

- 9 Coperture vulcano-sedimentarie oligoceniche
- 10 Complesso dei micascisti eclogitici, con differenziati
- 11 Lenti di eclogiti
- 12 Metagraniti e ortogneiss

Zona Ivrea-Verbano

- 13 Plutone gabbrico
- 14 Lenti di peridotiti
- 15 Serpentiniti
- 16 Migmatiti
- 17 Kinzigiti

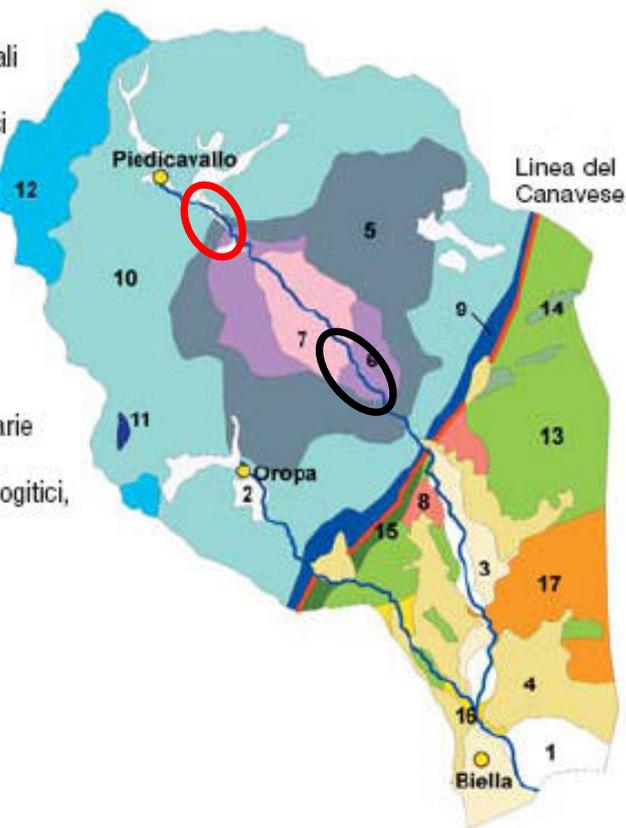


Figura 1 – Schema geologico (da: “Itinerari geologici in Piemonte – La Valle Cervo”; ARPA Piemonte-Centro regionale per le ricerche territoriali e geologiche, gennaio 2010) (l’ovale rosso individua indicativamente l’area entro cui ricade il tracciato dell’impianto ad acqua fluente, quello nero il tracciato della linea MT di potenziamento in progetto)

3.1 Assetto geologico-strutturale locale

Il settore di territorio entro cui risulta collocata la traccia dell’impianto idroelettrico si estende grosso modo da NW verso SE, dall’aggregato urbano di Montesinaro (frazione del Comune di Piedicavallo) alla località Vittone alla periferia settentrionale di Rosazza, nella porzione interna della Zona Sesia-Lanzo.

Esso è modellato entro rocce metamorfiche del “Complesso dei micascisti eclogitici” nell’aureola di contatto con il Plutone della Valle del Cervo, costituite da metapeliti, ortogneiss ed eclogiti spesso fortemente foliate, affioranti lungo una fascia che si estende lungo i fianchi della valle del Torrente Valdescola (Comune di Piedicavallo) intersecando il tratto terminale dell’alveo del Torrente Chiobbia, da Pianlino alla confluenza nel Cervo

attraverso Montesinaro, e nella valle del Torrente Cervo all'altezza delle località Fornello-Pinchiolo-Fienbello fino all'altezza di Bariusco dove si ha il passaggio, coperto dai depositi alluvionali del Torrente Cervo, al Plutone della Valle del Cervo.

L'estensione piuttosto limitata dell'aureola di contatto è espressione di una maggiore profondità dell'intrusione (stimabile intorno a 7-10 km dalla superficie) rispetto, ad esempio, a quanto si può riconoscere presso Passobreve (lungo la valle del Cervo in prossimità della Linea del Canavese) dove l'aureola metamorfica appare molto più sviluppata ed evidente in ragione di una profondità più ridotta dell'intrusione (4-7 Km).

Spostandosi verso S, dalla regione Bariusco a Rosazza lungo la sponda orografica destra del Torrente Cervo, si entra nell'anello esterno monzonitico del Plutone della Valle del Cervo, con rocce a grana fine di colore grigio prevalente costituite da plagioclasio, feldspato potassico, pirosseno, biotite, scarso quarzo e anfibolo, con frequenti inclusi arrotondati centimetrici di rocce basiche molto fini; sulla sponda orografica sinistra affiorano invece le sieniti (anello intermedio del plutone), ovvero rocce a grana media costituite da feldspato potassico, plagioclasio, anfibolo, biotite, scarso quarzo e pirosseno, dal tipico colore violaceo dato dal feldspato potassico che assume questa colorazione per la presenza di lamelle finissime di ilmenite sulle superfici di sfaldatura.

Dapprima usata come materiale da costruzione per gli edifici del circondario, a partire dal XX° secolo la sienite ha trovato largo impiego per pavimentazioni lucidate in larga parte del territorio nazionale per la sua valenza estetica e le caratteristiche di resistenza al calpestio; molto comuni anche gli utilizzi per cubetti e pietre di camminamento e come rivestimento per gli edifici.

Il nucleo centrale granitico del Plutone della Valle del Cervo si incontra, esternamente all'area di studio, lungo la strada tra Forgnengo e Piaro fino a Campiglia Cervo (che costituisce il centro del batolite) dove affiorano con continuità graniti di colore bianco o rosato tenue a megacrystalli prismatici di feldspato potassico, con quarzo, biotite e orneblenda, spesso alterato a produrre i caratteristici "sabbioni", tipo di prodotto di disfacimento favorito dalla disomogeneità nella grana della roccia.

Relativamente alla tettonica rigida sono riconoscibili nell'ambito del settore di indagine due famiglie principali di lineamenti con orientazione NW-SE, il primo, e SW-NE, il secondo, normale al precedente.

3.2 Formazioni del substrato roccioso

Su base litologico-composizionale, oltre che petrografica, è possibile distinguere le litologie di seguito descritte che costituiscono il substrato roccioso affiorante-subaffiorante di derivazione magmatica e metamorfica (rif. tavola TG.01):

- **Sieniti**: rocce compatte, equigranulari, a grana media, prive o poverissime di quarzo, i cui componenti mineralogici essenziali sono feldspato potassico, plagioclasio sodico, anfibolo e, biotite; presentano una tipica tonalità cromatica tendente al violaceo; di origine eruttiva intrusiva costituiscono l'anello intermedio nella struttura sub-concentrica del Plutone della Valle del Cervo, a diretto contatto con il nucleo centrale granitico-granodioritico; nella tavola geologica i litotipi sienitici affioranti/sub affioranti sono riconoscibili nell'alveo del Torrente Cervo e nella porzione basale del versante in sponda orografica sinistra, grosso modo fra il Rio Cervetto (o Rio Cascinelli) fino a Valmosca (frazione del Comune di Campiglia Cervo), e in sponda destra del T. Cervo a sud di Rosazza lungo l'alveo e la S.P. 513 dalla Frazione Beccara (Comune di Rosazza) alla Frazione Gliondini (Comune di Campiglia Cervo).
- **Monzoniti**: rocce a grana minuta di colore grigio-violaceo prevalente i cui componenti mineralogici essenziali sono biotite, plagioclasio, feldspato potassico, anfibolo e/o pirosseno; di origine eruttiva intrusiva costituiscono l'anello esterno del Plutone della Valle del Cervo, a contatto con i termini cristallini della Zona Sesia-Lanzo attraverso l'aureola metamorfica; nella tavola geologica i litotipi monzonitici affioranti/sub affioranti bordano le sieniti; sono riconoscibili in affioramenti sparsi nell'alveo del Torrente Cervo fino alla confluenza del Torrente Pragnetta e sul versante in sponda sinistra lungo l'alveo del Torrente Cervetto; in sponda destra del T. Cervo nella parte bassa del versante dalla regione Bariusco a tutto il nucleo urbano di Rosazza e lungo la valle del Torrente Pragnetta (da località Pransazza al Rio del Vernetto in sponda sinistra, lungo Punta Pietraccia e gli alvei del Rio Beccara e Grametto in sponda destra).
- **Metapeliti, ortogneiss ed eclogiti**: spesso fortemente foliate definiscono l'aureola metamorfica di contatto del plutone terziario della Valle del Cervo; da un punto di vista petrografico si riconoscono fenomeni di aplitizzazione concordante con neoformazione di biotite e granato, discordante con neoformazione di miche e

calcopirite principalmente; nella tavola geologica lungo il fondovalle dei Torrenti Cervo, Chiobbia e Valdescola sono in genere mascherate dalle coperture quaternarie continentali; affiorano lungo il versante in sponda sinistra del Torrente Valdescola fino al crinale spartiacque Cima Sciura-Cima Portiole-Cima dello Scafone e in sponda destra fino al crinale Cima Pietra Grande-Cresta degli Altari; in sponda destra del T. Cervo affiorano dalla porzione media del versante fino alla cresta spartiacque di Località La Sella e Alpe Vernetto.

- Micascisti eclogitici e gneiss quarziticci minuti con subordinati ortogneiss e gneiss biotitico-granatiferi a metamorfismo eoalpino in affioramenti discontinui con lenti di eclogiti con granato, pirosseni sodici, glaucofane, con tipici gneiss minuti a bande con alternanze di letti leucocratici, gneiss grafitici e gneiss tabulari occhialini, talora prasinitici; definiscono la roccia incassante appartenente alla Zona Sesia-Lanzo entro cui si è intruso il Plutone della Valle del Cervo; nella tavola geologica affiorano estesamente nel quadrante nord occidentale e settentrionale da Piedicavallo a Montesinaro verso N, lungo i versanti in sponda destra e sinistra del Torrente Chiobbia e lungo l'alveo del Rio Rosazza e Fornello in sponda destra del T. Cervo.

I litotipi descritti si presentano in genere compatti, solo localmente caratterizzati da marcati fenomeni di alterazione, limitati generalmente alla porzione più superficiale degli ammassi rocciosi i quali, in seguito a fenomeni di alterazione chimico-fisica, presentano struttura da pseudocoerente a incoerente; generalmente da un punto di vista litologico si nota un passaggio graduale tra la roccia alterata/fratturata (cappellaccio) ed i sovrastanti terreni eluviali sabbioso-ghiaiosi; ovviamente fasce cataclamate maggiormente erodibili possono essere presenti in corrispondenza di linee di deformazione fragile (faglie).

3.3 Depositi quaternari continentali di copertura

Le coperture quaternarie sono costituite da depositi continentali incoerenti che ricoprono con spessori fortemente eterogenei e continuità variabile porzioni più o meno estese del territorio indagato; in particolare si può distinguere l'area di fondovalle dei corsi d'acqua principali (Torrenti Cervo, Chiobbia, Valdescola) caratterizzata da depositi alluvionali attuali

e recenti, mentre sulle aree di versante prevalgono depositi glaciali s.l. e coltri discontinue di origine gravitativa che interrompono localmente l'affioramento del substrato roccioso.

Evidentemente la distribuzione e lo spessore dei depositi quaternari dipendono strettamente dall'assetto geomorfologico locale, dall'ambiente e dalle modalità di formazione. Alle quote più elevate (indicativamente oltre i 1.000-1.200 m s.l.m.) i depositi quaternari hanno generalmente potenze ridotte, permettendo l'affioramento diffuso del substrato roccioso (riconoscibile comunque in affioramenti limitati e sparsi anche nelle aree di fondovalle in corrispondenza di speroni morfologici o dove più profonda risulta l'incisione operata dai corsi d'acqua). Nel fondovalle ed in genere nelle porzioni più basse del versante i depositi quaternari possono raggiungere potenze anche rilevanti dell'ordine di alcune decine di metri.

Si premette che, vista la finalità del presente studio, nella carta geologica (documento TG.01) sono state cartografate le coperture quaternarie ritenute maggiormente rappresentative, ossia quelle riconoscibili in un intorno significativo rispetto alla prevista collocazione delle opere e quelle caratterizzate da spessore e continuità di affioramento tali da poter essere rappresentate in maniera corretta alla scala di rappresentazione scelta (1:5.000).

Pertanto le coperture a carattere discontinuo non sono state riportate nella cartografia geologica allegata privilegiando piuttosto una loro connotazione morfologica.

I depositi glaciali costituiscono in genere fasce piuttosto continue lungo i settori medio-bassi dei versanti, o si rinvengono in lembi isolati come nella piccola valle sopra a Rosazza, sul versante tra Pianlino e Montesinaro, anche se spesso le originarie geometrie dei depositi sono difficilmente rintracciabili sul terreno in quanto modificate o obliterate dai processi geomorfici attuali e/o dalla pressione antropica. Costituiscono fasce generalmente stabili in virtù dell'elevato addensamento e con buona resistenza all'azione erosiva delle acque di corrivazione non incanalate.

La loro genesi è riferibile essenzialmente al periodo pleistocenico (1,8 M.a.-10.000 anni fa) quando l'alta Valle Cervo era caratterizzata dalla presenza di modesti ghiacciai, per lo più confinati nei singoli valloni, che nelle fasi di massima espansione (condizioni di sovra alimentazione) risultavano probabilmente coalescenti. Nel settore indagato le facies glaciali s.l. sono riferibili a depositi di morena laterale, morena di fondo o till di ablazione; dal punto di vista litologico-composizionale si presentano in genere come depositi caotici scarsamente

selezionati caratterizzati di ciottoli e grossi blocchi poligenici immersi in matrice sabbioso-limosa con intercalazioni sporadiche e irregolari di livelli metrici o sub-metrici a supporto clastico, variamente alterati in superficie o coperti da un orizzonte pedogenizzato di spessore fino a metrico o da coltri detritico-colluviali.

Da un punto di vista compositivo pur nella eterogeneità litologica dei clasti è possibile riconoscere una leggera prevalenza dei litotipi autoctoni. Lo spessore è variabile anche in virtù delle locali condizioni morfologiche e di acclività; ragionevolmente, in considerazione dei limitati spaccati naturali, può essere stimato variabile fra 2-6 m e massimi dell'ordine di 10-20 m. Fra le forme più rappresentative e meglio conservate legate all'attività glaciale si segnalano i lembi delle morene laterali del ghiacciaio del Valdescola, che insieme a quello del Chiobbia, confluiva nel ghiacciaio principale nei pressi dell'attuale posizione dell'abitato di Montesinaro, individuabili in sponda destra del Torrente Chiobbia da Montesinaro a Pianlino e in destra del Valdescola in località Teggie Le Bose.

Confinati nel fondovalle come corpi tabulari a geometria nastriforme si riconoscono i depositi alluvionali s.l. in genere costituiti da ciottoli poligenici eterometrici e blocchi, in matrice prevalentemente ghiaioso-sabbiosa, associati a livelli più francamente ghiaioso-sabbiosi. Sulla base di criteri essenzialmente morfologici è possibile distinguere le alluvioni attuali da quelle recenti (talora terrazzate).

I depositi alluvionali attuali occupano l'alveo attuale e come tali sono in evoluzione e soggetti ai processi ordinari e straordinari della dinamica torrentizia e fluviale; tipico di tali depositi è l'assenza di un vero e proprio strato superficiale pedogenizzato e di copertura vegetale stabile (eccezion fatta per alcune barre e isole fluviali coperte da vegetazione pioniera che suddividono l'alveo monocursale in rami attivi e riattivabili); trattasi di depositi sciolti prevalentemente grossolani costituiti da ciottoli e blocchi eterometrici, con volume anche di diversi mc, con ghiaie grossolane, raramente a matrice sabbiosa; sovente è possibile riconoscere la presenza di strutture sedimentarie tipiche dell'ambiente fluviale come ciottoli embricati, laminazioni, zone canalizzate, etc.

Lo spessore è difficilmente valutabile, variabile di zona in zona a seconda della prevalenza di processi di erosione su quelli di deposizione; dalle risultanze a seguito dei sopralluoghi esperiti è ragionevole stimare valori compresi fra 0 (substrato roccioso affiorante) a 2-5 m.

I depositi alluvionali recenti (localmente debolmente terrazzati) occupano le fasce perimetrali dei corsi d'acqua principali, esternamente all'alveo attivo fino al raccordo con i

versanti vallivi, ed in genere risultano interessabili solo marginalmente dai processi eccezionali legati alla dinamica torrentizia e fluviale. Nella tavola geologica sono riconoscibili a sud di Piedicavallo e Montesinaro (sponda sinistra del T. Cervo), in località Pinchiolo (sponda sinistra del T. Chiobbia presso la confluenza nel Cervo) e lungo tutto l'alveo del T. Cervo fino al nucleo urbano di Rosazza, dove individuano lembi stretti ed allungati più o meno estesi e continui. Dal punto di vista litologico prevalgono ghiaie e ciottoli subarrotondati con occorrenza di blocchi sparsi a supporto di matrice sabbiosa da media a grossolana, con irregolare distribuzione di livelli decimetrici e/o tasche più francamente ghiaioso-ciottolose a supporto clastico. Indicativamente lo spessore massimo può essere stimato intorno alla decina di metri (10-15 m).

Legati a processi morfogenetici vari (dinamica gravitativa, azione delle acque di corrivazione superficiali incanalate e non, crioclastismo e cicli gelo-disgelo) sono i depositi di versante s.l. Ampiamente diffusi lungo i versanti sono le falde di detrito (pietraie), che localmente possono rappresentare gli accumuli di frane di crollo (di singoli blocchi o più frequentemente di intere porzioni di ammassi rocciosi da scarpate sub verticali) legati alla dinamica gravitativa di versante; litologicamente sono costituite da ghiaie grossolane, ciottoli e blocchi con volume anche di diversi mc, ad elementi tabulari e/o prismatici spigolosi, con matrice in genere poco abbondante o assente. Caratteristica in tal senso la loro espressione morfologica come falde o coni di detrito coalescenti a formare lobi più o meno estesi lungo i versanti, privi di copertura vegetale affermata o con macchie isolate di forme pioniere. Trattasi di depositi/forme in evoluzione, sia perché continuamente alimentati dalle pareti rocciose a monte sia perché, in quanto depositi sciolti, sono suscettibili di rimobilizzazioni parziali ad opera delle acque correnti superficiali specialmente se incanalate.

Sebbene alle quote più elevate il substrato roccioso risulti spesso affiorante o sub-affiorante l'alterazione dello stesso ad opera degli agenti meteorici determina la formazione di coltri di depositi eluvio-colluviali e detritico-colluviali, ovvero terreni derivati dalla degradazione del substrato roccioso o di preesistenti depositi quaternari; trattasi di coperture più o meno estese di spessore per lo più ridotto (stimabile da pochi dm a 2 m) costituite da frammenti litici eterometrici (ghiaie grossolane e blocchi), spigolosi, con matrice sabbioso-limosa o limoso-sabbiosa in percentuali variabili, spesso assente dove i depositi sono stati rielaborati ad opera delle acque correnti con asportazione della matrice fine. Nella fascia altimetrica al

di sotto dei 1.000 m s.l.m. fino al raccordo con il fondovalle i depositi colluviali derivano in prevalenza da rielaborazione dei depositi glaciali s.l.; rispetto a quelli descritti in precedenza possono presentare, oltre che maggiore continuità laterale, anche spessori più rilevanti, fino ad alcuni metri. Trattandosi di depositi sciolti risultano facilmente suscettibili di erosione ad opera delle acque superficiali.

In corrispondenza degli sbocchi vallivi dei principali corsi d'acqua sono riconoscibili depositi di deiezione alluvionale sotto forma di edifici di conoide, dal caratteristico sviluppo a ventaglio, costituiti da materiali incoerenti a pezzatura molto variabile, a prevalenza di ghiaie, ciottoli e blocchi spesso di grandi dimensioni, da spigolosi a sub arrotondati, con matrice sabbiosa in percentuali variabili e granulometria decrescente dall'apice verso le porzioni distali. Nella carta geologica sulla base di quanto riportato negli elaborati a supporto del P.R.G.C. comunale vengono individuate come forme attive le conoidi del Torrente Valdescola, del Torrente Chiobbia, del Rio Rosazza e Fornello in sponda destra del T. Cervo, mentre viene censita come stabilizzata quella del Torrente Mologna a Piedicavallo.

4 ELEMENTI DEL CONTESTO GEOMORFOLOGICO

4.1 Inquadramento geomorfologico

Ad una prima analisi su vasta scala il territorio studiato risulta essere caratterizzato sia da forme aspre e ripide del rilievo, in gran parte condizionate dall'assetto tettonico-strutturale, dalle condizioni di giacitura dei piani di foliazione-scistosità del basamento cristallino e dalle caratteristiche litologiche delle formazioni rocciose affioranti, sia da forme legate ai processi di erosione e deposizione correlabili al glacialismo di alta montagna, alla gravità e all'azione modellatrice delle acque superficiali.

La morfologia della valle è il risultato dell'avvicendamento di processi legati a climi differenti che hanno interessato la regione negli ultimi millenni.

Tra le forme tipiche dell'erosione e del modellamento glaciale si osservano, alle quote più elevate, piccole conche semicircolari con rocce levigate come quella della Vecchia, alla testata della valle Cervo, che ospita il lago omonimo da cui nasce il Torrente Cervo e spalle glaciali, ossia tratti di versante o di cresta meno inclinati che rappresentano residui di valli glaciali con profilo trasversale più ampio di quella attuale (Selle di Rosazza o in località Poggio Dretto sul crinale di Punta delle Gule in sinistra orografica del T. Chiobbia).

Nelle porzioni di versante di raccordo al fondovalle il ritiro dei ghiacciai ha portato all'accumulo di depositi morenici con lembi di morene laterali tuttora ben riconoscibili da Montesinaro a Pianlino, in destra orografica del T. Chiobbia, o in fregio al tratto terminale del T. Valdescola.

Durante la fase tardo-postglaciale l'attività erosiva principale è riferibile all'azione delle acque superficiali. Con l'avvento dell'erosione fluviale vi è stato un approfondimento ed incisione delle depressioni vallive oltre al naturale sviluppo della rete idrografica di ordine minore la cui gerarchizzazione testimonia l'evoluzione morfologica.

Il "fondovalle", corrispondente al dominio della piana alluvionale del Torrente Cervo, presenta geometria nastriforme con larghezza variabile da poche decine di metri a circa 200 m, con pendenze generalmente moderate. In questo settore i processi sono ovviamente legati all'attività dell'asta idrica, con fenomeni evidenti di trasporto solido al fondo (come testimoniato da evidenti tratti sovralluvionati con materiale potenzialmente rimobilizzabile in occasioni di piene violente), o intensa erosione di sponda nei tratti non regimati con creazione di scarpate sub verticali di altezza fino a plurimetrica.

Un aspetto da non trascurare nell'ambito di un'analisi territoriale e sullo stato di dissesto è quello delle varie forme di attività antropica che hanno da sempre condizionato in certa misura, e con diversi effetti, il modellamento dei versanti e i corsi d'acqua; oggi si deve ritenere che il peso di tale condizionamento sia divenuto determinante in senso spesso negativo, indicando tendenze evolutive difficilmente arrestabili legate frequentemente al completo abbandono o alla mancata manutenzione delle opere di stabilizzazione dei versanti (muri in pietra a secco) e della viabilità sentieristica.

4.2 Dinamica geomorfologica del territorio

I principali elementi della dinamica geomorfologica riconosciuti sul territorio sono stati sintetizzati nel documento TG.01 redatto su base topografica estratta dalla Carta Tecnica Regionale, proponendo sia un inquadramento di carattere generale (scala 1:5.000) sia un rilievo di dettaglio mirato alle zone adiacenti le opere di progetto (scala 1:2.000).

Per la compilazione dell'elaborato cartografico, oltre alle evidenze emerse a seguito dei rilievi sul terreno, è stata consultata prioritariamente la seguente documentazione di riferimento:

- 1) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Rosazza (Provincia di Biella) - Verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI)**
(Dott. Geologo Gabriele Francini)
 - a) elaborato IG 1 - Relazione geologico-tecnica e schede (dicembre 2004 - aggiornamento marzo 2009)
 - b) elaborato IG 4 – Carta geomorfologica e dei dissesti scala 1:10.000 (dicembre 2004);
- 2) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Piedicavallo (Provincia di Biella) - Verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI)**
(Dott. Geologo Gabriele Francini)
 - a) elaborato IG 1 - Relazione geologico-tecnica e schede (febbraio 2005 - aggiornamento giugno 2011);
 - b) elaborato IG 4 – Carta geomorfologica e dei dissesti scala 1:10.000 (febbraio 2005 - aggiornamento gennaio 2010)
- 3) **Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia)**
 - a) servizio di cartografia online

Dal punto di vista fisiografico nell'ambito dell'area cartografata nell'elaborato TG.01 è possibile distinguere tre macro-settori con caratteristiche "omogenee" quanto a forme e processi prevalenti: versanti dei rilievi montuosi, fascia pedemontana dei depositi morenici e aree di fondovalle.

Per quanto concerne le aree di versante si presentano generalmente molto acclivi, con substrato cristallino affiorante o celato da coperture detritico-colluviali di limitato spessore; la dinamica morfologica è prevalentemente di tipo gravitativo, conseguente a fenomeni crioclastici o legata alla azione delle valanghe; localmente, a seguito di eventi piovosi particolarmente intensi, si possono verificare fenomeni franosi per saturazione e fluidificazione delle coltri detritiche superficiali di natura eluviale; si registra inoltre ampia diffusione di falde detritiche che, talora, danno luogo ad ampie pietraie a pezzatura ciclopica. La fascia pedemontana, interessata dall'azione glaciale, appare caratterizzata da forme peculiari con presenza di cordoni morenici con fianchi acclivi e/o ripiani con depressioni e contropendenze; la locale sovraconsolidazione dei materiali di deposito glaciale, determinata dalla spinta del ghiacciaio, è elemento favorevole alla stabilità di pendii anche in condizioni di elevata acclività. In corrispondenza delle maggiori emergenze dell'acquifero, che permea tali materiali e che trova letto nella roccia, possono svilupparsi nicchie di distacco di frane, in genere avvenute subito dopo l'arretramento del ghiacciaio ed attualmente stabilizzate.

Le aree di fondovalle coincidono con le piane alluvionali edificate dai corsi d'acqua principali nel corso della loro evoluzione; i processi geomorfologici sono di tipo idraulico con erosioni spondali nei tratti non regimati e di fondo e rilevanti sovralluvionamenti, fenomeni che sono alla base di profonde e repentine modificazioni morfologiche, spesso associate nei decenni passati ad eventi alluvionali a carattere catastrofico (quale l'ultimo rilevante evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020).

In tali aree sono localizzate le principali infrastrutture per la mobilità e buona parte degli abitati.

Fra i tipi e processi geomorfologici cartografati nell'elaborato TG.01 particolarmente rilevanti ai fini applicativi della presente relazione sono:

- a) fenomeni gravitativi (frane s.l.);
- b) forme di erosione;

- c) processi idraulici;
- d) forme di accumulo (conoidi alluvionali).

Relativamente ai fenomeni franosi le tipologie maggiormente diffuse nella Valle del Cervo sono:

- crolli (e ribaltamenti) (54% circa), che avvengono per distacco da pareti o ammassi rocciosi e sono caratterizzati da movimento estremamente rapido;
- movimenti franosi per colamento rapido e per saturazione e successiva fluidificazione dei terreni della copertura superficiale (38% circa), caratterizzati in generale da modeste dimensioni e da estrema rapidità, che si innescano durante o a seguito di eventi piovosi di forte intensità.

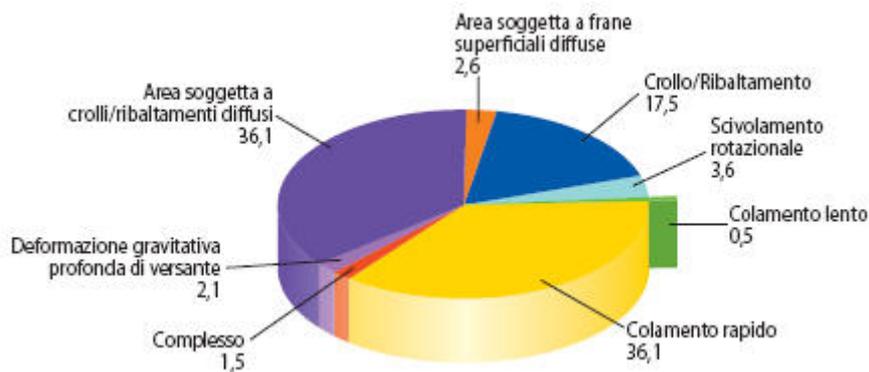


Figura 2 - Distribuzione tipologica dei fenomeni franosi nell'alta valle Cervo (da: "Itinerari geologici in Piemonte – La Valle Cervo"; ARPA Piemonte-Centro regionale per le ricerche territoriali e geologiche, gennaio 2010)

Questo quadro sulla tipologia dei fenomeni gravitativi rispecchia la differenziazione litologica che contraddistingue la valle: laddove si incontrano rocce compatte, come gli ortogneiss alla testata della valle o la sienite nella media valle, si verificano principalmente frane da crollo (*fall*) (più raramente ribaltamento (*toppling*)); in presenza dei micascisti (o graniti), litotipi più facilmente alterabili dai processi di degradazione meteorica, si verificano di preferenza frane superficiali (*shallow landslides*) che interessano la copertura superficiale di alterazione.

La tipologia di dissesto maggiormente diffusa è ascrivibile a fenomeni di colata delle coltri sciolte di copertura per saturazione e successiva fluidificazione (*shallow landslides*). Trattasi di fenomeni, che si sviluppano in concomitanza o a seguito di eventi pluviometrici prolungati, con episodi parossistici di particolare intensità, durante i quali l'apporto legato all'infiltrazione efficace supera la capacità di ritenzione e smaltimento delle coltri detritico-eluviali portando le medesime in condizioni prossime alla saturazione. Le superfici di scivolamento lungo le quali si innesca il movimento franoso sono regolate in profondità dalla presenza di orizzonti a minore permeabilità (superficie di galleggiamento spesso rappresentate dall'interfaccia copertura-substrato roccioso) e lateralmente in corrispondenza del passaggio a coperture con minore grado di saturazione.

L'acqua di infiltrazione, muovendosi di preferenza al contatto substrato roccioso/copertura, determina un decadimento delle proprietà geotecniche, fino a determinare talvolta la fluidificazione del materiale che, in occasione di eventi pluviometrici intensi, può evolversi fino a costituire una miscela solido-liquida a bassa viscosità la cui velocità è funzione dalla pendenza del versante e del contenuto d'acqua nella massa in movimento. La colata si incanala lungo le incisioni del versante, zona di raccolta naturale delle acque superficiali; il materiale mobilizzato, una volta raggiunto il fondovalle o significative rotture di pendenza, si distribuisce a ventaglio.

In queste tipologie di fenomeno sono coinvolte in genere le porzioni superficiali dei terreni incoerenti di copertura anche se in particolari condizioni di debolezza, tuttavia, le deformazioni di taglio possono dare luogo a movimenti in corrispondenza di superfici che possono coinvolgere parzialmente anche l'ammasso roccioso sottostante alterato e disgregato. Il dissesto si manifesta come uno scivolamento che evolve quasi subito in un colamento molto rapido (tipo "*debris-flow*" o "*mud-flow*"), spesso incanalato nelle ripide incisioni torrentizie di ordine inferiore.

La forma delle frane può assumere varie geometrie; nella maggior parte dei casi si tratta di colate allungate e con ampiezze laterali ridotte (rapporti lunghezza/larghezza in media attorno a 10, ma spesso superiori a 30).

La pericolosità di questi fenomeni è in relazione sia alla rapidità di sviluppo (la velocità della massa franata può raggiungere valori molto elevati, così che il materiale acquista una notevole forza d'urto), sia alla difficoltà di prevederne l'ubicazione, ma anche alla elevata densità di distribuzione (le traiettorie di discesa sui versanti hanno una notevole probabilità di intercettare aree antropizzate e/o infrastrutture antropiche).

Trattasi di fenomeni che denotano una importante evoluzione temporale: alla prima attivazione avvenuta in forma di colata di fango e detrito lapideo (*debris-flow*), possono seguire successivi movimenti che assumono però le modalità del crollo. Si verificano così nuove attivazioni per rotolamento e saltazione dei blocchi, singoli o in gruppi, rimasti parzialmente privi di supporto, oppure nuove attivazioni per ribaltamento di parti di scarpate nella zona più verticale (corona) del materiale incoerente messo a nudo dalla precedente colata.

Trattasi di tipologie di instabilità che si manifestano con la massima frequenza su pendii con pendenze fra 25-35° (*Mortara & Sorzana, 1985*); le nicchie di distacco sono localizzate in generale in corrispondenza delle testate dei tributari di primo ordine ed il materiale mobilizzato tende ad incanalarsi entro impluvi o lungo linee di drenaggio preferenziali concorrendo ad incrementare il volume disponibile per il trasporto solido lungo la rete idrografica principale.

L'esperienza degli eventi del passato insegna che il fattore di maggiore incidenza sull'innesco dei flow a cinematica veloce è dato soprattutto dal binomio intensità-durata della pioggia: dopo eventi pluviometrici prolungati (alcuni giorni), che permettono all'infiltrazione efficace di saturare l'intervallo pedologico ed alterato fino al substrato impermeabile, un episodio di particolare intensità ("colpo di maglio") provoca le condizioni di galleggiamento della copertura. La ricerca di correlazioni con le litologie del substrato, quindi anche con le caratteristiche dello strato di alterazione, non ha fornito particolari esiti, se non il fatto che la cinematica dei flow pare condizionata dalla coesione, cioè dalla presenza di una preponderante componente argillosa. Ciò forse anche per i maggiori tempi necessari alla saturazione di una coltre di spessore significativo. La ricerca di connessioni con l'acclività ha fornito alcune correlazioni significative per le coltri di alterazione a forte componente sabbiosa, tuttavia alcuni accadimenti tendono a disporsi anche su versanti con acclività modeste (5-6 gradi). Il rilevamento dei processi accaduti nel passato anche recente mostra una discreta dipendenza con un dato morfologico-topografico: i flow si concentrano nelle zone di impluvio e gli alvei dei piccoli torrenti costituiscono le zone di passaggio per eccellenza delle colate fino al fondovalle.

Numerose frane di questo tipo hanno coinvolto l'alta valle del Cervo, ad esempio nel corso dell'evento alluvionale del giugno 2002 e dell'ottobre 2020, interessando in vario modo i comuni di Piedicavallo, Rosazza e Campiglia Cervo: particolarmente evidenti sono ancora

questi processi lungo gli impluvi in destra idrografica del T. Cervo fra il Ponte Pinchiolo ed il paese di Piedicavallo.

Nei casi più gravosi, talora, la dislocazione di ingenti volumi rocciosi in particolari situazioni morfologiche può evolvere in valanghe di roccia (*rock-avalanches*) che sono tra i fenomeni di instabilità più pericolosi in quanto, oltre ad avere un tempo di sviluppo compreso fra alcuni secondi e poche decine di secondi, coinvolgono ampi settori di versante espandendosi verso il fondovalle spesso su grandi distanze.

La pericolosità geologica associata a tali processi è legata, oltre che alle volumetrie mobilizzabili, anche e soprattutto ai tempi di evoluzione molto brevi; in virtù della collocazione delle opere dell'impianto idroelettrico non si segnalano possibilità di interazioni con il processo descritto.

Passando ora alla dinamica morfologica determinata dalle acque superficiali si segnalano fenomeni erosivi legati al ruscellamento di acque meteoriche di precipitazioni intense e continue lungo i versanti e/o percorsi preferenziali. Evidenza del fenomeno è la formazione di una serie di incisioni ravvicinate, di sezione da millimetrica a centimetrica, e solchi e vallecole a fondo tondo. Nel settore considerato tale fenomeno interessa principalmente i depositi glaciali o aree di affioramento di litotipi alterati: nelle zone interessate dal progetto non si segnalano evidenze di tali fenomeni.

Relativamente alle forme di erosione legate alla dinamica torrentizia ordinaria si segnala che tutto il tratto del Torrente Chiobbia a valle del sito di captazione, fino alla confluenza nel T. Cervo, presenta le sponde essenzialmente con scogliere antropiche in massi ciclopici intasati talvolta in cls e l'alveo con successione di salti di fondo, dei quali il primo da monte oggetto di ammaloramento dopo l'evento alluvionale dell'ottobre 2020; il discreto stato di efficienza delle opere di regimazione consente quindi di escludere, l'esistenza di processi di erosione rilevanti in grado di creare modificazioni degne di nota del profilo di fondo dell'alveo.

Per quanto riguarda la dinamica fluviale dei corsi d'acqua principali, fra i quali il T. Cervo ed il T. Chiobbia, sono stati effettuati degli studi legata ad eventi di piena con tempi di ritorno definiti; fra di essi risulta particolarmente dettagliato lo studio idraulico effettuato dallo Studio *Mello Rella & Associati – ingegneria – Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-*

Martiner Testa D.-Mello Rella P.; dicembre 2004) il cui scopo è stato quello di identificare le aree potenzialmente interessate da eventi di piena in funzione dei diversi tempi di ritorno.

Ovviamente le conoidi alluvionali si vengono a trovare allo sbocco dei corsi d'acqua in altri corsi d'acqua maggiori o presso lo sbocco in aree a morfologia pianeggiante, creando i classici depositi a forma di cono, con granulometrie più grossolane nella zona apicale e più fini nella zona distale

Gli elaborati cartografici allegati riportano le conoidi alluvionali di rilevanza maggiore, fra le quali quella del T. Chobbia alla sua confluenza nel T. Cervo.

4.3 Valutazioni in merito alle possibili interferenze delle opere di progetto con il quadro del dissesto

Nel corso del presente paragrafo si propongono alcune considerazioni in merito alla compatibilità delle opere di progetto con il locale quadro del dissesto e della dinamica geomorfologica dei versanti sulla base delle risultanze emerse a seguito di rilievi in situ esperiti considerando quale base di riferimento per il lavoro gli elaborati IG4 "Carta geomorfologica e dei dissesti scala 1:10.000" a supporto del Piano Regolatore Generale Comunale dei Comuni di Rosazza e Piedicavallo.

Traversa di derivazione e opere di presa

Il T. Chiobbia nel tratto compreso fra la traversa di derivazione esistente e la confluenza nel T. Cervo presenta un alveo con profilo a salti di fondo (briglie) e sponde regimate a mezzo di scogliere in massi ciclopici con la larghezza fra i cigli di sponda varia indicativamente fra 30 e 50 m. I depositi in alveo sono prevalentemente grossolani con blocchi, massi, ciottoli e ghiaie grossolane con matrice sabbiosa scarsa, generalmente confinata in tasche in corrispondenza di porzioni di alveo non attive (riattivabili). Presso la traversa di derivazione si segnala affioramento del substrato in sponda sinistra.

La sponda orografica destra è costeggiata da una pista carrabile a fondo naturale che dalla frazione Montesinaro conduce a Pianlino.

A seguito del rilevante evento alluvionale del 2-3 ottobre 2020 lo stato di efficienza delle opere di regimazione (soprattutto trasversali) è stato localmente compromesso, con forte ammaloramento delle strutture più a monte. In tale contesto durante i lavori di esecuzione dell'impianto idroelettrico la ditta costruttrice ha realizzato degli interventi di consolidamento presso la traversa posta in corrispondenza della partenza del sentiero che dalla pista adiacente il T.Chiobbia conduce a Montesinaro.

In tale contesto fortemente modificato rispetto alla condizione di progetto (ante evento alluvionale ottobre 2020) si fa notare che la traversa costruita:

- 1) è stata realizzata in un contesto dove l'alveo del T. Chiobbia risulta avere larghezza minore rispetto al sito di progetto, risultando quindi meno invasiva dal punto di vista paesaggistico e quindi sotto il profilo dell'impatto ambientale;
- 2) risulta essere ammorsata in sinistra idrografica nel substrato roccioso, rendendo la stessa sicuramente più resistente al transito delle piene, quindi operando anche come opera di regimazione idraulica di maggiore efficacia rispetto ad opera fondata su depositi alluvionali come nel caso del sito di progetto, più facilmente esposta a ammaloramenti e rotture con conseguente aumento di trasposto solido.

Relativamente al dissesto individuato nell'elaborato IG4 di supporto al P.R.G.C. del comune di Piedicavallo (codice dissesto FA3/30 rif. tavola 'TG.02-Pericolosità idraulica e idrogeologica' alla scala 1:2.000 su base CTR) trattasi di una frana di scivolamento rotazionale (*slide*) la cui dinamica si può ritenere praticamente esaurita (come fra l'altro confermato nell'apposita "Scheda rilevamento frane" allegata allo studio geologico di supporto al P.R.G.C.), che ha coinvolto la porzione superficiale dei depositi di copertura glaciale; il meccanismo di innesco può essere ricondotto al decadimento delle caratteristiche geotecniche della copertura per effetto della parziale saturazione dei materiali a seguito dell'infiltrazione di acque meteoriche..

La vasca di carico è collocata all'interno del perimetro di tale instabilità in stato di inattività; i lavori di costruzione inoltre non hanno determinato alcun peggioramento dello stato in quanto di modeste dimensioni e localizzata presso l'area di eventuale accumulo e non presso il coronamento o l'area di transito. Rispetto al sito di progetto essa è stata realizzata in sostanza in un contesto geologico, geomorfologico identico a quello di progetto, senza interessare aree effettivamente in condizioni di instabilità.

Condotta forzata

La condotta forzata interessa il dissesto sopra citato solo per un breve tratto di circa 5 m dopo la vasca di carico e lambisce la porzione distale dell'area in dissesto perimetrata; tuttavia, tenendo conto che la condotta è completamente interrata in corrispondenza del sedime della pista sterrata già esistente ne scaturisce che non vi è alcuna interazione negativa fra opera e dissesto comunque, come detto, in stato di inattività.

Successivamente ai margini del tracciato della condotta forzata nell'elaborato IG4 dello studio geologico di supporto al P.R.G.C. del Comune di Rosazza vengono censite due frane attive per colamento veloce (codice dissesto FA6/7 e FA6/8 rif. tavola '*TG.02-Pericolosità idraulica e idrogeologica*').

Il primo dissesto (codice FA6/7) è ubicato ai piedi del versante che costeggia la S.P. 100 in prossimità della svolta che immette al ponte sul T. Cervo in direzione Montesinaro (*Ponte Pinchiolo*): trattasi di versante ad acclività da moderata a media caratterizzato da occorrenza di materiale detritico potenzialmente mobilizzabile, ove si riconosce saltuariamente la presenza di singoli blocchi lapidei in condizioni di equilibrio limite e nicchie quiescenti di frane di scivolamento che interessano la porzione più superficiale della copertura. Come specificato in questa tratta la condotta forzata è completamente interrata al margine di valle della sede stradale, quindi senza alcuna possibilità che la funzionalità della condotta medesima possa venire inficiata in caso di riattivazione del fenomeno; analogamente i lavori di posa non hanno determinato alcun tipo di interferenza negativa, nemmeno in forma indiretta, con lo stato attuale del versante.

Per quanto concerne il dissesto FA6/8 si tratta di un corpo di frana a sviluppo linguoide (di lunghezza, dalla nicchia di distacco al piede dell'accumulo, pari a circa 110 m e larghezza media fra 15 e 25 m) riconducibile al tipo "debris-flow", ovvero trasporto in massa incanalato di materiale essenzialmente lapideo la cui terminazione è posto a monte della S-P.100. Anche in questo caso non è riscontrabile interferenza fra l'evoluzione del fenomeno e la condotta forzata dal momento che il passaggio di quest'ultima è previsto interrato in fregio alla S.P. 100 sul lato della carrabile opposto rispetto al piede e al corpo della frana.

Relativamente allo scorrimento a valle della S.P. 100 di parte acque provenienti dall'impluvio lungo il quale si è incanalato il corpo di frana, è stato realizzato durante l'esecuzione dei lavori un intervento di regimazione e collettamento entro condotta interrata con recapito verso linee di drenaggio naturali esistenti poche decine di metri più a valle.

Nella parte terminale di 135 m in avvicinamento alla centrale, seppur con un tracciato leggermente diverso da quello di progetto in quanto ubicata a maggior distanza dalla S.P. 100, essa è posata in aree totalmente prive di fenomeni di instabilità, in analogia con il tracciato di progetto, in area pianeggiante.

Centrale di produzione, canale di scarico, linea interrata di connessione alla rete

L'edificio di centrale con relativi canale di scarico e pista di accesso e la linea interrata di connessione alla rete sono costruite in area pianeggiante in destra orografica del T. Cervo, costituita da depositi alluvionali recenti: la zona risulta assolutamente priva di fenomeni di instabilità gravitativa e priva di evidenze ad evoluzione regressiva in atto, in posizione esterna rispetto alle zone allagabili da fenomeni di piena del T. Cervo.

4.4 Valutazioni in merito alla compatibilità idraulica e alla coerenza con il quadro del dissesto PAI

Ai fini della valutazione della compatibilità idraulica delle opere di progetto con il quadro del dissesto è stata consultata in via prioritaria la seguente documentazione di riferimento:

1) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Rosazza (Provincia di Biella) - Verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI)**

(Dott. Geologo Gabriele Francini)

- a) elaborato IG 1 - Relazione geologico-tecnica e schede (dicembre 2004 - aggiornamento marzo 2009)
- b) elaborato IG 4 – Carta geomorfologica e dei dissesti scala 1:10.000 (dicembre 2004);
- c) elaborato IG 7 – Carta di sintesi e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica scala 1:10.000 (dicembre 2004)

2) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Piedicavallo (Provincia di Biella) - Verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI)**

(Dott. Geologo Gabriele Francini)

- a) elaborato IG 1 - Relazione geologico-tecnica e schede (febbraio 2005 - aggiornamento giugno 2011);

b) elaborato IG 4 – Carta geomorfologica e dei dissesti scala 1:10.000 (febbraio 2005 - aggiornamento gennaio 2010);

c) elaborato IG 7 – Carta di sintesi e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica scala 1:10.000 (febbraio 2005 - aggiornamento gennaio 2010)

3) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Rosazza - Verifiche di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** – Relazione idrologico idraulica (*Studio "Mello Rella & Associati – ingegneria – Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-Martiner Testa D.-Mello Rella P.; dicembre 2004*)

a) Elaborato R: relazione idrologico idraulica;

b) Elaborato T2: carta della pericolosità idraulica scala 1:2.000

4) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Piedicavallo - Verifiche di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)** – Relazione idrologico idraulica (*Studio "Mello Rella & Associati – ingegneria – Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-Martiner Testa D.-Mello Rella P.; dicembre 2004*)

a) Elaborato R: relazione idrologico idraulica;

b) Elaborato T2: carta della pericolosità idraulica scala 1:2.000

5) **Sistema Informativo Territoriale Ambientale della Provincia di Biella (SITA)**

a) Piano Territoriale Provinciale (PTP) (approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n. 90-34130 del 17/10/2006 ai sensi dell'art. 7 della L.R. n° 56/77) Matrice ambientale - Fisiografia e pericolosità ambientale:

I. serie IGT "Carta degli Indirizzi di Governo del Territorio": IGT-S Inventario degli elementi normativi - 092SE – Oropa scala 1:25.000 (aprile 2004);

b) Variante n. 1 al Piano Territoriale Provinciale vigente (approvata dal Consiglio Regionale con deliberazione n. 60 – 51347 del 1° dicembre 2010, ai sensi e per gli effetti dell'art. 7 della LR 56/77 e ss.mm.ii.)

6) **P.A.I. (Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po)**

a) Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici - Delimitazione delle aree in dissesto foglio 092 Sez. II – Lilianes scala 1:25.000;

b) servizio di consultazione cartografica del PAI (Regione Piemonte settore Difesa del Suolo)

Nell'ambito del Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po il territorio di Rosazza e Piedicavallo è compreso nel foglio 092 Sez. II – Lilianes scala 1:25.000 dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici.

Dall'esame dell'elaborato TG.02 (ove è stato riproposto il quadro del dissesto PAI aggiornato come recepito nello studio geologico di supporto al P.R.G.C.) e dell'elaborato IG 7 "*Carta di sintesi e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica scala 1:10.000 (febbraio 2005 - aggiornamento gennaio 2010)*" di supporto allo studio geologico del territorio comunale di Piedicavallo si nota che i sistemi di captazione e adduzione ed il tratto della condotta forzata fino al T. Cervo (*ponte Pinchiolo*) ricadono entro area perimetrata come conoide attiva (CAb2/1-CAb2/3 rif. tavola TG.02).

In proposito si sottolineano comunque i seguenti aspetti:

- I. il sistema di captazione risulta essere ammorsato in sinistra idrografica nel substrato roccioso, rendendo la stessa sicuramente più resistente al transito delle piene, quindi operando anche come opera di regimazione idraulica di maggiore efficacia rispetto ad opera fondata su depositi alluvionali come nel caso del sito di progetto, più facilmente esposta a ammaloramenti e rotture con conseguente aumento di trasposto solido;
- II. la condotta forzata è posata completamente interrata in area subpianeggiante in destra idrografica del T. Chiobbia, sotto la pista carrabile esistente quindi già gravate da modificazioni antropiche.

Con riferimento alla compatibilità idraulica sono determinanti i contenuti dei documenti "*Verifiche di compatibilità idraulica*" redatti dallo Studio "*Mello Rella & Associati - ingegneria - Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-Martiner Testa D.-Mello Rella P.*" su incarico delle Amministrazioni comunali di Piedicavallo e di Rosazza, documenti nei quali sono state definite le aree di pericolosità idraulica omogenea per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni (nell'elaborato IG7 "*Carta di sintesi e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*" il limite dell'area definita dal tempo di ritorno cinquecentennale è stato utilizzato per la perimetrazione delle aree inondabili da acque di alta energia EeA riportate nella tavola TG.02 allegata alla presente relazione).

Il modello idraulico sviluppato interessa il T. Cervo da monte dell'abitato di Piedicavallo, circa 300 a monte del "Ponte della Coda", fino al ponte del cimitero di Rosazza,

comprendendo anche i tratti finali dei principali affluenti del T. Cervo nei comuni di Piedicavallo e Rosazza (Torrente Mologna, Chiobbia e Pragnetta). Lo studio ha considerato sia sezioni trasversali del T. Cervo in Comune di Rosazza (7 in totale) tratte da rilievo a terra eseguito nel 2000 per conto della Provincia di Biella, sia sezioni rilevate fra il 2003 e 2004 appositamente per lo studio idraulico di dettaglio. Complessivamente per il tratto di T. Cervo sotteso fra il Ponte della Coda e il cimitero di Rosazza, lungo circa 3.300 m, sono state prese in esame 34 sezioni trasversali (escluse briglie, soglie e ponti presenti in vista nelle sezioni immediatamente a monte o a valle) cui si devono aggiungere le sezioni lungo gli affluenti principali (7 per il T. Mologna e 9 per il T. Chiobbia). Le simulazioni sono state condotte per eventi di piena con tempo di ritorno TR 30, 200 e 500 anni onde consentire, con i necessari confronti di carattere geomorfologico, la suddivisione delle aree esondabili nelle classi di pericolosità molto elevata (Ee), elevata (Eb), media/moderata (Em) in conformità all'Allegato 3 della Direttiva Regionale "Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico".

Per le simulazioni i valori delle portate di progetto vengono di seguito indicati (rif. *Relazione idrologico-idraulica in Verifiche di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI) - Studio "Mello Rella & Associati - ingegneria - Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-Martiner Testa D.-Mello Rella P."*):

N° sezione	Localizzazione	Q30 <i>m³/sec</i>	Q100 <i>m³/sec</i>	Q200 <i>m³/sec</i>	Q500 <i>m³/sec</i>
C06	T. Cervo a monte confluenza T. Mologna	182	214	232	256
C18	T. Cervo a monte confluenza T. Chiobbia	286	336	365	403
C30	T. Cervo a monte confluenza T. Pragnetta	440	518	562	621

Relativamente al T. Chiobbia nel medesimo studio vengono indicate le seguenti portate di progetto:

N° sezione	Localizzazione	Q30 <i>m³/sec</i>	Q100 <i>m³/sec</i>	Q200 <i>m³/sec</i>	Q500 <i>m³/sec</i>
CH09	T. Chiobbia a monte confluenza T. Cervo	201	236	257	283
C18	T. Chiobbia a monte confluenza T. Valdescola	127	149	162	179

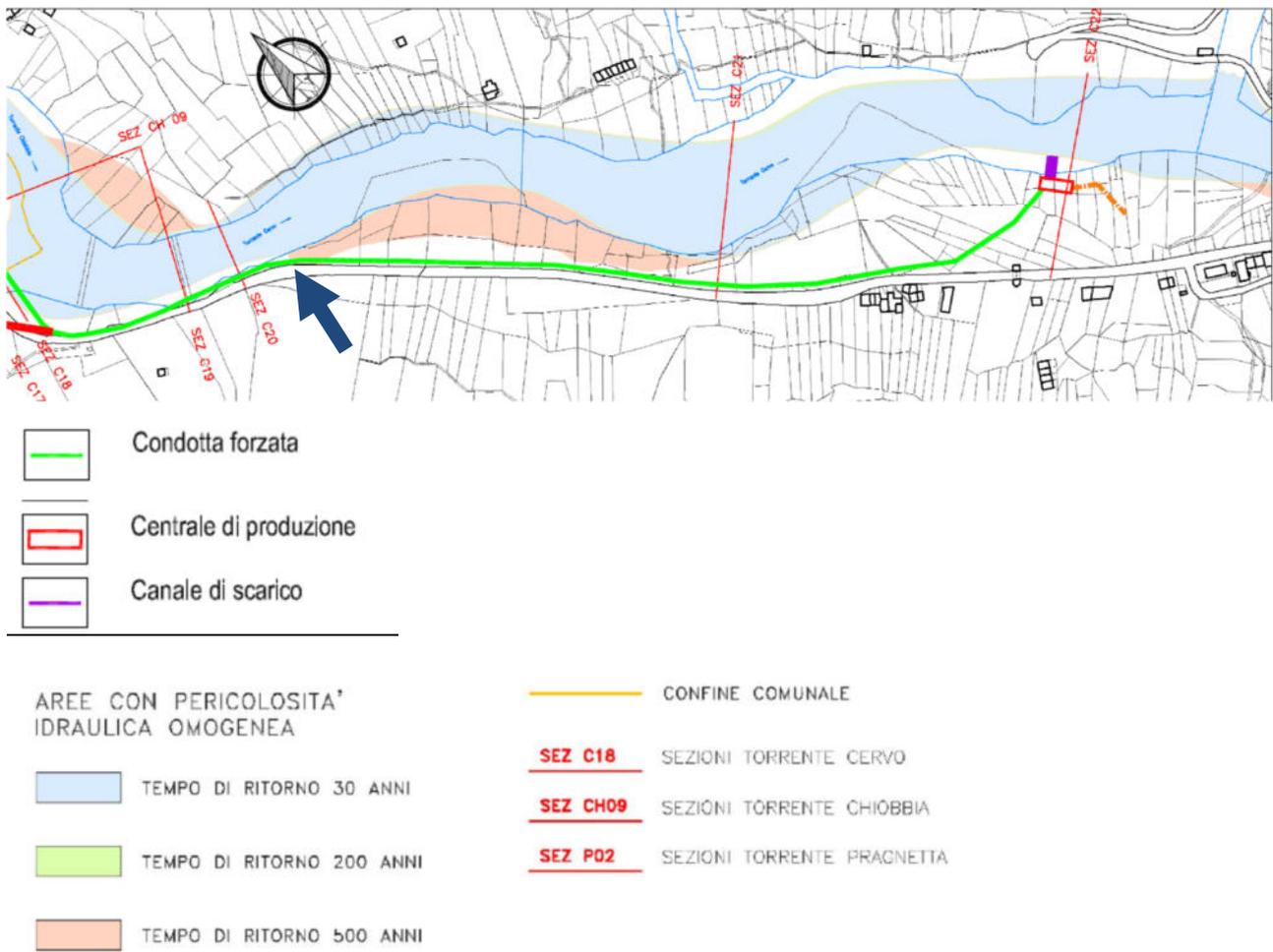
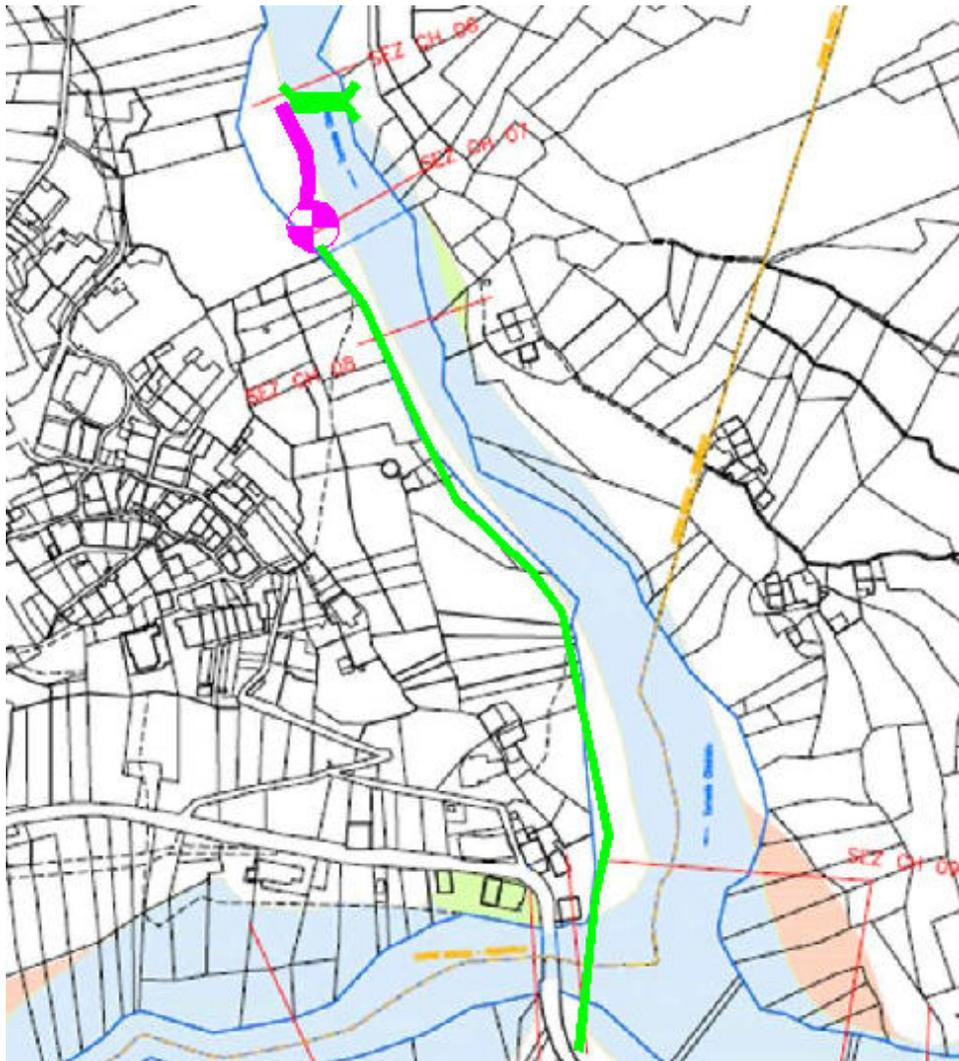


Figura 3 – Estratto elaborato T2 “Carta della pericolosità idraulica scala 1:2.000” (da: Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Rosazza - Verifiche di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano per l’Assetto Idrogeologico (PAI) – Studio “Mello Rella & Associati – ingegneria – Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-Martiner Testa D.-Mello Rella P.; dicembre 2004)

AREE CON PERICOLOSITA'
IDRAULICA OMOGENEA

TEMPO DI RITORNO 30 ANNI

TEMPO DI RITORNO 200 ANNI

TEMPO DI RITORNO 500 ANNI

CONFINE COMUNALE

SEZ C18 SEZIONI TORRENTE CERVO

SEZ CH09 SEZIONI TORRENTE CHIOBBIA



Traversa di derivazione



Canale di adduzione



Vasca di carico



Condotta forzata

Figura 4 – Estratto elaborato T2 “Carta della pericolosità idraulica scala 1:2.000” (da: Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Piedicavallo - Verifiche di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano per l’Assetto Idrogeologico (PAI) – Studio “Mello Rella & Associati – ingegneria – Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-Martiner Testa D.-Mello Rella P.; dicembre 2004)

Ad una disamina sintetica delle risultanze idrauliche ottenute, e quindi delle aree di esondazione definite dagli strumenti pianificatori esistenti, si osserva che l'insieme delle opere vasca di carico, condotta forzata, centrale di produzione, pista di accesso alla centrale e linea di connessione sono esterne ad aree di esondazione, fatta eccezione per brevissimi tratti di condotta comunque completamente interrata (subalveo del T.Cervo e per un tratto di poche decine di metri che lambisce la S.P. 100 lungo il T. Cervo in sponda orografica destra appena a valle della sezione C20 (freccia blu in figura 3).

Per quanto concerne l'interazione traversa di presa / dinamica idraulica del torrente Chiobbia si rimanda invece alla Relazione di compatibilità idraulica marzo 2023.

5 ELEMENTI DEL CONTESTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Da un punto di vista idrografico il Torrente Cervo costituisce un sottobacino del fiume Sesia, nel quale confluisce poco a monte dell'abitato di Vercelli; parte dello spartiacque del bacino coincide con il confine regionale tra Piemonte e Valle d'Aosta. Il bacino del T. Cervo nel tratto sotteso è caratterizzato da una morfologia tipicamente montana, con quote anche superiori ai 2.000 m s.l.m., valli d'origine fluvioglaciale strette e pareti molto inclinate e per lo più boscate (con netta prevalenza di boschi di latifoglie a causa dell'elevata piovosità ed umidità che contraddistingue l'area e, parzialmente, anche a seguito dell'intervento umano). Nel tratto montano del bacino il torrente e i suoi affluenti sono molto incisi e hanno un trasporto solido rilevante e di notevoli dimensioni; più a valle, il torrente si allarga fino ad assumere una morfologia terrazzata, con andamento che passa da ramificato nel tratto superiore (fino al ponte di Cossato [S.S. 232]) a monocursale sinuoso, con frequenti barre laterali e subordinatamente barre longitudinali e isole stabili. Nel tratto dalla sorgente a Biella il torrente scorre incassato con forre e soglie naturali fino ad Andorno Micca ed ha un trasporto solido notevole; da Piedicavallo a Rosazza è regimato con scogliere in massi ciclopici, briglie selettive e vari salti di fondo.

Nel tratto più montano del bacino i principali affluenti del Torrente Cervo sono il Torrente Mologna, il Torrente Chiobbia, il Rio Concabbia e il Rio Rialmosso (in sinistra); il Torrente Pragnetta, il Rio Bele, il Rio Luchiana (in destra), più una serie di altri affluenti minori. Il tratto di valle compreso tra la confluenza con il Chiobbia e località Vittone di Rosazza è caratterizzato da un fondovalle moderatamente ampio, costituito da depositi alluvionali sciolti ove il corso d'acqua.

Prima della realizzazione degli interventi di regimazione e consolidamento delle sponde, il torrente Cervo era soggetto a divagazioni, spostando l'alveo ordinario in occasione degli eventi di piena, rimodellando tracciato e larghezza del letto, posizione delle sponde, isole fluviali, pendenza media e locale del fondo. Tra Rosazza e San Paolo Cervo la morfologia della valle varia sensibilmente lasciando maggior spazio al fondovalle per poi restringersi nuovamente. Ciò è dovuto alla differenziazione litologica caratteristica di quest'area: in corrispondenza dell'allargamento della valle affiorano i graniti che costituiscono il nucleo del Plutone del Cervo, maggiormente alterabili e facilmente erodibili; ad essi si contrappongono le sieniti, estremamente compatte, che danno origine a strapiombi e pareti scoscese.

La tendenza evolutiva del fondo alveo del T. Cervo è difficilmente valutabile, tuttavia la variazione degli indici morfometrici oltre alla presenza diffusa di forme relitte recentemente disattivate (nel periodo 1968-1991), indica una generale tendenza alla unicursalità, anche se i diffusi interventi di regimazione realizzati fra Piedicavallo e Rosazza tendono a contrastare o impediscono di fatto fenomeni di divagazione trasversale dell'alveo.

Il Torrente Chiobbia, tributario di sinistra del T. Cervo, sfocia nel medesimo poco a valle del "Ponte Pinchiolo" sulla S.P. 100; nel tratto compreso la traversa di captazione e la confluenza nel T. Cervo presenta un alveo con profilo a salti di fondo per la presenza di briglie e soglie e sponde regimate a mezzo di scogliere in massi ciclopici; la larghezza fra i cigli di sponda varia indicativamente fra 30 e 50 m; circa a quota 1.050 m s.l.m. il Chiobbia riceve in sponda sinistra gli apporti del T. Valdescola.

Il Torrente Cervo ed i suoi tributari principali sono caratterizzati da un rilevante trasporto solido sia di fondo che in sospensione; citando quanto riportato in "*Linee generali di assetto idraulico e idrogeologico nel bacino del Sesia*" (Autorità di bacino del Fiume Po) a fronte di un valore di erosione specifica a scala di bacino valutata pari a 0,08 mm/anno si calcola una capacità di trasporto al fondo di $9 \cdot 10^3$ m³/anno ed una capacità di trasporto in sospensione di $14,7 \cdot 10^3$ m³/anno per un trasporto solido totale pari a $23,7 \cdot 10^3$ m³/anno. Il confronto tra la capacità di trasporto solido dell'asta e il volume di materiale solido prodotto dal bacino montano permette di valutare, pur nell'approssimazione dei valori medi utilizzati e della scala di dettaglio delle valutazioni stesse, la tendenza al deposito ovvero all'erosione.

Il reticolo nella porzione montana del bacino è assimilabile al sub dendritico-dendritico completato da numerose linee di drenaggio minori spesso morfologicamente poco definite attive o riattivabili nella maggior parte dei casi solo in occasione di eventi meteorici rilevanti o particolarmente prolungati a seguito dei quali lo scorrimento idrico superficiale, sia incanalato in alveo che libero lungo i versanti, assume un'importanza rilevante. In virtù della bassa permeabilità dei terreni affioranti la risposta dello scorrimento superficiale agli apporti meteorici è rapida, con tempi di corrivazione molto ridotti ed elevati contributi specifici delle aree drenate. La dinamica dei corsi d'acqua secondari è anch'essa caratterizzata da elevata capacità di trasporto solido alimentato sostanzialmente dai fenomeni franosi che si verificano nel loro bacino. I corsi d'acqua prendono in carico i materiali franati in alveo, aumentando considerevolmente il volume della massa di acqua e la capacità erosiva. Anche

in questo caso il fenomeno può manifestarsi con più pulsazioni con recapito finale nella rete di drenaggio principale.

La circolazione idrica sotterranea è evidentemente condizionata dalla articolata e complessa situazione stratigrafica legata essenzialmente alle dinamiche deposizionali peculiari degli ambienti glaciali e periglaciali, tipicamente caratterizzati dalla presenza di più corpi sedimentari di estensione definita in contatto laterale e/o sovrapposti in spazi relativamente ridotti. Evidentemente a seguito delle pulsazioni glaciali successive tali rapporti risultano ancora più complessi sia per effetto della sovrapposizione (o giustapposizione laterale) di depositi legati a più fasi, sia per la presenza di frequenti fenomeni di erosione oppure di deformazione glaciale. Questo assetto stratigrafico si traduce nella presenza di strutture idrogeologiche discontinue, anisotrope e disomogenee per la presenza, anche in aree molto ristrette, di depositi differenti per quanto concerne la capacità di accumulo e di trasporto idrico. Un fattore ulteriore da considerare risiede nell'alterazione e pedogenizzazione dei depositi esposti in ambiente subaereo tra una fase glaciale e l'altra, che comporta tipicamente lo sviluppo di suoli argillosi caratterizzati da permeabilità molto bassa e conseguente netto cambiamento delle caratteristiche idrogeologiche dei sedimenti.

Sotto il profilo geoidrologico il settore di indagine può essere suddiviso in linea del tutto schematica ed indicativa in due domini con caratteristiche significativamente differenti:

- **Complesso Superficiale (Acquiferi a permeabilità primaria)**, costituito da depositi di ambiente continentale (depositi alluvionali e glaciali s.l.) di età Pleistocene medio-Olocene; i depositi alluvionali individuano il settore di fondovalle del T. Cervo, a geometria nastriforme, caratterizzato dalla presenza di materassi alluvionali con materiali incoerenti a granulometria prevalentemente grossolana, localmente fine, (quindi con condizioni variabili di conducibilità idraulica in funzione della classe granulometrica localmente prevalente) che ospitano falde di tipo libero collegate idraulicamente al reticolato idrografico attuale;
- **Substrato cristallino alpino (Acquiferi a permeabilità secondaria)**, caratterizzato dalla presenza di rocce cristalline con ruolo idrostrutturale di substrato impermeabile che corrisponde al settore montano, contraddistinto dalla presenza di complessi litoidi a permeabilità primaria praticamente nulla, entro i quali possono essere ospitati circuiti idrici locali confinati alle sole zone di fratturazione la cui manifestazione in superficie è legata alla presenza di sorgenti.

Complesso Superficiale

Comprende i depositi fluviali olocenici (alluvionali) e glaciali del Pleistocene medio-superiore.

I primi costituiscono fasce nastriformi di larghezza variabile nel settore di fondovalle in fregio alle principali aste idriche attuali; trattasi di materiali incoerenti prevalentemente grossolani (essenzialmente ciottoli e blocchi con ghiaie e sabbie con possibile occorrenza di subordinate intercalazioni limoso-sabbiose) che dal punto di vista litologico individuano le alluvioni attuali e recenti (Pleistocene superiore-Olocene), ovvero i depositi sui quali sono impostati gli attuali corsi d'acqua e che risultano in gran parte inondabili in concomitanza degli eventi di piena; possiedono in genere elevata conducibilità idraulica e ospitano falde idriche a superficie libera in condizioni di subalveo, in rapporto diretto di interdipendenza idraulica con i corsi d'acqua, con oscillazioni dovute alle variazioni stagionali di piovosità e di portata del corso d'acqua, con prevedibile massima depressione del livello piezometrico durante la stagione invernale, in corrispondenza del periodo di minimi apporti pluviometrici e idrologici ed il massimo innalzamento in primavera ed in autunno in coincidenza con notevoli apporti di infiltrazione (precipitazioni) e consistenti portate dei corsi d'acqua. L'eventuale (per quanto poco probabile) occorrenza di intercalazioni sabbioso-limose (argillose) non costituisce elemento di compartimentazione della falda che rimane unitaria.

A motivo della loro tessitura prevalentemente grossolana questi depositi non possiedono alcuna protezione naturale nei confronti di apporti inquinanti, sia provenienti dall'alto, sia veicolati dai corsi d'acqua stessi. Localmente le alluvioni attuali e recenti possono essere affiancate da fasce di alluvioni più antiche (alluvioni terrazzate) sopraelevate rispetto alle precedenti, dalle quali sono separate da scarpate spesso nette, ed in genere affrancate dall'idrografia; dal punto di vista litologico questi depositi sono formati da materiali permeabili (essenzialmente ghiaie, ghiaie e sabbie). In virtù del profilo di alterazione più evoluto rispetto alle alluvioni recenti e attuali possono presentare in superficie paleosuoli che, dove conservati, garantiscono una certa protezione naturale alle sottostanti falde idriche riducendo la possibilità di infiltrazione. Lo spessore di tali sedimenti non è in genere noto o comunque risulta difficilmente valutabile in virtù della sua variabilità legata anche a possibili irregolarità del substrato roccioso entro cui è stata scavata la valle; ragionevolmente si può stimare variabile fra alcuni metri e qualche decina di metri; limitatamente alle valli più importanti non si può tuttavia escludere che, in corrispondenza di

depressioni morfologiche del substrato roccioso vallivo formatesi per fenomeni di esarazione glaciale nel corso delle glaciazioni quaternarie, si possano incontrare spessori di sedimenti anche di alcune decine di metri ai quali, però, sono associati depositi a tessitura fine di origine lacustre scarsamente permeabili. La ricarica della falda è essenzialmente legata all'infiltrazione efficace degli apporti meteorici oltre che dalle ingenti perdite di subalveo dei corsi d'acqua principali o da travasi dalle idrostrutture adiacenti in rilievo morfologico.

Per quanto concerne l'insieme dei depositi morenici, fasce e conoidi detritici e conoidi distribuiti all'interno delle vallate alpine, in virtù delle caratteristiche di permeabilità variabili che li contraddistinguono (da scarse a discrete o buone) possono rappresentare dei piccoli serbatoi idrici locali nei quali, generalmente, è presente una falda idrica, talora temporanea; la falda può manifestarsi con sorgenti laddove questi depositi risultino incisi da qualche scarpata morfologica.

I depositi morenici compresi all'interno delle vallate alpine sono, di regola, molto più grossolani e, soprattutto, caratterizzati da una frazione fine maggiormente ridotta rispetto a quelli formanti gli anfiteatri oltre lo sbocco vallivo. Anch'essi possono rappresentare dei serbatoi idrici di una certa importanza per l'economia locale in quanto pur essendo di spessore modesto (da pochi metri a poche decine di metri come regola), sono talora distribuiti su superfici notevoli. Le falde idriche impostate in questi depositi non hanno protezione nei confronti dei fenomeni di inquinamento.

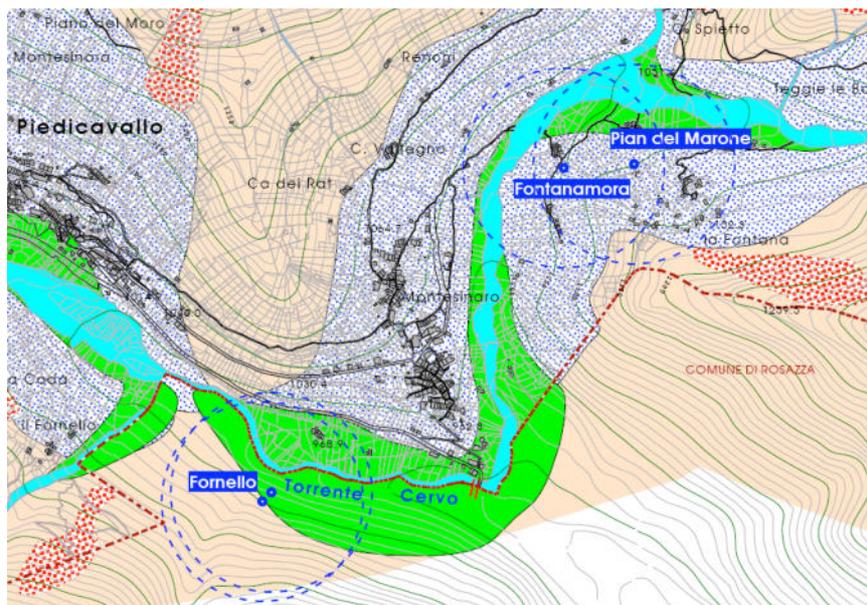
Substrato cristallino alpino

Corrisponde alle aree montane caratterizzate da prevalenti condizioni di substrato affiorante-subaffiorante (rocce cristalline) dal cui progressivo smantellamento è derivata gran parte dei clasti che formano la matrice solida nei depositi alluvionali dei rispettivi fondovalle e della pianura ad essi sottesa. Il substrato cristallino è costituito da materiali litoidi praticamente insolubili, impermeabili o con locale permeabilità secondaria in gran parte legata alla presenza di sistemi di fratture e/o discontinuità di origine tettonica, alla densità di fratturazione e al grado di allentamento delle fratture stesse che consentono l'instaurarsi di una limitata circolazione idrica sotterranea resa manifesta in superficie dalla presenza di sorgenti. In prossimità della superficie topografica i sistemi di fratture possono essere rilasciati per cui si possono creare degli acquiferi limitati potenzialmente comunicanti con quelli superficiali in mezzi porosi; quando i sistemi di fratturazione sono invece associati a

fasce cataclastiche e/o faglie di notevole estensione longitudinale, si possono formare acquiferi a caratteristiche geometriche tali da indurre circolazione di acque su lunghe distanze. Tali acquiferi, ove sede di falda, possono alimentare sorgenti principali. Essendo questi circuiti idrici impostati entro rocce cristalline praticamente insolubili le loro emergenze risultano caratterizzate da acque debolmente mineralizzate; le sorgenti alimentate da questi circuiti hanno in genere portata modesta a causa della circolazione lenta che tende ad attenuarsi nel tempo con riduzione della permeabilità legata, spesso, al progressivo riempimento delle fessure.

Con riferimento alla circolazione idrica sotterranea l'esecuzione dei lavori non ha minimamente comportato l'intercettazione di volumi di acque sotterranee.

Le strutture dell'impianto idroelettrico con relative opere accessorie risultano collocate in posizione completamente esterna rispetto alle fasce di rispetto delle captazioni ad uso idropotabile (sorgenti) definite con criterio geometrico, in ogni caso a valle flusso rispetto alla direzione di alimentazione dell'acquifero (figura 17 estratta da *"Piano Regolatore Generale Comunale verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI) Comune di Piedicavallo"* - Elaborato IG5 *"Carta idrogeologica"* scala 1:10.000; dott. Geol. Gabriele Francini, febbraio 2005).



	UNITA' IDROGEOLOGICHE	PERMEABILITÀ - ACQUIFERI
	COPERTURE	
	Depositi e deiezioni alluvionali	Permeabilità da media a elevata per porosità. Falde libere in acquiferi superficiali direttamente connesse ai corsi d'acqua
	Depositi glaciali e fluvio-glaciali	Permeabilità per porosità con valori molto variabili in relazione alla disomogeneità granulometrica. I livelli limo-argillosi costituiscono letto degli acquiferi impostati nei materiali grossolani., con falde libere e/o confinate
	Falde detritiche e pietraie	Permeabilità per porosità da media a elevata. Presenza di acquiferi arealmente limitati, in diretta connessione con la superficie.
	SUBSTRATO ROCCIOSO	
	Complesso dei " micascisti eclogitici" e zona di contatto delle masse intrusive	Permeabilità per fratturazione, con valori localmente elevati ma globalmente bassi o nulli. Presenza circolazione idrica profonda lungo le fasce di fratturazione.
		Sorgente captata ad uso idropotabile a servizio di acquedotto fascia di rispetto (raggio 200m)

Figura 5 – Estratto elaborato IG5 "Carta idrogeologica" scala 1:10.000 (da: "Piano Regolatore Generale Comunale verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI)" Comune di Piedicavallo"; dott. Geol. Gabriele Francini, febbraio 2005)

6 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DELLE AREE DI PROGETTO

In questo capitolo si riportano alcune considerazioni geologiche e geotecniche relative ai terreni di imposta delle opere; i valori dei parametri geotecnici fondamentali dei materiali interagenti con le strutture nonché i range di variabilità degli stessi sono stati derivati dall'interpretazione dei profili di avanzamento delle prove penetrometriche dinamiche eseguite in sito in fase di redazione della documentazione necessaria al rilascio dell'autorizzazione alla costruzione dell'impianto.

Inoltre la caratterizzazione dei materiali si basa anche sul materiale bibliografico a disposizione:

1) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Rosazza (Provincia di Biella) - Verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI)**
(*Dott. Geologo Gabriele Francini*)

- a) elaborato IG 1 - Relazione geologico-tecnica e schede (dicembre 2004 - aggiornamento marzo 2009)
- b) elaborato IG 7 – Carta litotecnica scala 1:10.000 (dicembre 2004);

2) **Piano Regolatore Generale Comunale del Comune di Piedicavallo (Provincia di Biella) - Verifica di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano di assetto idrogeologico (PAI)**
(*Dott. Geologo Gabriele Francini*)

- a) elaborato IG 1 - Relazione geologico-tecnica e schede (febbraio 2005 - aggiornamento giugno 2011);
- b) elaborato IG 7 – Carta litotecnica scala 1:10.000 (febbraio 2005)

3) Geoportale Arpa Piemonte - Banca Dati Geotecnica - Sondaggi geognostici e campioni di terreno.

6.1 Traversa di captazione

La traversa di captazione è stata realizzata in corrispondenza di substrato roccioso in sinistra idrografica del T. Chiobbia e di materiale alluvionale in alveo e in sponda destra.

I depositi alluvionali attuali si presentano come sedimenti sciolti, grossolani, a supporto generalmente clastico (granulare), costituiti per la maggior parte da ciottoli, blocchi e massi

in matrice ghiaioso-sabbiosa da scarsa ad assente o confinata in tasche sparse ove minore è l'energia associata alla corrente idrica.

Il substrato roccioso risulta costituito da micascisti eclogitici della serie Sesia Lanzo.

Rispetto quindi al punto di captazione previsto in progetto che interessava essenzialmente materiale sciolto alluvionale, la posizione attuale appare sicuramente migliore sotto l'aspetto di stabilità della struttura essendo fondata almeno per la sua spalla sinistra direttamente in roccia.

6.2 Canale di derivazione e vasca di carico/dissabbiatore

Il canale di derivazione è impostato in idrografica destra del T. Chiobbia, fino a raggiungere la vasca di sedimentazione e carico, interessando quindi materiale detritico alluvionale attuale e recente e la scogliera a protezione della sponda che è stata ripristinata a ultimazione dei lavori.

L'area interessata dalla costruzione del sistema dissabbiatore/vasca di carico risulta collocata al margine della pista sterrata che da Montesinaro conduce verso Pianlino su depositi recenti eterogenei ed eterometrici (costituiti principalmente da ciottoli e massi in matrice sabbioso-ghiaiosa), in un contesto subpianeggiante simile a quello del posizionamento di progetto

Gli interventi non hanno comportato difficoltà cantieristiche e logistiche data la presenza della pista sterrata che è stata percorsa agevolmente anche da macchine operatrici di dimensioni medio-grandi.

6.3 Condotta forzata

La condotta forzata, diametro nominale DN 500 mm e lunghezza 980 m circa, risulta completamente interrata dalla vasca di carico lungo la pista sterrata che borda la sponda idrografica destra del T. Chiobbia fino all'attraversamento in subalveo del T. Cervo a valle del Ponte Pinchiolo; in questa tratta gli scavi hanno interessato materiale alluvionale recente e detritico di rimaneggiamento antropico.

Dopo aver attraversato in subalveo il Torrente Cervo (alloggiamento della condotta in scavo a sezione ridotta interessante depositi alluvionali attuali), la tubazione è interrata all'interno dei depositi alluvionali recenti fino al raggiungimento della centrale.

6.4 Edificio di centrale e linea di connessione alla rete

L'edificio di centrale con relativo condotto di scarico e la linea di connessione alla rete interrata sono collocati in area pianeggiante a margine della sponda destra idrografica del T. Cervo, interessando depositi alluvionali recenti. Stesso discorso vale per la pista di accesso alla centrale.

6.5 Scala di risalita per l'ittiofauna

Essa è stata realizzata sfruttando il più possibile l'andamento morfologico del substrato roccioso presente per renderla meglio inserita nel contesto ambientale, rendendola quindi paesaggisticamente meno impattante rispetto alla configurazione progettuale.

6.6 Modello geotecnico del sottosuolo e definizione dei range di variabilità dei parametri geotecnici fondamentali

Dall'interpretazione dei profili di avanzamento delle prove penetrometriche eseguite durante la procedura autorizzativa è stato ricostruito un modello geotecnico del sottosuolo con definizione di 2 unità 'omogenee' le cui caratteristiche rappresentative sono di seguito descritte.

UNITA' GEOTECNICA A

Litologia presunta: prevalenti ghiaie eterometriche più o meno sabbiose passanti a ghiaie sabbiose-ciottolose

Profondità: variabile; indicativamente da 1,0÷1,5 m p.c. a 4,0÷4,5 m p.c. circa

Comportamento: materiali incoerenti addensati a comportamento granulare (attritivo)

Peso di volume naturale (γ_{nat}): 18,0÷19,5 KN/mc

Resistenza alla penetrazione: 30÷50 colpi ($N_{30,DPSH}$); valore medio di riferimento per l'intervallo $N_{30,DPSH}$: 42 colpi; in corrispondenza della verticale DPSH2 occorrenza di orizzonti con $N_{30,DPSH}$ medio 30 colpi di spessore approssimativo 0,5 m (possibili lenti di natura più francamente sabbiosa)

Indice di densità relativa: 50÷70 %

Angolo di resistenza al taglio (ϕ): 32÷36°

Coesione efficace (c'): -- KPa

Coesione non drenata (c_u): --KPa

Modulo elastico (E_v): 49,0÷78,0 MPa

UNITA' GEOTECNICA B

Litologia presunta: prevalenti ghiaie eterometriche con matrice sabbiosa subordinata e/o ghiaie e sabbie con ciottoli

Profondità: dalla base dell'unità A (4,0÷4,5 m p.c.) a fine tratto investigato

Comportamento: materiali incoerenti molto addensati a comportamento granulare (attritivo)

Peso di volume naturale (γ_{nat}): 19,0÷21,0 KN/mc

Resistenza alla penetrazione: >70 colpi ($N_{30,DPSH}$) a rifiuto strumentale; valore medio di riferimento per l'intervallo $N_{30,DPSH}$: 72 colpi

Indice di densità relativa: 70÷85 %

Angolo di resistenza al taglio (ϕ): 38÷44°

Coesione efficace (c'): -- KPa

Coesione non drenata (c_u): --KPa

Modulo elastico (E_v): 96,0÷118,0 MPa

I valori caratteristici dei parametri fondamentali per le unità A e B sono sintetizzati in tabella 1.

Unità	Profondità (m p.c.)	Classificazione USCS	γ_k (KN/m ³)	ϕ_k (°)	ϕ_d (°)	$E_{y,k}$ (Kg/cm ²)	c'_k (Kg/cm ²)	$c_{u,k}$ (Kg/cm ²)
A	1,0/1,5÷4,0/4,5	SW-SP, GM	19,0	34,0	30,0	600,0	--	--
B	≥ 4,0/4,5÷?	GW-GP	20,0	38,0	34,0	870,0	--	--

Tabella 1 – Valori caratteristici dei parametri geotecnici delle "unità omogenee"

I valori di c'_k e $c_{u,k}$ sono pari a 0 assumendo i materiali a comportamento puramente granulare (attritivo).

Per il significato dei simboli indicati in tabella

φ_k = valore caratteristico dell'angolo di resistenza al taglio;

φ_d = valore di progetto dell'angolo di resistenza al taglio (DA1);

c'_k = valore caratteristico della coesione drenata;

$c_{u,k}$ = valore caratteristico della coesione non drenata;

γ_k = valore caratteristico del peso di volume naturale;

$E_{s,k}$ = valore caratteristico del modulo elastico (di Young);

$E_{d,k}$ = valore caratteristico del modulo edometrico.

Con riferimento al substrato roccioso presso il sito di imposta della traversa di derivazione, viene in tabella seguente fornita una caratterizzazione basata essenzialmente su dati bibliografici opportunamente confrontati con osservazioni in situ.

▪ Substrato roccioso:		Micascisti eclogitici		
INDICE	SIMBOLO	VALORE	U.M.	
Peso di volume naturale	γ_{NAT}	2,40-2,60	t/m ³	
Indice Rock Mass Rating di base ¹	RMR	50 - 60		
Resistenza a compressione monoassiale	σ_c	100	MPa	

Tabella 2 – Valori di riferimento dei parametri geotecnici relativi al substrato roccioso

¹ secondo Bieniawski, 1989

7 CONCLUSIONI

Per quanto concerne la collocazione geografica il settore di territorio entro cui sono state realizzate le opere si estende grosso modo da NW verso SE, dall'aggregato urbano di Montesinaro (frazione del Comune di Piedicavallo) alla località Vittone alla periferia settentrionale di Rosazza, nella porzione montana della valle del Torrente Cervo.

Dal punto di vista geologico-strutturale l'area appartiene al settore delle Alpi Occidentali; più precisamente si colloca pochi Km a NE della Linea del Canavese nella porzione interna della Zona Sesia-Lanzo (dominio Austroalpino). Tale settore è modellato entro rocce metamorfiche del "Complesso dei micascisti eclogitici" nell'aureola di contatto con il Plutone della Valle del Cervo, costituite da metapeliti, ortogneiss ed eclogiti spesso fortemente foliate; dalla regione Bariusco a Rosazza lungo la sponda orografica destra del Torrente Cervo, si entra nell'anello esterno monzonitico del Plutone della Valle del Cervo, con rocce a grana fine di colore grigio prevalente costituite da plagioclasio, feldspato potassico, pirosseno, biotite, scarso quarzo e anfibolo mentre, sulla sponda orografica sinistra, affiorano invece le sieniti (anello intermedio del plutone), ovvero rocce a grana media costituite da feldspato potassico, plagioclasio, anfibolo, biotite, scarso quarzo e pirosseno, dal tipico colore violaceo.

Con riferimento alla dinamica geomorfologica la consultazione della cartografia geologica di supporto al P.R.G.C. dei comuni di Rosazza e Piedicavallo ha evidenziato in prossimità dell'area sottesa dalle opere di progetto la presenza di dissesti indicati come attivi (riportati nelle tavole TG.01 e TG.02 allegate al presente documento):

- a) dissesto codice FA3/30: frana di scivolamento rotazionale (*slide*) a valle delle strutture di derivazione;
- b) dissesti codice FA6/7 e FA6/8: frana di colamento veloce tipo "debris-flow".

Relativamente al dissesto codice FA3/30 trattasi di una frana la cui dinamica si può ritenere praticamente esaurita come anche constatato in fase di costruzione della vasca di sedimentazione / carico e dei primissimi metri di condotta forzata.

Relativamente ai dissesti codice FA6/7-FA6/8 non è stata riscontrata alcuna interferenza in quanto la condotta forzata è completamente interrata in area esterna ai dissesti confinati lungo versante.

Con riferimento alla coerenza delle opere con il quadro aggiornato del dissesto PAI si ricorda che a seguito degli atti di approvazione-adozione delle varianti strutturali di P.R.G.C. dei comuni di Piedicavallo e Rosazza, è confermata la cogenza degli strumenti di Pianificazione comunale relativamente alla perimetrazione delle aree di esondazione con diversi gradi di pericolosità e tempi di ritorno e della pericolosità geologica correlata a fenomeni di trasporto in massa su conoidi e dissesti, in quanto tali strumenti in salvaguardia risultano essere quelli maggiormente cautelativi e restrittivi oltre che supportati da studi di dettaglio.

Dall'esame della documentazione geologica di supporto al P.R.G.C. dei comuni di Piedicavallo e Rosazza si nota che il tratto della condotta forzata fino all'attraversamento in subalveo del T. Cervo a valle del ponte Pinchiolo ricade entro area perimetrata come conoide attiva (CAb2/1-CAb2/3): la condotta forzata è posata completamente interrata in area subpianeggiante in destra idrografica del T. Chiobbia, sotto la pista carrabile esistente quindi già gravate da modificazioni antropiche.

Inoltre la vasca di carico, la quasi totalità della condotta condotta forzata (eccezion fatta ovviamente per l'attraversamento in subalveo del T. Cervo e per un tracciato di circa 20 m nella piana alluvionale in destra Cervo), l'edificio di centrale con relative opere accessorie (canale di scarico e pista di accesso) e la linea di connessione alla rete ricadono in area ove non sono segnalati rischi idraulici e/o idrogeologici (riferimento studio idraulico a supporto del Piano Regolatore Generale Comunale dei Comuni di Piedicavallo e Rosazza del dicembre 2004 a cura di Studio "Mello Rella & Associati – ingegneria – Studio Tecnico di Fanton F.-Gattardi L.-Martiner Testa D.-Mello Rella P." in "Verifiche di compatibilità idrogeologica ai sensi del piano per l'Assetto Idrogeologico (PAI)".

Si rimanda nel dettaglio alla Relazione di compatibilità idraulica marzo 2023 per l'analisi dell'interazione traversa di captazione / dinamica torrente Chiobbia.

Sotto il profilo normativo, nelle aree "Ca" ed "Ee" è consentita, secondo l'art.9 delle Norme di Attuazione del PAI, *"la ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente"*.

A tale proposito, si ricordano anche:

- ✓ il parere del Ministero dello Sviluppo Economico del 6 giugno 2006 (prot. n.0009818), che conferma la qualifica di *'servizio pubblico essenziale' degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili*, ai sensi della Direttiva 96/92/CE (recepita dallo Stato Italiano con il D. Lgs. 16 Marzo 1999, n. 79) e della Direttiva 001/77/CE (recepita dallo Stato Italiano con il citato D. Lgs. 29 Dicembre 2003, n. 387);
- ✓ il parere reso dall'Avvocatura Generale dello Stato, con nota prot. n.3242/2007 sez. I bis indirizzata all'Autorità di Bacino del Fiume Po, nel quale, richiamando la qualifica di servizio pubblico essenziale di cui alla Legge 12 Giugno 1990, n. 46, si conferma come *l'attività di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili sia da ritenersi 'servizio pubblico essenziale' ai fini dell'applicazione degli artt. 9, comma 5 e 38 delle NTA del PAI*, ovvero che nulla osta alla realizzazione delle opere in progetto a patto che le stesse non concorrono ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio.
- ✓ la deliberazione n. 10/2009 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po (seduta del 22 luglio 2009) la quale fornisce un'interpretazione conclusiva riguardo la dibattuta questione della realizzabilità di impianti idroelettrici in zone qualificate come Ee o Ca dal PAI; infatti all'art. 1 della deliberazione si dice che "Le opere finalizzate alla produzione di energia idroelettrica possono essere ricomprese nelle fattispecie di cui agli artt. 9, comma 5, 38 e 50 delle Norme di Attuazione del PAI".

La presente relazione, insieme alla Relazione di compatibilità idraulica, mette in evidenza che le opere costruite, sia quelle conformi al progetto autorizzato che quelle oggetto di sanatoria per le difformità rispetto al progetto autorizzato, non concorrono ad incrementare il carico insediativo e non precludano la possibilità di attenuare o eliminare le cause che determinano le condizioni di rischio.

Per quanto concerne il quadro idrogeologico gli interventi hanno interessato quasi esclusivamente i terreni del '*Complesso Superficiale*' (acquiferi a permeabilità primaria per porosità), costituito da depositi di ambiente continentale (depositi alluvionali e glaciali s.l.) di età Pleistocene medio-Olocene e solo in minima parte il Complesso subcristallino alpino (traversa di captazione).

Per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica è stata eseguita durante l'iter autorizzativo una campagna di indagini geognostiche in situ articolata in tre prove penetrometriche dinamiche dall'interpretazione delle quali è stato ricostruito il modello geologico-tecnico del sottosuolo confermato durante l'esecuzione dei lavori.

Per quanto concerne il vincolo idrogeologico le opere realizzate in difformità al progetto autorizzato non rientrano in aree a vincolo idrogeologico.

La realizzazione delle opere ha evidenziato l'assenza di criticità o processi ad evoluzione regressiva tali da pregiudicare la stabilità generale dei terreni interessati e le opere non modificano in modo rilevante l'assetto geologico, idrogeologico e geostatico delle aree ad esse contermini.