

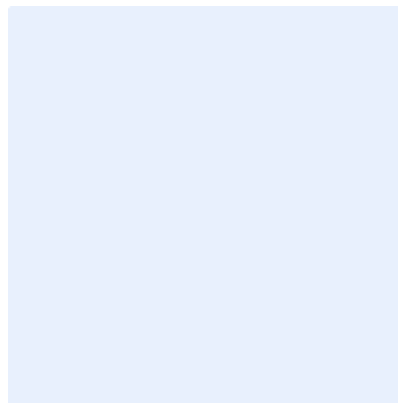


COMUNE DI ORMEA
Provincia di Cuneo

PROGETTO ESECUTIVO

oggetto

Interventi di sottomurazioni
difese spondali fiume Tanaro



Estremi di legge:

- Ord. Comm. n.3/A18.000/430 del 22.03.2017
-
-

committente

COMUNE DI ORMEA
via Teco, 1
12078 Ormea (CN)

tecnico

GEOL. ALDO ACQUARONE
via Aleramo, 129 - 12075 Garessio(CN)
Tel. 0174391500
aldo.acquarone@gmail.com

allegato

9

tipo allegato

RELAZIONE
GEOLOGICA

scala

1

Ormea, Maggio 2017

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	- INQUADRAMENTO GENERALE	2
3.	- VINCOLI A FINI IDROGEOLOGICI OD AMBIENTALI	5
4.	- LINEAMENTI GEOLOGICI ed IDROGEOLOGICI	7
5.	- INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	10
6.	- ANALISI E CARATTERIZZAZIONE DEI DISSESTI	13
7.	- CARATTERIZZAZIONE TECNICA DEI TERRENI	17
8.	- DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE IN PROGETTO	19
9.	CONSIDERAZIONI ESECUTIVE E GEOLOGICO TECNICHE.	20

1. PREMESSA

L'evento alluvionale che nel mese di novembre 2016 ha colpito duramente il Piemonte ed in modo particolare la Valle Tanaro ed i suoi affluenti, ha riproposto tutta una serie di problematiche legate alla fragilità, dal punto di vista idrogeologico, del territorio, ad eventi calamitosi di carattere eccezionale e non analogamente agli eventi alluvionali passati del 1994 e del 2000.

Gli effetti al suolo più importanti di carattere torrentizio sono stati registrati in particolar modo nell'area sudoccidentale del Piemonte dal confine francese e ligure fino al Monregalese. La zona maggiormente interessata è stata l'Alta Val Tanaro dove gli affluenti principali, tra cui Negrone, Tanarello, Borgosozzo, Chiappino ed Armella hanno avuto le portate e le problematiche maggiori. Le piene in queste aree hanno provocato marcate erosioni spondali e di fondo alveo. Tali ambiti sono stati interessati anche da innumerevoli frane che hanno coinvolto anche interi versanti con gravissimi danni a centri abitati di rilievo come Monesi e Piaggia, tuttora inagibili. Il fiume Tanaro e i suoi tributari hanno provocato allagamenti diffusi nelle zone pianeggianti che hanno coinvolto sia centri abitati interi dell'alta valle, come Ceva, Priola, Garessio e in parte Ormea, che frazioni di fondovalle lungo i tratti di valle dell'asta fino ad Alba.

In particolare analizzando la situazione della Alta Valle del Tanaro, in cui ricadono le aree di interesse, si denota come tutta l'asta del fiume è stata pesantemente compromessa dalla piena.

I tratti in cui la portata di piena del Tanaro è rimasta contenuta dalle opere di difesa spondale esistente sono stati marcati i fenomeni erosivi del corso d'acqua. Le condizioni di deflusso hanno mantenuto durante la piena condizioni di elevata energia che ha provocato erosione di fondo e di sponda e considerevole trasporto solido alimentato anche dai tributari laterali.

Molte difese spondali si presentano sottoscavate e danneggiate, tra cui quelle oggetto degli interventi trattati dalla presente.

Laddove i corsi d'acqua hanno invece esondato su vasti settori di fondovalle si è avuto considerevole deposito per diminuzione di energia della corrente di piena, con occlusione parziale delle sezioni di deflusso.

La presente indagine geologico – tecnica è realizzata pertanto a supporto della progettazione degli interventi di consolidamento e sottomurazione di alcuni tratti di muri spondali danneggiati durante la piena del Tanaro del novembre 2016, principalmente scalzati ed in parte asportati alla base dall'elevata energia erosiva assunta dal corso d'acqua durante l'evento alluvionale. Gli interventi sono localizzati nel centro abitato di Ormea in loc. Ceresè, poco a valle del "Ponte dei Sospiri" e nel tratto compreso tra il Ponte di San Giuseppe e la confluenza del T. Armella. Gli interventi di consolidamento sono previsti in destra idrografica.

Il materiale proveniente dagli scavi verrà, a seconda delle situazioni, in parte accumulato lungo le sponde od in alveo visto che in tali contesti l'evento alluvionale ne ha provocato considerevolmente l'abbassamento del fondo.

2. - INQUADRAMENTO GENERALE

Gli interventi in progetto sono situati nel comune di Ormea lungo l'alveo del F. Tanaro, nell'ambito del centro abitato comunale; nel dettaglio i siti di interesse si localizzano:

Intervento n° 1

- **Località Ceresè**, in corrispondenza del muro di sponda in destra idrografica che sostiene la strada comunale di collegamento agli impianti

sportivi e all'attività turistico ricettiva Bar Ceresè; la strada comunale rappresenta inoltre il tracciato della pista ciclabile di valle.

Intervento n° 2

- **Località San Giuseppe**, in sponda destra al Tanaro nell'ambito del nucleo urbano di Ormea, anche in questo caso il muro spondale esistente è scalzato in più punti.

Le informazioni di carattere topografico relative alla zona in studio sono compendiate:

- nella Carta Tecnica Regionale, sezione 244030-244040-244070-244080 alla scala 1:10.000.

Il allegato si riporta le cartografia citata con individuazione della zona d'intervento.

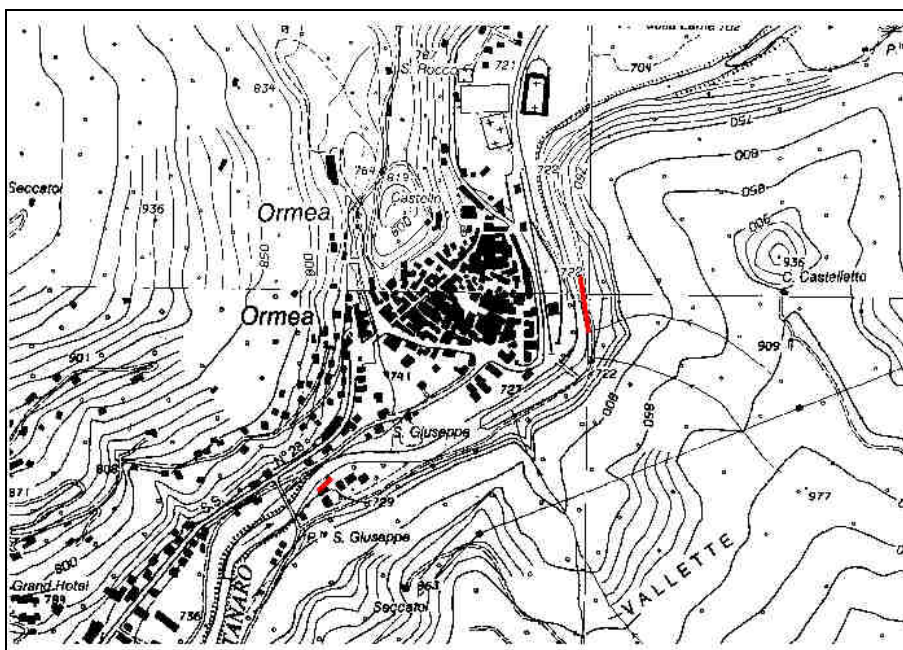


Figura n° 1:: Estratto su cartografia CTR dei siti oggetto di intervento

Per meglio inquadrare la situazione generale del sito si riporta nel seguito uno stralcio dell'ortofoto a colori (fonte Google Maps), con evidenziata l'area in esame.



Foto n° 1: Foto aerea (fonte Google Maps) relativa all'area oggetto dell'intervento

I danni subiti dalle opere spondali in questione rappresentano il risultato dell'elevata energia erosiva di sponda del corso d'acqua sviluppatasi in modo eccezionale in occasione dall'evento alluvionale del novembre 2016; evento che ha comportato ingenti danni alla viabilità di fondovalle nell'alta Val Tanaro, agli abitati posti in vicinanza al corso d'acqua a causa dell'esondazione dello stesso e l'innescio di numerose frana sui versanti dell'area.

Gli interventi in progetto sono rappresentati principalmente dal consolidamento e sottomurazione di muri spondali danneggiati durante la piena del Tanaro, principalmente scalzati alla base.

3. - VINCOLI A FINI IDROGEOLOGICI OD AMBIENTALI

Le aree di in intervento non ricadono nei settori sottoposti al vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. 45/89, mentre risultano soggette ai vincoli ambientali ai sensi del D.L. n: 42 del 2004 per quanto riguarda la tutela delle fasce adiacenti ai corsi d'acqua, essendo situate entro 150 m dal corso d'acqua principale (F. Tanaro).

Si riporta nel seguito la carta dei vincoli tratta dal portale cartografico della Provincia di Cuneo.

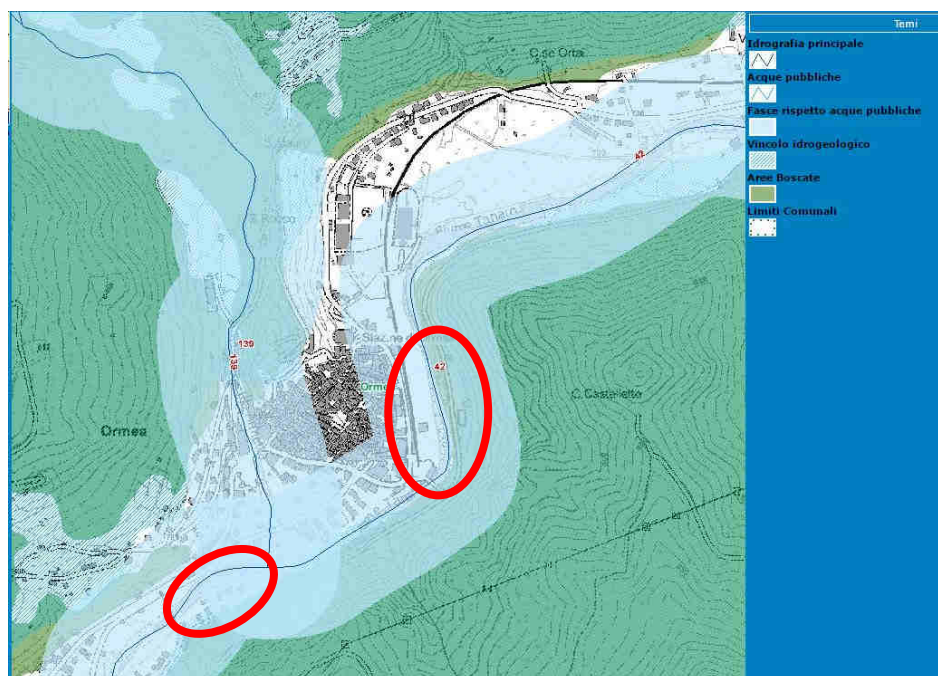


Figura n° 2: vincoli territoriali tratti dal Sistema Cartografico On Line della Provincia di Cuneo.

Nella “Carta di Sintesi” allegata al P.R.G.I., redatta in ambito della variante n° 3 di adeguamento al PAI, i tratti spondali del fiume oggetto di intervento ricadono in classe IIIa, definita per l'alveo di piena del corso d'acqua ed il fondovalle inondabile immediatamente circostante, al limite in corrispondenza delle classi IIIb, che ricomprendono gli edificati inseriti in tale fascia di fondovalle in adiacenza al Tanaro. Tali classi sono definite come:

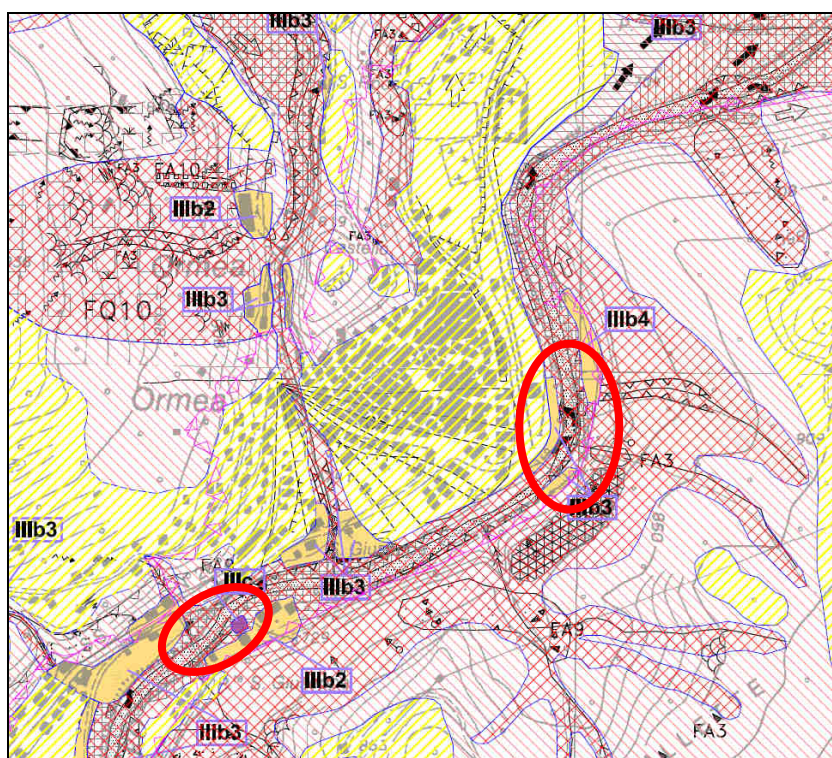
Classe IIIa: Porzioni di territorio inedificate, ma con possibile presenza di edifici sparsi, che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti (attività geomorfica recente o in atto e pericolosità molto elevata: aree in frana attiva, dissestate o potenzialmente

dissestabili, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia e/o battente a pericolosità elevata o molto elevata, aree caratterizzate da fattori geomorfologici e geotecnici fortemente penalizzanti). - CLASSE IIIa della C.P.G.R. dell'08.05.1996, n° 7/LAP

Classe IIIb: Porzioni di territorio edificate ricadenti od attigue ad aree in dissesto attivo o quiescente, nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio, pur risultando non elevati, sono tali da richiedere, cautelativamente, interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico o privato a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Nuove opere o nuove costruzioni saranno ammesse solo a seguito dell'attuazione degli interventi di riassetto e dell'avvenuta eliminazione e/o minimizzazione della pericolosità. - CLASSE IIIb della C.P.G.R. dell'08.05.1996, n° 7/LAP.

Per il significato delle sottoclassi IIIb2, IIIb3 e IIIb4 si rimanda all'elaborato 1 - "Relazione geologico - tecnica" ed alle "Norme d'Attuazione" del P.R.G.

Gli interventi di progetto, rappresentati da interventi di riassetto e risistemazione volti alla mitigazione del rischio a carico dei settori urbani sviluppati in prossimità dei tratti spondali del Tanaro, risultano pertanto compatibili con la normativa vigente riportata.



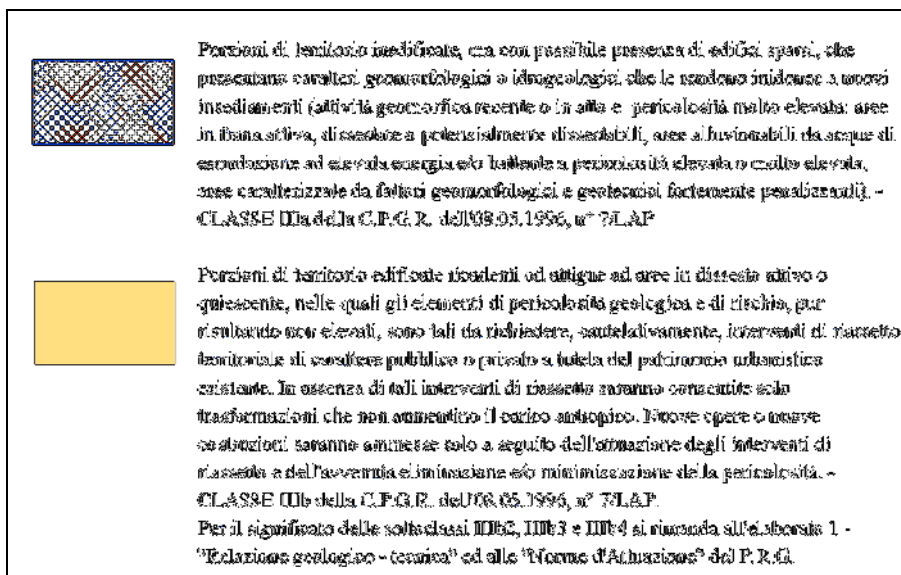


Figura n° 3: estratto della Carta di Sintesi del PRG.

4. - LINEAMENTI GEOLOGICI ed IDROGEOLOGICI

Per un inquadramento geologico generale si segnala il Foglio n° 91 BOVES della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e le relative Note Illustrative, la guida geologica regionale "Alpi Liguri" edita a cura della Società Geologica Italiana e gli elaborati geologici allegati al P.R.G.C.

La Valle Tanaro é impostata in litotipi appartenenti alla Zona Brianzone, una delle principali unità tettonico - stratigrafiche dell'arco alpino occidentale.

In particolare, nell'area in esame affiorano litotipi appartenenti al "tegumento permio - carbonifero" ed in particolare alla formazione vulcanica dei porfiroidi del Melogno; si tratta di ignimbriti riolitiche verdastre, a grana medio - piccola, tenaci, marcatamente scistose, localmente ricche in K-feldspato.

- Evento alluvionale del novembre 2016 -
Comune di Ormea - Interventi di sottomurazione difese spondali fiume Tanaro

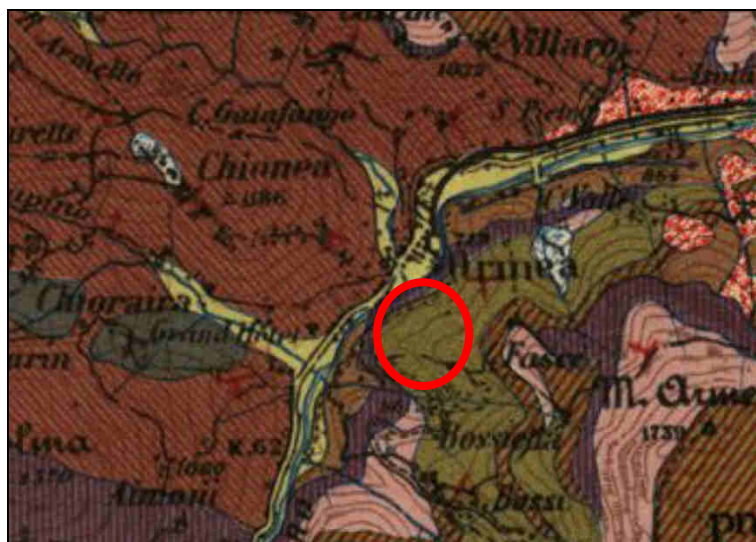
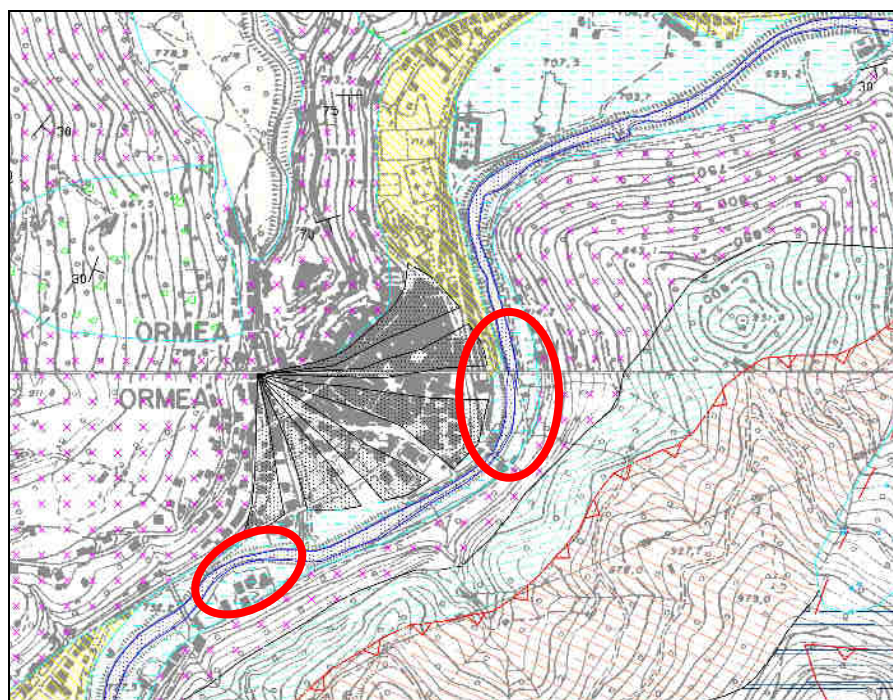


Figura n° 4: Estratto della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000, foglio 91 Boves con individuazione dell'area in esame.



Alveo del Fiume Tanaro successivo all'evento alluvionale del Novembre 1994



Depositi alluvionali recenti e attuali, prevalentemente ghiaiosi - sabbiosi costituenti i settori di fondovalle del F. Tanaro



Depositi alluvionali medio-antichi terrazzati, prevalentemente ghiaiosi-sabbiosi del F.Tanaro



"Porfiroidi del Melogno" (Perm.med.?-Carb.sup.): porfiroidi a grana minuta (con subordinate intercalazioni di Scisti di Gorra) derivanti dal metamorfismo alpino di rioliti, riocaciti e trachiti-latiti

Figura n° 5: Estratto della Carta Geologico Strutturale allegata alla Variante n.3 di PRGI del Comune di Ormea con individuazione dell'area in esame.

In corrispondenza degli affioramenti rilevabili nell'area in prossimità del fondovalle le metavulcaniti hanno tessitura più o meno grossolanamente foliata, a grana media, con fenocristalli millimetrici di quarzo e feldspato alterato, con minerali femici in massa di fondo microcristallina rossastra.

Il substrato roccioso è quasi ovunque celato da coltri di prodotti sciolti di età quaternaria, riconducibili essenzialmente a sedimentazione alluvionale (F. Tanaro e T. Armella) in area di fondovalle ed apporto detritico in senso lato dai versanti.

In corrispondenza dei siti spondali esaminati, alla base dei versanti, si rileva un materasso alluvionale costituito pertanto da depositi prevalentemente ghiaioso – sabbiosi, di modesto spessore; in alveo è visibile localmente l'affioramento del substrato roccioso sottostante i depositi alluvionali quaternari.

In particolare nel tratto a valle del Ponte dei Sospiri la piena ha portato in affioramento il substrato per estesi settori, anche in corrispondenza di alcuni tratti di sottomurazione in progetto. Le condizioni di elevate portate idriche che caratterizzano questo periodo primaverile non permette accertamenti in alveo laddove l'acqua è profonda e, per ora costantemente torbida per gli apporti di materiale in alveo da parte delle grandi frane innescate negli alti bacini (in particolare dal Tanarello). La realizzazione in fase di cantiere di savanelle e canalizzazioni per deviare le portate lontano dai lavori di sottomurazione permetteranno accertamenti maggiormente precisi.

Ulteriore particolarità del tratto d'alveo indagato è la presenza di grandi blocchi rocciosi di quarzite la cui provenienza è legata ad antichi movimenti franosi (crolli e ribaltamenti) a carico del versante orografico destro loc. Rocce delle Vallette, dove a seguito dell'evento alluvionale del novembre 2016 sono stati realizzati interventi di bonifica e consolidamento.

Dal punto di vista idrogeologico si rileva che il corpo alluvionale è caratterizzato da un buon grado di permeabilità primaria (per porosità) e costituisce un acquifero che ospita una falda idrica di tipo libero, ossia non confinata superiormente ("falda freatica").

La falda è sostenuta dal basamento roccioso, pressoché impermeabile, che determina un limite di permeabilità definito.

In occasione dei sopralluoghi si sono potute osservare locali emergenze idriche puntuali, allineate lungo la sponda dell'alveo, a testimonianza che, nel settore, la falda idrica alimenta il corso d'acqua e, inoltre, a conferma del limite di permeabilità rappresentato dal substrato cristallino.

La principale fonte di alimentazione della falda in destra orografica è rappresentata dagli apporti meteorici diretti e dall'infiltrazione delle acque di versante, la cui entità è condizionata dall'andamento stagionale delle piogge. Inoltre, sebbene localmente la falda alimenti il corso d'acqua, è probabile che in altri luoghi possa essere da questo alimentata, in funzione dei rapporti di quota tra l'alveo ed il substrato impermeabile.

In sinistra orografica l'alimentazione della falda è legata inoltre a perdite di subalveo del T. Armella. Per tali motivi si ritiene che la falda sia soggetta nel corso dell'anno ad oscillazioni piezometriche significative, sino ad annullarsi in occasione di periodi di prolungata siccità.

I lavori di sottomurazione delle difese spondali non interferiscono negativamente con la falda non creandone ostacolo o deviazione.

5. - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'alveo fluviale, nel tratto corrispondente all'abitato di Ormea, risulta impostato in prossimità del versante destro orografico, con settori in cui la sponda è rappresentata dalla base del versante stesso.

L'andamento del corso d'acqua è legato alla presenza della conoide del T. Armella, tributario di sinistra orografica, che determina una deviazione dell'alveo ordinario del Tanaro che, in corrispondenza di questo, compie un'ampia ansa ed è costretto contro la sponda destra, soggetta ad evidenti processi di erosione laterale.

In dettaglio, appena a monte del Ponte dei Sospiri, in destra orografica l'alveo è limitato da un terrazzo alluvionale di estensione modesta (poche decine di metri), oltre il quale è presente la base del versante; in sinistra la sponda è rappresentata da una scarpata di erosione, mascherata da muri d'argine ed altre opere di difesa spondale, impostata alla base della conoide del T. Armella.

La dinamica evolutiva del F. Tanaro e la tendenza erosionale e al dissesto spondale, è stata evidenziata nei recenti gravosi eventi alluvionali, tra cui, prima dell'evento del novembre 2016, quello del novembre 1994 e 2000.

Morfograficamente in questo tratto il Fiume Tanaro può essere considerato di tipo unicursale subrettilineo, stabile nel proprio alveo, privo generalmente di barre e di isole vegetate.

La sua tendenza evolutiva è di tipo erosionale, sottolineata dalla costante attività di reincisione dei propri depositi alluvionali, sino ad escavare, estesamente, il substrato roccioso.

Tale spiccata tendenza all'erosione laterale è una conseguenza della deviazione del flusso di piena imposta da ostacoli in alveo. Tali evidenze sono indicate anche dalla Carta geomorfologica dei dissesti e della dinamica fluviale allegata al PRGI di Ormea, di cui si riporta un estratto in seguito. Si denota come l'intero settore spondale fluviale sotteso dal centro abitato mostri, in corrispondenza delle deviazioni dell'alveo, ingenti processi erosivi di battuta spondale, indicati dalla cartografia riportata e dalle evidenze tutt'ora riscontrate in loco, tra cui i danni e scalzamenti spondali oggetto degli interventi in questione.

Tali settori spondali risultano infatti già consolidati a seguito dell'evento alluvionale del 1994, tramite scogliere e muri in cls spondali, che continuano nel tempo ad accusare l'intensa azione erosiva del corso d'acqua con locali danneggiamenti ai manufatti esistenti.



- Figura n° 6: Estratto della Carta Geomorfológica allegata al PRGI di Ormea e della relativa legenda**

6. - ANALISI E CARATTERIZZAZIONE DEI DISSESTI

I fenomeni erosivi e di scalzamento spondale in esame, che hanno causato il danneggiamento e parziale crollo delle opere idrauliche esistenti lungo le sponde del Tanaro, si sono innescati in occasione dell'intenso evento alluvionale del novembre 2016.

La causa dei franamenti è correlabile con le intense precipitazioni registrate nei giorni dell'alluvione 2016, pari ad oltre circa 500 mm in tre giorni (circa metà della media precipitazione annuale); piogge che hanno portato il 24 novembre 2016, all'esondazione del Fiume Tanaro nell'area di fondovalle e all'innescare di numerosi fenomeni gravitativi su versanti.

Tra i fenomeni di versanti, non interessati dal progetto in esame, ma prossimi all'area di intervento si individuano i fenomeni di crollo in atto o incipienti rilevati lungo il pendio in destra al Fiume Tanaro e le pareti rocciose sovrastanti, situati a monte della strada comunale per la loc. Ceresè, presso il ponte dei Sospiri. In particolare sono state rilevate già a partire dal 1997 condizioni di stabilità.

Passando al corso d'acqua di fondovalle, la portata raggiunta e l'elevata energia distruttiva si sono spinte nell'area in questione fino a danneggiare e ad asportare dei tratti stradali a ridosso della sponda del Fiume. L'onda di piena del corso d'acqua ha raggiunto portate e livelli idrici tali da sormontare le difese spondali già ripristinate e sopraelevate a seguito dei gravosi eventi del novembre '94 e del 2000 con erosione di estesi tratti della strada comunale e pista ciclabile.

Il muro spondale è rimasto per lunghi tratti con fondazione totalmente scalzata e svuotato dai riempimenti su cui era stata realizzata la strada.

La foto seguente riporta la situazione durante l'evento di piena.

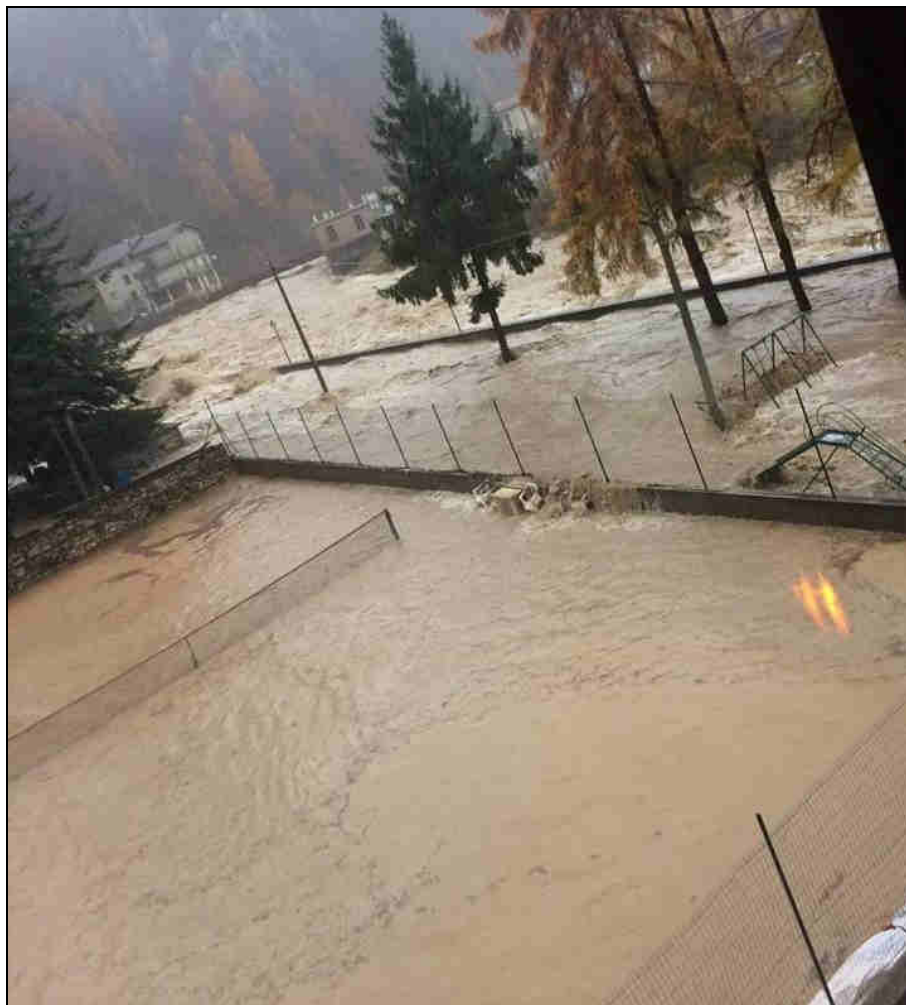


Foto n° 2: Ripresa fotografica del settore spondale sinistro del Tanaro in corrispondenza del tratto di intervento in loc. Ceresè inondato durante l'evento alluvionale del novembre 2016

Tali fenomeni innescati durante la piena di novembre 2016 hanno registrato riattivazione con le intense piogge di marzo 2017 con scavernamento è locale collasso del manto stradale posto in sommità al muro già ripristinato in modo provvisorio in fase di emergenza.



Foto n° 3: Ripresa fotografica del tratto di muro scalzato alla base in corrispondenza di loc. Ceresè



Foto n° 4: Ripresa fotografica da monte della viabile posta in sommità al muro, con scavernamento sviluppato a seguito delle piogge del Marzo 2017

In merito al secondo tratto di intervento, posto subito a valle del Ponte di San Giuseppe, in sponda destra al Tanaro, si denota come anche in questo caso il muro spondale sia interessato da parziale asportazione alla base con scalzamento fondazionale, maggiormente accentuato nel tratto di monte di intervento.



Foto n° 5: Ripresa fotografica del tratto di muro scalzato alla base in prossimità del Ponte San Giuseppe



Foto n° 6: Riprese di dettaglio dei tratti maggiormente interessati dal scalzamento basale del muro da monte (sinistra) a valle (destra)

Anche in questo caso l'erosione ha causato l'abbassamento del fondo alveo con conseguente necessità di sottomurazioni dei muri spondali esistenti. La presenza di depositi detritici di spessore di alcuni metri non consente probabilmente il raggiungimento del substrato con le opere di sottomurazione.

Andranno quindi approfondite in modo adeguato le sottomurazioni in modo da agire come setto antiscalzamento.

In questo tratto, tra il Ponte di San Giuseppe e la confluenza del T. Armella andrebbero previste ulteriori opere trasversali (soglie antiscalzamento / briglie) per apportare una stabilità all'alveo. L'entità del finanziamento attualmente

disponibile permette esclusivamente il ripristino ed il consolidamento di alcune opere esistenti ma non permette di realizzare altri lavori auspicabili in futuro.

7. - CARATTERIZZAZIONE TECNICA DEI TERRENI

Dato il semplice assetto stratigrafico locale, agevolmente evidenziabile tramite un rilievo di superficie, in questa fase d'indagine non si è ritenuto di predisporre l'esecuzione di particolari prove geognostiche in sito.

La successione stratigrafica dei terreni può essere sintetizzata come segue:

-da 0.00 a 1.00 - 2.00 m depositi alluvionali grossolani ghiaiosi sabbiosi ciottolosi con blocchi;

oltre i 1.00 - 2.00 m segue il substrato prequaternario.

Per quanto riguarda la caratterizzazione meccanica dei depositi alluvionali, con riferimento ai rilievi condotti, all'esperienza maturata in contesti strettamente analoghi ed ai dati reperibili in letteratura (LAMBE & WHITMAN, 1969; NAVFAC, 1971; LANCELOTTA, 1987), si sono adottati in via preliminare i seguenti intervalli di valori dei parametri geotecnici fondamentali:

Parametri geotecnici	Depositi alluvionali: sabbie e ghiaie con ciottoli
γ [kN m ⁻³]	15÷18
γ_{sat} [kN m ⁻³]	19 ÷21
ϕ' [°]	30÷35
Cu [kPa]	0

Per la caratterizzazione del basamento litoide (localmente presente in alveo e costituente almeno in parte il piano fondazionale degli interventi in progetto in loc. Ceresè), si considerano rilievi geostrutturali di dettaglio realizzati a supporto di interventi di consolidamento spondale esistenti effettuati in passato nelle vicinanze dei siti in esame, in corrispondenza dei principali affioramenti presenti lungo le sponde torrentizie e lungo la strada comunale situata alla base del versante destro idrografico nell'area

La classificazione dell'ammasso roccioso è finalizzata alla determinazione del valore dei parametri geomeccanici da usare nel calcolo delle strutture.

I parametri fondamentali, sufficienti a descriverne in modo quantitativo il comportamento meccanico, comprendono:

- Per le caratteristiche di resistenza: l'angolo di attrito " ϕ " e la coesione " c " (criterio di Coulomb)
- Per le caratteristiche di deformabilità : il modulo di deformabilità in sito " E_d "

I valori di tali parametri possono essere determinati per via diretta, attraverso prove in sito o di laboratorio, oppure ricavati tramite correlazioni empiriche dalle classificazioni di BARTON e di BIENIAWSKI.

- Angolo di attrito

Il valore dell'angolo di attrito residuo (equiparabile a quello di base) indicato in bibliografia per litotipi identici a quelli in esame, è di circa 34°.

Per quanto concerne il valore dell'angolo di attrito "di ammasso", si può ricorrere alla relazione tra gli indici J_r e J_a che compaiono nella definizione dell'indice Q di BARTON :

$$\phi_A = \arctan (J_r / J_a)$$

oppure, in BIENIAWSKI (1989):

$$\phi_A = 0,5 \text{ RMR} + 5$$

Nel caso specifico, ϕ_A assume valore tra 30° e 35°.

- Coesione

La valutazione del grado di coesione "di ammasso" può derivare dall'applicazione di opportune formule di riduzione al valore di coesione ottenuto su campione in laboratorio, oppure, più semplicemente e con altrettanta attendibilità, dalla correlazione proposta da BIENIAWSKI tra l'indice RMR e " c ", dove:

$$c = 5 \text{ RMR}$$

Nel caso specifico, $c = 250 - 300 \text{ kPa}$

- Modulo di deformabilità in sito

Il modulo di deformabilità in sito E_d è ricavabile direttamente dai valori di RMR mediante la relazione proposta da SERAFIM & PEREIRA (1983) e valida anche per il caso in cui $RMR < 50$.

$$E_d = 10 (RMR - 10)/40$$

Nel caso specifico, $E_d = 15.800 \text{ MPa}$.

Sulla scorta di esperienze italiane, LEMBO-FAZIO & RIBACCHI (1983) sottolineano che il valore di E_M ottenuto dalle correlazioni empiriche sopra riportate può risultare sottostimato se riferito ad un ammasso di buona qualità, sovrastimato nel caso opposto.

Tale considerazione, ed il fatto che le correlazioni non tengono conto del livello di sforzi applicato, induce a trasferire con cautela al contesto reale il valore di E_d stimato.

8. - DESCRIZIONE DELLE OPERE PREVISTE IN PROGETTO

Il progetto prevede la sottomurazione con ripristino fondazionale dei tratti di muri spondali danneggiati e scalzati alla base, procedendo alla ricostruzione dei tratti di murazione asportati tramite realizzazione di scogliere con massi di pietra naturale provenienti da disalvei di volume comunque non inferiore a m^3 0,30 e di peso superiore a q 8, intasati con cls, per gettate subacquee, previa preparazione del fondo e l'allontanamento delle acque dalle aree di lavoro.

Per la realizzazione delle opere di prevedono preventive operazioni di scavo in alveo nei depositi fluviale del corso d'acqua fino alla profondità di cm 100 sotto il pelo delle acque di magra, compresa l'eventuale rimozione, lo spostamento in opera dei trovanti e degli eventuali prismi di calcestruzzo delle difese

preesistenti, per l'apertura di savanelle con deviazione delle acque, e formazione di isolotti, per fare luogo alla posa dei massi naturali, compresa la sistemazione delle pareti e del fondo degli scavi. Si prevede quindi in seguito il ritombamento delle materie di risulta, da utilizzare secondo le disposizioni della direzione dei lavori, il riempimento dei vani rimanenti ad opera finita e lo spianamento in alveo delle materie eccedenti, il loro trasporto e la sistemazione a rifiuto, o rinterro e ad imbottimento della sponda di intervento.

In un tratto dell'intervento sito in loc. Ceresè, si prevede per circa 15 m di lunghezza, la predisposizione di casserratura per il ripristino e sottomurazione del muro spondale danneggiato.

9. CONSIDERAZIONI ESECUTIVE E GEOLOGICO TECNICHE.

Le opere di sottomurazione previste dovranno essere predisposte in modo da garantire il deflusso della portata di piena del corso d'acqua, avendo cura di non modificare l'assetto idrografico. Le sottomurazioni non dovranno ostacolare il normale deflusso o costituire restringimento di sezione.

L'indagine realizzata e le evidenze riscontrate in loco hanno permesso di individuare e verificare una forte tendenza evolutiva di tipo erosionale del Fiume Tanaro, sottolineata dalla costante attività di reincisione dei propri depositi alluvionali, sino ad escavare, a tratti, il substrato roccioso. Ne consegue lo sviluppo di fenomeni di battuta spondale con ripetuti danneggiamenti nel tempo a carico delle opere di difesa esistenti.

In relazione alla vulnerabilità allo scalzamento laterale e a tale tendenza erosionale del corso d'acqua, le opere di sottomurazione di progetto dovranno essere adeguatamente fondate ed immorsate all'interno del substrato roccioso sottostante i depositi alluvionali sciolti presenti a tratti in alveo; il substrato è visibile localmente in affioramento ma la portata primaverile ha impedito la completa ispezione dei settori d'intervento anche per il perdurare di una forte torbidità dell'acqua dovuta all'evoluzione dei molti movimenti franosi tuttora attivi nella parte di bacino del Tanaro a monte di Ormea.

Si dovrà valutare in corso d'opera l'eventuale necessità / possibilità di ancorare le nuove opere di sottomurazione al substrato roccioso tramite chiodature, garantendo un'ulteriore stabilità e resistenza delle opere rispetto all'azione erosiva del corso d'acqua.

Si dovrà necessariamente utilizzare per l'intasamento delle scogliere e per le opere di fondazione un calcestruzzo dotato di ottima resistenza all'erosione.

In merito ai fenomeni di scavernamento accusati dal corpo stradale a tergo del muro danneggiato alla base nel tratto di intervento sito in loc. Ceresè, si rammenta di operare al ripristino del riempimento a tergo del muro tramite materiale a grossa pezzatura, quale massi e blocchi di dimensioni minime pluridecimetriche, al fine di impedire un'eventuale riattivazione dello svuotamento alla base in caso di locale scalzamento da parte del corso d'acqua.

I getti in calcestruzzo dovranno essere effettuati in assenza di acqua negli scavi, allontanata con savanelle e/o pompe ad immersione.

In corso d'opera dovrà essere verificata dal geologo la successione stratigrafica descritta ad avvenuta realizzazione delle savanelle per l'allontanamento delle acque dalla base dei muri spondali.

Lo scavo per la predisposizione delle sottomurazioni dovrà avvenire a campioni di lunghezza di 1 – 2 m provvedendo alla rapida realizzazione delle opere di consolidamento.

Dovranno essere adottate opere di sostegno provvisorie essendo il muro in pessime condizioni di stabilità.

Durante l'esecuzione dei lavori dovrà inoltre essere interdetto il transito veicolare nel tratto di strada sovrastante per evitare sovraccarichi a monte degli scavi.

Nel tempo dovrà essere valutata l'efficienza delle sottomurazioni realizzate ed eventualmente dovranno essere ripetute prontamente le necessarie manutenzioni e ripristini.

In base alle caratteristiche litologiche, morfologiche e di stabilità locali, si ritiene che non sussistano quindi particolari limitazioni di ordine geologico e geotecnico alla realizzazione di quanto in progetto.

Inoltre gli interventi previsti non svolgeranno un ruolo sfavorevole nei confronti delle condizioni di stabilità dei settori circostanti.

In base a quanto fin qui esposto si esprime parere favorevole alla fattibilità dell'intervento previsto sia sotto l'aspetto geomorfologico che geologico – tecnico, ferma restando l'esigenza dell'osservanza dei contenuti della presente.

Garessio, Maggio 2017

