Regione Lombardia

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO DEL TORRENTE COSIA

VISTA la d.g.r. del 11 luglio 2016, n. 5399, di approvazione del "Programma per la progettazione degli interventi strutturali e prioritari nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato nonchè conseguenti a calamità naturali", che prevede di finanziare la progettazione di interventi urgenti e prioritari;
VISTO il d.d.g. 20 settembre 2016, n. 9081 "Individuazione degli enti attuatori degli interventi previsti dalla d.g.r. 11 luglio 2016, n. X/5399 - programma per la progettazione degli interventi strutturali e prioritari nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato nonché conseguenti a calamità"

Comune di Albavilla

Comune di Albese con Cassano

Comune di Como

Comune di Tavernerio

PROGETTO DI FATTIBILITA'

Committente	Oggetto
COMUNE DI TAVERNERIO TAVERNERIO - VIA PROVINCIALE, 45	Relazione geologica ed idrogeologica
Progettista P.I.E. PIFFERI Matteo COMO - VIA CANTONIGA, 2/A Collegio dei Periti Industriali di Como n. 2207	Data Luglio 2018
Professionista incaricato Dott. Geol. DAL NEGRO Paolo	Scala / Elaborato B

Dott. Geol. Paolo Dal Negro

Cell 339 – 1468733 Tel e fax 031 - 563148 www.paolodalnegro.it

OPERE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO DEL BACINO DEL TORRENTE COSIA IN COMUNE DI TAVERNERIO ED ALTRI

Progetto di Fattibilità Tecnico Economica

- *Relazione Geologica ed idrogeologica* -

Committente: Comune di Tavernerio in qualità di capofila

Professionista incaricato: Dott. Geol. Paolo Dal Negro

ORDINE DEI GEOLOGI della LOMBARDIA
PAOLO DAL NEGRO
geologo specialista
Albo n. 1249 AP
sezione A

n°	Data	Rev.	Riferimento
00	Aprile 2018	1° emissione	
01			
02			

INDICE

1 - PREMESSA 3
2 - INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO – AUTORITA' IDRAULICA COMPETENTE 4
3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO 4
3.1 Unità geologiche 5
3.2 Aspetti tettonici 11
3.3 Aspetti geomorfologici 14
3.4 Aspetti idrogeologici 15
4 - STUDI DI RIFERIMENTO E DATI BIBLIOGRAFICI 18
4.1 - PAI 18
4.2 – DIRETTIVA ALLUVIONI 19
4.3 – CENSIMENTO DEI DISSESTI DELLA PROVINCIA DI COMO 19
4.4 – DISSESTI STORICI 21
4.5 – SEGNALAZIONI PERVENUTE DA UFFICI TECNICI COMUNALI 23
4.6 INTERFEROMETRIA RADAR DA SATELLITE 24
4.7 - STUDI GEOLOGICI COMUNALI 25
5 - RILIEVO DEL CORSO D'ACQUA E SITI DI INTERVENTO 30
5.1 TRATTO A- Dal crinale del Monte Bolettone fino alla diga di Leana 30
5.2 TRATTO B- Dalla diga di Leana fino a quota 660 m s.l.m. 32
5.3 TRATTO C- Da quota 660 m s.l.m. fino a carrozzabile per Baita Patrizi (600 m s.l.m.) 32
5.4 TRATTO D- Da carrozzabile per Baita Patrizi fino a confluenza torrente Valloni 33
5.5 TRATTO E- Alveo del torrente Valloni fino alla confluenza nel Cosia 35
5.6 TRATTO F- Da Roccolo del Curato fino a loc. Cèpp 40
5.7 TRATTO G- Da località Cèpp a confine con Tavernerio 42
5.8 TRATTO H- Da quota 480 m s.l.m. fino a briglia n. 3 Tavernerio 44
5.9 TRATTO I- Da briglia n. 3 Tavernerio fino al ponte di via Croce 46
5.10 TRATTO L- Dal ponte di via B. Croce alla confluenza Valle Piattellina 49
5.11 TRATTO M- Dalla confluenza San Fereolo fino a Cascina San Bartolomeo 51
5.12 TRATTO N- Da Cascina San Bartolomeo fino alla Loc. Ravanera 52
5.13 TRATTO O- Dalla Loc. Ravanera fino al Ponte di San Martino 55
6 – CONCLUSIONI 57

ALLEGATI

- REPORT DI SOPRALLUOGO TORRENTE COSIA - TRATTI DA "A" a "D"
- REPORT DI SOPRALLUOGO TORRENTE COSIA - TRATTI DA "E" a "H"
- REPORT DI SOPRALLUOGO TORRENTE COSIA - TRATTI DA "I" a "O"
- Tabella sintesi interventi

- Tavola 1 - Corografia - scala 1:20.000
- Tavola 2 – Carta geologica – scala 1:10.000
- Tavola 3A - Carta di sintesi degli elementi bibliografici, comune di Albavilla - scala 1: 10.000
- Tavola 3B - Carta di sintesi degli elementi bibliografici, comune di Albese con Cassano - scala 1: 10.000
- Tavola 3C - Carta di sintesi degli elementi bibliografici, comune di Tavernerio - scala 1: 10.000
- Tavola 3D - Carta di sintesi degli elementi bibliografici, comune di Como - scala 1: 10.000
- Tavola 4A - Carta degli interventi, comune di Albavilla - scala 1: 5.000
- Tavola 4B - Carta degli interventi, comune di Albese con Cassano - scala 1: 5.000
- Tavola 4C - Carta degli interventi, comune di Tavernerio - scala 1: 5.000
- Tavola 4D-E - Carta degli interventi, comune di Como - scala 1: 5.000

1 - PREMESSA

Su incarico del comune di Tavernerio è stata effettuata l'analisi geologica ed idrogeologica a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica delle "Opere di mitigazione del rischio idrogeologico ed idraulico del bacino del torrente Cosia nei comune di Albavilla, Albese con Cassano, Tavernerio e Como".

La presente relazione è stata redatta ai sensi e nel rispetto della vigente normativa:

- DM 17.01.18 - Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni;
- D.M. 11.03.88 Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, e succ. circolare esplicativa;
- D.Lgs n.50/2016 Codice degli appalti Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture;
- D.P.R. n.207/2010 (artt. 14-43);
- L.R. 12/05 Legge per il governo del territorio e criteri applicativi per la componente geologica, idrogeologica e sismica DGR 28/05/2008 n. 8/7374.

Nella presente relazione, che costituisce relazione geologica ed idrogeologica a supporto del progetto di fattibilità tecnica ed economica delle opere di mitigazione del rischio, vengono prioritariamente definiti:

- caratteri geologici, geomorfologici, idrogeologici dell'area in esame;
- valutazione delle condizioni e capacità di deflusso del torrente;
- condizioni di pericolosità geologica;
- presenza di eventuali situazioni di ostacolo al regolare deflusso delle acque, sia connesse alla dinamica del torrente che correlabili ad azioni antropiche;
- presenza di dissesti in alveo, lungo le sponde e nel bacino afferente, che possano interferire con la dinamica torrentizia;
- stato di conservazione ed efficienza delle opere di difesa idraulica presenti;
- individuazione delle possibili strategie ed opere prioritarie per la mitigazione del rischio idrogeologico.

Ciò è stato effettuato mediante le seguenti analisi:

- ricerca di informazioni bibliografiche, analisi e studi esistenti, segnalazioni di dissesto, studi di pianificazione a varia scala;
- rilievo geologico-geomorfologico di dettaglio.

2 - INQUADRAMENTO AMMINISTRATIVO – AUTORITA' IDRAULICA COMPETENTE

Il torrente Cosia è un corso d'acqua appartenente al reticolo idrico principale. Con tale termine si individuano i corsi d'acqua di maggiore significatività in termini di estensione del bacino, lunghezza dell'asta o di potenziali problematiche sotto il profilo idraulico ed idrogeologico. Appartengono al reticolo idrico principale i corsi d'acqua già iscritti negli elenchi delle acque pubbliche di cui al R.D. 1775/33, quelli assimilabili ad acque pubbliche, i fiumi e torrenti in cui sono state realizzate nel tempo opere idrauliche da parte degli Enti Pubblici, o quelli soggette a derivazioni significative.
Il reticolo idrico principale è definito nella DGR 31/10/2013 n.X/883 – Allegato A – *Individuazione del reticolo idrico principale*.
In tale delibera, l'asta del torrente Cosia appartenente al reticolo idrico principale viene definita come sintetizzato in Tabella 1.

Tabella 1 – Torrente Cosia, definizione reticolo principale

Comuni attraversati	*Foce o sbocco*	*Tratto classificato come principale*	*Elenco AA. PP*
Albavilla, Albese con Cassano, Tavernerio, Como	Lago di Como	Dallo sbocco alla diga di Leana[1]	159

3 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

Il torrente Cosia costituisce il principale elemento idrografico che drena la estrema porzione sud-occidentale del Triangolo Lariano (Tavola 1). Le sorgenti del Cosia sono poste lungo le pendici meridionali del Monte Bolettone, in comune di Albavilla. Il corso d'acqua mostra decorso Nord-Sud per circa 2,5 km. In prossimità del confine comunale con Albese con Cassano si osserva una decisa variazione di tracciato; da tale punto e sin quasi la foce, posta nel

[1] Diga ad arco gravità sita in comune di Albavilla, a quota di circa 700 m s.l.m. utilizzata in passato a scopo di accumulo acqua e approvvigionamento idrico del comune. Attualmente in disuso.

lago di Como, il corso d'acqua mostra prevalente orientazione Est-Ovest.

Il bacino è localizzato al raccordo tra i rilievi montuosi prealpini del Triangolo Lariano, costituiti da formazioni sedimentarie depositatesi in un intervallo di tempo che va dal Triassico superiore al Cretaceo inferiore (220-70 Milioni Anni), e la fascia collinare pedemontana caratterizzata da vaste coperture di depositi quaternari, prevalentemente di origine glaciale.

Nella Tavola 2 sono riportate le unità affioranti e subaffioranti nell'area, i principali lineamenti tettonici ed una sezione geologica, orientata circa N-S, che ben rappresenta l'assetto geologico dell'area esaminata.

3.1 Unità geologiche

La serie stratigrafica affiorante nel bacino del torrente Cosia è molto rilevante dal punto di vista geologico, in quanto costituisce uno dei più completi esempi di successione stratigrafica mesozoica.

Di seguito si riporta una sintetica descrizione delle formazioni rocciose presenti, dalla più recente alla più antica ed in accordo con la nomenclatura adottata nella cartografia CARG.

- Formazione di Pontida (PTD; Turoniano): si tratta di arenarie e lutiti grigiastre, in tipica sequenza flyschoide, spesso completa. L'unico affioramento presente nell'area in esame si colloca lungo l'incisione del torrente Cosia, a valle della località di Lora.
- Formazione di Gavarno (GVR; Cenomaniano - Turoniano): è un'unità costituita da peliti nere ricche di materia organica, di aspetto massivo o laminato fino a scaglioso (peliti nere superiori), cui fanno seguito arenarie quarzose a grana media, disposte in sottili strati tabulari, da planari ad ondulati. Tali arenarie sono alternate a marne laminate e scagliose, di colore rosso acceso nella parte bassa e grigio-rosato nella parte alta (Peliti Rosse). Nel settore in esame affiorano a Sud della località S. Bartolomeo in comune di Tavernerio, ed includono il solo membro delle Peliti Rosse.
- Formazione di Sorisole (FSE; Cenomaniano): si tratta di un'unità che raggruppa una serie di litozone informali utilizzate per la cartografia di dettaglio della successione cretacica (Bersezio et al., 1990). In particolare, incorpora le litologie conosciute come "Marne Rosse" (FSEa), "Banchi Caotici" e "Torbiditi Sottili" così come distinte da Bersezio & Fornaciari (1988), coincidendo con la "Sequenza Cenomaniana" dei medesimi autori. Affiora a SO della località Cascina San Bartolomeo, in comune di Tavernerio e si compone delle seguenti litologie:
    - Torbiditi Sottili: Arenarie e marne siltose grigio scuro in sottili strati planari, con frequente laminazione e sequenze di Bouma Ta-Tc;
    - Calcari Marnosi: Calcari marnosi torbiditici e ben stratificati, di colore grigio scuro – ocra (azzurro-giallognolo). Presenti livelli in rilievo di 2 cm associati a strati <1 cm laminati. Marne da grigie a rosse con stratificazione da sottile a

media (Affioramento di Alpe Grasso);

  - Marne Rosse: Marne e Calcareniti fini in strati decimetrici di colore grigio-rosato nella parte bassa, rosato verso l'alto. Laminazioni e gradazioni di Bouma tipo Td. Aspetto massivo o scaglioso, con stratificazione piano parallela e laminazione difficili da individuare a causa dell'intensa bioturbazione. Rara sfaldatura a saponetta.

- Sass de la Luna (SDL; Albiano): Calcari marnosi, calcareniti a matrice micritica e marne grigie a tipica sfaldatura concoide in strati maldefiniti, localmente gradati. Verso il tetto dell'unità aumentano le intercalazioni di calcareniti fini. Colore grigio bluastro, plumbeo, azzurrognolo o nocciola in frattura fresca; diventa tipicamente bianco opaco in alterazione. Affiora nell'estremo lembo meridionale del comune di Tavernerio.
- Marne del Bruntino (BRU; Aptiano- Albiano): Marne e argilliti scagliettate, varicolori, con prevalenza di colore rosso vinato e grigio scuro, sino a nerastro. Rinvenuta qualche sottile intercalazione di areniti fini, debolmente gradate e quarzose. Sottili livelli più calcarei in rilievo immersi in abbondanti marne fissili fogliettate e scagliose.
- Maiolica (MAI; Tithoniano - Barremiano): Calcari bianchi compatti con noduli e liste di selce di colore grigio scuro o bluastro, caratterizzati da stratificazione decimetrica Sono comuni strutture stilolitiche parallele ai piani di stratificazione. In superficie tale litotipo presenta una caratteristica patina di alterazione di colore grigio-bianco. Lo spessore di tale formazione varia in genere tra 130 e 160 m. Strati generalmente sottili ma spesso rinsaldati in pacchi di 1 m. Tale litotipo affiora estesamente lungo i versanti che dalla frazione di Casina scendono in direzione della località Ravanera, in comune di Tavernerio.
- Gruppo del Selcifero Lombardo (SM): Tale gruppo comprende le seguenti formazioni, rinvenute principalmente nei pressi della Diga di Leana, in comune di Albavilla:
  - Rosso ad Aptici (Kimmerdgiano – Tithoniano): è costituito da calcari marnosi e marne con rare intercalazioni silicee, con presenza di Aptici. La colorazione tipica di tali rocce è rossastra, talora con venature verdi. Sporadica selce in noduletti rossi. Strati in spessore medio di 10-20 cm;
  - Radiolariti (Kalloviano – Kimmerdgiano): si tratta di radiolariti (rocce sedimentarie a composizione silicea) di colorazione varia ed in genere molto accesa, quale verde, rossa, grigio azzurra, a cui si intercalano marne silicee ed argilliti. Gli spessori di tale formazione variano tra pochi metri e 50 m. Sono localmente intercalate marne silicee ed argilliti;
- Rosso Ammonitico Lombardo (RAL; Toarciano – Aaleniano): Calcari rosati, vinaccia

in frattura fresca, composti da noduli calcarei e clasti calcarei rosati chiari centimetrici in argilliti e marne rossastre. La stratificazione medio-sottile è data da allineamenti dei noduli appiattiti e dei livelli di marne. Presenza di rari noduli verdastri. Localmente ricca di biotite lungo i piani di stratificazione. Affiorante sui versanti di Albavilla, nella zona della Salute.

- Calcare di Morbio (KMO; Domeriano - Toarciano): l'unità è costituita da strati di calcari marnosi nodulari, di colore rosato o rosso, più raramente verdastro, ben suddivisi da marne e localmente ricchi di ammoniti. Affiora subito a valle del Rosso ammonitico sui versanti di Albavilla.
- Calcare di Domaro (DOM; Giurassico inferiore): calcari marnosi grigio chiari, talora nocciola, biancastri in alterazione, poco bioturbati e con rare liste di selce bionda, organizzati in una ciclica alternanza di banchi metrici, generati dal rinsaldamento di più strati, e di orizzonti marnosi di spessore decimetrico. Presenza nei calcari di noduli ferruginosi ed ammoniti e di superfici di strato planari o nodulose. Sono talora intercalati livelli di marne ed argille grigio verdi, spesso rossastre. Possono comparire rari strati in cui i noduli calcarei sono fasciati da marne rosate. In zone di paleoalto si presentano sottoforma di calcari marnosi rossastri a stratificazione nodulare e diffuse ammoniti. Affiorano lungo il Cosia in sinistra idrografica, per buona parte del tratto ricompreso all'interno del comune di Albavilla
- Calcare di Moltrasio (MOT; Giurassico): calcari selciferi con colorazione grigio scura e con patina di alterazione nocciola. Sono presenti interstrati marnoso-argillosi di spessore variabile, talora di diversi centimetri. La roccia è ben stratificata ed alterna strati di spessore centimetrico con strati che possono superare i 50 cm. Si osserva la presenza di laminazione millimetrica o centimetrica, da planare ad ondulata. In alcuni casi sono osservabili delle discordanze stratigrafiche interne alla formazione date da terminazioni laterali di strati che originano una morfologia a becco di flauto. Nella zona di studio la silice si presenta sia come costituente della roccia sottoforma di cemento o spicole, che in liste e noduli di selce. All'interno della successione del Calcare di Moltrasio, abbastanza monotona, vi sono variazioni litologiche significative dovute alle locali condizioni paleogeografiche di sedimentazione. Nell'area in esame, conformemente alla bibliografia geologica, sono distinte le seguenti litozone:
    - MOTa: megabrecce e brecce, localmente dolomitizzate, con clasti e olistoliti extraformazionali derivanti dallo smantellamento delle sottostanti unità retiche ed hettangiane. Segnalate negli adiacenti settori bergamaschi (Jadoul & Doniselli, 1987, Jadoul et al., 2000), sono state riconosciute e cartografate separatamente in corrispondenza dell'affioramento più significativo, ad Est

dell'area di studio nella Valle del Lambro (Asso, e.g., Rossi et al., 1991);

- MOTb: Corrisponde alle litofacies 1-3 riconosciute da Bernoulli (1964). Prevalenti calcilutiti massive bioturbate e calcareniti, di colore da grigio chiaro a nerastro, organizzate in strati planari di spessore decimetrico, frequentemente intercalati con interstrati marnosi da millimetrici a centimetrici. Presenta strutture interne come laminazioni pianoparallele, oblique o convolute. Spesso sono presenti peculiari bioturbazioni di tipo Helmintoides. Si osserva di frequente la presenza di una struttura gradata, all'interno degli strati, segnata dalla diminuzione della frazione marnosa, dal basso verso l'alto, a partire dal giunto marnoso alla base dello strato o, alternativamente, dalla presenza di una frazione grossolana alla base, bioclastica o litoclastica, che diminuisce verso l'alto fino a scomparire. Le superfici di strato sono in genere nette, con giunti marnosi ed argillitici molto sottili a spessi fino ad un massimo di 20 cm, talora bituminosi. Ridotta occorrenza di selce che, se presente, si ritrova in piccoli noduli o lamine.
- MOTc: Corrisponde alla Litofacies 4 di BERNOULLI (1964). Calcare selcifero grigio nerastro, chiaro in alterazione, ben stratificato, con strati di spessore variabile (10-20 cm). Presenta giunti marnosi sottili, spessi al massimo pochi millimetri o addirittura assenti. La selce, che deriva essenzialmente da diagenesi di spicule di spugne silicee, è caratterizzata da un aspetto più o meno vetroso e traslucido e di colore tipicamente nero o grigiastro. Essa si presenta in grossi noduli o liste spesse, in genere posti al centro dello strato. I noduli ed i letti di selce presentano bordi netto e generalmente chiudono a lente oppure in sottili livelli continui o alternativamente in piccoli noduli di spessore centimetrico e contorno irregolare. La loro posizione nello strato è indifferentemente al letto, al centro o al tetto dello strato. Spesso queste lamine di selce giungono a rinsaldarsi generando anche livelli più spessi. Il passaggio tra MOTb e MOTc è di solito graduale, caratterizzato dall'alternanza delle due litozone.
- MOTd: Corrisponde alle Litofacies 5 e 6 di BERNOULLI (1964). È costituto da calcare grigio chiaro, talora tendente al nocciola, con selce in grossi banchi o grossi noduli spessi 20-40 cm. È scarsamente marnoso e non presenta interstrati marnosi o, se presenti, questi sono estremamente ridotti. Si arriva ad avere strati costituiti praticamente da sola selce, disposta al letto ed al tetto degli strati, con al centro dei piccoli noduli di calcare. La selce è di aspetto traslucido, vetrosa, di colore chiaro variabile dal latteo al grigio chiaro al marroncino al verde oliva. In alterazione questa facies assume un colore arancione

ed un aspetto fortemente alterato.

Il substrato roccioso risulta molto spesso coperto da spessori variabili di depositi quaternari. Tali coltri mostrano solitamente spessori contenuti lungo i versanti montuosi che dalla linea delle colme scendono in direzione Sud per poi, in corrispondenza del settore pedemontano, aumentare di spessore sino a valori plurimetrici, talora pluridecametrici.

Nel bacino idrografico del torrente Cosia si possono riconoscere depositi ascrivibili alle seguenti unità neogenico-quaternarie:

- Sintema del Po (Unità Postglaciale Indifferenziata; POI): è costituito per la maggior parte da depositi di versante (depositi di versante s.l., falde e coni detritici, depositi di frana, depositi da debris –flow), depositi alluvionali, depositi di origine mista (alluvionale e gravitativa) localizzati per lo più all'interno di conoidi e da depositi lacustri, attualmente in deposizione;
- Sintema di Cantù (LCN): comprende i depositi relativi all'ultima glaciazione (Episodio Cantù – Last Glacial Maximum, o LGM), e pertanto riferibili al Pleistocene superiore. E' costituito da depositi glaciali (till di alloggiamento e di ablazione, till di fondo, depositi di contatto glaciale, depositi lacustri, depositi fluvioglaciali) e si estende fino a quote intorno a 1000 m s.l.m.. Nella fascia pedemontana è possibile riconoscere tre sottounità: il Subsintema di Fino Mornasco (LCN_1), il Subsintema di Cucciago (LCN_2) e il Subsintema della Ca' Morta (LCN_3). I termini litologici di tali unità abbracciano un vasto spettro in funzione delle condizioni originarie di sedimentazione. Hanno in genere colorazione grigiastra o grigio giallognola, presentano orizzonti di alterazione superficiali di limitato spessore ed i clasti presenti sono in genere poco alterati. È possibile distinguere:
    - Subsintema di Fino Mornasco: costituito da depositi glaciali (till di ablazione), in particolare da diamicton massivi a supporto di matrice sabbioso limosa, colore 10YR. Sono presenti clasti carbonatici, non alterati, e granitoidi in parte alterati. Abbondanti ciottoli striati. Affiora in territorio di Albese con Cassano.
    - Subsintema di Cucciago: è costituito da depositi fluvioglaciali, glaciali e di contatto glaciale così dettagliati:
        - Depositi fluvioglaciali: Ghiaie a supporto di matrice sabbiosa, talvolta debolmente cementate. I clasti sono isorientati ed embricati e sono rinvenute lenti costituite da sabbie da medie a grossolane.
        - Till di alloggiamento: Diamicton massivi a supporto di matrice, sovraconsolidati.
        - Till di ablazione: Diamicton massivi a supporto di matrice con presenza anche di grossi erratici.

- Till di colata: Diamicton massivi a supporto di clasti, diamicton a supporto di clasti, con vaga stratificazione e ciottoli allineati, ghiaie a supporto di matrice alternate a livelli di ghiaie fine e sabbie grossolane; sabbie e ghiaie fini gradate, sabbie massive o vagamente laminate. Clasti locali alterati ed esotici, da arrotondati ad angolosi, con presenza di ciottoli striati. La matrice è costituita da sabbie medio grossolane di colore 10YR.
- Depositi di contatto glaciale: Sabbie e ghiaie fini gradate con lenti cementate. Sabbie massive o vagamente laminate. Affiorano nel settore pedemontano tra Brunate e Tavernerio.

- Subsintema della Cà Morta: si caratterizza per la grande abbondanza di sabbia, presente in tutte le facies osservate.
  - Depositi fluvioglaciali: Alternanze di livelli di ghiaie in matrice sabbiosa grossolana, ghiaie pulite con sabbie da medie a fini e sabbie da medie a grossolane. Sabbie da medie a grossolane con laminazione piano-parallela e incrociata.
  - Till di colata: Diamicton massivi a supporto di matrice con allineamento di clasti. Diamicton massivi a supporto di matrice sabbiosa; clasti localmente allineati, granulometria grossolanamente inversa ciottoli striati abbondanti. Talora è presente una grossolana struttura stratificata. Alternanze di ghiaie in matrice sabbiosa grossolana, spesso in letti con ciottoli più piccoli. Ghiaie pulite, sabbie grossolane con laminazione incrociata a basso angolo, sabbie fini e limi con laminazione piana o ondulata. Alcuni livelli sabbiosi sono cementati.
  - Till indifferenziati: Diamicton massivi a supporto di matrice, talvolta con orizzonti sovraconsolidati. Clasti carbonatici sia sani sia alterati, cristallini alterati. Clasti striati. La matrice è costituita da sabbie di colore 10YR.
  - Depositi di contatto glaciale: Alternanze di ghiaie a matrice sabbiosa grossolana e lenti di sabbie da medie a grossolane, massive o a laminazione incrociata. Parzialmente cementate e con presenza di calcite secondaria. I livelli e le lenti appaiono deformati. Sabbie da grossolane a fini con limi in lamine piano-parallele o incrociate a basso angolo. Rari livelli di ciottoli. Limi argillosi laminati.
  - Depositi lacustri proglaciali: Limi e argille laminati e in strati pianoparalleli. Lo spessore degli strati è variabile dal centimetro a 10-15 centime-

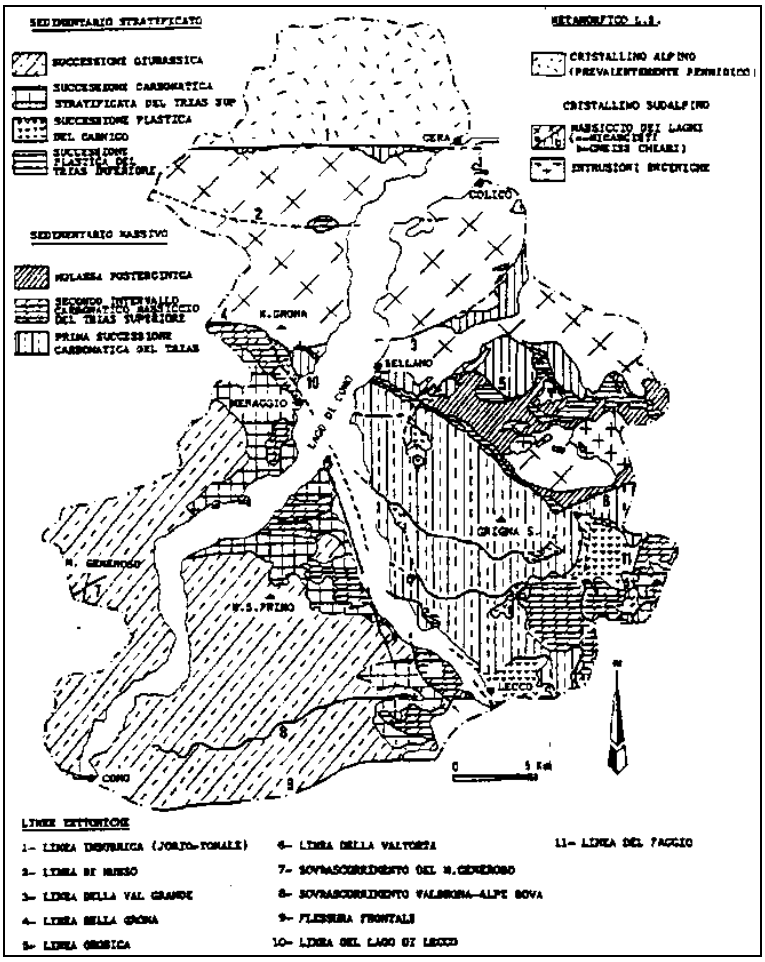
tri. Si alternano strati scuri argillosi e strati chiari limosi. Presenza di lenti di sabbie con lamine da pianoparallele a incrociate a basso angolo. È presente in prossimità della conca di Como.

- Supersintema della Colma (CM): raggruppa tutti i depositi relativi a glaciazioni più antiche dell'Episodio Cantù, riferibili quindi al Pleistocene inferiore-superiore. Nelle valli montane tali episodi, diversamente a quanto accade negli anfiteatri, non possono essere correlate tra loro. Si tratta di till e tilliti di ablazione e di alloggiamento e depositi glaciali, costituiti da ghiaie e sabbie, talvolta cementati. Comprende inoltre sabbie limose a laminazione piano parallela con livelli ciottolosi a clasti arrotondati e allineati, sabbie limose in parte sovraconsolidate con laminazione a diversa intensità, chiare e scure, piano parallele, parzialmente deformate a tetto. Sono presenti inoltre depositi lacustri proglaciali. Costituiti da alternanze di ghiaie a matrice sabbiosa grossolana e lenti di sabbie da medie a grossolane, massive o a laminazione incrociata: depositi di contatto glaciale. La superficie limite superiore poligenica e polifasica, è caratterizzata da alterazione variabile a seconda delle unità: da molto spinta, con fantasmi di ciottoli, a modesta. Tale unità affiora unicamente in territorio di Albese con Cassano ed Albavilla, in prevalenza in sinistra idrografica del torrente Cosia.
    - Conglomerati di Sella del Ceppo (CMK): è una sottounità che comprende conglomerati stratificati con orizzonti sabbiosi subordinati, conglomerati massivi a supporto di matrice: depositi fluovioglaciali e depositi fluvioglaciali prossimali. Il grado di alterazione è variabile localmente, a volte anche molto spinto, con clasti locali generalmente non alterati e clasti cristallini molto alterati.

3.2 Aspetti tettonici

Il quadro geologico del bacino del torrente Cosia, già abbastanza articolato e complesso a causa del ricco assetto stratigrafico, è ulteriormente complicato dall'assetto tettonico dell'area. L'assetto d'insieme dei terreni cretacei è fortemente condizionato dalla presenza di una potente coltre di sedimenti Giurassici che occupano l'intera porzione occidentale del Triangolo Lariano, dal Monte S. Primo alla dorsale Monte Boletto - Bolettone. Queste unità rappresentano la piattaforma liassica del Monte San Primo-Monte Generoso, estesa dal lago di Lugano alle Grigne e caratterizzata nell'area in esame da ripetizioni di anticlinali e sinclinali fagliate (vedi Figura sottostante). L'intensità delle deformazioni subite dai terreni cretacei del Triangolo Lariano cresce spostandosi verso est, in prossimità dell'accavallamento tettonico

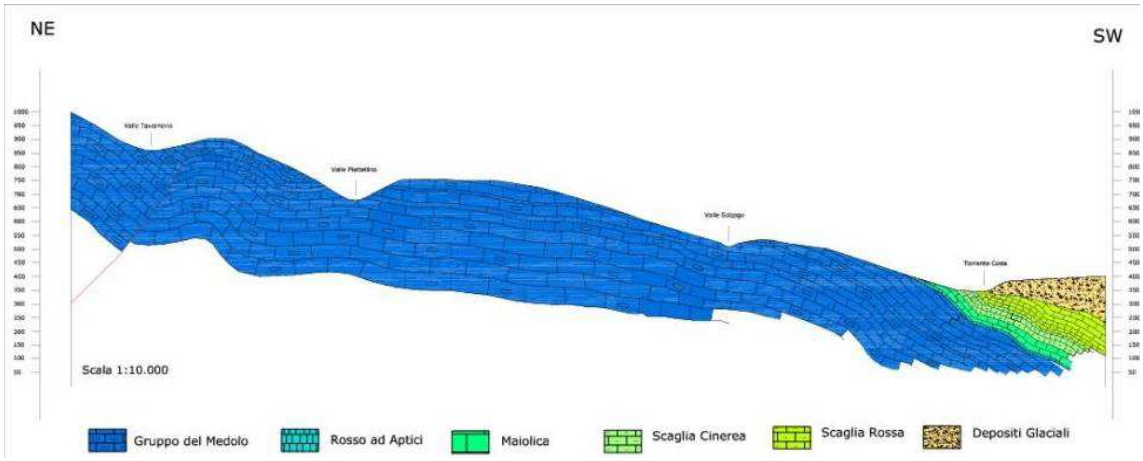
che ha dato origine all'edificio delle Grigne.



Schema dell'assetto geologico-strutturale dell'area delle Alpi Lariane
(da Gianotti, Perotti e Piccio, 1986)

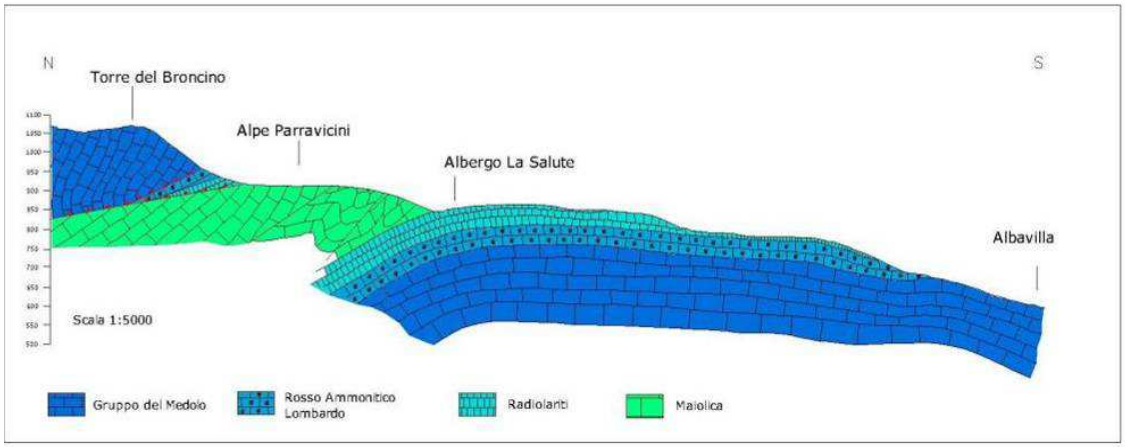
Al margine meridionale del Triangolo Lariano si osserva il passaggio dal contesto dei rilievi montuosi alpini e prealpini al sistema dei rilievi collinari pedemontani. Al passaggio tra tali ambiti si osserva la struttura definita come "flessura marginale" (De Sitter & De Sitter Koomans, 1949). In corrispondenza della flessura, le successioni mesozoiche delle Prealpi Lariane si immergono al di sotto delle successioni recenti dell'alta pianura lombarda. Nella parte alta dei bacini invece gli strati disegnano blande pieghe con asse diretto grossomodo E-W e con strati con inclinazione medio – bassa. Localmente, la presenza di tale faglia determina il disturbo tettonico e la fratturazione delle unità a margine del sovrascorrimento.

L'assetto delle formazioni rocciose è quello tipico della flessura pedemontana: lungo la porzione meridionale dei versanti gli strati immergono a franapoggio, verso S e SW, con inclinazione medio alta.



Sezione geologica, orientata N-S, in comune di Tavernerio

La porzione meridionale del Triangolo Lariano è caratterizzata da un sovrascorrimento di notevole continuità, identificato in genere come Sovrascorrimento del Monte Bolettone.
Come riportato nella Tavola 2, tale sovrascorrimento interessa il settore nord-orientale del bacino del torrente Cosia, portando a sovrascorrere i calcari di Moltrasio (giurassici) sui calcari della Maiolica (cretacici) e sulle unità ad essa sottostanti e provocando la parziale ripetizione della serie stratigrafica in località Alpe del Vicerè di Albavilla (vedi sezione geologica sottostante). Si osserva inoltre la verticalizzazione degli strati a motivo del disturbo tettonico correlato a tale faglia.



Sezione geologica, orientata N-S, in località Alpe del Vicerè, comune di Albavilla

Il passaggio della faglia è marcato, lungo il versante S del M. Bolettone, da una serie di terrazzi strutturali e selle morfologiche. Poco fuori il margine sud-occidentale dell'area di studio, esternamente al bacino del torrente Cosia oggetto di analisi, si palesa infine il retroscorrimento nord-vergente che interessa le unità terziarie e che porta a retroscorrere il cuneo se-

dimentario oligo-miocenico della Gonfolite sulle unità giurassiche e cretacee (Retroscorrimento di M. Olimpino o "Gonfolite Backthrust"). Tale lineamento tettonico mostra allineamento generale WNW-ESE.

3.3 Aspetti geomorfologici

Il bacino del torrente Cosia si pone al raccordo tra i primi rilievi prealpini e la porzione settentrionale della fascia collinare, nella zona denominata, sotto il profilo strutturale, flessura pedemontana. La morfologia generale del bacino richiama come precedentemente specificato una chiara impronta strutturale, leggibile nello sviluppo del reticolato idrografico dell'asta principale e dei suoi tributari maggiori. In tale contesto strutturale infatti gli strati rocciosi si inflettono verso Sud, in direzione delle pianure. La presenza di rocce con giacitura monoclinale a franapoggio determina l'instaurazione di reticolato idrografico con pattern ortoclinale, in cui i torrenti descrivono brusche curve ad angolo retto. Si susseguono cioè tratti in cui il torrente scorre parallelamente alla direzione di massima pendenza degli strati (Nord-Sud), a tratti paralleli alla direzione della stratificazione (Est-Ovest). Dove l'alveo scorre in roccia nel senso di immersione degli strati si vengono a formare delle vasche naturali di pochi metri di lunghezza, localmente chiamate "bottini". Ove maggiormente espressi tali vasche costituiscono una forma geologica tipica del territorio. Si cita a tal proposito la valle dei Bottini (Valle dei Ponzati), in cui si osservano suggestive vasche naturali di qualche metro di ampiezza, incise nella formazione della Maiolica.

Il torrente Cosia riceve i maggiori apporti liquidi e detritici dagli affluenti siti in destra idrografica. Tali corsi d'acqua presentano sviluppo assai maggiore rispetto agli affluenti in sinistra idrografica, caratterizzati da brevi aste ad andamento rettilineo con lunghezza massima di poche centinaia di metri e provenienti nella maggior parte dei casi dai centri abitati sovrastanti. Tale assetto è chiaramente riconducibile all'impronta strutturale del reticolato idrografico.

Il torrente Cosia mostra pertanto un decorso abbastanza articolato, caratterizzato da brusche curve, spesso ad angolo retto. In alcune tratte il corso d'acqua scorre inoltre incassato nelle alte pareti rocciose escavate dall'azione del torrente. Tali contesti possono giocare un ruolo determinante nella dinamica torrentizia, ponendo possibili punti di sbarramento al deflusso e tratti di difficile accesso per interventi di sistemazione e pulizia dell'alveo.

Situazioni di tale tipologia, dettagliate nei paragrafi successivi, sono presenti a valle della località San Bartolomeo in comune di Tavernerio, ove il torrente scorre profondamente inciso nei conglomerati fluvioglaciali di Sella del Ceppo. Analogo assetto morfologico è riscontrabile poco a monte del nucleo storico di Tavernerio, in località Cascina Poè, ove nel 1951 è avvenuto un dissesto coinvolgente l'intero versante che, a causa dell'assetto morfologico locale,

ha causato la temporanea ostruzione del flusso idrico del Cosia e la formazione di sbarramento effimero.

L'influenza strutturale sulle forme dei versanti, come già richiamato al paragrafo precedente, è riscontrabile inoltre nelle selle morfologiche impostate lungo i dossi principali e presenti a quota media di 800 - 850 m s.l.m. Tali terrazzi morfologici presenti lungo i crinali sono riconducibili alla presenza del sovrascorrimento del Monte Bolettone.

Le morfologie glaciali mostrano scarsa espressione nella parte montana del bacino, mentre sono maggiormente diffuse e riconoscibili nella sponda idrografica destra, a quote inferiori a 600 m s.l.m.. I rilievi posti in comune di Tavernerio, Albese, Como e Lipomo ricalcano la morfologia del substrato roccioso, sepolto sotto spessori decametrici di depositi quaternari. Si osservano spesso morfologie di dossi morenici, costituiti da rilievi allineati che presentano in genere morfologia allungata ed arcuata in pianta. Nel territorio in esame essi presentano prevalente allineamento N-S o NE-SO. Tali dossi risultavano perpendicolari al flusso del ghiacciaio che dal ramo di Como risaliva lungo la valle del Cosia sino alla piana di Albese. Lungo i fianchi con esposizione meridionale della valle del torrente Cosia, le morene hanno invece orientazione subparallela al versante, trattandosi di morene laterali.

Sono ascrivibili a morfologie legate al glacialismo anche le cosiddette "marmitte dei giganti" ovvero forme di erosione legate al deflusso di acque cariche di sedmento, tipiche dei periodi di deglaciazione che si osservano lungo la valle di Ponzate, poco prima della confluenza nel torrente Cosia.

Per quanto attiene le conoidi alluvionali, l'analisi geomorfologica consente di individuare diverse conoidi provenienti dai tributari minori del torrente Cosia; queste, considerati i bacini sottesi, hanno solitamente dimensioni e apporti solidi più elevati per gli affluenti in destra anche se non mancano piccoli apparati attivi anche sulla sponda sinistra, soprattutto nel tratto inferiore del corso d'acqua.

3.4 Aspetti idrogeologici

L'assetto idrogeologico del bacino del torrente Cosia è marcatamente influenzato dall'assetto del substrato roccioso che costituisce l'ossatura più profonda dei rilievi ricadenti in tale settore di territorio.

La circolazione idrica nel sottosuolo è infatti strettamente correlata all'assetto della roccia.

Si riconosce un allineamento preferenziale delle manifestazioni sorgentizie secondo una direttrice Est-Ovest. Esse si collocano di preferenza in prossimità della testata delle valli, e mostrano una tendenza a diminuire sia in termini di numerosità che di portate spostandosi dalla valle di Albavilla verso Tavernerio. L'allineamento geometrico richiama chiaramente la presenza di faglia (sovrascorrimento) che taglia la porzione di testata delle valli con orienta-

zione preferenziale Est-Ovest.

In aggiunta si osserva una prevalenza di sorgenti temporanee che si attivano lungo il fianco destro delle sponde del torrente Cosia, specie a seguito di eventi piovosi prolungati i quali sono favoriti dall'assetto della stratificazione dei calcari, che per larga parte si mostra a franapoggio in direzione dell'asse del torrente, favorendo il deflusso delle acqua lungo strato.

Altro fattore che interferisce in maniera consistente sulla circolazione delle acque è la presenza di un sistema carsico abbastanza ben espresso che interessa le formazioni calcaree presenti nel bacino del torrente Cosia.

Nella Tabella 2 è riportato un elenco non esaustivo delle grotte censite che interessano il bacino del torrente Cosia.

Tabella 2 - Grotte censite entro il bacino del torrente Cosia

Comune	***Denominazione***	***N. identificativo***	***Valle / Località***	***Sviluppo (m)***
Albese c. C.	Grotta del Riccio	2314 LO CO	I Valloni	542
Albese c. C.	Grotta del Mocc	2326 LO CO	I Valloni. Bta Patrizi	25
Albese c. C.	Grotta al margine occidentale del piano di Merma	2336 LO CO	I Valloni. Bta Patrizi	86
Albese c. C.	Buco presso la grotta del Mocc	2612 LO CO	I Valloni. Bta Patrizi	10
Albese c. C.	Pozzo dosso Merma	2326 LO CO	I Valloni. Bta Patrizi	5
Albese c. C.	Tana Pulcinella	2681 LO CO	I Valloni. Dosso Merma	8
Albavilla	Grotta Tanone	2156 LO CO	Baita Patrizi	64
Albavilla	Grotta del doss De la Merma	2183 LO CO	Dosso Merma	-
Albavilla	La Burlinga	2255 LO CO	Valle Cosia / Baita Patrizi	30
Albavilla	La Tanetta	2256 LO CO	Valle Cosia / Baita Patrizi	11
Albavilla	Tana dello Squilin	2257 LO CO	Alpe la Salute	3
Albavilla	Grotta dell'Ammonite	2332 LO CO	Alpe la Salute	17
Albavilla	Ul Zucun	2328 LO CO	Baita Patrizi	9
Albavilla	Grotta Traforo	2338 LO CO	Baita Patrizi	9
Albavilla	Grotta sotto La Salute	2339 LO CO	Alpe la Salute	13
Albavilla	Grotta Alce	2357 LO CO	Valle Rondinina	86
Albavilla	Bus de la Bumba	2358 LO CO	Valle Rondinina	9
Albavilla	Sorgente sotto il parcheggio	2369 LO CO	Alpe la Salute	29
Albavilla	Pozzetto presso la LO2332	2532 LO CO	Alpe la Salute - Cassinetta	5
Albavilla	Grotticella nella valletta sotto il parcheggio	2533 LO CO	Alpe la Salute	>150
Albavilla	Pozzetto preso il Viurin	2534 LO CO	Baita Patrizi	4
Albavilla	Pozzetto primo del-	2601 LO CO	Baita Patrizi	6

	la Patrizi			
Albavilla	Grotta Zinco	2622 LO CO	Alpe della Salute	23
Albavilla	Grotta presso la sorgente	2646 LO CO	Alpe della Salute	52
Albavilla	Grotta dell'eco	2647 LO CO	Alpe della Salute	16
Albavilla	Grotta buca del ragno	2646 LO CO	Valle Cosia	7
Como	Trona di Val di Burc	2008 LO CO	Civiglio	235
Como	Pozzo del Mirigett	2027 LO CO	M.te Uccellera	5
Como	Grotta della carrozzabile	2159 LO CO	Bivio per Civiglio	20
Como	La Trona di Val Nava	2163 LO CO	Civiglio	14
Como	Trona del Pizzet	2164 LO CO	Civiglio-Visigna	11
Como	Grotta presso la Baita Carla	2341 LO CO	Baita Carla	4

Non sono censite grotte in comune di Tavernerio.

Buona parte delle grotte sopra citate sono costituite da cavità emittenti permanenti o temporanee. In alcuni casi, quali la Grotte ALCE (n.2357) e della Trona di Val di Burc viene citata la presenza di veri e propritorrenti interni.

Il reticolo di condotti carsici condiziona lo sviluppo e circolazione delle acque sotteranee. Si cita come esempio la sorgente carsica, posta poco a monte dell'abitato di Tavernerio, e sita in prossimità dell'alveo del torrente Cosia. Tale sorgente, captata negli anni del dopoguerra a scopo di approvvigionamento idrico si attiva a seguito di periodi di piogge prolungate, con tipico comportamento di sorgente carsica.

Altro aspetto abbastanza peculiare del torrente Cosia è la presenza di tratti in cui il deflusso in alveo va a scomparire infiltrandosi nel sottosuolo. Sono principalmente due i settori in cui avviene tale dinamica, ovvero al confine tra Albavilla ed Albese, a monte della località Roccolo del Curato, ed in prossimità della località Cepp, sempre in comune di Albese. E' rilevante osservare che tali fenomeni accadono poco a valle delle curve quasi ortogonali che descrive il corso d'acqua. In tali ambiti si osserva, anche in periodi di discreta portata idrica, al sparizione completa del deflusso idrico. L'acqua si infiltra senza più riemergere in alveo, e pertanto è da escludere l'ipotesi di flussi di subalveo. Si può affermare che il deflusso del torrente Cosia, a valle di tali punti di "sparizione" delle acque in alveo viene alimentato esclusivamente dagli affluenti di destra idrografica, ovvero il torrente Valloni prima e la Valle di Tavernerio poi.

Il fenomeno di perdita del deflusso in alveo può essere spiegato invocando motivi strutturali, ovvero infiltrazione dell'acqua entro il substrato roccioso (stratificazione che immerge verso Sud in modo pressochè continuo) sia per fenomeni di natura carsica, con configurazioni pari ad inghiottitoi sepolti in alveo.

Certamente la implementazione di un sistema di monitoraggio delle portate in alveo, associato a prove con traccianti può fornire ulteriori elementi di conoscenza sul fenomeno.

4 - STUDI DI RIFERIMENTO E DATI BIBLIOGRAFICI

Al fine di reperire informazioni circa lo stato attuale del corso d'acqua e di acquisire elementi conoscitivi utili durante la successiva fase di rilievo, sono stati consultati gli studi, le analisi, lavori pregressi esistenti a differente scala e relativi alle condizioni pericolosità idrogeologica dell'area. Le informazioni così ottenute sono state suddivise per comune e sintetizzate nelle Tavole 3. Di seguito si riporta la sintesi di quanto disponibile.

4.1 - PAI

È stato consultato il **Piano per l'Assetto Idrogeologico** (originario ed aggiornato), poi recepito all'interno della Componente Geologica allegata al Piano di Governo del Territorio dei singoli comuni. Tali dati derivano in origine dall'inventario dei dissesti denominato GeoIffi.

Il corso del Cosia è caratterizzato, soprattutto nella parte alta, dalla diffusa presenza di corpi perimetrati come frane quiescenti (Fq) e frane stabilizzate (Fs). Tali elementi spesso si estendono dall'alveo e comprendono la parte immediatamente superiore dei versanti con cinematismi sia rotazionali che traslazionali, principalmente all'interno delle coltri detritiche presenti. Sono presenti sporadiche porzioni definite come frane attive (Fa), di dimensioni minori, come nella parte superiore del bacino in località Monte Boletto e nel tratto del Cosia subito a valle del centro di Tavernerio, caratterizzato da elevata acclività e presenza di importanti spessori di coltri detritiche. Per quanto riguarda i dissesti perimetrati alla scala del versante, i rilievi di terreno non hanno rilevato indicatori di attività o quiescenza di tali perimetrazioni. I rilievi di terreno hanno altresì consentito di individuarne degli ulteriori , localizzati in prossimità dei settori ove il Cosia descrive brusche curve ortogonali. Si osserva che non viene riportato nelle perimetrazioni di dissesto la frana che nel 1951 interessò il territorio di Tavernerio.

A seguito del sopralluogo condotto la perimetrazione di frana attiva i versanti vallivi a valle dell'abitato di Tavernerio è risultata non come un'intera zona effettivamente in frana, bensì come un settore estremamente suscettibile a dissesto di vario genere.

Diversi affluenti minori sono inoltre censiti come aree a pericolosità molto elevata (Ee), elevata (Eb) e moderata (Em) nei confronti di colate detritiche, data la potenziale occorrenza di fenomeni di trasporto in massa lungo tali aste torrentizie. Rientrano all'interno di questa classe le aste prossime alla testata del torrente Cosia, in comune di Albavilla, e lungo il torrente Valloni in comune di Albese. Più a valle sono inoltre identificati alcuni affluenti in destra idrografica, provenienti dalla frazione di Civiglio.

4.2 – DIRETTIVA ALLUVIONI

Ai fini di definire la pericolosità idraulica del Cosia è stata consultata anche la Direttiva Alluvioni 2007/60/CE (Revisione 2015), la quale permette la valutazione di pericolosità e rischio associati a scenari di piena con differenti tempi di ritorno.

La Direttiva Europea 2007/60/CE, recepita nel diritto italiano con D. Lgs. 49/2010, ha dato avvio ad una nuova fase della politica nazionale per la gestione del rischio di alluvioni, che il Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA) deve attuare, nel modo più efficace. Il PGRA, introdotto dalla Direttiva per ogni distretto idrografico, dirige l'azione sulle aree a rischio più significativo, organizzate e gerarchizzate rispetto all'insieme di tutte le aree a rischio e definisce gli obiettivi di sicurezza e le priorità di intervento a scala distrettuale, in modo concertato fra tutte le Amministrazioni e gli Enti gestori, con la partecipazione dei portatori di interesse e il coinvolgimento del pubblico in generale. Le mappe di pericolosità del Piano di Gestione del Rischio alluvioni del Bacino del fiume Po individuano delle aree di pericolosità relative al Reticolo Secondario Collinare e Montano (RSCM) e riportato all'interno delle Tavole 3. Lungo il corso d'acqua sono presenti diversi tratti interessati da pericolosità per eventi frequenti (Tr: 20-50 anni) poco frequenti (Tr: 100-200 anni) e rari (Tr: fino a 500 anni). I punti più critici rilevati dalla direttiva sono ubicati in corrispondenza di alcuni affluenti minori, spesso con breve corso ed incisi in fianchi ripidi, oltre che alle confluenze del Cosia con i tributari maggiori, quali il torrente Valloni in località Roccolo del Curato e la valle di Ponzate in località Ravanera. Sono inoltre individuati come scenari frequenti diversi affluenti in destra siti in frazione di Camnago Volta. Si osserva che gli scenari di pericolosità frrequente o poco frequente si riferiscono di preferenza ai tributari, mentre l'asta principale del torrente Cosia non mostra criticità di rilievo sotto il profilo della pericolosità idraulica, secondo tale documento.

4.3 – CENSIMENTO DEI DISSESTI DELLA PROVINCIA DI COMO

Il settore Protezione Civile della Provincia di Como ha svolto negli anni passati un censimento dei vari dissesti presenti sul territorio provinciale. Le informazioni ricavate, puntuali e suddivise per tipologia di fenomeno, sono state consultate ai fini del presente studio ed anch'esse riportate all'interno delle Tavole 3. Il censimento riporta diversi eventi legati a colate detritiche (loc. Roccolo del Curato) e a sporadici crolli sui fianchi vallivi soprastanti l'alveo del Cosia e degli affluenti principali.

Tabella 3 - Censimento dissesti provincia di Como

NUMERO	LOC	COMUNE	LONG_GB	LAT_GB	COLLOCAZIO	TIPO
3002	Alpe del Vicerè	Albavilla	0	0		Crollo
3004	Boeucc	Albavilla	1514469	5072223		Crollo
3005	Villa Albese	Albavilla	1514191	5072049	a monte di via Partigiana	Colata detritica
3009	via ai Monti	Albese con Cassano	1512666	5071822	a monte di via Cadorna	Area a franositÓ
3010	cascina Mirandola	Albese con Cassano	1513152	5071944	a valle del sentiero, ovest di cascina Mirandola	Crollo
3011	torrente Cosia	Albese con Cassano	1513245	5073538	0	Colata di terra
3012	torrente Cosia	Albese con Cassano	1513276	5073004		Non classificato
3013	poligono	Albese con Cassano	1513002	5072394		Area a franositÓ
3014	sentiero di Fagorato	Albese con Cassano	1512651	5073153	0	Area a franositÓ
3015	Alpe di Albese	Albese con Cassano	1513282	5073452		Non classificato
3016	torrente Valloni	Albese con Cassano	1513242	5073158		Complesso
3017	torrente Cosia	Albese con Cassano	1513359	5072595		Non classificato
3163	Tavernerio T. Cosia	Tavernerio	1511741	5070450	a valle del paese	Area a franositÓ

Tabella 3 - Censimento dissesti provincia di Como (segue)

NUM.	CAUSA	DANNI	DESC_FR
3002	Intense precipitazio	banchina stradale	Frana a valle del tracciato stradale
3004	Fratturazione	possibili danni a edifici del centro di villa albese ed alla strada	caduta massi
3005	Intense precipitazio	parziale occlusione della via partigiana	colata della coltre di copertura, a seguito di intense precipitazioni
3009	Intense precipitazio	parziale occlusione della sezione di flusso delle acque	crollo in sponda destra e sinistra; scivolamenti in sponda sinistra. Accumulo di blocchi nella vallecola
3010	Intense precipitazio	accumulo del corpo di frana sulla strada	frana localizzata
3011	Erosione di sponda	cedimenti dei cigli stradali	colamenti diffusi lungo le sponde
3012	Erosione di sponda	possibile lesionamento delle spalle degli attraversamenti	erosioni di sponde, in corrispondenza delle anse del torrente
3013	Intense precipitazio	formazione di solchi e fenoemni di instabilità della coltre superficiale	ruscellamento concentrato delle acque superficiali
3014	Intense precipitazio	danneggiamento del sentiero	erosione concentrata sul tracciato del sentiero per mancanza di opere di drenaggio superficiale; presente anche una frana non cartografabile che riduce la sezione del sentiero
3015	Intense precipitazio	danneggiamento di un ponticello e un tratto di sentiero	presenza di materiale e vegetazione in alveo che determina la divagazione del riale con conseguente formazione di sbarramenti e fenoemeni erosivi
3016	Intense precipitazio	franamenti ed erosioni che causano la messa in evidenza di alcuni tratti di tubazione dell'acquedotto crespi	franamenti per erosione al piede in corrispondenza delle sponde
3017	Erosione di sponda	lesione del manufatto di sostegno del ciglio stradale	erosione in sponda sinistra, con scalzamento al piede del basamento del muro a sostegno parapetto
3163	Erosione di sponda		le sponde del torrente cosia, sia in sinistra che in destra idrografica mostrano un generale e diffuso stato di dissesto con forme di scalzamento al piede e consegunte franmentodelle sponde; possibili erosioni regressive

4.4 – DISSESTI STORICI

L'evento di maggiore entità che ha interessato il bacino del torrente Cosia è la frana verificatasi in comune di Tavernerio nell'anno 1951.

A seguito di piogge intense, l'8 novembre 1951 dalle pendici montuose site alle spalle dell'abitato di Tavernerio, in località Cascina Poè, si verificato un dissesto di tipo scivolamento, che ha interessato sia la coltre detritica, costituita da depositi glaciali alterati, che il substrato roccioso.

La frana si è verificata in un tratto ove il torrente Cosia scorre incassato entro ripide pareti. La morfologia locale ha comportato lo sbarramento del torrente, che si trovava in piena a causa delle copiose precipitazioni. L'invaso creatosi a monte della frana è collassato in poco tempo, dando origine ad un'onda impulsiva che ha causato la distruzione delle abitazioni site in fregio al torrente all'altezza della via Diaz e causando 16 vittime.

L'evento di piena ha esaurito la propria forza distruttiva nel tratto sito in comune di Taverne-

rio. Non sono state riportate segnalazioni di danni significativi nel tratto di asta ricadente in comune di Como.

Torrente Cosia a seguito dell'alluvione del 1951, all'altezza del ponte di via Diaz in comune di Tavernerio

Vista panoramica dell'area del dissesto del 1951. Si osservi l'estensione areale della frana

Vista panoramica dell'abitato di Tavernerio, scattata alcuni anni dopo l'evento del 1951. E' ben individuabile l'area del dissesto, oggetto di interventi di sistemazione e consolidamento

4.5 – SEGNALAZIONI PERVENUTE DA UFFICI TECNICI COMUNALI

A integrazione della documentazione preesistente sono state raccolte segnalazioni pervenute dagli Uffici Tecnici Comunali.

A tale proposito il comune di Albavilla segnala la necessità di provvedere ad un generale intervento di manutenzione ordinaria dell'alveo e delle sponde nel tratto subito a monte del Roccolo del Curato.

Per quanto riguarda il comune di Albese con Cassano è stato reperito:

- "Ripristino e consolidamento delle difese idrauliche sul torrente Valloni per limitare l'erosione delle sponde che costeggiano la strada per l'alpe"
- Esiti del sopralluogo svolto dall' UTR Insubria nel febbraio 2017

Per quanto riguarda il comune di Tavernerio è stato reperito:

- Relazione "Analisi delle condizioni di pericolosità idrogeologica del torrente Cosia tra il ponte di via i maggio ed il confine comunale orientale (Agosto 2014), a firma dello Scrivente;
- Elaborati di progetto " Lavori di messa in sicurezza e di pulizia del torrente Cosia in comune di Tavernerio (Co)" (Marzo 2016) redatto dallo studio Delta di Cernobbio.

Per quanto riguarda il comune di Como è stato reperito:

- " Studio geologico, idrogeologico ed idraulico per la definizione della pericolosità del torrente Cosia con rideterminazione dei contenuti relativi all'Art.106 delle disposizioni

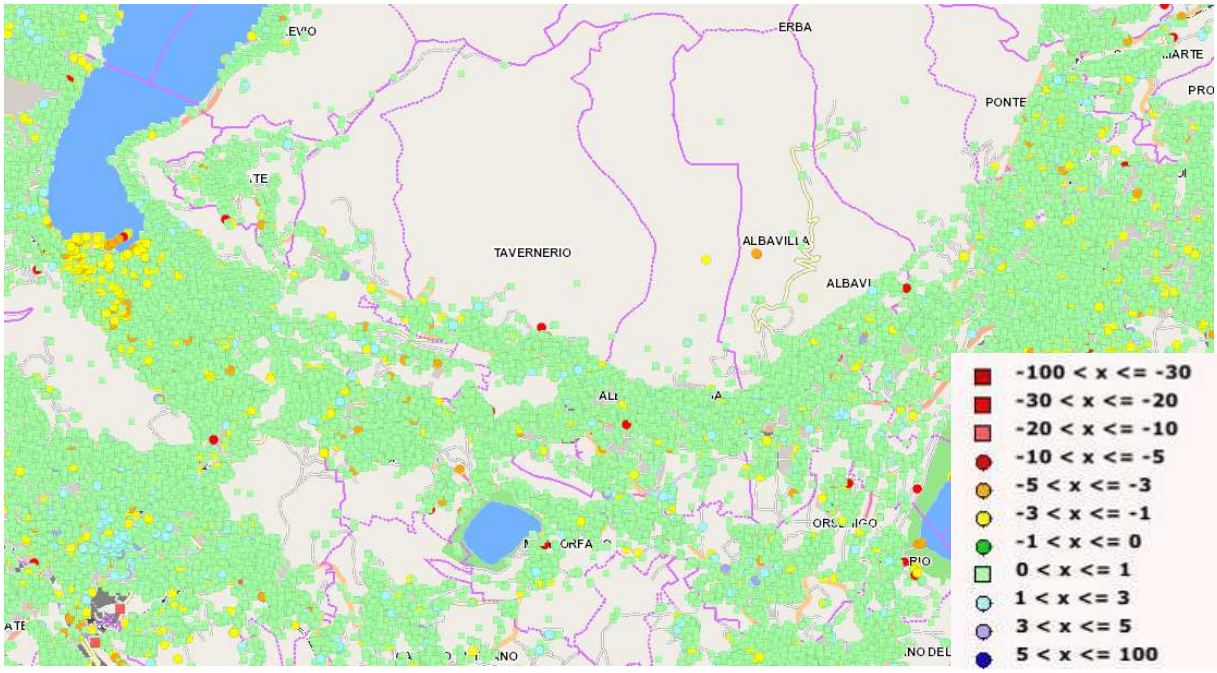
attuative del PGT" (ottobre 2014) a cura del dott. geol. Frati e di Etatec srl;

- Lavori di disboscamento, sfalcio e decespugliamento e manutenzione delle OO.II di 3^ cat. in tratti saltuari del T. Cosia nei comuni di Como e Tavernerio (2007) a cura di AIPO.

4.6 INTERFEROMETRIA RADAR DA SATELLITE

Le analisi svolte hanno preso in considerazione anche i dati derivanti da monitoraggio satellitare tramite interferometria radar da satellite (tecnica dei Diffusori Permanenti - Permanent Scatterers, PS) disponibili sul portale informatico della Regione Lombardia.

Tale tecnica consente di misurare gli spostamenti millimetrici del bersaglio rispetto al sensore del satellite e nel campo geologico risulta particolarmente efficace nel monitoraggio di fenomeni di deformazioni a bassa velocità quali ad esempio le frane di scivolamento. Sul portale regionale sono disponibili i PS derivanti dai processing delle immagini dei satelliti ERS-1 e ERS-2, RSAT-1, ENVISAT, relative ad un arco temporale pluriennale. In generale, i PS caratterizzati da velocità medie di deformazione inferiori a ±1,5 mm/anno sono quelli che vengono considerati stabili, per cui non sono riconosciuti movimenti al suolo. La legenda indica gli spostamenti al suolo, in mm/anno. I dati negativi indicano un abbassamento del suolo, quelli positivi un innalzamento del suolo. I bersagli di tale tecnica di monitoraggio satellitare sono in genere costituiti da superfici riflettenti quali edifici, pareti rocciose esposte, elementi metallici, etc.



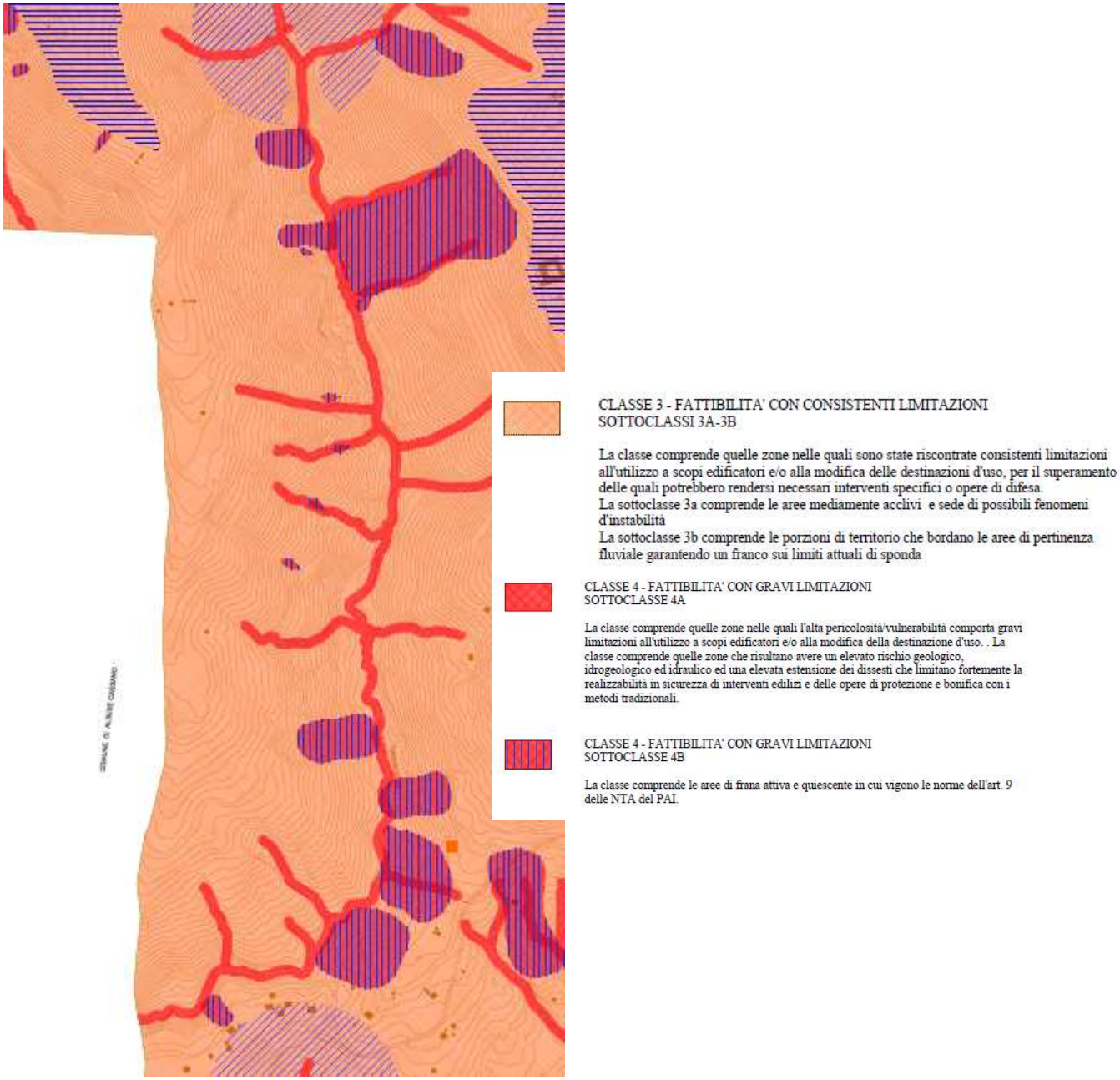
Dati monitoraggio satellitare secondo la tecnica PS, per il bacino del torrente Cosia. La legenda indica gli spostamenti al suolo, in mm/anno. I dati negativi indicano un abbassamento del suolo, quelli positivi un innalzamento del suolo

Si osserva una generale scarsità di punti di controllo nella porzione montana del bacino, a causa della presenza di pochi riflettori. I dati riferibili al settore pedemontano indicano una assenza di anomalie e quindi una sostanziale stabilità di tali ambiti. Ciò conferma il generale grado di stabilità delle aree in esame. Emerge solo l'area in subsidenza in prossimità della foce del torrente Cosia, correlato al ben noto fenomeno della subsidenza della convalle di Como.

4.7 - STUDI GEOLOGICI COMUNALI

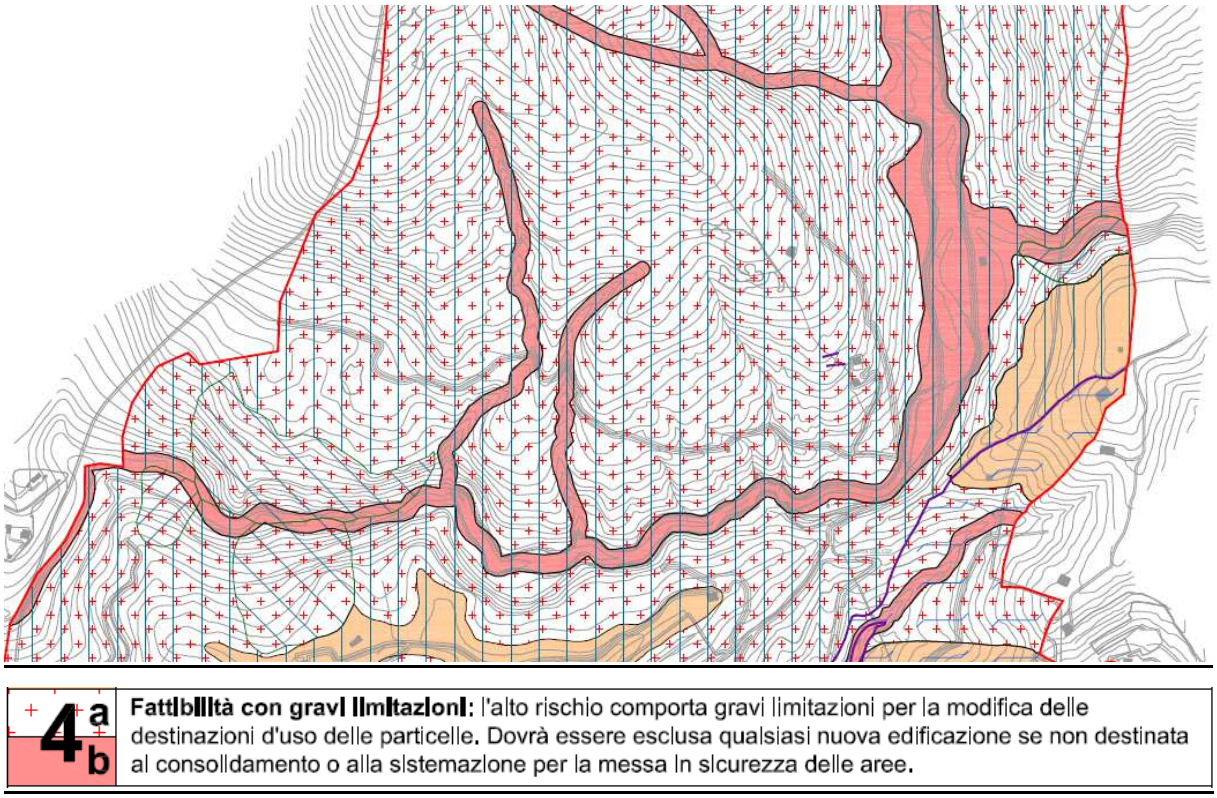
Tutti i comuni interessati dallo studio sono dotati di Studio Geologico Comunale, a corredo del PGT. In essi vengono analizzate le caratteristiche geologiche generali del territorio, e cioè le componenti geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, idrografiche e geotecniche. Tutte queste informazioni, opportunamente sintetizzate, portano alla redazione della carta di fattibilità, che fornisce indicazioni in merito alle limitazioni e destinazioni di uso del territorio, alle prescrizioni per gli interventi urbanistici, agli studi ed indagini da effettuare.

Nella carta di fattibilità relativa al comune di Albavilla, l'asta del torrente Cosia è attribuita alla classe di fattibilità 4, con gravi limitazioni. Ricadono inoltre in tale perimetrazioni le aree in frana riportate nella Tavola 3. I versanti prospicienti l'asta torrentizia ricadono in larga parte in classe di fattibilità 3, con consistenti limitazioni.



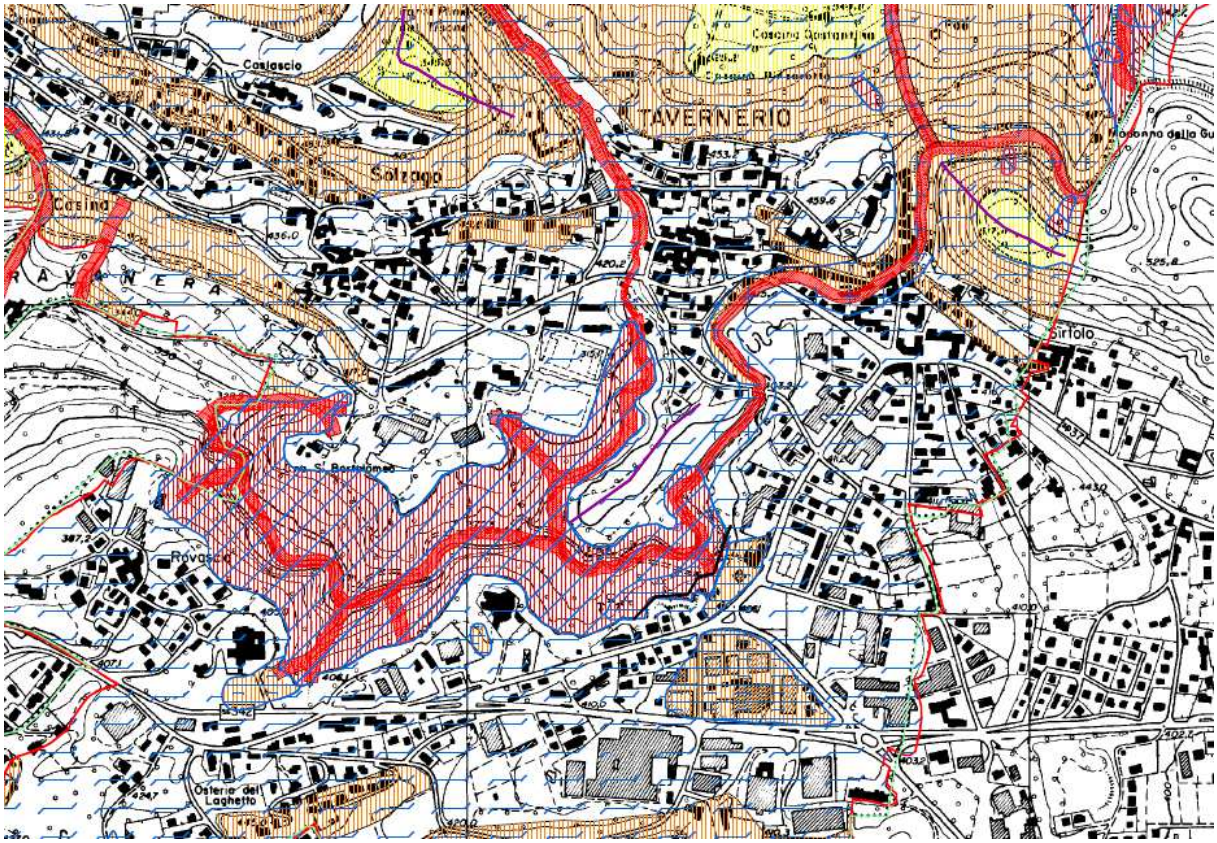
Stralcio carta di fattibilità - Comune di Albavilla

Nella carta di fattibilità relativa al comune di Albese, l'asta del torrente Cosia e tutti i versanti prospicienti sono attribuiti alla classe di fattibilità 4, con gravi limitazioni.



Stralcio carta di fattibilità - Comune di Albese con Cassano

Nella carta di fattibilità relativa al comune di Tavernerio, l'asta del torrente Cosia è attribuita alla classe di fattibilità 4, con gravi limitazioni. Nella medesima perimetrazione ricadono tutti i versanti afferenti all'incisione del torrente a valle dell'abitato. Nei rimanenti ambiti i versanti ricadono in classe di fattibilità 1 (senza particolari limitazioni) e 3, con consistenti limitazioni.



Classe 1: Fattibilità senza particolari limitazioni

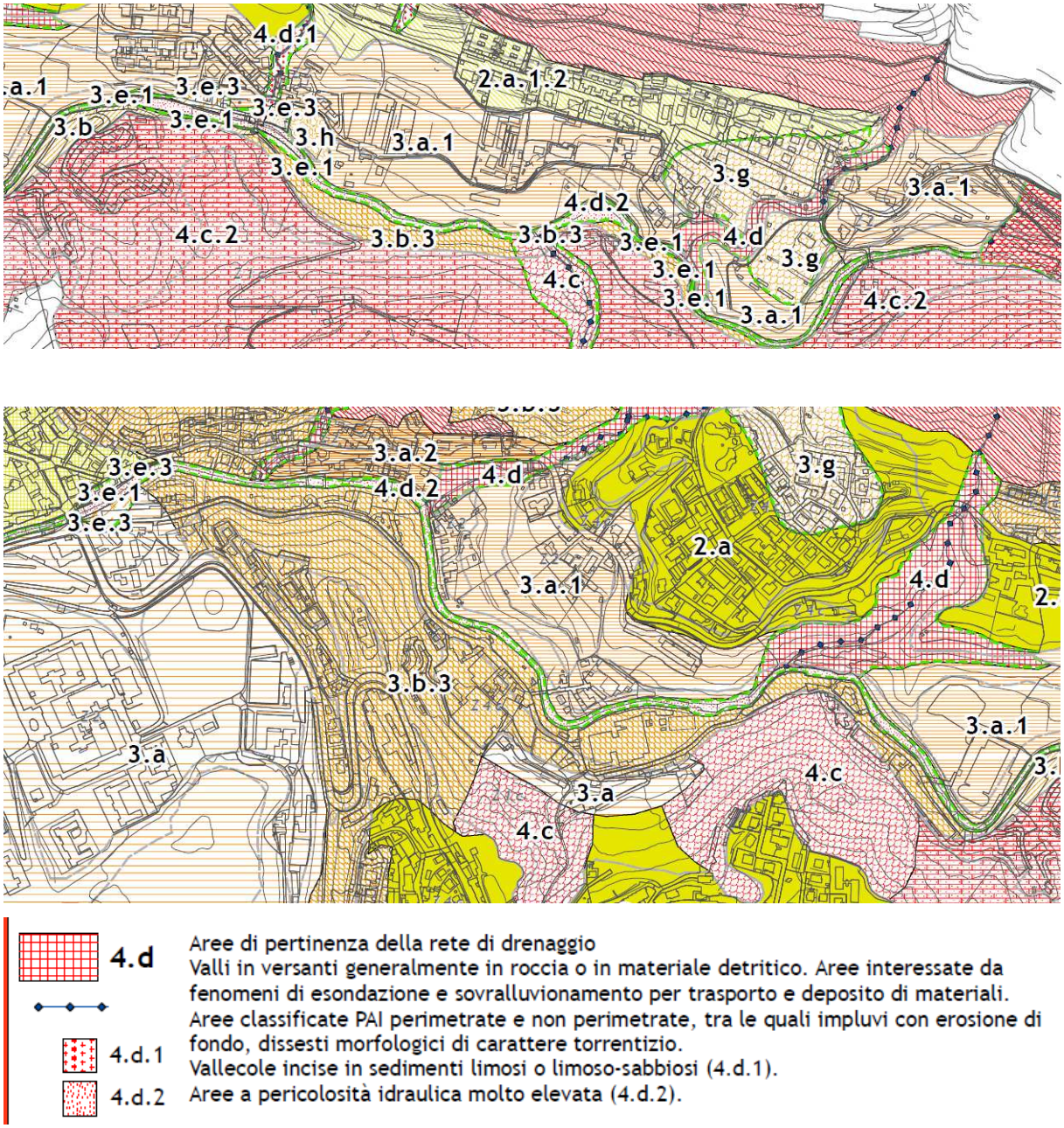
Classe 2: Fattibilità con modeste limitazioni

Classe 3: Fattibilità con consistenti limitazioni

Classe 4: Fattibilità con gravi limitazioni

Stralcio carta di fattibilità - Comune di Tavernerio

Nella carta di fattibilità relativa al comune di Como, l'asta del torrente Cosia è attribuita alla classe di fattibilità 4.d.2, ovvero di fattibilità con gravi limitazioni, mentre i settori contermini ricadono in classe di fattibilità 3, con consistenti limitazioni.



Stralcio carta di fattibilità - Comune di Como

Per le finalità dello studio in esame si rammenta che gli interventi ed operazioni proposte sono inquadrabili nella categoria degli interventi tesi al consolidamento ed alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Risultano pertanto ammissibili anche in classe di fattibilità 4 nonchè nelle aree PAI individuate nella Tavola 3.

5 - RILIEVO DEL CORSO D'ACQUA E SITI DI INTERVENTO

Nel presente paragrafo verranno esposti gli esiti del rilievo di terreno effettuato lungo l'asta del torrente Cosia, dalle pendici del monte Bolettone sino al ponte in località San Martino in comune di Como. La descrizione del rilievo è stata discretizzata per tratti di asta torrentizia contraddistinti da caratteri morfologici, geologici ed idrologici omogenei. Di pari passo con la descrizione dei diversi tratti verranno sinteticamente documentati gli interventi proposti e le manutenzioni ritenute necessarie ai fini di una mitigazione del rischio idrogeologico ed idraulico. Gli interventi proposti dovranno essere vagliati anche alla luce degli esiti delle analisi idrauliche e geotecniche condotte in parallelo alla presente analisi geologica. Per la restituzione cartografica del rilievo e per l'ubicazione degli interventi si rimanda alle Tavole 4. Gli interventi sono sintetizzati nella tabella in allegato.
Sono inoltre riportate in allegato le schede contenenti i report di sopralluogo, in cui sono ordinatamente contenuti gli esiti delle osservazioni e rilevazioni svolte nelle tratte in cui è stato suddiviso il corso d'acqua.

5.1 TRATTO A- Dal crinale del Monte Bolettone fino alla diga di Leana

Caratteri morfologici: I versanti sono caratterizzati da moderata/elevata acclività, con diffusi affioramenti rocciosi di Maiolica, sostituiti nella parte inferiore del tratto da Rosso ad Aptici, con contatto stratigrafico ben visibile in sinistra idrografica. La giacitura, con andamento grossomodo costante ed immergente verso Nord, si colloca a reggipoggio rispetto ai versanti considerati (giacitura media 040/37).
Tipologia corso d'acqua e alveo: Il corso d'acqua è mediamente inciso, con alveo e sponde in roccia e decorso del tipo step – pool, costituito da pozze intervallate a salti di 1-2 metri, parzialmente controllati dai piani di strato. È talvolta presente vegetazione in alveo.
Presenza dissesti: non sono stati rinvenuti rilevanti episodi di dissesto.
Attraversamenti: attraversamento in c.a. ad uso forestale poco a monte della Diga di Leana
Opere idrauliche: Fatta eccezione per una captazione collocata su di un affluente destro del Cosia, l'opera maggiore presente lungo il tratto è rappresentata dalla Diga di Leana (raffigurata nell'immagine sottostante), di tipologia ad arco e con altezza massima pari a 4.4 m, tuttora dismessa. La capacità d'invaso a tergo è stata stimata approssimativamente in ca. 8000 m^3. Eventuali operazioni di manutenzione e pulizia del detrito a monte dell'invaso sono rese facili per la presenza di una pista di accesso.

Criticità rilevate:

AL01***:*** La Diga di Leana è provvista di una paratia di scarico con dimensioni 1.00 x 1.00 m (vedi figura sottostante), attraverso la quale avviene ad oggi il deflusso delle acque. Tale elemento rappresenta una strozzatura rispetto al normale deflusso del corso d'acqua e, se ostruita da detrito in occasione di eventi di piena, può comportare il riempimento del bacino a tergo.

5.2 TRATTO B- Dalla diga di Leana fino a quota 660 m s.l.m.

Caratteri morfologici: Il tratto si sviluppa interamente in direzione Nord-Sud, in comune di Albavilla. I fianchi vallivi sono costituiti da roccia subaffiorante, acclivi, stabili e con giaciture da blandamente a reggipoggio a blandamente a franapoggio. L'accessibilità lungo l'intero tratto è ottima, data la presenza di una pista di accesso con larghezza minima 2.00 m che corre lungo la sponda sinistra.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Il torrente si presenta mediamente inciso e con alveo di larghezza circa 5-10 m, in roccia. È talvolta presente vegetazione in alveo. La favorevole orientazione degli strati permette la costituzione di briglie naturali (altezza 1-2 m) impostate su piani di strato (vedi immagine seguente).

Presenza dissesti: non sono stati rinvenuti rilevanti episodi di dissesto. Limitati apporti detritici provengono da affluenti in sinistra idrografica (pezzatura massima clasti: 40x40x30 cm)

Attraversamenti: Presenza nella parte terminale del tratto di un guado con pista che risale leggermente su versante destro (usata per raccolta legna)

Opere idrauliche: Non sono state censite opere idrauliche rilevanti

Criticità rilevate:

In questo tratto non sono state rinvenute problematiche rilevanti.

5.3 TRATTO C- Da quota 660 m s.l.m. fino a carrozzabile per Baita Patrizi (600 m s.l.m.)

Caratteri morfologici: Il tratto si sviluppa in direzione Nord-Sud ed è circondato da fianchi vallivi moderatamente acclivi questa volta costituiti da detrito, con sporadica presenza di roccia

subaffiorante in sinistra idrografica. La morfologia si caratterizza per fondovalle con pendenze contenute, correlate alla presenza di depositi detritici del tipo glaciolacustre, probabilmente correlati a sedimentazione lacustre in concomitanza con lo sbarramento del fondovalle ad opera del ghiacciaio nella fasi di espansione glaciale.

L'accessibilità per interventi e manutenzioni è ottima nell'intero tratto, data la presenza di una pista di accesso che corre lungo la sponda sinistra.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Il torrente è caratterizzato da alveo non più in roccia ma in detrito, spesso costituito da depositi a prevalente matrice limosa, con larghezza pressappoco costante e pari a circa 5-10 m. Sono presenti meandri e brevi paleoalvei incisi su di una piana alluvionale con diversi ordini di terrazzi, di altezza metrica. La piana ha una larghezza massima di circa 70 m, con dimensione massima dei ciottoli deposti pari a 40 cm e dimensione modale pari a 15 cm. Sporadica occorrenza di materiale vegetale in alveo

Presenza dissesti: In questo tratto sono state rinvenute limitate problematiche di erosione spondale in corrispondenza degli argini esterni ai meandri. Nel settore di valle del tratto i fianchi vallivi sono caratterizzati da importanti spessori di depositi a dare valloni in erosione e piccole conoidi lungo le sponde del Cosia.

Attraversamenti: Presenza nella parte alta di un attraversamento con sezione ad arco e larghezza 3.00 m, altezza minima 0.6 m, altezza massima 1.6 m.

Opere idrauliche: Non sono state censite opere idrauliche rilevanti

Criticità rilevate:

AL02: necessità di rinforzo spondale in destra idrografica tramite scogliera di altezza pari a circa 3 m e sviluppo di 15 ml. Il punto è strategico in quanto la scogliera è collocata a ridosso della sponda su cui corre la pista di accesso che conduce al tratto di monte. L'interruzione della pista causerebbe la impossibilità di raggiungere la porzione montana del bacino..

AL03: In destra idrografica fenomeni di erosione spondale per circa 25 ml; sponda da rinforzare con costituzione di scogliera alta circa 3 m.

5.4 TRATTO D- Da carrozzabile per Baita Patrizi fino a confluenza torrente Valloni

Caratteri morfologici: In questo tratto il corso d'acqua descrive un'ampia curvatura a destra, orientandosi verso Ovest. I fianchi vallivi si presentano da acclivi a fortemente acclivi, in roccia (giacitura 165/19) e con pareti alte fino a 10-20 m. Questo tratto è incassato e per tale ragione scarsamente accessibile.

Tipologia corso d'acqua e alveo: L'alveo torna ad essere in roccia e incassato, con larghezza di circa 5-7 m. La morfologia del corso d'acqua è tormentata e condizionata dal detrito di grossa pezzatura deposto in alveo, correlato alla presenza di importanti dissesti in roccia lungo le sponde, specie lungo il fianco destro (settentrionale). Presenza diffusa di tronchi tagliati e/o

ribaltati, accatastati in alveo e sui fianchi vallivi

Presenza dissesti: In questo tratto sono state rinvenute frequenti ed estese problematiche di stabilità dei versanti in roccia. Si osserva infatti franosità diffusa lungo il fianco destro, dove sono presenti numerosi scivolamenti di blocchi con dimensioni submetriche. È stata riconosciuta una frana con fronte pari a ca. 70 m, con pezzatura dei blocchi da ca. 0.5 m^3 fino a valori massimi di 4 m^3 (punti descrizione nei report: 1748-1749). Il versante mostra in corrispondenza di tale accumulo venute d'acqua alla base.

È infine è presente (punto 1751) un grosso cuneo in roccia (lunghezza 20 m, larghezza 10 m, altezza 8 m) dislocato dall'ammasso a tergo lungo piani di fratturazione ben riconoscibili. La dislocazione ha dato luogo alla formazione di una trincea con rigetto di ca. 10 m (4 m sul fianco di valle) e al restringimento dell'alveo a circa 5 m di larghezza (a monte e a valle la larghezza è di circa 10 m).

Si tratta di dissesto in roccia, del tipo scivolamento planare, attualmente in uno stato di quiescenza. Non sono stati osservati indicatori di attività recente di movimento. Il dissesto è favorito dall'asseto a franapoggio della roccia, costituita da calcari con interstrati marnosi ed argillosi, e dalla presenza di venute idriche. Poco a monte di tale dissesto si osserva la scomparsa del deflusso idrico in alveo di causa attualmente non nota e solo ipotizzabile (inghiottitoi carsici? infiltrazione in roccia?).

Attraversamenti: Nella parte terminale è presente l'attraversamento che conduce all'Alpe di Albese (oggetto di ristrutturazione nel 2006)

Opere idrauliche: Non sono state censite opere idrauliche rilevanti

Criticità rilevate:

Pur essendo state riconosciute diverse instabilità, anche di ampia estensione e volumetria stimabile, la inaccessibilità del tratto a mezzi e macchine operatrici, anche ipotizzando elitrasporto, oltre alla tipologia ed estensione geometrica dei dissesti non permettono di proporre allo stato attuale interventi strutturali risolutivi per la stabilizzazione dei due dissesti principali osservati. Per tali ambiti si ritiene opportuno prevedere l'approfondimento delle conoscenze circa le interazioni tra il dissesto e la dinamica di torrente, in relazione agli effetti di possibili ondate di piena. Risulta inoltre adeguato proporre interventi di monitoraggio nel tempo circa l'evoluzione del fenomeno, anche solo tramite ispezioni visive ripetute nel tempo, eventualmente associato alla implementazione di punti fissi di misura o di strumentazione di monitoraggio, quali estensimetri a barra o a filo.

È stata rinvenuta la presenza di materiale vegetale, perlopiù accatastato a seguito di operazioni di taglio svolte in precedenza, nei seguenti punti:

AL04: Necessaria rimozione di tronchi tagliati e ribaltati in alveo, qui incassato e circondato da versanti ripidi in roccia. Accessibilità non semplice per l'intervento di pulizia.

AL05: Necessaria rimozione di legna accatastata in alveo ed alberi abbattuti sui fianchi vallivi.

AL06: Necessaria pulizia materiale vegetale in alveo. In questa porzione la dimensione dell'alveo e delle sponde si amplia e l'alveo diventa ben accessibile; entrambe le sponde mostrano moderati fenomeni di erosione, risolvibili tramite diffusi interventi di ingegneria naturalistica da sviluppare lungo un tratto di circa 120 – 150 ml. La porzione di versante in destra idrografica mostri segni di dissesto a scala dell'intero versante, quali trincee e contropendenze.

5.5 TRATTO E- Alveo del torrente Valloni fino alla confluenza nel Cosia

Caratteri morfologici: Tratto comprendente il torrente Valloni, che si sviluppa dalla dorsale monte Boletto – Bolettone in direzione Sud. In questa porzione i fianchi vallivi sono da poco a mediamente acclivi e costituiti per gran parte da detrito. L'intero tratto è accessibile dalla pista che conduce all'Alpe di Albese, collocata in sinistra idrografica.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Alveo con larghezza di circa 5 m, in detrito, a tratti sovralluvionato; diametro massimo dei clasti pari a 50 cm, diametro medio a 10 cm. Alla data del sopralluogo è stata rinvenuta acqua in alveo, la quale in alcuni settori tende ad infiltrarsi al di sotto della coltre alluvionale per poi comparire poco più a valle, spesso in corrispondenza delle diverse soglie presenti. Sporadico materiale vegetale in alveo, fatta eccezione per il settore di piana alluvionale, che è da ripulire completamente. Considerata la presenza, lungo i meandri, di affioramenti e depositi pregevoli dal punto di vista geologico, sia per interesse naturalistico che scientifico, si suggerisce di limitare al minimo gli interventi strutturali sulle sponde, predili-

gendo la parziale rettifica del corso d'acqua e la costituzione di canali di deflusso attivabili in caso di tiranti idrici elevati. Tali tipologie di intervento sono resi possibili dalla larghezza dell'alveo e della piana alluvionale, dove, nel rispetto dell'elevata naturalità dei luoghi, potrebbero essere costituite vasche di sedimentazione naturali ben accessibili ai fini manutentivi.

A causa della infiltrazione del deflusso idrico del torrente Cosia in alveo prima della confluenza con il torrente Valloni, questo ultimo costituisce il principale apporto idrico dell'alveo del torrente Cosia in comune di Albese con Cassano. Gli interventi di seguito proposti, in accordo con il parere emesso dall' UTR Insubria, sono pertanto localizzati anche sull'asta di reticolo idrico minore del torrente Valloni, il quale fornisce il maggior apporto idrico e di detrito all'asta del torrente Cosia.

Presenza dissesti: In questo tratto sono state rinvenute problematiche di erosione spondale in corrispondenza dei meandri, come specificato in seguito.

Attraversamenti: Presenza nella parte alta del tratto di un attraversamento che conduce ad un fabbricato rurale.

Opere idrauliche: Nel tratto in esame sono presenti vecchie opere idrauliche (argini e soglie) che necessitano di manutenzione/consolidamento.

Criticità rilevate:

AC01: Rettifica curvatura dell'alveo assai brusca, e ripristino dell'arginatura esistente, attualmente sottoescavata.

AC02: il muro in c.a. in sinistra idrografica descrive una curva secca e innaturale dell'alveo e comporta la contestuale riduzione della sezione di deflusso immediatamente a valle: ciò causa erosione spondale in destra. Si ritiene necessaria la rettifica di tale opera tramite demolizione di ca. 14 ml di muro, con contestuale costituzione di scogliera secondo un allineamento più consono al naturale deflusso delle acque. La soglia presente e parte del muro sono scalzati al piede e necessitano di manutenzione, provvedendo al contempo alla posa di selciatone non cementato in alveo (per non ostacolare il deflusso subsuperficiale presente). In destra idrografica necessità di demolire e rifare il muro spondale esistente per una lunghezza di circa 20 m.

AC03: Erosione spondale in sinistra idrografica per un tratto di circa 15 m, a cui segue un muro spondale in c.a., sottoescavato che comporta una brusca deviazione dell'alveo. Per tale ragione si ritiene necessario demolire e rettificare il decorso dell'alveo tramite costituzione di scogliera con altezza pari a circa 2-3 m. In alveo presenti depositi glaciolacustri limoso argillosi.

AC04: presenza di una soglia costituita da gabbionate, larga circa 8 m. Date le condizioni at-

tuali dell'opera è necessario provvedere al completo rifacimento, con contestuale posa selciatone non cementato su fondo.

AC05: Serie di tre meandri soggetti ad erosione spondale, con argini naturali alti da 5 a 10 m in depositi glaciolacustri di interesse geologico. Per preservare la naturalità del luogo sarebbe opportuno ricercare sistemazioni meno invasive possibile, sfruttando a tale proposito la larghezza dell'alveo (fino a 10 m) e della piana alluvionale (fino a 20 m). Una volta pulito accuratamente l'alveo dal materiale vegetale presente il corso d'acqua potrà spagliare in maniera naturale, costituendo di fatto una area di sedimentazione naturale. L'alveo in questo punto è risultato asciutto alla data del sopralluogo.

AC06: Serie di 4 soglie da ripristinare e rettificare parzialmente (attualmente non sono disposte perpendicolarmente alla direzione di flusso) in quanto danneggiate e progressivamente scalzate da monte verso valle, sul lato destro. Necessario intervento per consolidare tratto soggetto ad erosione in destra idrografica con sviluppo da circa 30 m. Necessaria inoltre la pulizia del materiale vegetale deposto in alveo.

AC07: Meandro con affioramento di depositi glaciolacustri in destra idrografica, il più bello ed esteso tra quelli presenti in questo tratto. Abito inseribile nella categoria dei beni geologici, con finalità di interesse scientifico e didattico. Per evitare di rivestire la sponda naturale con opere una scogliera si suggerisce anche in questo punto la rettifica dell'alveo con contestuale pulizia da vegetazione. Il meandro subito a valle è invece più vulnerabile in quanto collocato a ridosso della pista di accesso e del casello dell'acquedotto: la sponda è alta circa 7-8 m e sono presen-

ti venute d'acqua alla base. È necessario, al fine di tutelare la strada carrabile, procedere all'alleggerimento del materiale vegetale su scarpata e consolidare la sponda sinistra, possibilmente in raccordo con attraversamento ed argine esistenti subito a valle.

Affioramento depositi glaciolacustri interessati da slumpings, strutture di carico ed espulsione di acqua. Possibile significato di glacio-tettonica o paleosismicità dell'area, oggetto di dibattito scientifico, oltre che di rilevante interesse naturalistico e paesaggistico.

Particolare delle strutture di carico (limi varvati deformati ed intrusi nelle sovrastanti ghiaie fluvioglaciali)

5.6 TRATTO F- Da Roccolo del Curato fino a loc. Cèpp

Caratteri morfologici: Il tratto ha un'orientazione prevalente Nord-Sud, per poi curvare nel tratto terminale verso Ovest. I fianchi vallivi sono poco acclivi, costituiti da detrito e, rispetto al tratto più a monte, la morfologia della valle tende ad aprirsi. Nella parte terminale del tratto l'alveo torna ad essere all'interno di substrato roccioso, qui costituito Calcare di Moltrasio con giacitura 168/22. L'intero tratto è ben accessibile tramite la pista che si sviluppa in sinistra idrografica.

Tipologia corso d'acqua e alveo: l'alveo raggiunge una larghezza di circa 8-10 m, con presenza di detrito, talvolta sovralluvionato, ed andamento meandriforme. Non è stato rinvenuto materiale vegetale in quantitativi rilevanti.

In prossimità del limite con tratto G si osserva la scomparsa del deflusso idrico in alveo per cause attualmente non note e solo ipotizzabili (inghiottitoi carsici? infiltrazione in roccia?). Anche per tale ambito si ritiene utile prevedere nel futuro l'attivazione di monitoraggio delle portate liquide e prove con traccianti al fine di implementare le conoscenze sul regime idrologico ed idrogeologico del corso d'acqua.

Presenza dissesti: In questo tratto non sono stati censiti dissesti rilevanti.

Attraversamenti: In questo tratto non sono presenti attraversamenti.

Opere idrauliche: Sono state rilevate opere realizzate recentemente ed in discreto stato ma-

nutentivo. In taluni casi sono necessari interventi di manutenzione e ripristino.

Criticità rilevate:

AC08: Necessario ripristino della soglia esistente in sinistra idrografica, attualmente danneggiata e sottoescavata. Sono inoltre necessari ca. 20 ml di consolidamento spondale (gabbionate o scogliera) prima del raccordo con il nuovo muro di sostegno della pista di accesso, che si presenta sottoescavato in alcuni punti.

AC09: Necessaria manutenzione e rincalzo della soglia esistente.

5.7 TRATTO G- Da località Cèpp a confine con Tavernerio

Caratteri morfologici: Il tratto si sviluppa in direzione Ovest, includendo buona parte del territorio di Albese fin quasi al confine con Tavernerio. Poche centinaia di metri dopo la comparsa di substrato roccioso in alveo i fianchi vallivi si chiudono a costituire versanti acclivi ed in roccia, affiorante o subaffiorante, con pareti in ammasso roccioso disarticolato alte fino a 15- 20 m. Considerata tale morfologia, il tratto risulta difficilmente accessibile, limitando fortemente eventuali interventi di sistemazione.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Il tratto è contraddistinto da alternanza tra alveo in substrato roccioso ed in depositi, prevalentemente di pezzatura grossolana. Il fondo ed il profilo del corso d'acqua sono fortemente irregolari, tormentati e diffusamente occupati da blocchi. La larghezza media dell'alveo è di 6-7 m.

Presenza dissesti: Sono stati riconosciuti diversi blocchi in alveo, alcuni di dimensioni pari ad alcuni metri cubi, provenienti sia dal fianco sinistro che da quello destro, con cinematismi differenti controllati dall'orientazione dei giunti rispetto al versante: prevalente ribaltamento in sinistra e prevalente scivolamento in destra (quest'ultimo con frequenza e volumetria dei blocchi maggiore). La parte inferiore del tratto è caratterizzata da evidente dissesto in destra idrografica, probabilmente riconducibile a coalescenza di più corpi di frana per scivolamento in roccia, di tipo quiescente abbraccianti l'intera porzione di versante sovrastante. Tali dissesti sono favoriti dall'assetto a franapoggio del substrato roccioso e dalla circolazione idrica lungo strato. I blocchi rinvenuti in alveo sono caratterizzati da dimensioni da submetriche fino a ca. 5 m^3; In destra idrografica sono inoltre ben visibili nicchie di distacco recenti, alte ca. 10 -15 m dall' alveo, con volumetria dei blocchi distaccati fino a circa 1 m^3.

La presenza dei dissesti è suggerita, oltre all'accumulo di blocchi in alveo, dalla presenza di roccia spesso disarticolata lungo i versanti in destra idrografica, e da contropendenze, talora associate a trincee.

Pur essendo state riconosciute diverse instabilità, anche di ampia estensione e volumetria stimabile, la inaccessibilità del tratto a mezzi e macchine operatrici, anche ipotizzando elitrasporto, oltre alla tipologia ed estensione geometrica dei dissesti, non permette di proporre allo stato attuale interventi strutturali risolutivi per la stabilizzazione dei dissesti osservati. Per tali ambiti si ritiene opportuno prevedere l'approfondimento delle conoscenze circa il grado di stabilità del versante, associato ad analisi delle interazioni tra il dissesto e la dinamica di torrente, in relazione agli effetti di possibili ondate di piena. Risulta inoltre adeguato proporre interventi di monitoraggio nel tempo circa l'evoluzione del fenomeno, anche solo tramite ispezioni visive ripetute nel tempo, eventualmente associato alla implementazione di punti fissi di misura o di strumentazione di monitoraggio, quali estensimetri a barra o a filo.

Allo stesso modo le pareti di crollo e ribaltamento che interessano diffusamente il fianco idrografico sinistro hanno estensione tale da rendere impensabile l'adozione di interventi strutturali di stabilizzazione dei dissesti. A maggiore ragione si ritiene utile focalizzare l'attenzione sulla valutazione della possibile interazione dinamica di versante / idrodinamica torrentizia in relazione a possibili ondate di piena per rottura di sbarramenti temporanei in alvei e pianificare di conseguenza strategie di mitigazione lungo l'alveo.

Si ribadisce che le portate in alveo in tale tratto risultano fortemente depotenziate dalla scomparsa di deflusso in alveo che avviene alcune decine di metri a monte di tale settore.

Attraversamenti: Non sono presenti attraversamenti.

Opere idrauliche: Non sono state censite opere idrauliche.

Criticità rilevate:

AC10: Necessità di pulire ed alleggerire materiale vegetale da sponde.

5.8 TRATTO H- Da quota 480 m s.l.m. fino a briglia n. 3 Tavernerio

Caratteri morfologici: tratto con decorso inizialmente rettilineo, orientato NNE-SSW, in cui il torrente scorre su substrato roccioso con stratificazione immergente verso Sud (170°/21°) a medio angolo. Il torrente è spesso confinato da ripidi versanti in roccia, talora subverticali, specie in sinistra idrografica. Successivamente il corso d'acqua defluisce con decorso orientato Est-Ovest. Nel settore ove il torrente descrive una curva marcata, con concavità verso Nord (loc. Madonna della Guardia) il corso d'acqua scorre incassato entro ripidi versanti, con ripide pareti, talora sub verticali. Presenza terrazzo alluvionale in destra idrografica nell'ansa interna della curva marcata.

Tipologia corso d'acqua e alveo: L'alveo mostra alternanza tra porzioni in detrito ed in roccia, immergente a SW a medio angolo. Il substrato roccioso descrive suggestive conche e vasche naturali. Sono presenti diversi settori con accumuli di blocchi e massi in alveo, fino ad un diametro massimo 120 cm.

Presenza dissesti: Locali erosioni spondali e fenomeni di degradazione sui versanti, specie in sinistra idrografica. Locali frane superficiali in detrito e roccia, con coinvolgimento del soprassuolo arboreo. Crolli da pareti rocciose, spesso su fronti estese. In corrispondenza della porzione di pendio posta in destra idrografica ed interessata dalla frana del 1951 il versante è particolarmente acclive. Si osserva la presenza di un orlo di scarpata morfologica, soprelevato di una trentina di metri rispetto all'alveo. Lungo tale scarpata affiorano depositi di origine gravitativa, costituiti da blocchi disarticolati di roccia calcarea, angolosi, di diametro pari a diverse decine di centimetri, immersi in matrice limoso sabbiosa color ocra. Si tratta probabilmente di parte dell'accumulo del dissesto occorso nel 1951. Lungo tale scarpata si osservano diffusi dissesti superficiali. A monte dell'orlo di scarpata morfologica si osservano pendenze più contenute ed indizi di rimaneggiamento antropico.

Attraversamenti: Non sono presenti attraversamenti

Opere idrauliche: La briglia n.2 mostra discreto stato di conservazione. La spalla destra si innesta in sponda costituita da depositi detritici, di probabile origine gravitativa. La spalla sinistra della briglia si intesta in roccia. La briglia n.3 mostra discreto stato di conservazione. Sul pendio si riconoscono orli di degradazione e nicchie di dissesti quiescenti.

Si osserva che sono stati realizzati interventi nel corso dell'anno 2016 di consolidamento della sponda destra, in prossimità ed a valle delle briglie n.2 e n.3, oltre alla realizzazione di pista di accesso all'alveo.

Criticità rilevate:

TA01: Necessità di alleggerire l'alveo dal detrito deposto a monte della briglia n. 1, la quale risulta attualmente satura e quindi depotenziata nella funzione di briglia filtrante. Si suggerisce inoltre di prevedere il completamento della pista di accesso all'alveo alla confluenza tra il tor-

rente Cosia ed il torrente Valle di Tavernerio. Ciò consentirebbe di effettuare operazioni mirate di manutenzione dell'alveo in tale punto strategico.

TA02: Risulta necessario prevedere pulizia dell'alveo dalla vegetazione che sovente ostacola la officiosità dell'alveo. Problematico l'accesso all'alveo.

TA03: Necessità di provvedere a vari interventi di manutenzione straordinaria delle briglie n. 2 e n.3, per il pieno ripristino della integrità delle strutture. Intervento associabile a limitati interventi di stabilizzazione / rinforzo dei fianchi. A monte della briglia n.2 (area frana 1951) si ritiene utile predisporre in destra idrografica rinforzo spondale mediante opere strutturali tipo muri spondali, atte a garantire stabilità al detrito presente, probabile accumulo della frana. Oltre a ciò si suggerisce la rimozione piantana metallica in alveo e rimozione tubazione dismessa acquedotto nel tratto di attraversamento dell'alveo. Necessari interventi di rimozione tronchi e rami presenti in alveo o ribaltati dalle sponde in direzione dell'alveo.

Accumulo di frana, comn fenomeni di dissesto superficiale

Piantana metallica in alveo (vecchio acquedotto dismesso)

Briglie n. 2 e n.3

5.9 TRATTO I- Da briglia n. 3 Tavernerio fino al ponte di via Croce

Caratteri morfologici: È il tratto di attraversamento dell'abitato di Tavernerio. Il corso d'acqua mostra prevalente decorso Est-Ovest, descrivendo ampie curve, per larga parte confinate da muri spondali in cls, soprattutto in destra idrografica. Sono presenti affioramenti rocciosi con giacitura a medio angolo verso SSW sia in alveo che, in misura limitata, sulle sponde. Le litologie incontrate, da monte verso valle, sono rispettivamente Calcare del Domaro, Rosso ad Aptici e Maiolica.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Il corso d'acqua si presenta mediamente inciso, per la maggior parte in detrito, con prevalenti ciottoli e ghiaie e massi (diametro massimo 1,1 m). Sono presenti settori di ridotta estensione con alveo in roccia all'altezza della briglia n.5, della briglia n.7 e tra la briglia n.11 ed il ponte di via I Maggio.

Presenza dissesti: Locali erosioni spondali abbastanza diffuse, probabilmente correlati ad eventi di piena.

Attraversamenti: I Ponti di via I Maggio e di via Croce non mostrano problematiche evidenti, così come il Ponte canale esistente (fognatura). Il Ponte di via V. Veneto, il più a monte tra quelli presenti nel tratto, è il punto con sezione di flusso minore nel settore urbano di Tavernerio (*vedi foto seguente)*.

Opere idrauliche:

Le briglie presenti mostrano discreto stato di conservazione, anche se alcune necessitano di interventi di ripristino / rifacimento. Sono presenti locali ammaloramenti nelle fondazioni dei muri spondali.

Criticità rilevate:

TA04: Necessaria manutenzione straordinaria su briglie n. 4 e 5, con ripristino di parte della copertina e del fondo scalzato tramite posa selciatone. In questo punto l'alveo è largo 9.4 m.

TA05: Immediatamente a valle della briglia n.5, e per un tratto lungo una trentina di metri, è presente in destra idrografica un terrapieno addossato al muro spondale maestro. Si tratta di opera vetusta, realizzata diversi anni orsono. Tale terrapieno si protende in direzione dell'alveo e risulta sostenuto a valle da muro in sasso con scarso legante cementizio. Il terrapieno risulta poco rilevato rispetto al fondo alveo e si costituisce di tre sezioni con le seguenti caratteristiche: tratto 1 altezza 2 m, lunghezza 12 m; tratto 2 altezza 1.4-1.8 m, lunghezza 14 m, tratto 3 altezza 1.2 lunghezza 20 m, profondità 1.15 m. L'evoluzione dei fenomeni erosivi in alveo può portare al collasso della struttura, con franamento del terrapieno, e di quanto su esso insiste, in direzione del torrente.

TA06 Briglia n. 6 sprovvista di controbriglia. Provvedere alla posa di selciatone di valle

TA07 La briglia n, 9, anch'essa sprovvista di controbriglia, necessita la posa di selciatone di fondo sull'intera larghezza dell'alveo (8.7 m)

TA08 Necessaria manutenzione copertina e porzione di valle della briglia n. 10. Procedendo verso valle è necessaria la pulizia di detrito, rifiuti e materiale vegetale.

TA09: Presenza di un breve tratto in sinistra soggetto ad erosione spondale (ca. 30 m)

TA10: In destra idrografica è presente un restringimento dell'alveo di origine antropica (larghezza minima alveo: 5.30 m), anche in questo caso dovuto a riporto di materiale. Il terrapieno è sostenuto da muro in sasso in cattivo stato manutentivo fino al confine di proprietà provata, dove il muro si raccorda con l'arginatura originale. Anche in questo punto andrebbe considerato il ripristino della sezione di deflusso entro gli argini originariamente previsti.

TA11: Necessaria pulizia di materiale vegetale nei pressi del ponte canale.

TA12: In sinistra idrografica è presente una vecchia scogliera non più funzionale, da ricostituire (in parte usando il materiale già presente in loco) per una lunghezza di ca. 70 m e un'altezza di 3.5 m.

TA13: In corrispondenza della curvatura del corso d'acqua è presente la stessa problematica di cui all'intervento 12 anche sull'argine esterno destro, per una lunghezza di ca. 20 m e un'altezza di 2.5 m

5.10 TRATTO L- Dal ponte di via B. Croce alla confluenza Valle Piattellina

Caratteri morfologici: Subito a valle del ponte di via Croce i fianchi vallivi si aprono e l'alveo passa da substrato roccioso a detrito. La morfologia degrada ed il corso d'acqua scorre in una piana con un evidente terrazzo alto ca. 3 m in destra idrografica. L'intero tratto è accessibile dalla pista utilizzata per la manutenzione del collettore fognario.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Il corso d'acqua ha la tendenza a spagliare e a divagare in sinistra idrografica, dove è presente una zona caratterizzata da fenomeni di ristagno idrico. Sempre in sinistra è presente un canale naturale, alla data del sopralluogo asciutto ma probabilmente attivato in corrispondenza di tiranti idrici elevati

Presenza dissesti: Locali erosioni spondali del terrazzo in destra idrografica.

Attraversamenti: È presente il guado della pista di accesso, ubicato in corrispondenza di una briglia.

Opere idrauliche: Alveo parzialmente regimato da una briglia poco prima della decisa curvatura verso Ovest presente nella parte mediana del tratto

Criticità rilevate:

TA14: In questo tratto è necessaria la rimozione di materiale vegetale in alveo

TA15: Brusca curva del corso d'acqua verso sinistra, risultante in erosione spondale sul margine esterno (terrazzo con depositi sottoglaciali) da consolidare con costituzione di scogliera lunga circa 30 m.

TA16: Considerato l'ampio spazio a disposizione, l'alveo in questo punto può essere parzialmente rettificato ed allargato, consentendo al corso d'acqua di spagliare e laminare durante

eventi di piena. In questo punto appare fattibile la formazione di una vasca di sedimentazione dove rallentare il flusso e far depositare parte del sedimento in carico, con accessibilità molto buona del sito ai fini di manutenzione/svuotamento. Si registra infine parecchio materiale vegetale da pulire sia in alveo (alberi caduti e ramaglie) che sulle sponde.

TA17: Briglia e controbriglia in cls., a vasca. La struttura necessita di manutenzione e consolidamento spondale immediatamente a monte, in destra idrografica e per un tratto di ca. 30 ml con altezza pari a ca. 2.00 m (ad es. scogliera).

TA18: Subito a valle della briglia, dove l'alveo curva a destra con angolo >90° ed è presente un'area in dissesto, è necessario procedere a consolidamento spondale per un tratto di ca. 40 ml e con altezza pari a ca. 4.00 m.

TA19: In questo settore sono presenti piante abbattute da rimuovere, sia in alveo che sui fianchi, oltre a materiale vegetale vario.

TA20: Necessaria pulizia alberi e materiale vegetale lungo alveo/sponde, oltre a interventi di miglioria selvicolturale, per un tratto di ca. 60 m.

TA21: Affluente proveniente da San Fereolo. Riscontrato il cedimento della strada di accesso subito a valle dell'attraversamento, che appare parzialmente intasato da detrito e conseguentemente da pulire e ripristinare.

5.11 TRATTO M- Dalla confluenza San Fereolo fino a Cascina San Bartolomeo

Caratteri morfologici: Il Cosia in questo tratto scorre in una forra orientata NE-SO, con fianchi ripidi e pareti con altezze decametriche. Il corso d'acqua risulta incassato e l'alveo molto stretto e con frequenti evidenze di dissesto, causati da crolli delle pareti della forra, costituite da conglomerato (Ceppo). L'assetto geomorfologico dell'alveo e delle sponde non consente di pianificare interventi significativi se non nel settore più a valle, dove i fianchi si allargano in corrispondenza di un affluente in sinistra idrografica. Il tratto è percorso nella parte alta dalla pista di manutenzione del collettore fognario, ma data l'elevata acclività del fianco destro, l'alveo non è accessibile con macchine operative.

In tutto questo settore si riavvisa inoltre la scarsa accessibilità alla sponda ed ai versanti posti in sinistra idrografica, a causa della conformazione morfologica delle aree.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Il corso d'acqua scorre incassato, con alveo di larghezza pari a qualche metro impostato in Ceppo.

Presenza dissesti: Sono presenti lungo l'intero tratto distacchi di blocchi di notevoli dimensioni, deposti in alveo. In sinistra idrografica è presente un grosso dissesto, che si sviluppa su di un dislivello di ca. 40 m, con grossi blocchi al piede (dimensione max. stimata 80 m^3). A partire da qui e procedendo verso valle per circa 15 m sono presenti dissesti incipienti sia in sinistra che in destra idrografica, con grossi blocchi anche in alveo e potenziale occorrenza di fenomeni tali da comportare lo sbarramento dell'alveo. Data l'elevata acclività sono stati inoltre rinvenuti locali fenomeni di ruscellamento concentrato in corrispondenza dei valletti presenti su entrambi le sponde

Attraversamenti: È presente un ponte canale con collettore fognario

Opere idrauliche: Nel settore terminale è presente una briglia, che versa in cattivo stato manutentivo

Criticità rilevate:

TA22: Sul muro di controripa della pista di accesso sono presenti gabbionate, parzialmente deformate e sormontate da detrito e con venute d'acqua al piede. Dissesto in terreni. Si ritiene necessario ripristinare stabilità pista, che gioca ruolo essenziale nel garantire l'accessibilità alle sponde del torrente. da sistemare

TA23: Pista di accesso scalzata sul lato di valle, si ritiene necessario consolidamento puntuale.

TA24: Presenza di una soglia che mostra necessità di manutenzione generale su fianchi e copertina. Subito a valle, in sinistra idrografica ed in corrispondenza della curvatura a destra dell'alveo, vi è la confluenza di un piccolo corso d'acqua. Considerato il rischio di erosione spondale e dissesto sui fianchi è necessario intervenire per un miglior innesto del tributario. Questo potrà avvenire ad esempio con la costituzione di setti in cemento per la regimazione dei flussi o di ulteriori soglie. Discreta accessibilità al sito dalla pista principale.

5.12 TRATTO N- Da Cascina San Bartolomeo fino alla Loc. Ravanera

Caratteri morfologici: Il tratto, con prevalente decorso rettilineo in direzione SE-NW, è caratterizzato dall'elevata acclività del versante in sinistra idrografica, che è spesso interessato da frane superficiali. La strada di accesso in destra idrografica rende l'intero tratto ben accessibile ma data la distanza dal Cosia in alcuni punti è da prevedere la formazione di una pista di cantiere per raggiungere l'alveo. Resta problematico l'accesso alla sponda idrografica sinistra, per un esteso tratto, a causa delle condizioni morfologiche.

Tipologia corso d'acqua e alveo: Il corso d'acqua scorre con alveo impostato su rocce calcaree e flyschoidi, quali Marne del Bruntino, Sass de la Luna e Formazione di Sorisole, con larghezza costante e profilo longitudinale controllato dalle diverse briglie presenti.

Presenza dissesti: Problematiche di dissesto sono rinvenute soprattutto sul fianco sinistro, dove l'elevata acclività risulta in diffusi fenomeni, la cui tipologia è controllata dal litotipo presente. Il primo tratto, in Ceppo, è infatti caratterizzato da distacchi di blocchi di dimensioni fino a metriche, mentre con il passaggio a litotipi flyschoidi - scagliosi sono comuni fenomeni di ero-

sione, scollamento della coltre superficiale e pareti subverticali con ridotte falde di detrito al piede.

Attraversamenti: È presente un ponte canale nella porzione più a valle del tratto.

Opere idrauliche: Sono presenti diverse briglie ed opere di difesa spondale. Generalmente queste versano in mediocre stato manutentivo e necessitano di sistemazione.

Criticità rilevate:

TA25: Briglia con controbriglia (naturale) in cattivo stato: necessaria sistemazione fianchi, copertina e piede (anche attraverso corazzatura).

TA26: Erosione spondale e dissesto diffusi in sinistra idrografica, dove è presente una nicchia larga ca. 5 m, con alberi pericolanti e materiale vegetale da rimuovere, oltre a blocchi metrici instabili da eventualmente disgaggiare.

TA27: Briglia completamente ammalorata, da rifare. Sulla sinistra idrografica si presenta dissesto quiescente, in parte contrastato al piede tramite gabbionate, le quali si presentano parzialmente deformate a testimoniare il grado di attività del dissesto. Si presenta localmente roccia in alveo e su sponde, rappresentata da Marne del Bruntino.

TA28: Necessario consolidamento spondale in destra idrografica per una lunghezza di circa 25 m ed un'altezza di circa 4 m.

TA29: La confluenza di un tributario in sinistra idrografica comporta l'instaurarsi di fenomeni di erosione attiva. Oltre alle due briglie a valle della confluenza già esistenti (da sistemare con selciatone di fondo e rifacimento copertine), sono necessarie ulteriori opere di regimazione dei flussi e trasporto detrito lungo l'impluvio secondario affluente.

TA30: Dissesto in destra idrografica che coinvolge la pista di accesso, con nicchia circa una decina di metri a monte della strada. Vista la tipologia e l'estensione del dissesto è possibile i-potizzare il consolidamento della pista tramite impiego di micropali.

CO01: Dissesto in sinistra idrografica, dove affiora la Formazione di Sorisole. Le briglie esistenti subito a valle, di cui una sfondata, necessitano manutenzione fianchi e copertina. Per una miglior regimazione dei flussi sarebbe opportuno realizzare un'ulteriore briglia a monte delle esistenti.

5.13 TRATTO O- Dalla Loc. Ravanera fino al Ponte di San Martino

Caratteri morfologici: Il corso d'acqua esce dal contesto di versanti incombenti in alveo, i fianchi vallivi si allargano e i depositi alluvionali diventano predominanti. Si rinvengono isolati affioramenti di roccia in corrispondenza del ponte di via Pannillani ed alla confluenza con la valle di Civiglio, in località ex-Fornace. Qui emerge la presenza di dosso in Maiolica.
L'intero tratto è caratterizzato da buona accessibilità, nella porzione superiore dalla pista per la manutenzione del collettore fognario e nella porzione inferiore da Via Pannilani.
Tipologia corso d'acqua e alveo: Il corso d'acqua scorre nel primo tratto in litotipi flyschoidi, per poi passare in depositi alluvionali. La larghezza dell'alveo è superiore rispetto ai tratti più a monte e non mostra significative variazioni di acclività. A valle del ponte di via Pannilani il corso d'acqua risulta essere regimato pressochè continuamente con sponde in muratura di sasso o scogliera. Sono presenti diverse soglie, in pietra o in c.a., in discreto grado di conservazione.
Si osserva nel tratto mediano terminale la tendenza a depositare sedimento in alveo, nei tratti a minore pendenza, con formazione di barre di sedimento in alveo e crescita di vegetazione spontanea. Ciò richiede periodici interventi di manutenzione, con rimozione del detrito a salvaguardia del tratto tombinato da via Castelnuovo sino alla foce. Oltre a ciò, al fine di garantire la piena officiosità del corso d'acqua in contesto urbano, occorre programmare periodici interventi

di regolazione vegetazione in alveo e lungo le sponde. In tale ambito il torrente Cosia riceve inoltre gli apporti di deflusso idrico da ambiti urbani di Lipomo.

Presenza dissesti: La parte iniziale del tratto esaminato, per alcune decine di metri, è caratterizzata da dissesti in sinistra idrografica dovuti alla presenza di pareti in roccia con dislivello fino a decametrico. Puntuali fenomeni di erosione spondale e piccoli dissesti in corrispondenza dei tributari in sinistra idrografica provenienti dagli abitati di Lipomo e Lora. Non si rilevano dissesti di rilievo nei tratti successivi, sino al ponte di S. Martino, interferenti direttamente con il corso d'acqua. In prossimità del punto 1809, il versante posto in sinistra idrografica, a monte della via Pannilani ha mostrato nel tempo indizi di dissesto, culminati con evento di frana che ha interessato abitazione. Tale dissesto è stato stabilizzato con opere di consolidamento. L'ambito è di versante predisposto al franamento, a causa della natura litologica, della presenza di venute idriche e delle pendenze del versante. Tali dissesti non interferiscono con la dinamica del torrente, in quanto impattano la sede viaria prima di giungere al torrente.

Attraversamenti: Nella parte alta è presente un attraversamento che conduce ad un'abitazione in sinistra idrografica. A partire dalla frazione di Camnago Volta sono presenti diversi attraversamenti per l'accesso ad edifici residenziali ed industriali.

Opere idrauliche: Sono state rinvenute diverse soglie generalmente in buono stato di conservazione. La parte inferiore del tratto è diffusamente regimata da soglie ed arginatura, sia in sinistra che in destra idrografica.

Criticità rilevate:

CO02: Briglia di dimensioni rilevanti, necessario il ripristino dello sperone in sinistra distaccato dal corpo della struttura principale. Contestuale pulizia della vegetazione in alveo.

CO03: Immissione tributario in sinistra idrografica dal comune di Lipomo, caratterizzato da frane superficiali su fianchi. Necessario intervento di regimazione dei flussi alla confluenza ed eventuali consolidamenti spondali sul tributario

CO04: Riporto in sinistra idrografica alla confluenza con Valle Cantinera. Sono state apportate delle modifiche morfologiche mediante riporto di terreni a ridosso della sponda. Tali materiali sono interessati da modesti dissesti determinati dallo scorrimento ed erosione del flusso idrico al piede. Localmente sono presenti delle opere di contenimento messe in opera in emergenza per limitare tali fenomeni. Necessità di prevedere opere di consolidamento spondale.

CO05: Doppia soglia in alveo, in prossimità di derivazione in sinistra idrografica. Necessari interventi manutenzione delle soglie, oltre alla rimozione vegetazione spontanea cresciuta in alveo. Alveo con affioramenti di roccia marnosa rossa.

CO06: Tratto rettilineo con tendenza a sedimentazione. Formazione barre di sedimento in alveo e crescita vegetazione spontanea. Prevedere interventi pulizia alveo.

CO07: Tratto completamente regimato entro muri spondali. Presenza di diverse soglie in al-

veo. Settore con tendenza a sedimentazione. Formazione barre di sedimento in alveo e crescita vegetazione spontanea. Prevedere interventi pulizia alveo, associata ad eventuale manutenzione ordinaria delle soglie presenti. Tali interventi consentiranno di preservare interramento della parte tombinata posta a valle. Valutazione ottimizzazione dei punti di accesso all'alveo per periodiche operazioni manutenzione e rimozione detrito a protezione trasporto solido nei settori di valle.

6 – CONCLUSIONI

Su incarico del comune di Tavernerio è stata effettuata l'analisi geologica ed idrogeologica a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica delle "Opere di mitigazione del rischio idrogeologico ed idraulico del bacino del torrente Cosia nei comune di Albavilla, Albese con Cassano, Tavernerio e Como".

A supporto di tali analisi sono stati svolti rilievi diretti in sito nel tratto compreso tra le pendici del Monte Bolettone, in comune di Albavilla, ed il ponte di San Martino, in comune di Como.

Scopo del lavoro è stato quello di analizzare, descrivere e verificare:

- le condizioni e capacità di deflusso del torrente;
- la presenza di eventuali situazioni di ostacolo al regolare deflusso delle acque, sia connesse alla dinamica del torrente che correlabili ad azioni antropiche;
- la presenza di dissesti in alveo, lungo le sponde e lungo i tributari che possano interferire con la dinamica torrentizia;
- lo stato di conservazione ed efficienza delle opere di difesa idraulica presenti.

Il tracciato del corso d'acqua risulta fortemente influenzato dall'assetto del substrato roccioso costituente i rilievi pedemontani. Esso mostra infatti un percorso abbastanza tortuoso, caratterizzato da tratti rettilinei separati da brusche curve ad angolo retto. Il tratto montano del Cosia si caratterizza per la presenza di trasporto solido, sia della componente detritica apportata dai dissesti presenti lungo i versanti e le sponde, che del materiale vegetale caduto in alveo o trascinato dalla corrente. Nei tratti ove decresce la pendenza longitudinale, si osserva la deposizione in alveo di discreti quantitativi di detrito e materiale vegetale.

I tratti incassati sono principalmente ubicati a monte del Roccolo del Curato in comune di Albavilla (tratto D), nel tratto con decorso Est-Ovest in comune di Albese (tratto G) ed a valle del centro di Tavernerio (tratto M). La conformazione del torrente in questi settori risulta incassata in ripidi versanti, che risultano spesso un percorso tortuoso e con dissesti in roccia, anche di notevoli dimensioni. Eventuali sistemazioni dei dissesti mediante opere strutturali in tali tratti appaiono poco fattibili sia dal punto di vista logistico (accessibilità ridotta o nulla all'alveo) che tecnico, data l'estensione e la tipologia dei fenomeni individuati. Si ritiene utile valutare le con-

dizioni di pericolosità idrogeologica in relazione ad eventi impulsivi conseguenti a piene per rotta di sbarramento temporaneo in alveo, aspetto valutato nello specifico elaborato idraulico. Si ritiene inoltre utile, in tali settori, implementare analisi di maggiore dettaglio circa la stabilità dei versanti, associate alla predisposizione di sistemi di monitoraggio sia del dissesto che delle portate in alveo.
Questa ultima tematica si riallaccia al maggior grado di conoscenza che si auspica venga raggiunto circa il sistema di deflusso idrico ed idrogeologico entro il bacino del torrente Cosia, ad esempio tramite sistema di monitoraggio delle portate o prove con traccianti. Come esposto in relazione esistono due settori principali in cui si osserva sparizione di deflusso in alveo, senza che lo stesso riemerga a valle. Per spiegare tale fenomeno si possono invocare meccanismi di infiltrazione in roccia, favoriti dall'assetto strutturale locale, o fenomeni di tipo carsico, con presenza di inghiottitoi. Considerando gli effetti di un depotenziamento di portate di piena, anche alla luce dello stato del dissesto del bacino, si ritiene che l'approfondimento delle conoscenze di tale aspetto vada oltre il mero interesse scientifico.

Va inoltre sottolineato la stretta coesistenza tra corso d'acqua ed ambiti urbanizzati, riscontrata in corrispondenza del centro abitato di Tavernerio (tratto I) e dell'ingresso in Como (tratto O), dove sono presenti numerosi attraversamenti ed abitazioni a ridosso delle sponde del torrente. Tale ambiti risultano quelli maggiormente vulnerabili all'interazione con fenomeni di dinamica torrentizia ed appare perciò prioritario garantire la piena efficienza idraulica delle opere di difesa idraulica presenti, ripristinandone ove necessario l'integrità ed il completo funzionamento. Tale considerazione appare vera soprattutto nel centro abitato di Tavernerio (tratto I) dove sono state riscontrate diverse problematiche, precedentemente esposte. Si ritiene che, delle situazioni di potenziale dissesto rilevate, vadano privilegiate quelle tese a garantire la piena efficienza delle opere idrauliche poste in prossimità dell'abitato e la protezione delle piste di accesso presenti lungo il corso d'acqua. Inoltre, al fine di procedere ad una manutenzione programmata dell'alveo e delle opere di difesa spondale, si ritiene necessario dare priorità alla creazione di accessi stabili e sicuri al corso d'acqua in punti "strategici", ove poter controllare il transito di detriti e materiale vegetale.

Oltre agli interventi appena citati risulta importante anche provvedere ad una diffusa pulizia dell'alveo e delle sponde dal materiale vegetale presente che, nei tratti precedentemente segnalati, costituisce ostacolo al naturale deflusso e delle acque e potrebbe venire mobilizzato e trasportato verso valle a seguito di eventi di piena. Contestualmente agli interventi di pulizia potranno essere abbinati interventi di miglioria selvicolturale per una miglior gestione della vegetazione spondale nei confronti della piena efficienza idraulica del corso d'acqua.

Gli interventi proposti, sono tesi al miglioramento delle condizioni di stabilità geologica ed idrogeologica e risultano pertanto compatibili con l'assetto geologico locale. Per quanto attiene la valutazione della compatibilità sotto il profilo idraulico si rimanda all'apposito elaborato progettuale.

Villaguardia, 14/04/2018 Dott. Geol. Paolo Dal Negro