

TITOLO

**STUDIO IDROGEOLOGICO ED IDRAULICO A SCALA DI
SOTTOBACINI IDROGRAFICI DEL COMPENSORIO DELLA
C.M.L.O.V.S.M., FINALIZZATO ALLA DEFINIZIONE DEGLI
INTERVENTI PRIORITARI DI SISTEMAZIONE E DIFESA IDRAULICA**

ELABORATO

LC013_E1. RELAZIONE DI INQUADRAMENTO

SCALA

/

NOME TORRENTE

TORRENTE VALLE DI TOSCIO

COMMITTENTE

COMUNITA' MONTANA LARIO ORIENTALE - VALLE SAN MARTINO

Via Vasena, 4 23856 Sala al Barro - Galbiate (LC)
cm.larioorientale_vallesmartino@pec.regione.lombardia.it

PROGETTISTI



PRO.TEA INGEGNERIA associati
Via Martiri 33, 23824 Dervio (LC) - Tel_fax 0341.851176
email: info@proteaingegneria.it <http://www.proteaingegneria.it>
P. IVA: 03388100137

Dott. Ing. Claudia Anselmini
Dott. Geol. Cristian Adamoli



Studio Tecnico Agostoni

23818 PASTURO - LC - Via Cariole, 7
23900 LECCO - Via G. B. Grassi, 17a
Tel. 0341 955142 - e. mail: studio.agostoni@gmail.com

Dott. Ing. Gabriele Agostoni
P.IVA n. 02261560136

Dott. Geol. Beatrice Leali
via Rivolta n. 42 - 23017 Morbegno (SO)
P.IVA: 00954070140
email: beatrice.leali@gmail.com

Documento firmato digitalmente ai sensi del D.lgs 82/2005 e norme collegate

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
1	Dicembre 2016	Prima emissione	G.P. - S.C.	Cl. A. - Cr. A.	Cl. A. - Cr. A.
2					
3					

1.0	INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	2
2.0	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	3
2.1	Caratterizzazione geologica.....	3
2.2	Analisi della dinamica geomorfologica.....	4
2.3	Elementi della dinamica idrogeologica interferenti con il R.I.M.	6
2.4	Elementi di rischio interferenti con il R.I.M.....	8
3.0	INQUADRAMENTO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL BACINO	9



1.0 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Torrente Toscio sorge sulle pendici del Monte Cornizzolo. Si sviluppa lungo la Valle dell'Oro, attraversando il territorio comunale di Civate e Valmadrera. Alla sbocco della valle, il torrente attraversa la zona industriale di Civate e Valmadrera confluendo, infine, nel Torrente Rio Torto.

La superficie del bacino del fiume Toscio è pari 4,70 km², l'asta principale del torrente si snoda per una lunghezza di 4,40 km.

Le altitudini massime e minime del bacino idrografico sono pari a 1259,7 m s.l.m e 222 m s.l.m.

Di seguito un inquadramento dell'area.

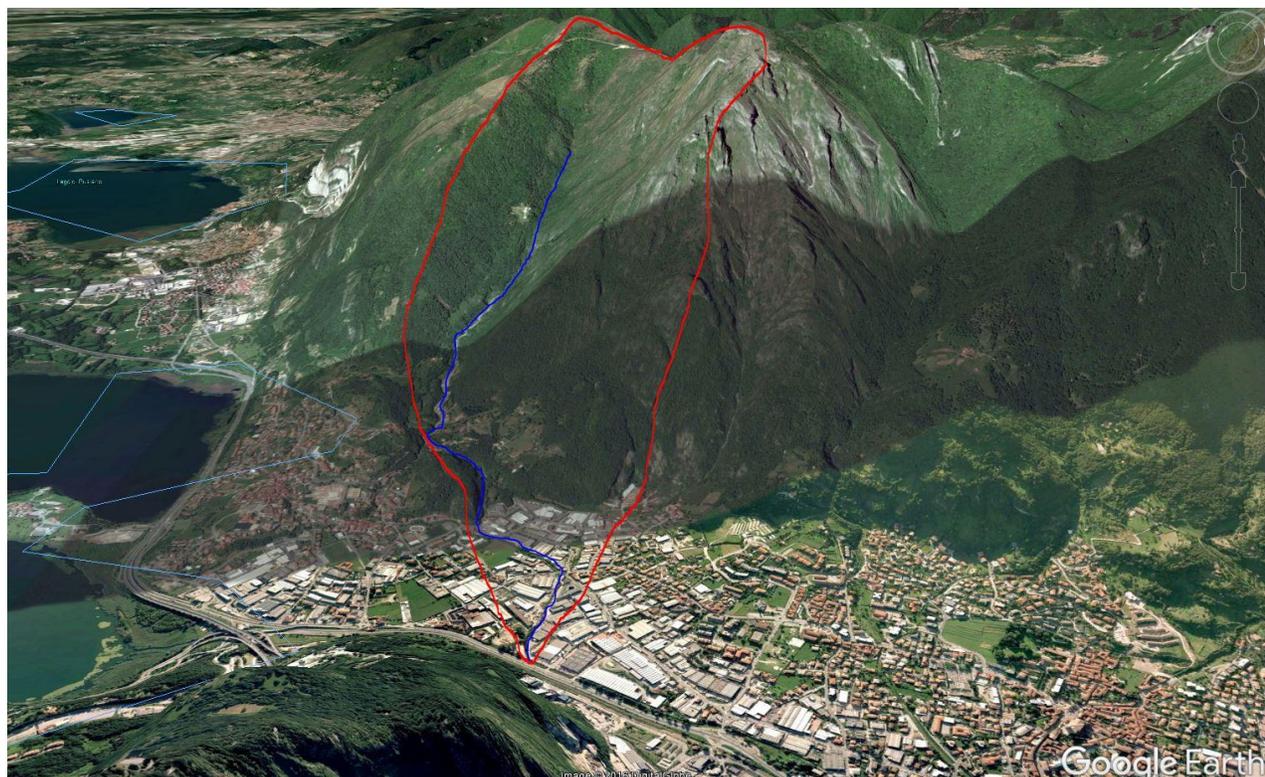
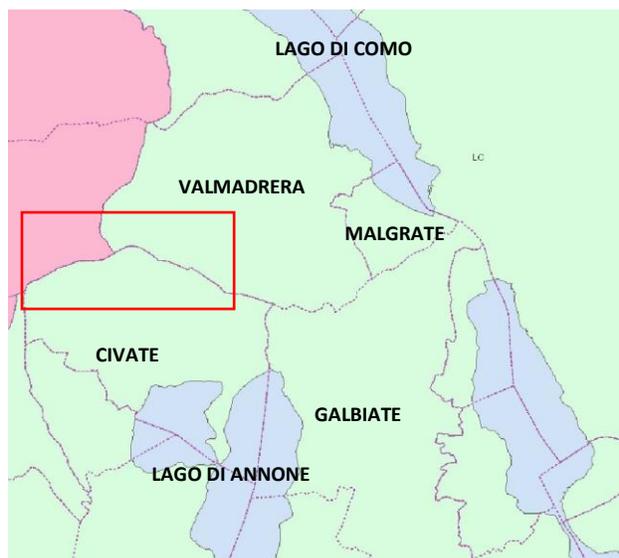


Figura 1 Estratto Google Earth indicante Torrente Toscio (tratto in esame) e bacino idrografico sotteso

2.0 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

2.1 Caratterizzazione geologica

Il bacino idrografico del Torrente Toscio presenta morfologicamente un paesaggio vario, tipico della fascia prealpina lombarda, caratterizzato a monte da una fascia di natura montuosa di ampie dimensioni che si interrompe in corrispondenza della fascia pedemontana a minore pendenza.

Il bacino è pertanto suddivisibile in due distinti settori, corrispondenti relativamente al versante di monte, areale di affioramento del substrato roccioso e delle coperture di origine glaciale corrispondente alla porzione di bacino a monte partendo dal displuvio in cresta fino alla forra presso la località Mombello, comprendendo il versante a monte della località Sass Negher, e un settore di valle con tipica morfologia di conoide alluvionale. Pertanto ciascuno di questi settori presenta caratteristiche e problematiche geologiche specifiche e conseguente differenti fattori di potenziale dissesto e relative tipologie di rischio idrogeologico.

Dal punto di vista geologico la Valle dell'Oro, il principale impluvio del bacino scorre su unità carbonati che di età Norica (Dolomia Principale) e norico-retica (Calcare di Zu); per gran parte della sua lunghezza il corso del Torrente Toscio è sub parallelo alla direzione degli strati che immergono ripidamente verso sud (50°-90°). Il passaggio delle dolomie massicce della Dolomia Principale alle alternanze di calcari stratificati e argilliti scagliose del Calcare di Zu corrisponde a una sensibile diminuzione della pendenza dell'alveo e alla comparsa di cospicui depositi alluvionali.

Nel tratto terminale il Torrente Toscio si inforra in una gola che taglia il dosso del Mombello, costituito da dolo areniti massicce (Dolomia a Conchodon), Retico) fino all'apice del conoide, impostato sui più erodibili calcari selciferi del Gruppo del Medolo (Lias). Le principali direttrici tettoniche sono orientate Est-Ovest, legate al sistema di accavallamenti lineari del Monte Barro, e Nord Est-Sud Ovest probabili lineamenti trasversali tardivi di svincolo. I depositi quaternari sono rappresentati da detriti carbonatici cementati sul versante sinistro, mentre sul versante opposto e in tutta la conca di Oro prevalgono i terreni glaciali. Da C.na Oro fino allo sbocco a Civate prevalgono i depositi alluvionali; i più antichi sono quelli della conca di Oro e del paleoconoide del Funtanet in cui tali depositi sono parzialmente cementati. L'abbandono del paleoconoide è probabilmente legato alla deviazione del Torrente Toscio nella gola di Mombello, al cui sbocco si espande il conoide attuale.

2.2 Analisi della dinamica geomorfologica

Dal punto di vista geomorfologico la Valle Oro risulta fortemente incisa dal torrente Toscio entro il substrato roccioso e i depositi glaciali quaternari, con versanti a morfologia variabile in funzione della litologia del substrato. L'orientazione della valle è in gran parte controllata dal limite litologico tettonizzato tra Dolomia Principale e Calcare di Zu.

Si evidenzia come l'estesa copertura arborea presente costituisca generalmente la protezione del terreno dall'azione erosiva delle acque superficiali non incanalate.

L'azione morfodinamica prevalente risulta essere quella esercitata dalle acque incanalate. Tutti i torrenti, sia in regime perenne sia a carattere stagionale, incidono profondamente i versanti e sono caratterizzati da alvei in continuo approfondimento. L'intensa azione erosiva esercitata dai corsi d'acqua in occasione di elevati apporti meteorici, può determinare situazioni di instabilità degli orli di scarpata fluviale per erosione laterale e, nei tratti più incisi degli impluvi, erosione al piede dei versanti interessati dallo scorrere dei torrenti, con l'eventuale attivazione di dinamiche di dissesto che possono causare il locale distacco di materiale ed il franamento in alveo che interessa sia il substrato che i terreni di copertura. Tale dinamica si riscontra in corrispondenza degli impluvi nella porzione montana del bacino idrografico, dove normalmente prevalgono dinamiche di erosione e trasporto. Lungo gli alvei torrentizi, nei tratti a minor pendenza, caratterizzati quindi da dinamiche di sovralluvionamento, sono presenti limitati depositi rappresentati da ciottolame e grossi blocchi.

Per quanto riguarda i versanti del bacino idrografico del Torrente Toscio si evidenzia che, laddove le pendenze superino i 30°-45°, in assenza di affioramenti del substrato roccioso i depositi della copertura presentano un certo grado di instabilità specialmente se, lungo l'argine torrentizio, siano manifesti fenomeni di erosione del piede della sponda.

Il settore di monte è caratterizzato da un versante idrografico sinistro particolarmente acclive, essenzialmente roccioso, con evidenti contropendenze e ribaltamenti di creste, legati ad ampie deformazioni entro la Dolomia Principale, con dislivelli variabili o versanti detritici particolarmente acclivi (pendenza > 35°) aventi caratteristiche geomeccaniche e geotecniche localmente molto scadenti. Il versante opposto è più dolce con piccoli dossi rocciosi ammantati da depositi glaciali e fittamente coperti da vegetazione. Il drenaggio risente della morfologia della valle con incisioni profonde sul versante sinistro, guidate da lineamenti strutturali, mentre è più irregolare e guidato da lineamenti morfologici sul versante meridionale della valle. Le azioni morfodinamiche degli agenti naturali (fenomeni atmosferici, gravità, dilavamento di acque superficiali non regimate) favoriscono l'instaurarsi di fenomeni franosi anche molto importanti in tutte le aree montuose del bacino.

Per quel che concerne il versante idrografico destro del Torrente Toscio in corrispondenza della Valle di San Pietro si evidenziano nella carta alcune aree soggette all'instabilità del versante con caratterizzate da fenomeni di scivolamento rotazionale/traslato.

I corpi franosi interessano localmente il versante idrografico destro del Torrente Toscio sino alla quota di circa 480 (in prossimità della strada campestre che collega la località Cascina Oro con San Pietro).

Inoltre lungo le vette settentrionali, sono rilevabili diversi orli di scarpata o di frana individuabili prevalentemente in corrispondenza di bruschi cambi di pendenza o di materiali a caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso.

Per di più lungo il tratto di torrente non regimato artificialmente, non si esclude che in occasione di eventi atmosferici particolarmente importanti, si possono generare ondate di piena generate da franamenti lungo le sponde già soggette ad erosione.

Il settore valle risulta essere interessato da dissesti legati alla possibile riattivazione delle conoidi alluvionali quiescenti, tra le quali quella formatesi in seguito alle dinamiche del Torrente Toscio rappresenta l'elemento di maggiore pericolosità per l'intero territorio a causa dell'elevata intensità con cui il fenomeno si è già manifestato in passato e il relativo confinamento dell'asta fluviale all'interno del tessuto urbano del comune di Civate. Lungo i principali corsi d'acqua che attraversano gli insediamenti sono stati rilevati diversi interventi di regimazione idraulica al fine di ridurre la pericolosità di esondazione, in particolare lungo il Torrente Toscio.

Pertanto le aree potenzialmente inondabili possono corrispondere a locali criticità derivanti da debolezze delle strutture di contenimento quali tratti di sponde in erosione, punti di possibile tracimazione, sovralluvionamenti, sezioni di deflusso insufficienti anche a causa della presenza di depositi di materiale vario in alveo o nella sua prossimità, principalmente ubicate nel tratto intermedio del Torrente Toscio e lungo il Rio Sole.



2.3 Elementi della dinamica idrogeologica interferenti con il R.I.M.

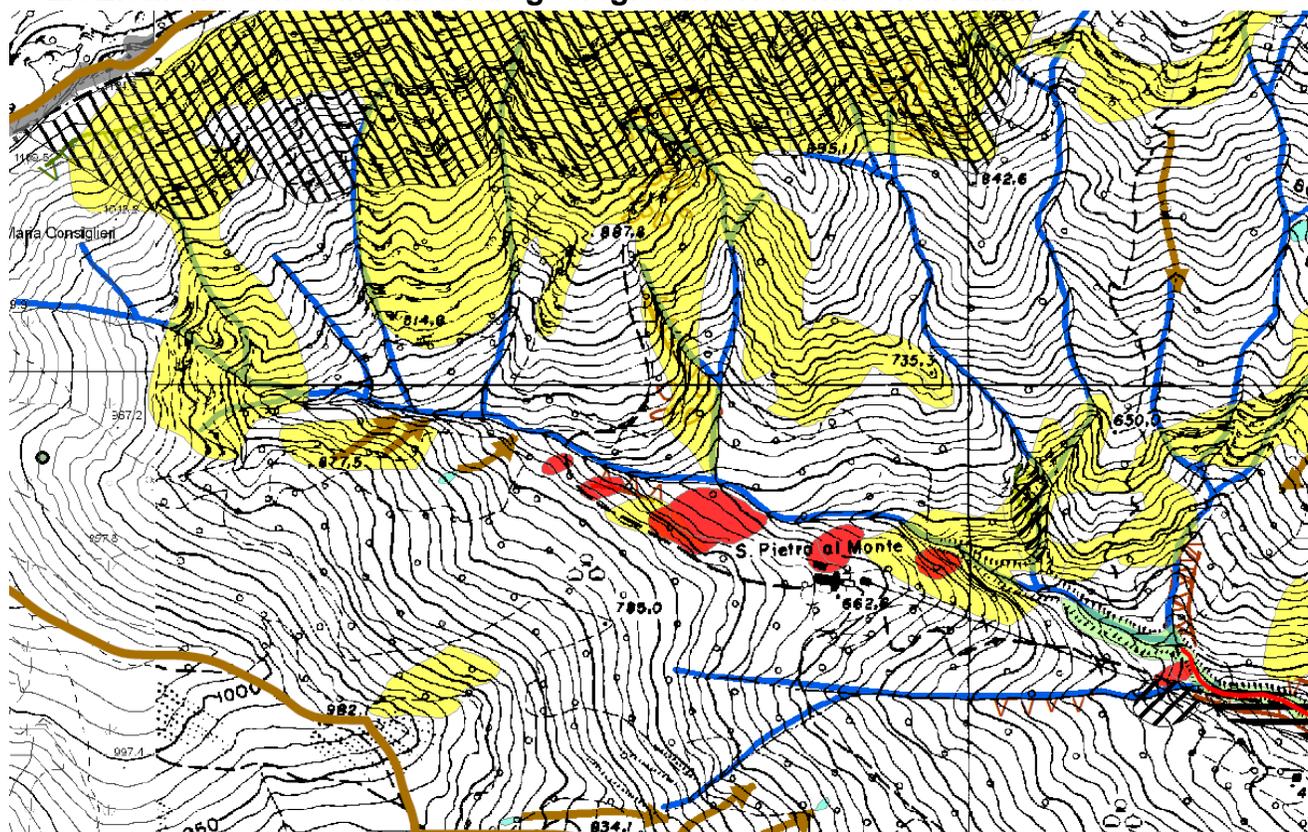


Figura 2: estratto carta della dinamica geomorfologica.

Il bacino idrografico del torrente Toscio ricadente nel reticolo idrico minore (figura 2) secondo la cartografia I.F.F.I. risulta assoggettato a diverse forme di dissesto idrogeologico. Nello specifico il versante orografico destro, in prossimità di San Pietro al Monte risulta interessato da diverse frane attive a cinemismo rotazionale/traslativo, a ridosso del principale corso d'acqua.

Inoltre la porzione di versante in destra idrografica del Torrente Toscio, tra le quote 850-750 m s.l.m., risulta interessato da fenomeni di colata detritica quiescenti e per di più vien localizzata un'area soggetta a crolli e ribaltamenti diffusi estesa da quota 900 a 950 m s.l.m..

Per di più emerge che lungo le pareti rocciose del Monte Rai insiste un'importante area soggetta a crolli e ribaltamenti diffusi. Anche il P.A.I. pone l'attenzione sull'areale di cresta del Monte Rai perimetrandolo come area di frana quiescente.

Inoltre in prossimità dell'impluvio posto in sinistra orografica, precisamente alla quota compresa tra i 550-650 m s.l.m. il P.A.I. perimetra tale ambito come area di frana attiva per crolli, mentre l'I.F.F.I. estende l'area soggetta a crolli e ribaltamenti diffusi precisamente nella fascia altimetrica sempre compresa tra i 550-650 m s.l.m. in corrispondenza dei costoni rocciosi presenti.

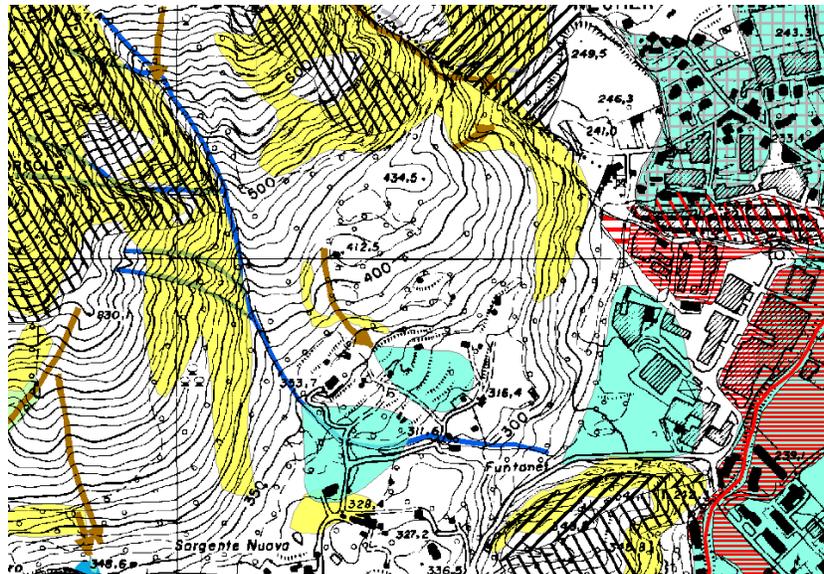


Figura 3: estratto carta della dinamica geomorfologica.

Il bacino idrografico del Rio Sole (figura 3) risulta interessato da una vasta area soggetta a crolli e ribaltamenti diffusi insistenti per buona parte del versante orografico destro. Il dissesto interessa le pareti rocciose tra il Corno Birone e il Ceppo di Forcola. Per di più il P.A.I. perimetra un'area compresa tra la quota 500 m s.l.m. fino alla cresta come zona di frana quiescente.

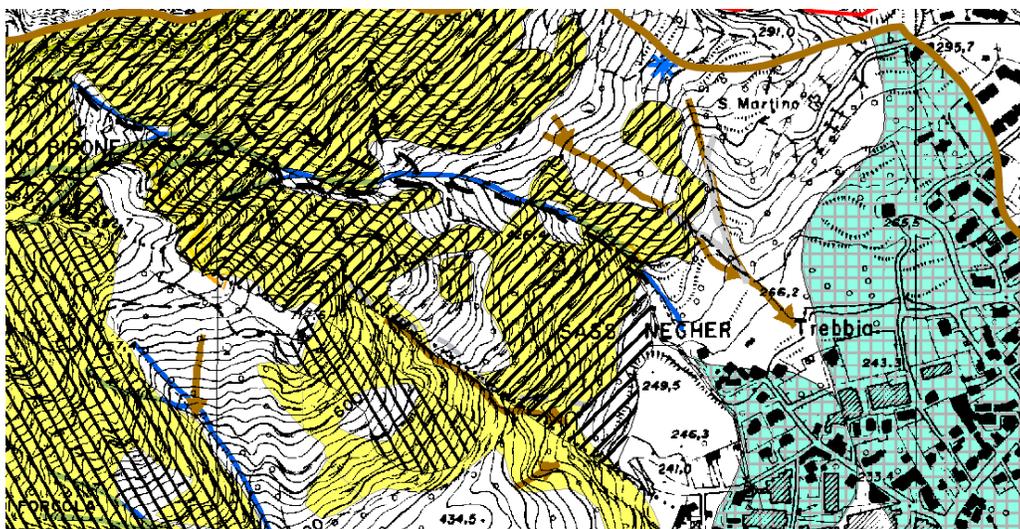
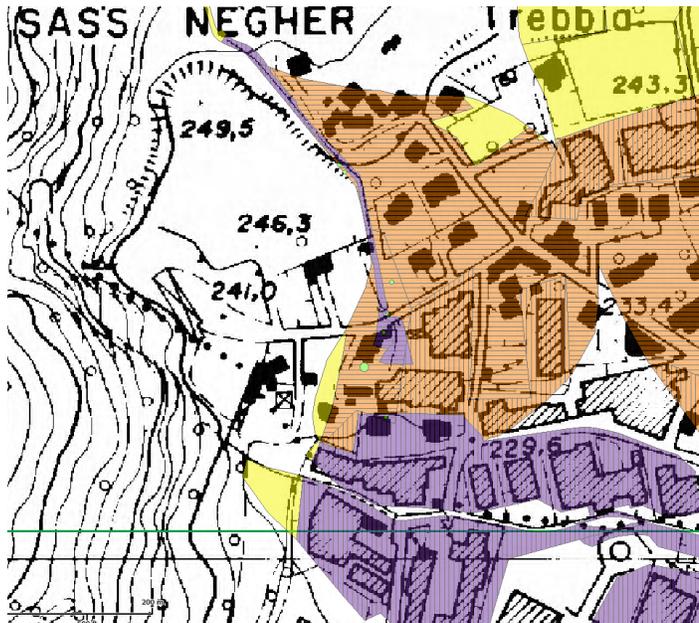


Figura 4: estratto carta della dinamica geomorfologica.

Il bacino idrografico che si sviluppa dal versante Est del Corno Birone e insiste sulla località Negher (figura 4) secondo l'I.F.F.I. risulta interessato da una vasta area soggetta a crolli e ribaltamenti diffusi rimarcato dal P.A.I. classificando l'areale come zona di frana attiva. Per di più lungo gli impluvi sono cartografati alcuni fenomeni di colata detritica a carattere quiescente.

2.4 Elementi di rischio interferenti con il R.I.M.

Di seguito si riportano i riferimenti delle aree di rischio desunte dal Piano di Gestione delle Alluvioni classificate come R3 e R4. Per le aree di rischio R1 e R2 si rimanda alla lettura della tavola T3 della monografia di bacino.



Il torrente Trebbia si sviluppa dal versante Est del Corno Birone fino alla località Sass Negher.

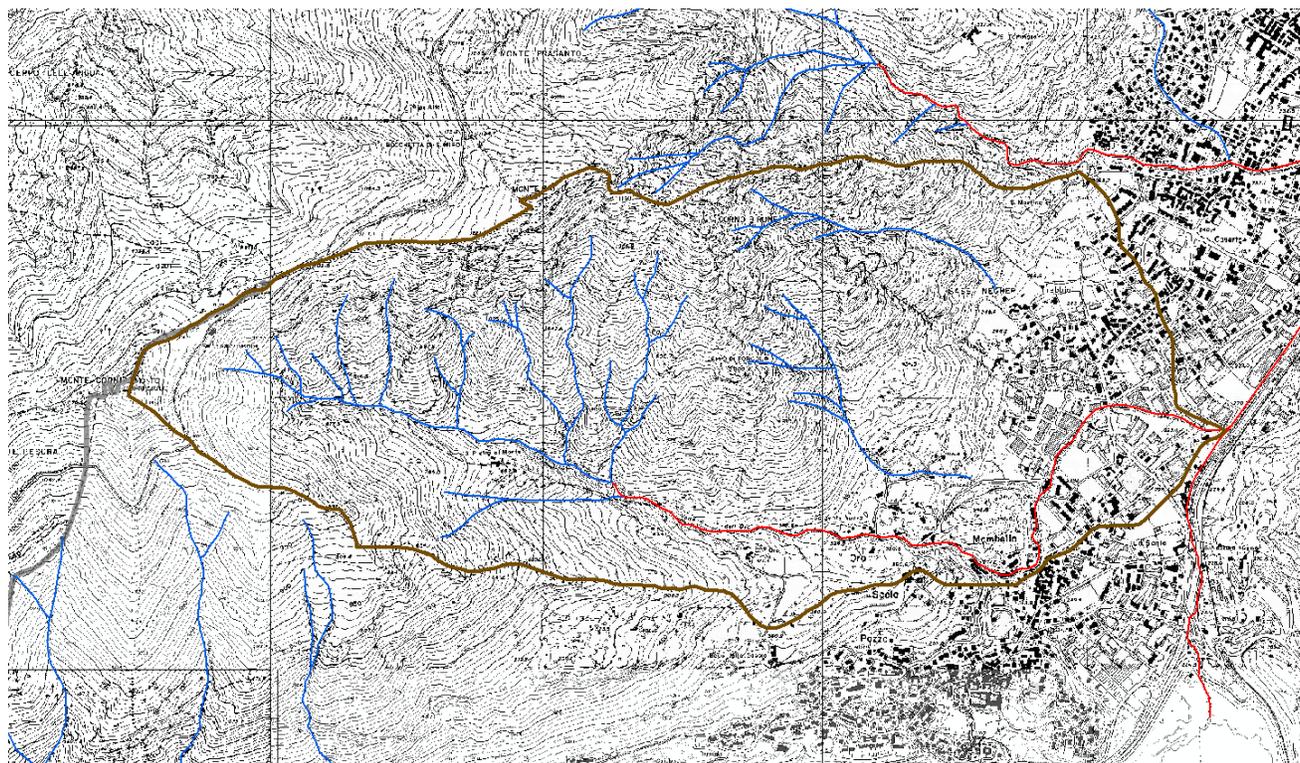
In particolare il tratto terminale risulta a cielo aperto e la sezione idraulica appare limitata e confinata da argini artificiali che delimitano le proprietà in fregio. La parte finale è tombata e scorre sotto il piano di calpestio di una zona a destinazione artigianale/industriale.

Il corso d'acqua si immette nel Rio Sole attraverso un tratto tombinato a sua volta cartografato come area R4 a rischio molto alto presumibilmente a causa della limitata sezione dell'alveo.

Figura 5: estratto dal geoportale Regione Lombardia-(aggiornamento novembre 2016).

3.0 INQUADRAMENTO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL BACINO

La superficie del bacino del torrente Valle di Toscio è pari 4,70 km², l'asta principale del torrente si snoda per una lunghezza di 4,40 km con una pendenza media del 17,7 %, il bacino idrografico parte da una quota massima di 1259,7 m s.l.m. fino a 222 m s.l.m., in corrispondenza dello sbocco nel fiume Rio Torto. L'altitudine media del bacino risulta essere di 706,39 m s.l.m.



Estratto CTR – Bacino idrografico del torrente Valle di Toscio

TEMPO DI CORRIVAZIONE DEL BACINO

Per il calcolo della portata di massima piena è stato innanzitutto stimato il tempo di corrivazione, utilizzando la formula di Giandotti, la quale è in funzione della superficie del bacino idrografico (S) in km², della quota media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (H) espressa m e della lunghezza dell'asta principale (L) in km.

$$T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(H_m - H_o)}}$$

Il tempo di corrivazione nel caso del torrente Valle di Toscio è risultato essere pari a 0,87 ore.

PREVISIONE DEGLI AFFLUSSI

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è stata effettuata attraverso la determinazione della curva di possibilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione h

alla sua durata d , per un assegnato tempo di ritorno T . La curva di possibilità pluviometrica è comunemente espressa da una funzione del tipo:

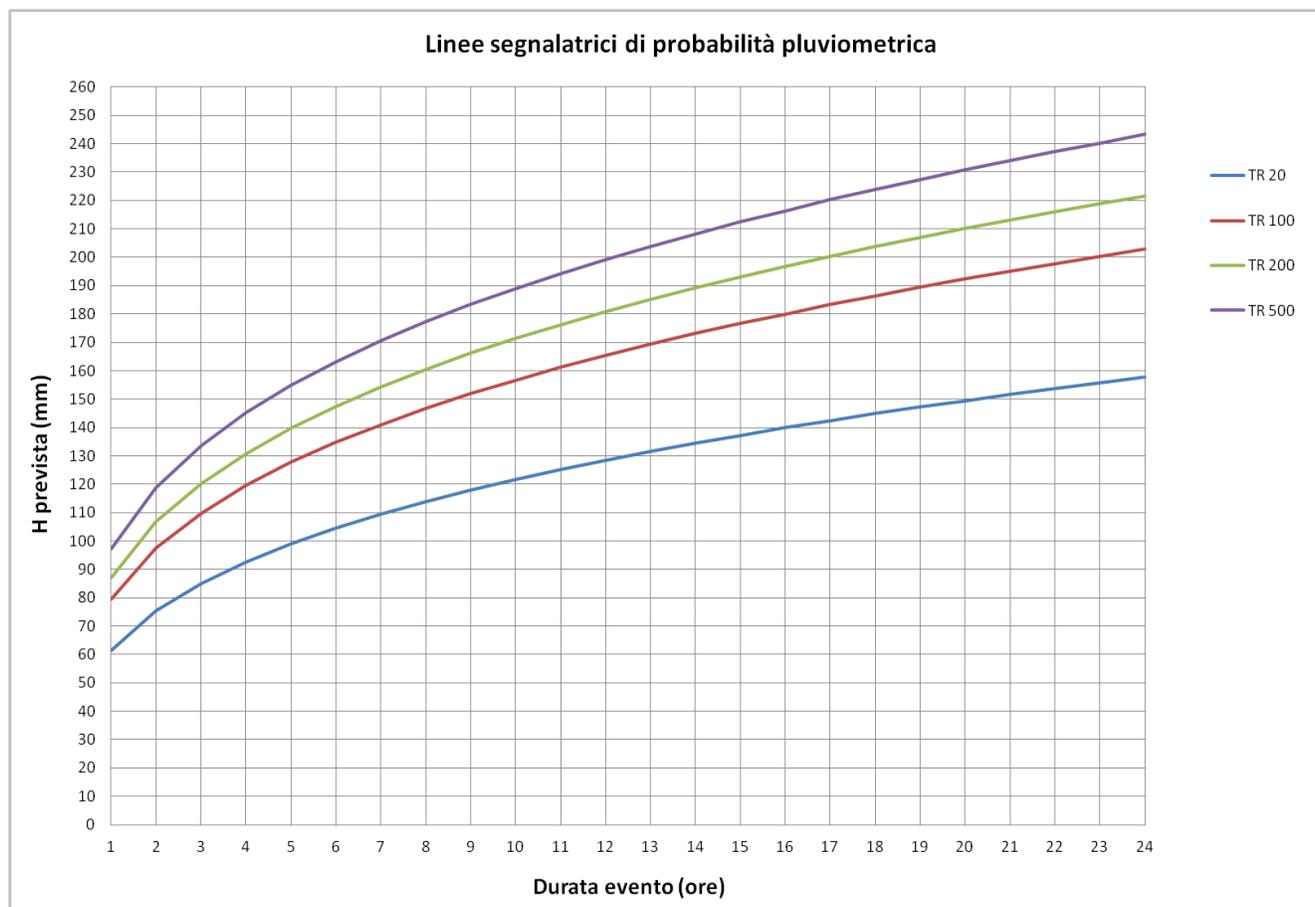
$$h(d,T) = a d^n$$

in cui i parametri a ed d dipendono dallo specifico tempo di ritorno T considerato.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica è stata effettuata sulla base dei i parametri stimati dall'Autorità di Bacino ed in particolare dall'allegato 3 alla Direttiva PAI: *Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense*. Sono state dapprima identificate le celle del reticolo chilometrico di riferimento all'interno delle quali è contenuto il bacino idrografico e poi sono stati individuati per tali celle i parametri a e n delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni.

CELLA PAI	a Tr20	nTr20	aTr100	nTr100	aTr200	nTr200	aTr500	nTr500
DI63	63,19	0,322	81,16	0,321	88,78	0,321	98,89	0,32
DI62	62,04	0,329	79,31	0,326	86,64	0,326	96,35	0,325
DJ63	62,72	0,319	80,69	0,317	88,32	0,317	98,43	0,316
DJ62	61,76	0,325	79,19	0,322	86,58	0,321	96,39	0,32

Parametri a e n per le celle del reticolo chilometrico del bacino del torrente Valle di Toscio



Curve di possibilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni – Bacino del Valle di Toscio

La durata critica dell'evento meteorico è stata assunta pari al tempo di corrivazione T_c del bacino. Per tale tempo di progetto per il bacino in esame sono stati ottenuti i seguenti valori di massima precipitazione espressi in mm:

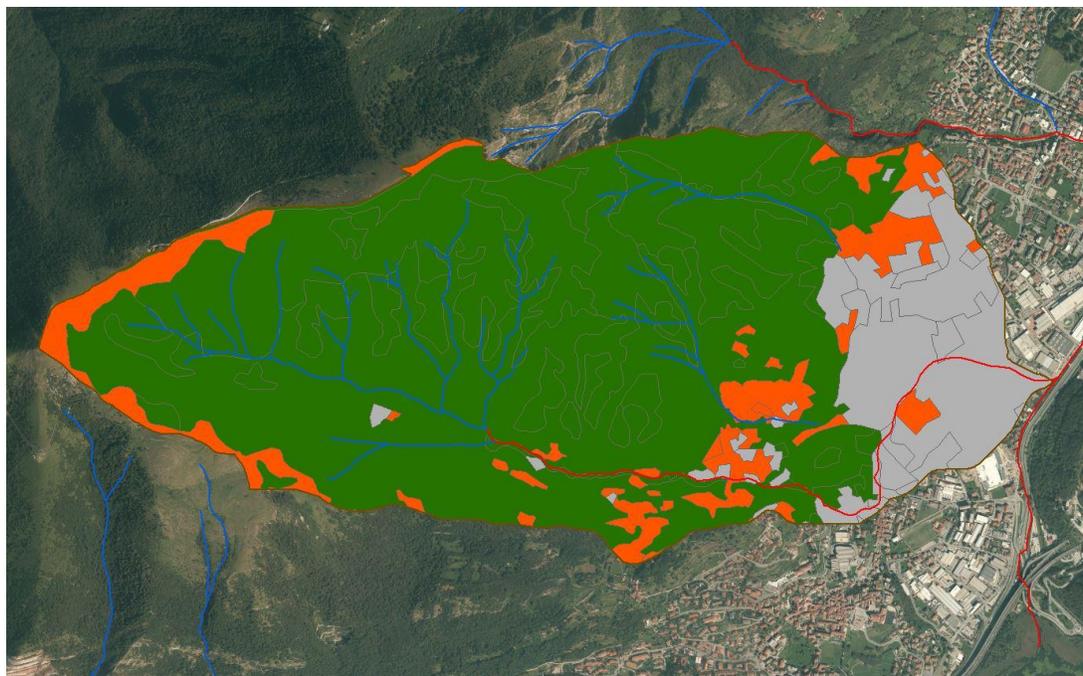
T	h(t)
20	59,60
100	76,49
200	83,65
500	93,16

Altezza di pioggia per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni (durata critica = T_c)

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Per il calcolo del coefficiente di deflusso è stato utilizzato un valore medio pesato sulle diverse aree che caratterizzano il bacino. Sulla base dei dati DUSAF relativi all'uso del suolo forniti dal Geoportale di Regione Lombardia, è stato possibile suddividere il bacino in tre diverse aree:

- CLASSE 1 - AREE ANTROPIZZATE, per la quale il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,75;
- CLASSE 2 - AREE AGRICOLE, per la quale il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,40;
- CLASSE 3 - TERRITORI BOSCATI E AMBIENTI SEMINATURALI, per la quale il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,30.



Suddivisione del bacino idrografico in aree in base all'uso del suolo

Come si può notare dall'immagine sovrastante, il bacino idrografico del torrente Valle di Toscio nella sua parte alta e nella parte media è caratterizzato in prevalenza da territori boscati e seminaturali, mentre nella parte bassa è caratterizzato da zone urbanizzate e terreni destinati all'agricoltura.

I valori di superficie delle tre diverse categorie DUSAF e conseguentemente il valore del coefficiente c per l'intero bacino sono sintetizzati dalla seguente tabella:

	A (km ²)	c
Area urbanizzata	0,67	0,75
Area agricola	0,47	0,40
Area boscata	3,66	0,30
Media pesata sull'area →	0,37	

Calcolo del coefficiente di deflusso c

PORTATE DI MASSIMA PIENA

Per la stima della portata liquida si è utilizzata la formula del Metodo Razionale:

$$Q = 0,28 \cdot c \cdot i \cdot A$$

in cui c è il coefficiente d'afflusso caratteristico del bacino idrografico, i è l'intensità della pioggia corrispondente alla durata critica, ovvero alla durata che dà luogo al massimo valore della portata al colmo (mm/h), A è la superficie complessiva del bacino idrografico (km²).

La portata solida è invece stata calcolata mediante le formulazioni di:

- Smart & Jaegge (applicabile per 3% < if < 20%)
- Richenmann (applicabile per 7% < if < 20%)
- Mizuyama e Shimohigashi (applicabile per 10% < if < 20%)
- Mizuyama (applicabile per 10% < if < 20%)

le quali legano la portata solida della corrente alla sua portata liquida Q_{LIQ} e alla pendenza media del fondo if .

Le formulazioni sopracitate sono state utilizzate in funzione del loro campo di applicabilità, considerando che la pendenza media del torrente Valle di Toscio risulta essere del 17,7%, e adottando per il calcolo della portata complessiva il valor medio dei risultati delle diverse formule. Sono stati dunque ottenuti i seguenti valori di portata complessiva solido-liquida (si noti che per portate al colmo con tempo di ritorno di 20 anni, il trasporto solido si considera trascurabile):

TR	Q_{LIQ} (m ³ /s)	Q_s (m ³ /s)	Q_{TOT} (m ³ /s)
20	33,63	-	33,63
100	43,16	8,38	51,54
200	47,20	9,16	56,36
500	52,56	10,20	62,77

Valori di portata al colmo per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni