

Regione Piemonte

Città Metropolitana di Torino



## COMUNE DI BUSSOLENO

### PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE VARIANTE STRUTTURALE N.1 Ai sensi della L.R. 56/77 e s.m.i Art.17 c.4

*MODIFICHE ALLA CARTA DI SINTESI DEL PRG A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE  
DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9BIS DELLA LEGGE  
URBANISTICA REGIONALE N.56/77 SUGLI AMBITI INTERESSATI DALL'EVENTO  
ALLUVIONALE DEL 7 GIUGNO 2018*

*Aggiornamento post-evento alluvionale del 07/06/2018 in Comba delle Foglie*

PROGETTO DEFINITIVO

Adottato con Delibera C.C. n. del \_ / \_ / \_\_\_\_

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

COMMITTENTE

## RELAZIONE GEOLOGICA

*Elaborazioni cartografiche precedenti all'evento del 07/06/2018 redatte da SEA Consulting S.r.l. (Dott. Geol. Dario FONTAN)*

Elaborato	Scala
1	-
CODICE: 18028-C07-3	
REVISIONE	DATA
0	OTT.2020
1	FEB.2022
2	GIU.2022
3	NOV.2023



**CONSULENTI:**

**Dott. Geol. Mauro CASTELLETTO**



EDes Ingegneri Associati P.IVA 10759750010  
Via Postumia 49, 10142 Torino Tel. +39 011.0262900 Fax. +39 011.0262902  
www.edesconsulting.eu edes@edesconsulting.eu



## **COMUNE DI BUSSOLENO**

# **MODIFICHE ALLA CARTA DI SINTESI DEL PRG A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9BIS DELLA LEGGE URBANISTICA REGIONALE N.56/77 SUGLI AMBITI INTERESSATI DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7 GIUGNO 2018**

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

---

### **INDICE**

1. <i>PREMESSA</i> .....	1
2. <i>DESCRIZIONE DELL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 07 GIUGNO 2018</i> .....	3
3. <i>INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DEL BACINO DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE</i> .....	4
3.1. <i>IL SETTORE A MONTE DELL'APICE DI CONOIDE</i> .....	4
3.2. <i>IL CONOIDE DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE</i> .....	8
4. <i>CARATTERISTICHE DELL'EVENTO METEOPLUVIOMETRICO DEL 07 GIUGNO 2018</i> .....	10
5. <i>CAUSE DEL DISSESTI IN COMBA DELLE FOGLIE DEL GIUGNO 2019</i> .....	12
6. <i>IL SITO IN OGGETTO E IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONALE (PGRA)</i> .....	14
7. <i>OPERE DI SOMMA URGENZA REALIZZATE PER IL CONTENIMENTO DEL TRASPORTO SOLIDO IN APICE CONOIDE</i> .....	15
8. <i>VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL DISSESTO RESIDUO A SEGUITO DELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI SOMMA URGENZA</i> .....	18
8.1. <i>ANALISI DEI RISULTATI 2D – DEBRIS FLOW NELLE CONDIZIONI ANTE OPERA</i> .....	19
8.2. <i>ANALISI DEI RISULTATI 2D – DEBRIS FLOW NELLE CONDIZIONI POST OPERA</i> .....	20

8.3.	EVENTO DEL 7-6-2018 (TR 20-50 ANNI) .....	21
8.4.	EVENTO TR 200 ANNI .....	23
8.5.	PROPOSTE DI CARTE DI PERICOLOSITÀ .....	24
8.6.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO SUL DISSESTO RESIDUO .....	26
9.	<i>PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DI SINTESI DEL PRG A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9BIS DELLA L.R. 56/77 .....</i>	<i>27</i>
10.	<i>CRONOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI .....</i>	<i>30</i>
10.1.	OPERE DI RIASETTO A MONTE DELL'APICE DI CONOIDE .....	30
10.2.	OPERE DI RIASETTO A VALLE DELL'APICE DI CONOIDE .....	31
	<i>ALLEGATO 1 – CARTA DELL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 07/06/2018 NEL BACINO DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE, ALLA SCALA 1:10.000 .....</i>	<i>35</i>
	<i>ALLEGATO 2 – PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DI SINTESI DEL P.R.G. A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DIE PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9 BIS DELLA L.R. 56/77 (AREA CONOIDE DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE), ALLA SCALA 1:5.000 .....</i>	<i>36</i>

#### **ALLEGATI:**

**Allegato 1:** Carta dell'evento alluvionale del 07/06/2018 nel bacino del Rio Comba delle Foglie, alla scala 1:10.000.

**Allegato 2:** Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77 (Area conoide del Rio Comba delle Foglie), alla scala 1:5.000.

**Elaborato 2:** Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°Ia (modificata ed aggiornata a seguito del dissesto avvenuto in data 07/06/2018), alla scala 1:10.000;

**Elaborato 3:** Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°Ib (modificata ed aggiornata a seguito del dissesto avvenuto in data 07/06/2018), alla scala 1:5.000;

**Elaborato 4:** Carta della pericolosità del fondovalle - Tavola n°VIII (modificata ed aggiornata a seguito del dissesto avvenuto in data 07/06/2018), alla scala 1:10.000;

**Elaborato 5:** Cartografia con indicazione delle opere del cronoprogramma nell'area di conoide del Rio Comba delle Foglie, alla scala 1:2.000.

**Elaborato 6:** Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77, alla scala 1:10.000;

**Elaborato 7:** Scheda Conoide Rio Comba delle Foglie.

## 1. PREMESSA

Il comune di Bussoleno (TO) è dotato di piano regolatore adeguato al PAI (Piano per l'Assetto Idrogeologico) approvato con DGR n°21-11637 del 22/06/2009.

Alcune aree in sponda sinistra del Fiume Dora Riparia sono state interessate dall'evento calamitoso sviluppatosi in corrispondenza del conoide del Rio Comba delle Foglie (Borgata San Lorenzo) in data 07 giugno 2018. Una serie di aree interessate dall'evento ricadono in Classe II (che identifica le *"...porzioni di territorio nelle quali esistono condizioni di moderata pericolosità geomorfologica...che possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione e il rispetto di modesti accorgimenti tecnici...nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo circostante..."*) ai sensi della Circolare PGR n°7/LAP/96 e successiva Nota Tecnica esplicativa del 1999. Le valutazioni effettuate dal Settore Geologico della Regione Piemonte hanno evidenziato che *"tali classificazioni non risultano congruenti con le effettive condizioni di pericolosità emerse nel corso dell'evento alluvionale del giugno 2018 e non sono in grado, pertanto, di disciplinare in modo corretto ed in sicurezza l'utilizzo urbanistico del territorio"*. Pertanto, *"risulta in particolare necessario adottare in tali zone provvedimenti tesi a prevenire la realizzazione di interventi edilizi non compatibili con i livelli di pericolosità riscontrati durante l'evento alluvionale del giugno 2018"*.

A seguito di tale situazione la Regione Piemonte con la DGR n°23-7178 del 06/07/2018 ha provveduto ad applicare, i provvedimenti cautelari di inibizione e sospensione di cui all'art. 9 bis della Legge Regionale 5 dicembre 1977 n. 56 e successive modifiche ed integrazioni alle porzioni di territorio del Comune di Bussoleno interessate dall'evento alluvionale del 7 giugno 2018. L'ambito territoriale di applicazione dell'art. 9 bis della Legge Regionale 56/1977 è riportato nella Figura 1. Inoltre, nella stessa DGR n°23-7178 del 06/07/2018 sono stati individuati gli interventi edilizi ed urbanistici ammessi nelle aree interessate dai provvedimenti cautelari di cui sopra in assenza di adeguamento degli strumenti urbanistici.

In particolare, la *"Normativa relativa ai tipi di intervento edilizi e urbanistici ammessi nelle aree interessate dai provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della Legge Regionale 5 dicembre 1977, n. 56 e successive modifiche ed integrazioni"* predisposta dalla Regione Piemonte, in assenza di adeguamento dello strumento urbanistico e fatte salve le normative tecniche sovraordinate, prevede che gli interventi ammessi durante la vigenza dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della legge urbanistica regionale n. 56/1977 nelle aree oggetto di perimetrazione sono i seguenti:

- 1) *Interventi di ripristino delle opere di difesa;*
- 2) *Interventi idraulici e di sistemazione ambientale atti a ridurre il rischio idraulico;*
- 3) *Gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;*
- 4) *La ristrutturazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato del dissesto;*
- 5) *Relativamente ai fabbricati esistenti sono ammessi, ove coerenti con lo strumento urbanistico vigente:*
  - a) *manutenzione ordinaria;*
  - b) *manutenzione straordinaria limitatamente al solo rifacimento delle coperture o integrare i servizi igienico-sanitari;*
  - c) *demolizione senza ricostruzione.*

### **Note**

*I tipi di intervento indicati nel presente documento sono definiti dall'art. 13 della Legge Regionale n.56/1977. Si specifica che gli interventi edilizi ammessi dal presente allegato valgono per le opere pubbliche e private, sia per gli interventi già autorizzati che per le istanze di trasformazione urbanistica o edilizia ancora da autorizzare e che eventuali interventi in corso di realizzazione dovranno essere sospesi se in contrasto con quelli consentiti dal presente allegato.*

Si ricordano i contenuti del comma 2 dell'art. 9 bis della legge regionale 56/77, secondo il quale i provvedimenti di cui al comma 1 del medesimo articolo hanno efficacia sino all'adozione delle varianti al PRG o alla pianificazione sovraordinata settoriale (PAI, PGRA), elaborate tenendo conto della calamità naturale e del dissesto idrogeologico accertato nell'evento, e comunque per un periodo non superiore a trentasei mesi dalla loro adozione.

Si ricorda, infine, che le aree perimetrare ai sensi dell'art. 9 bis della legge regionale 56/1977 dovranno essere inserite nel piano comunale di Protezione Civile che dovrà garantire la tutela della incolumità pubblica e privata. Tale Piano dovrà comunque essere aggiornato a seguito della revisione dello strumento urbanistico ed essere con questo coerente ai sensi del "Codice della Protezione Civile" approvato con D.Lgs 31/01/2018, n. 1.

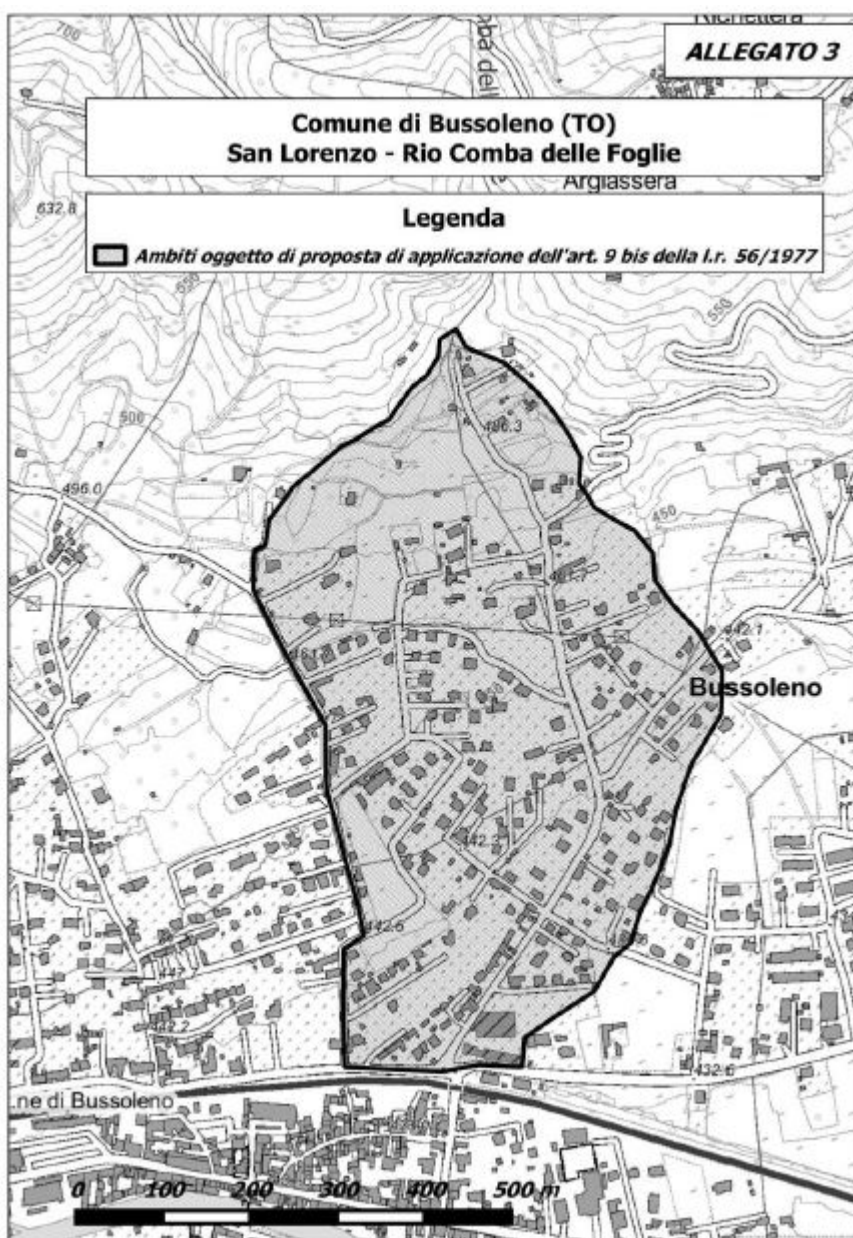


Figura 1: stralcio cartografico con indicazione degli ambiti oggetto di proposta di applicazione dell'art. 9 bis della L.R. 56/77

Dopo l'evento del giugno 2018 e la pubblicazione della DGR n°23-7178 del 06/07/2018 l'Amministrazione Comunale di Bussoleno si è immediatamente attivata al fine di:

- eseguire subito i lavori di somma urgenza per la rimozione del materiale depositatosi in occasione dell'evento alluvionale;
- predisporre un progetto con indicate le opere da realizzare al fine di mitigare i danni che si potrebbero sviluppare a seguito di un evento di importanza analoga a quello avvenuto nel giugno 2018.

## **2. DESCRIZIONE DELL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 07 GIUGNO 2018**

Nell'autunno 2017 ampi settori di versante a monte degli abitati dei Comuni di Bussoleno, Chianocco, Mompantero, Novalesa, Susa e Venaus, nella media Valle di Susa (TO) furono interessati da gravi incendi che provocarono diffusi denudamenti delle coperture boschive.

Nella successiva primavera del 2018 le precipitazioni nella valle, così come su gran parte del territorio piemontese, hanno di gran lunga superato le medie annuali.

L'associazione delle due circostanze sopra indicate, predisponente la prima ed innescante la seconda, ha prodotto nella zona numerosi di fenomeni di instabilità che configurano condizioni di rischio per gli abitati, in particolare nei comuni di Mompantero, Bussoleno e Chianocco.

L'episodio più grave si è verificato a Bussoleno ove, a seguito delle piogge intense a carattere temporalesco, il giorno 7 giugno 2018 si è verificato un fenomeno di mud-debris flow in corrispondenza del bacino del Rio delle Foglie, sito nel comune di Bussoleno (TO) nella media-bassa Valle di Susa, che ha raggiunto il centro abitato intorno alle 12:30 UTC (14:30 ora locale).

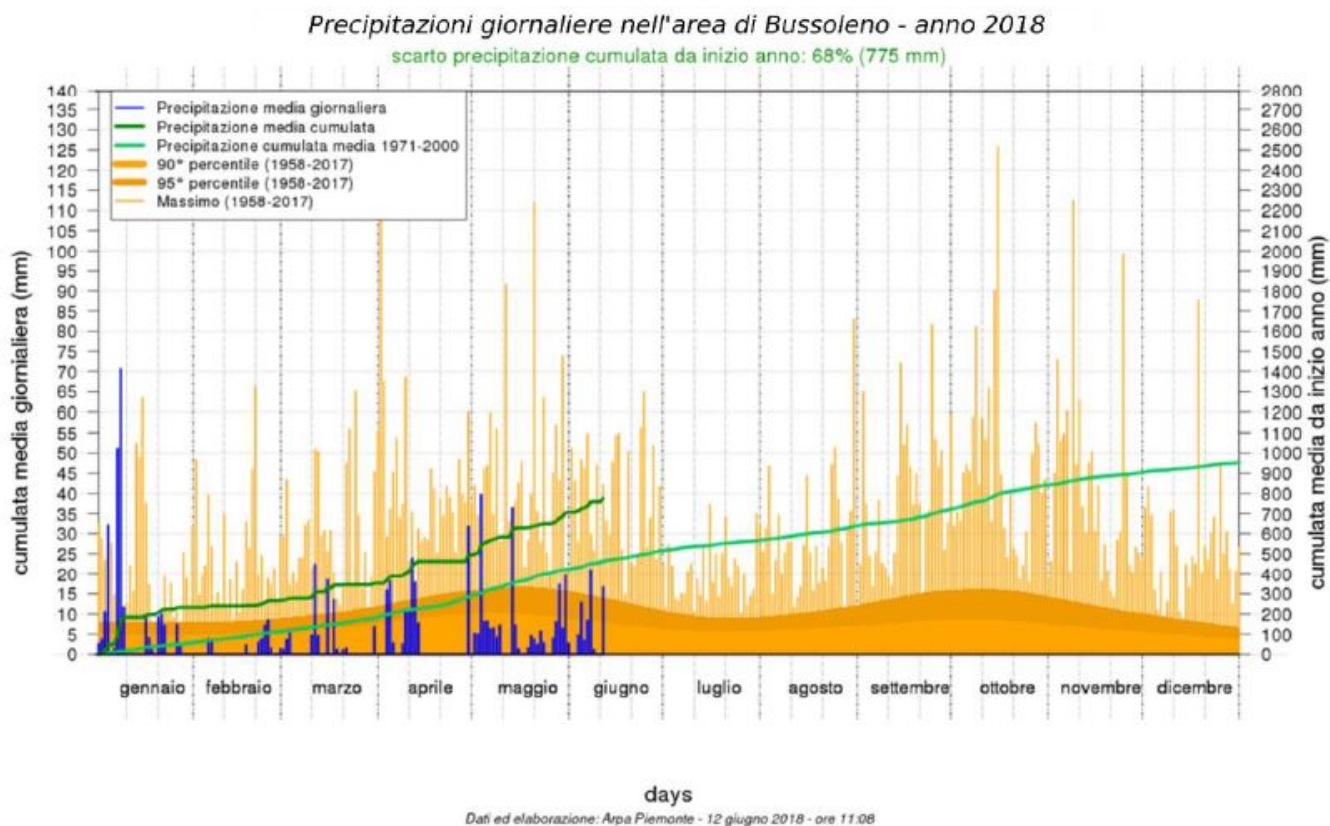
La colata di fango e detriti ha interessato parte dell'abitato, che sorge sull'apparato di conoide di fondovalle, tra la Località San Lorenzo e il sottopasso della ferrovia Bardonecchia-Torino. Alcune delle abitazioni più prossime alla zona di apice del conoide sono state gravemente danneggiate, mentre buona parte della Frazione San Lorenzo ha subito diffusi fenomeni di alluvionamento e allagamento.

Si tratta di un fenomeno di mud-debris flow, ovvero una miscela con prevalenza di particelle fini (matrice sabbiosa-limosa con ghiaia più cenere come residuo combusto) con all'interno e in parte anche subordinati ciottoli e massi fino al metro cubo, nonché una rilevante quantità di materiale vegetale flottante, compresi rami e tronchi di rilevanti dimensioni.

Nel corso del mese precedente al dissesto altri fenomeni di esondazione e alluvionamento in conoide di minore entità, legati alle diffuse precipitazioni temporalesche di questo periodo (Figura 2), hanno interessato il bacino.

Gli eventi più significativi sono stati registrati nei giorni 29 aprile, 2 maggio, 9 maggio e 13 maggio, quando, in seguito a precipitazioni a carattere temporalesco, sono state interessate varie strade del paese, tra cui Via Camposciutto e Via San Lorenzo. In occasione di tutti gli eventi sopra indicati, ad esclusione dell'evento del 9 maggio, sono avvenuti allagamenti e alluvionamenti con trasporto di materiale fine, grossolano e materiale vegetale flottante. Solo durante l'evento del 9 maggio sono stati registrati prevalentemente fenomeni di allagamento, con modesto trasporto di materiale solido.

Dall'analisi della banca dati eventi di Arpa Piemonte non risultano segnalazioni di ulteriori fenomeni significativi nel passato lungo l'apice del conoide del Rio Comba delle Foglie, come anche confermato dai funzionari tecnici dell'amministrazione comunale. Antecedentemente agli incendi dell'autunno 2017, si erano esclusivamente registrati casi di allagamento della sede stradale di Via San Lorenzo, ma senza significativo trasporto di materiale solido.



**Figura 2:** Andamento giornaliero delle precipitazioni in media Valle di Susa nel 2018 rispetto alla norma climatica 1971-2000. Dati ed elaborazione Arpa Piemonte.

### 3. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DEL BACINO DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE

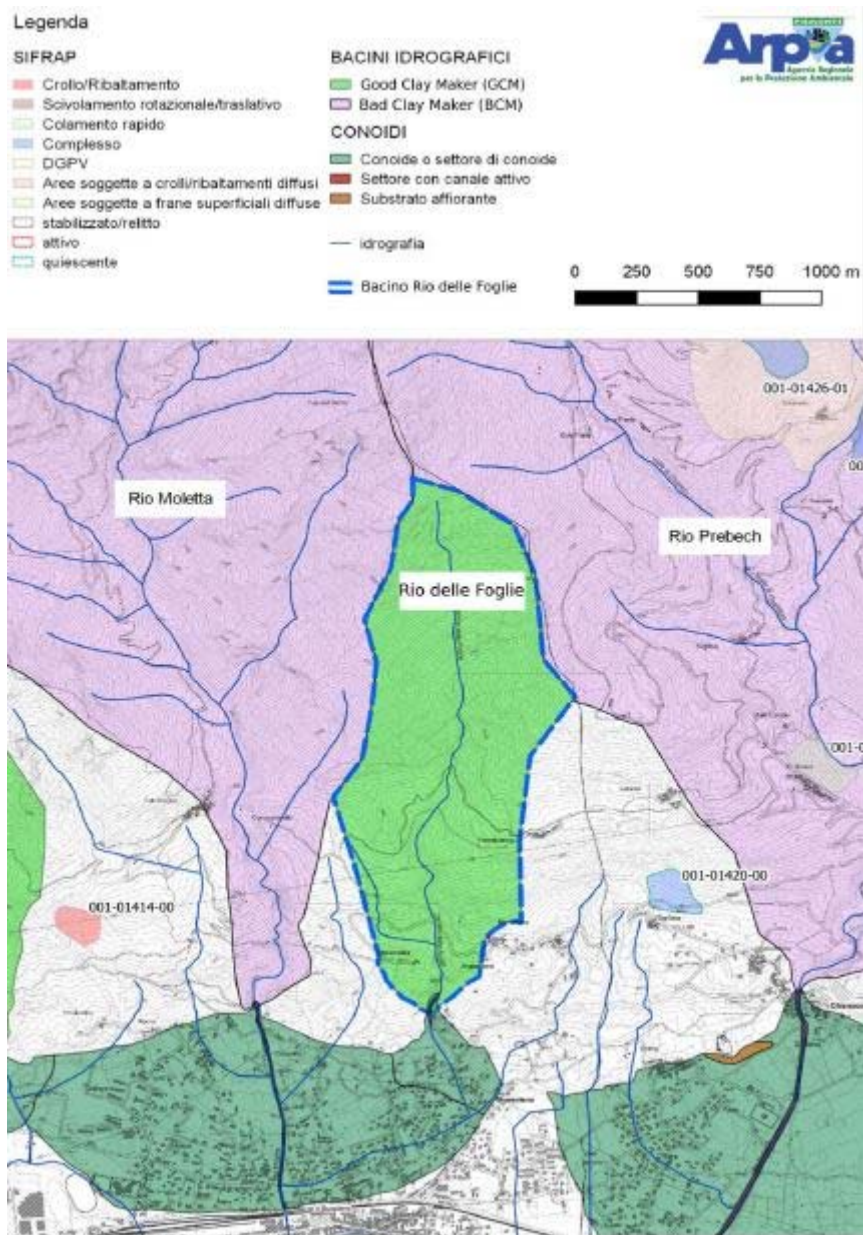
Il Bacino del Rio Comba delle Foglie è collocato in sinistra orografica del Fiume Dora Riparia, ad Ovest delle Frazioni Argiassera e Ricchetta, ed è suddiviso in due zone nettamente distinte:

- un settore elevato, a monte dell'apice del conoide;
- il conoide inferiore che caratterizza il settore urbanizzato del bacino.

#### 3.1. IL SETTORE A MONTE DELL'APICE DI CONOIDE

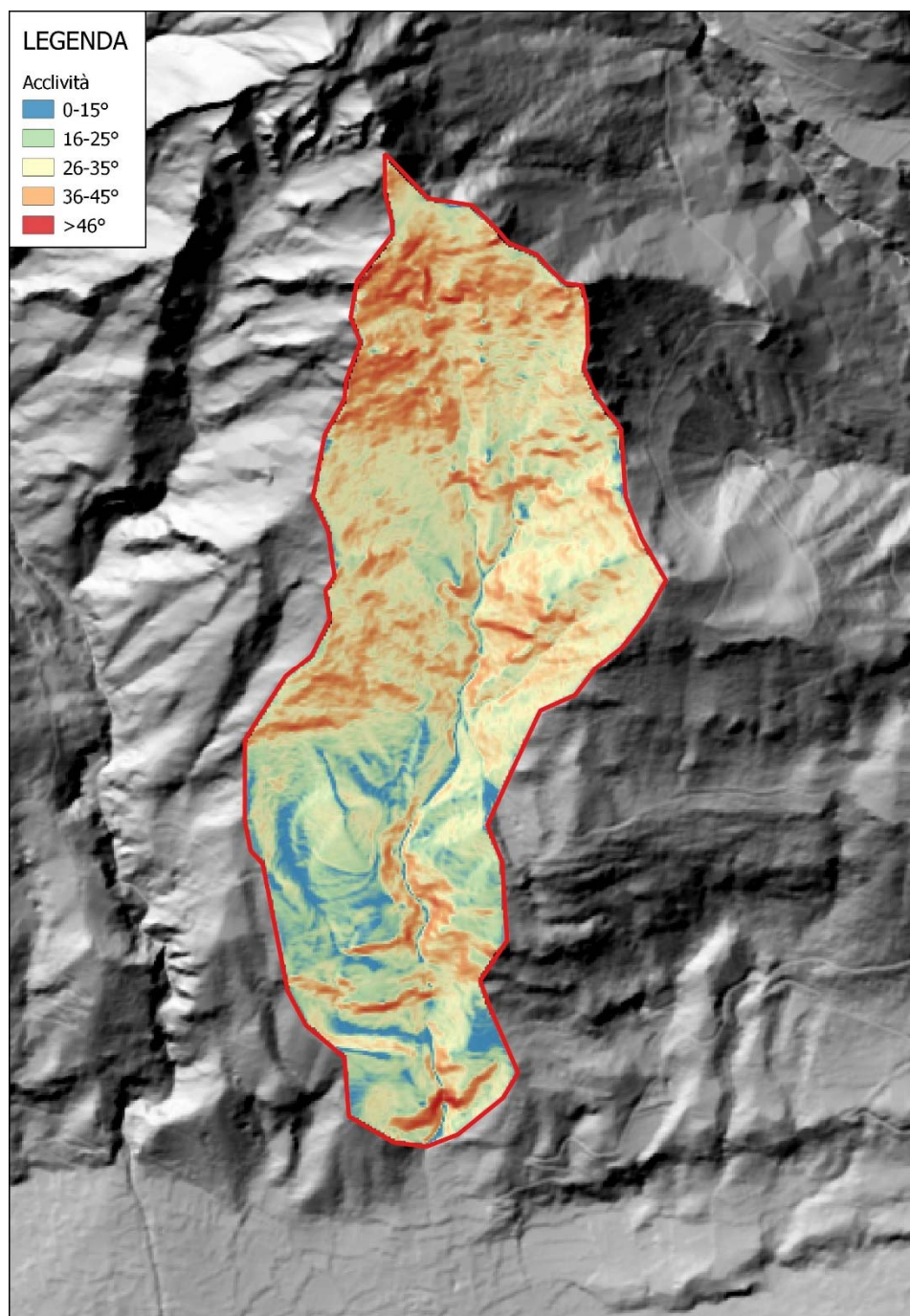
Il bacino del Rio Comba delle Foglie a monte dell'apice del conoide ed è impostato su un basamento roccioso appartenente al complesso tettonometamorfico del Massiccio Dora-Maira, in particolare sulle unità della copertura metasedimentaria carbonatica costituita da marmi e calcescisti carbonatici. In base alla litologia prevalente che lo costituisce (rocce carbonatiche), il bacino è classificato come Good Clay Maker (GCM) in accordo con la classificazione adottata in Piemonte basata sul Clay Weathering Index (CWI), proposto da Tiranti et al. (2014) (Figura 3) e di quanto indicato dal Geoportale dell'Arpa Piemonte (Geoviewer 2D).





**Figura 3:** Quadro generale dei dissesti e classificazione del bacino in base alla litologia (Fonte: Banca dati SICON e SIFRAP, Arpa Piemonte). Stralcio ripreso da "Rapporto evento del 07/06/2018. Colata detritica nel Comune di Bussoleno", redatto da Arpa Piemonte.

Questo settore di bacino si estende dalla quota di circa 498 m slm (apice conoide) a circa 1790 m slm (testata del bacino, poco a valle del Truc del Vento), ha un'estensione di circa 1.37 Km<sup>2</sup> ed è caratterizzato da pendenze elevate, generalmente superiori ai 30° (Figura 4).



**Figura 4:** Stralcio carta delle acclività del bacino superiore del Rio Comba delle Foglie, su base DTM Regione Piemonte.

Il corso d'acqua che lo attraversa con andamento da Nord verso Sud è caratterizzato da un alveo di tipo monocursale ad andamento debolmente sinuoso ed incide prevalentemente detrito di versante e localmente, nella parte bassa il substrato roccioso.

Nella seguente tabella sono elencate le principali caratteristiche fisiografiche del bacino del Rio Comba delle Foglie, come indicate anche nella Relazione Geologica (Dicembre 2008) allegata al P.R.G.C. del Comune di Bussoleno.

Quota massima	1790 m
Quota minima	498 m
Area bacino	1.3 km <sup>2</sup>
Indice di Melton	1.13
Pendenza media del versante	32°
Pendenza media dell'asta principale	28.9°
Percentuale di affioramento del basamento roccioso	16%
Percentuale di area in frana *	0.05%
Percentuale di depositi glaciali indifferenziati **	24%

\*: rispetto all'area del bacino;

\*\* : rispetto all'area dei depositi quaternari.

Nella parte alta il reticolo è abbastanza sviluppato con varie aste minori che incidono depositi detritici di versante; nella parte medio-bassa il reticolo risulta invece meno sviluppato e con andamento condizionato dall'assetto geologico-strutturale, dall'attraversamento di salti rocciosi e gradini morfologici caratterizzati dall'alternanza di fasce subverticali e altre meno pendenti.

Il profilo dell'incisione principale si presenta più regolare nella parte alta ed è caratterizzata dalla presenza di evidenti cambi di pendenza nella parte mediana, compresa tra gli 800 m slm e l'apice di conoide (Figura 5).



**Figura 5:** Profilo altimetrico dell'incisione principale del bacino del Rio Comba delle Foglie.

Il settore di bacino altimetricamente superiore è stato interessato da importanti incendi sia nell'anno 2003 che nel recente evento del 2017; sono pertanto presenti ampie aree prive di copertura arborea o con una

copertura vegetativa scarsa, privata di fogliame e della vegetazione di sottobosco, con il suolo completamente esposto agli agenti atmosferici.

Dalla "Carta della severità di combustione", realizzata dal Nucleo tutela forestale, ambientale e agroalimentare dei Carabinieri a seguito dell'incendio dell'autunno 2017 (Figura 6) si evidenzia che la severità dell'incendio è stata classificata come medio-alta nella porzione superiore del bacino e bassa in quella mediano inferiore.



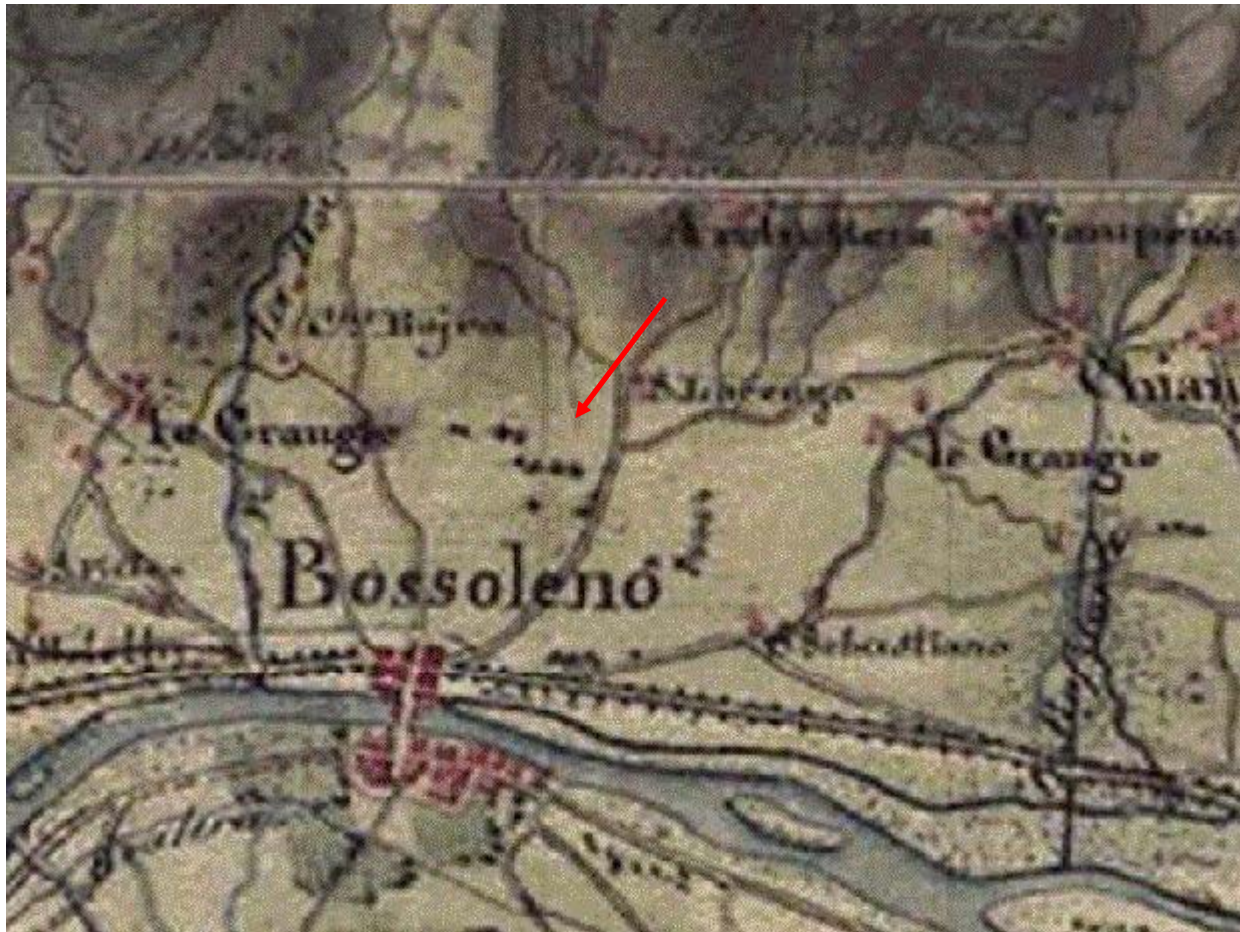
**Figura 6:** Aree del versante settentrionale della media Val di Susa e del bacino del Rio Comba delle Foglie interessate dall'incendio del 22/10/2017 (perimetrazione dell'incendio a cura del Nucleo Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare dei Carabinieri).

### 3.2. IL CONOIDE DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE

Il conoide detritico-alluvionale del Rio Comba delle Foglie si estende da quota 498 m slm (apice) a quota 432 m slm (sette settore prossimo alla linea ferroviaria Bardonecchia-Torino), con una pendenza media fra 6° e 8°.

Si tratta di un conoide abbastanza simmetrico, di modeste dimensioni, privo di canale di scarico finale anche a causa dell'elevato grado di urbanizzazione. Il corso d'acqua proveniente da monte, a carattere stagionale, prima dell'evento si presentava poco inciso e visibile solo nella zona d'apice in posizione mediana rispetto al conoide, per una lunghezza di circa 150 m e non aveva recapito diretto nella Dora Riparia, tantomeno in altro corso d'acqua limitrofo. Le acque convogliate, che si manifestavano con portate molto modeste, erano smaltite attraverso la rete irrigua. Si evidenzia che già nella cartografia della Gran Carta degli Stati Sardi di terraferma (1852) il canale di scarico del Rio Comba delle Foglie terminava nel settore mediano-apicale del sottostante conoide (Figura 7).

Soltanto il verificarsi dell'evento ha determinato la nuova incisione del conoide e la creazione nel tratto apicale di un nuovo alveo del rio, il quale però al momento si interrompe all'incirca in corrispondenza di una traversa di via San Lorenzo.

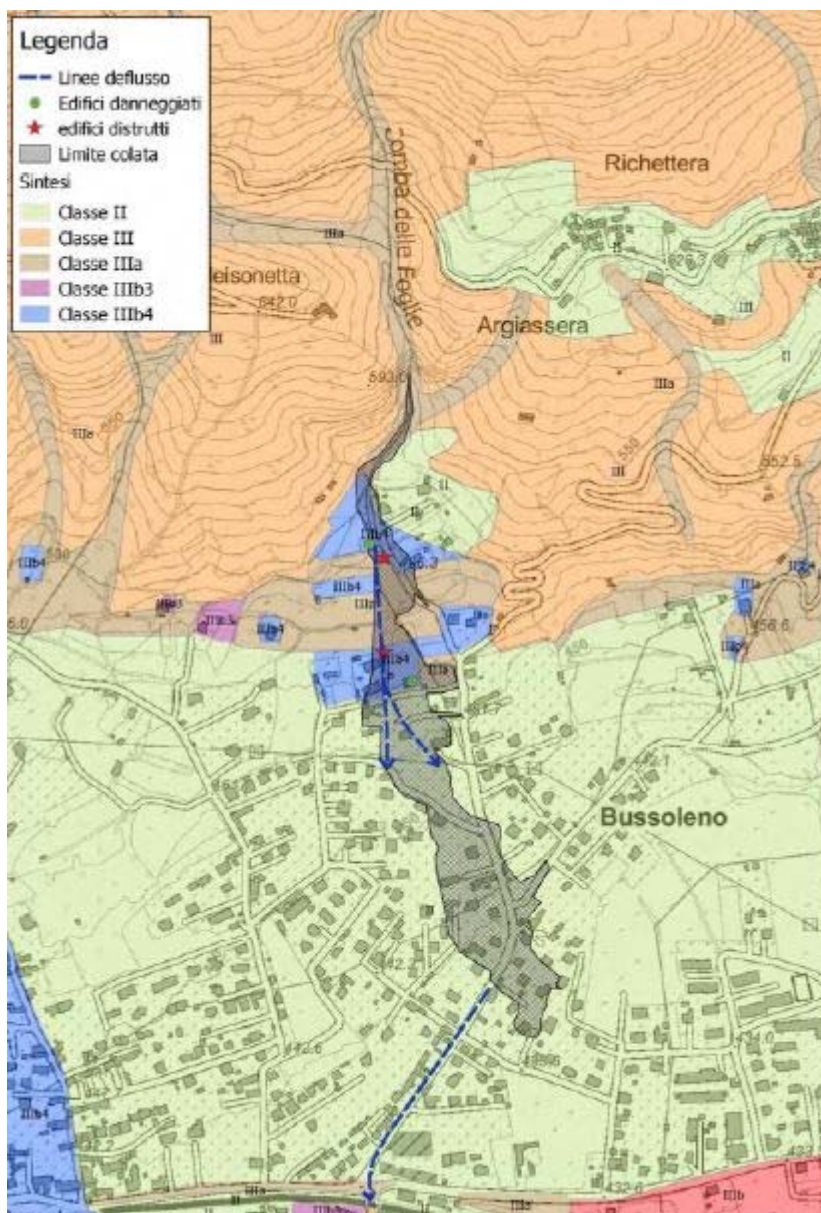


**Figura 7:** Stralcio della “Gran Carta del Regno degli Stati Sardi in terraferma” (Anno 1852) nel settore del Rio Comba delle Foglie

In riferimento alla pericolosità dell'asta e del bacino di alimentazione rispetto a fenomeni di trasporto solido intenso, anche denominati colate detritiche o debris-flow, nella relazione geologica del PRGC è riportato quanto segue: *“Il metodo empirico di Autlizky, (1980), che consente di organizzare razionalmente osservazioni fatte sul conoide senza prendere in esame il bacino di alimentazione, valuta la pericolosità di questo conoide come alta. Il numero di Melton rapportato alla pendenza del conoide in gradi indica che il processo prevalente è di tipo debrisflow (Marchi et al., 1993).”*

Pur non essendo stati segnalati danni ai fabbricati nei decenni precedenti in occasione dei principali eventi alluvionali nel territorio, risulta comunque evidente che l'assenza di un vero e proprio canale di scarico completo ha sempre determinato condizioni di elevata pericolosità soprattutto per i fabbricati e le aree collocate nel settore sommitale del conoide.

Nella carta di sintesi vigente del PRGC il settore apicale del conoide è stato, pertanto, inserito all'interno delle classi di pericolosità IIIa e IIIb, mentre la parte più distale (mediana e inferiore) fortemente urbanizzata è stata inserita in Classe II di pericolosità geomorfologica (Figura 8).



**Figura 8:** Stralcio della classificazione di sintesi vigente della pericolosità geologica del PRGC del Comune di Bussoleno con indicazione dell'area interessata dalla colata del 07/06/2018.

#### **4. CARATTERISTICHE DELL'EVENTO METEOPLUVIOMETRICO DEL 07 GIUGNO 2018**

Nel primo pomeriggio di giovedì 7 giugno, in un intervallo di tempo complessivo stimato in circa 45 minuti (nell'orario compreso tra le 14.15 -15.00, picco 14.30), una colata di fango generatasi nel bacino del Rio Comba delle Foglie a causa di un violento nubifragio ha invaso parte della sottostante Frazione S. Lorenzo nel Comune di Bussoleno. L'evento era stato preceduto da eventi minori come magnitudo ma di simile meccanismo genetico, il 29 aprile 2018 il 9 e 13 maggio 2018.

In occasione dell'evento non sono state segnalate vittime ma ingenti danni e conseguenti elevati disagi alla popolazione ivi residente. La colata di fango è giunta sino in prossimità della linea ferroviaria Bardonecchia-Torino di fondovalle.

Nel suo sviluppo, che ha complessivamente coinvolto un settore allungato in direzione nord-sud, il materiale fangoso-detritico sviluppatosi ha coinvolto, danneggiandole, alcune abitazioni, interferito pesantemente con la viabilità e le infrastrutture, e depositato una significativa quantità di detriti, dell'ordine massimo di 2 metri di spessore.

Le caratteristiche dell'evento sono state molto dettagliatamente descritte in n°2 pubblicazioni redatte rispettivamente da Regione Piemonte ("Fenomeni dissestivi in Valle di Susa (TO) del Giugno 2018 – Aggiornamento al 18/06/2018") e da ARPA Piemonte ("Rapporto evento del 07/06/2018. Colata detritica nel Comune di Bussoleno – Giugno 2018"). Dal primo documento viene ripreso quanto specificatamente indicato relativamente all'evento:

*"La zona altimetricamente superiore è stata percorsa da importanti incendi sia nell'anno 2003 che nel recente evento del 2017; sono pertanto presenti ampie aree prive di copertura arborea o con una copertura arborea scarsa, privata di fogliame e della vegetazione di sottobosco, con il suolo esposto agli elementi.*

*Le importanti precipitazioni hanno determinato nella parte alta del bacino una vasta e diffusa erosione areale, con il convogliamento nel Rio Comba delle Foglie di una importante quantità di limi e sabbie che hanno formato subito un fluido viscoplastico dalla elevata energia e capacità erosiva. Lungo l'asta questo fluido ha operato una importante azione erosiva mettendo spesso a nudo il substrato roccioso, arricchendosi progressivamente in massa ed energia anche attraverso dei temporanei blocchi e salti, arrivando quindi in conoide con una energia notevolissima.*

*Il conoide della frazione S. Lorenzo è notevolmente inurbato e privo sia di opere di salvaguardia che di un seppur minimo sistema di deflusso delle acque. Con l'arrivo della colata di fango, le abitazioni più prossime all'apice di conoide hanno subito danni molto gravi e alcuni fabbricati hanno subito una completa distruzione. La massa ha poi immediatamente perso energia espandendosi diffusamente e interessando un'area molto più ampia con energia minore. La superficie complessiva interessata dalla colata è dell'ordine dei 50.000 m<sup>2</sup> il volume totale di materiale della colata è dell'ordine dei 30.000 m<sup>3</sup>. Si è inoltre riformato un parziale canale di deflusso, verosimilmente nella stessa sede ove era ubicato l'originario canale di conoide.*

*L'evoluzione della colata detritica ha comportato: la distruzione di due fabbricati; gravi danni strutturali ad altre due; danni funzionali ad una dozzina di fabbricati; l'interruzione di servizi essenziali alla popolazione (fornitura di corrente elettrica, acqua potabile, gas domestico); l'evacuazione di circa 150 persone dall'area colpita; 17 di queste, nelle prime tre giornate, sono state ospitate presso strutture comunali di protezione civile a Bussoleno e San Didero.*

*Risultano al 15 giugno complessivamente ancora 96 persone evacuate".*

Inoltre, va precisato che nel settore più elevato del bacino (zona di testata) si sono verificati fenomeni di erosione superficiali diffusi e concentrati in corrispondenza delle ramificazioni del reticolo idrografico minore. La presenza di rocce appartenenti alle coperture mesozoiche del Massiccio Dora-Maira (prevalenti calcescisti carbonatici) contribuisce alla formazione di una coltre detritica diffusa a granulometria fine. Questo materiale, unitamente alla ridotta azione protettiva della vegetazione a seguito dei precedenti incendi, ha reso i versanti particolarmente soggetti a fenomeni di dilavamento della porzione più superficiale di suolo da parte delle precipitazioni intense o prolungate. I recenti fenomeni di colata (maggio 2018) attivatisi sul bacino e giunti fino al fondovalle sono evidentemente stati alimentati da questa componente solida confluita dal settore superiore del bacino sul canale principale del Rio Comba delle Foglie.

Una dettagliata descrizione del dissesto avvenuto in Località San Lorenzo è anche riportata nel documento predisposto dall'ARPA Piemonte, precedentemente citato:

*“Il tratto intermedio del bacino è caratterizzato da un profilo longitudinale irregolare con frequenti cambi di pendenza e ripidi balzi rocciosi. Le tracce di passaggio della colata evidenziano una rilevante sezione di deflusso a testimonianza di una portata complessiva della miscela solido-liquido a carattere eccezionale, la quale si è accresciuta significativamente grazie all'azione erosiva del materiale detritico in alveo e sulle sponde. Dai recenti sopralluoghi effettuati si evidenzia come l'alveo del canale principale sia spesso ben ripulito dai detriti con il substrato sottostante affiorante. Nei punti con riduzione di pendenza si ha deposito di materiale sui bordi (effetto soglia naturale con deposizione di materiale), mentre in corrispondenza dei tratti a forte pendenza si è riscontrata la notevole azione erosiva della colata con escavazione laterale e presa in carico di materiale grossolano. Tuttavia, buona parte dei volumi di materiale rimobilizzato a granulometria medio-fine è stato trasportato a valle giungendo nell'area di conoide antropizzata.*

*Il materiale preso in carico nel bacino si è depositato nella zona di conoide interessando un'area di circa 35.000 m<sup>2</sup>, compresa tra la frazione di S. Lorenzo e la parte distale del conoide fino al sottopasso della ferrovia. La porzione di colata a maggiore energia, caratterizzata da depositi più grossolani (ciottoli e blocchi immersi in matrice fine), si è arrestata in corrispondenza dei civici n. 55-57 di via S. Lorenzo. Gli spessori depositi risentono fortemente della presenza degli elementi antropici, e variano da valori superiori a 1-1,5 m immediatamente a ridosso degli ostacoli (edifici e strutture di delimitazione delle pertinenze) e in corrispondenza degli accessi agli interrati delle abitazioni, fino a 30-60 cm nelle zone dove il deflusso non è stato ostacolato. A causa dell'elevata energia e della presenza di materiale a grossi blocchi e di tronchi di grandi dimensioni in questo settore si sono verificati i danni maggiori alle abitazioni e della viabilità.*

*Ai margini della colata principale e generalmente al di sotto dell'incrocio tra Via S. Lorenzo e strada Camposciutto, la colata ha perso energia depositando materiale progressivamente più fine (sabbie e limi con ghiaia e subordinati ciottoli), con spessori compresi tra 5-10cm fino a 50-60cm in corrispondenza di ostacoli e zone depresse.*

*In via preliminare, sulla base dei primi rilievi speditivi, si può stimare un volume di materiale depositato in conoide di circa 15-20 mila metri cubi”.*

Una perimetrazione di massima dell'area di conoide invasa dal fango è riportata in Figura 8, mentre nell'Allegato 1 (“Carta dell'evento alluvionale del 07/06/2018 nel bacino del Rio Comba delle Foglie”, alla scala 1:10.000) sono rappresentati all'interno dell'intero bacino di indagine i principali dissesti rilevati in concomitanza dell'evento. Oltre che nell'area di conoide presente alla base del versante, il bacino del Rio Comba delle Foglie è stato interessato da fenomeni di dissesto anche nel settore più a monte (zona di testata del bacino) dove sono stati rilevati sia tratti di impluvi interessati da fenomeni di dissesto lineari (erosioni) che settori di versante montano interessati da dissesti areali. Il mud-debris flow ha avuto origine nel settore mediano del bacino, immediatamente a monte della strada che collega l'abitato di Pietrabianca con Case Campobenello (vedasi Allegato 1).

Inoltre, a seguito del dissesto avvenuto nel bacino del Rio Comba delle Foglie, è stata modificata ed aggiornata la cartografia del dissesto del P.R.G. ed in particolare:

- la Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°II a (Elaborato 2);
- la Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°II b (Elaborato 3);
- la Carta della pericolosità del fondovalle - Tavola n°VIII (Elaborato 4);

Contestualmente è stata modificata la Scheda Conoide Rio Comba delle Foglie (Elaborato 7).

## **5. CAUSE DEL DISSESTI IN COMBA DELLE FOGLIE DEL GIUGNO 2019**

Le principali cause dell'insorgere del dissesto del Rio Comba delle Foglie nel giugno 2018 e dei relativi danni causati sono da collegare a:



- Evento pluviometrico particolarmente intenso nel territorio del Comune di Bussoleno nei giorni 6-7 giugno 2018;
- Gravi ed estesi incendi che provocarono nel 2003 e nel 2017 diffusi denudamenti delle coperture boschive nel bacino del Rio Comba delle Foglie;
- Presenza di materiale accumulato nel tempo lungo l'asta del corso d'acqua nel settore a monte dell'apice del conoide;
- Mancanza di un canale di deflusso lungo il conoide, che ha amplificato gli effetti sulle strutture antropiche e sulla dinamica del fenomeno nella zona urbanizzata del conoide.

Nel rapporto di ARPA Piemonte ("Rapporto evento del 07/06/2018. Colata detritica nel Comune di Bussoleno – Giugno 2018") vengono descritte dettagliatamente le cause del dissesto, tra le quali risulterebbe anche la tipologia delle rocce presenti nel bacino di alimentazione:

*"Secondo la classificazione CWI la natura delle rocce predominanti costituenti il bacino influenza la reologia, i processi sedimentari, gli stili deposizionali e l'architettura dei conoidi alluvionali, la frequenza di occorrenza e la stagionalità d'insacco delle colate detritiche che hanno origine nei bacini stessi. In base alla capacità di una litofacies di produrre argilla, silt argilloso o minerali argillosimili, che andranno a costituire la frazione fine del detrito disponibile alla mobilizzazione, si avranno processi di trasporto in massa contraddistinti da reologie molto differenti che ne condizioneranno insacco, propagazione e deposizione. I bacini GCM sono in grado di produrre discrete quantità di silt argilloso, da cui deriva un comportamento moderatamente viscoplastico dei flussi detritici. La natura del materiale prodotto dai bacini condiziona anche la frequenza di occorrenza dei fenomeni torrentizi e la stagionalità in cui questi si manifestano più abbondantemente. Tale aspetto è legato alle caratteristiche delle precipitazioni piovose in grado di mobilizzare il materiale sciolto prodotto da tali bacini. L'intensità di pioggia minima in grado di innescare un fenomeno torrentizio di trasporto in massa in bacini di tipo GCM è pari a 30mm/h. Il Rio delle Foglie ricade all'interno del bacino della Dora Riparia, caratterizzata da tempi di ritorno di 20 anni per piogge di tali intensità.*

*Tuttavia, il bacino in esame è caratterizzato da una bassa densità di affioramento in favore di un'estesa copertura vegetativa che ricopre oltre il 90% del bacino (Figura 20). In accordo con Tiranti et al. (2016), i bacini caratterizzati da un'elevata copertura vegetativa non favoriscono l'insacco di fenomeni torrentizi ad alta concentrazione di sedimento, poiché la scarsità di affioramenti implica una bassa produzione di materiale sciolto che si renda disponibile alla mobilizzazione. L'assenza di eventi torrentizi storici documentati per il Rio delle Foglie potrebbe essere legato a quest'ultimo aspetto.*

*Nonostante ciò, il vasto incendio dell'ottobre 2017, che ha interessato quasi completamente l'area del bacino, ha modificato le condizioni preesistenti aumentando da una parte il materiale disponibile alla mobilizzazione (incluso il detrito ligneo combusto) (Figura 21a) e, dall'altra, modificando le caratteristiche idrologiche dei versanti (Figura 21b).*

*I versanti percorsi da incendi subiscono una rielaborazione termica degli strati superficiali del suolo che genera l'aumento delle quantità di materiale fine (livello del suolo combusto) e la formazione di una superficie impermeabile anche discontinua che si sviluppa al di sotto del livello di suolo rielaborato dell'incendio, dovuta alla vetrificazione della frazione argillosa contenuta nel suolo ad opera delle alte temperature (hydrophobic soil surface) (Debano and Ktammes, 1966; Bashir, 1969; Brandt, 1969).*

*In tali circostanze, il bacino risulta più suscettibile all'insacco di fenomeni torrentizi ad alto contenuto di sedimento trasportato, in virtù della maggiore quantità di materiale fine non consolidato reso disponibile alla mobilizzazione e della maggiore azione erosiva delle piogge per diminuita capacità di suzione del suolo (Debano, 1969) e per diminuita copertura vegetativa. In tali circostanze, scrosci anche di moderata intensità risultano maggiormente efficaci nel mobilizzare il materiale detritico disponibile, rispetto a quanto accadeva prima che il bacino fosse interessato dall'incendio (Ziernolz et al., 1995; Cannon, 2001). Un caso analogo è già stato documentato in Piemonte nel comune di Pallanzeno (VB) il 18 luglio 2005 (Arpa Piemonte, 2005; Tiranti et al., 2006).*

*Come illustrato in precedenza, l'innescò del mud-debris flow del 7 luglio si è verificato, per l'appunto, in presenza di precipitazioni di moderata intensità, soprattutto se paragonate alle piogge antecedenti che, il 29 aprile, il 2, 9 e 14 maggio 2018 hanno causato eventi torrentizi di magnitudo inferiore caratterizzati dal trasporto di prevalente materiale fine (sabbie e silt di colore marrone scuro) e detriti lignei combusti (Figura 22) in concentrazioni modeste.*

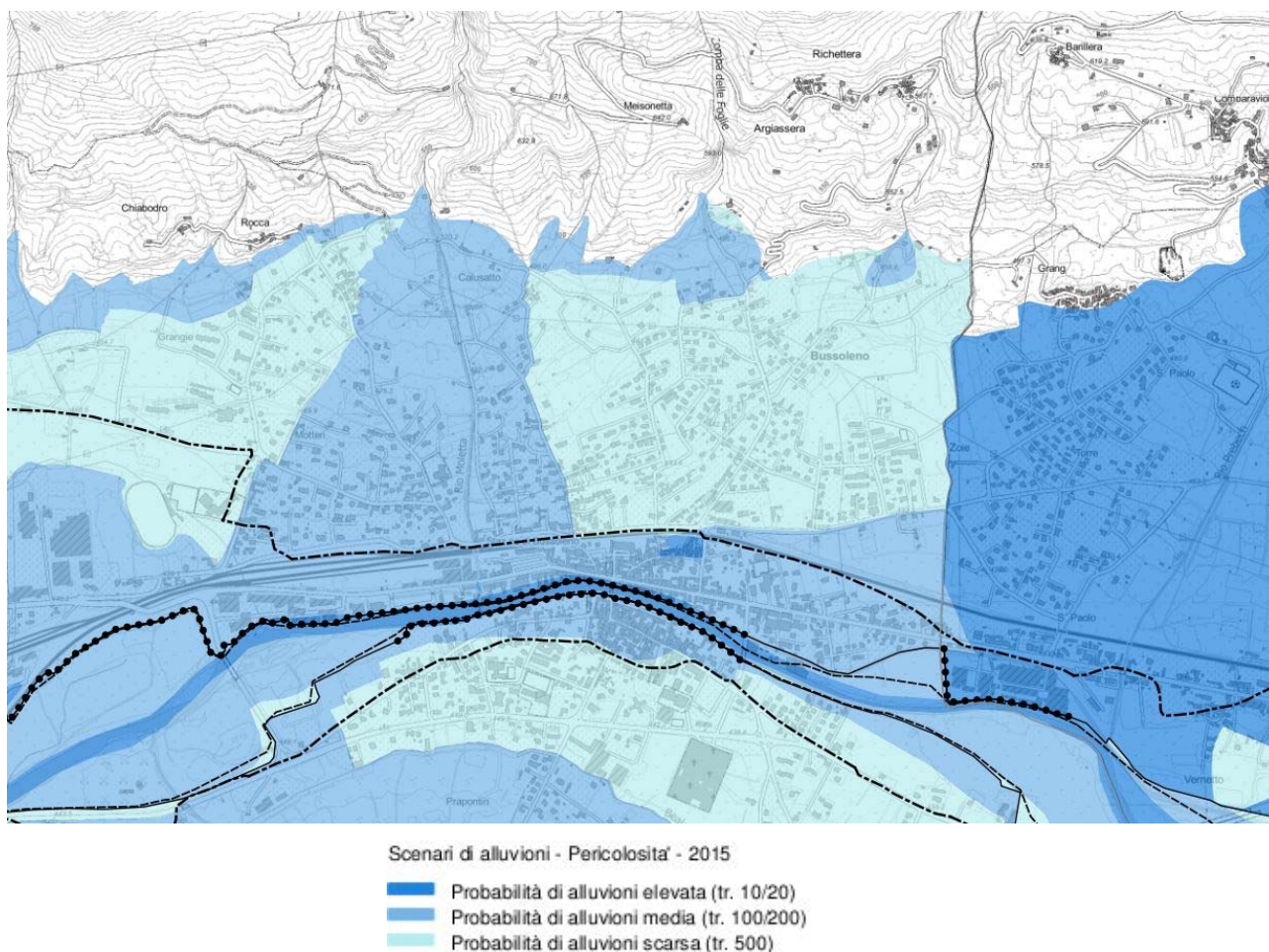
*Per quanto riguarda le cause di innesco, alle considerazioni sopra esposte relative alle condizioni predisponenti, occorre aggiungere anche l'ipotesi di una portata di innesco "maggiorata" a causa della formazione di uno sbarramento temporaneo (in genere in formazione in corrispondenza di restringimenti naturali della sezione del canale e/o in corrispondenza di brusche riduzioni della pendenza) e successivo rilascio improvviso per rottura dello stesso. Tale ipotesi, da verificare, giustificerebbe a maggior ragione una portata eccezionale non riscontrata negli eventi storici precedenti.*

*Sulla base dei rilievi speditivi seguiti agli eventi oggetto di studio, il canale principale si presenta mediamente ripulito dai depositi e detriti superficiali presenti in alveo, tuttavia permangono forti disponibilità di materiale rimobilizzabile sulle sponde del tratto intermedio e lungo tutte le incisioni minori del tratto superiore del bacino afferenti al canale principale.*

*La mancanza di un canale di deflusso in conoide ha sicuramente avuto un ruolo fondamentale sull'amplificazione degli effetti sulle strutture antropiche e sulla dinamica del fenomeno.*

## **6. IL SITO IN OGGETTO E IL PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO ALLUVIONALE (PGRA)**

Dall'esame degli elaborati del Piano stralcio delle fasce fluviali (P.S.F.F.) - Delimitazione delle Fasce Fluviali, relativo all'ambito territoriale del sistema idrografico dell'asta del Po e dei suoi principali affluenti, del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) come approvato dalla Del. Com. Ist. dell'Autorità di Bacino del Fiume Po in data 26/04/2001 l'area risulta esterna a tutte le fasce di pericolosità idraulica. Nel più recente PGRA (Piano di Gestione dei rischi di alluvione, adottato nel 2015 e approvato da parte del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazione n°2 del 03/03/2016) si evince, invece, che il conoide del Rio Comba delle Foglie rientri prevalentemente nelle aree con "Probabilità di alluvioni scarsa" (Tr. 500 anni) mentre il settore apicale del conoide ed alcuni fabbricati residenziali rientrano nelle aree con "Probabilità di alluvioni media" (Tr. 100/200 anni), come riportato nello stralcio della Figura 9.



**Figura 9:** stralcio Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) adottato con Delib. n.4 del 17/12/2015 e approvato con Delib. n. 2 del 03/03/2016 dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del Fiume Po

## 7. OPERE DI SOMMA URGENZA REALIZZATE PER IL CONTENIMENTO DEL TRASPORTO SOLIDO IN APICE CONOIDE

In seguito all'evento in oggetto, l'Amministrazione Comunale di Bussoleno ha immediatamente avviato le procedure per la dichiarazione dello Stato di Emergenza e ha emesso l'Ordinanza Contingibile e Urgente numero 80 del 14 giugno 2018 con la quale, tra le altre cose, ha ordinato:

*"Allo studio Rosso ingegneri Associati srl di Torino, nella persona dell'Ing. Santo La Ferlita, di procedere alla predisposizione della progettazione definitiva/esecutiva, alla direzione dei lavori e a svolgere le funzioni di coordinatore della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, relativamente al progetto di somma urgenza dei lavori di somma urgenza per il contenimento del trasporto solido a monte del conoide, relativamente alla colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del rio Reforno-Baccias, Comba delle Foglie".*

I progettisti hanno individuato una serie di opere da realizzare in somma urgenza nel rispetto di quanto indicato dall'Ordinanza a firma del Sindaco di Bussoleno.

La tipologia delle opere è stata attentamente definita in modo da coniugare le esigenze di:

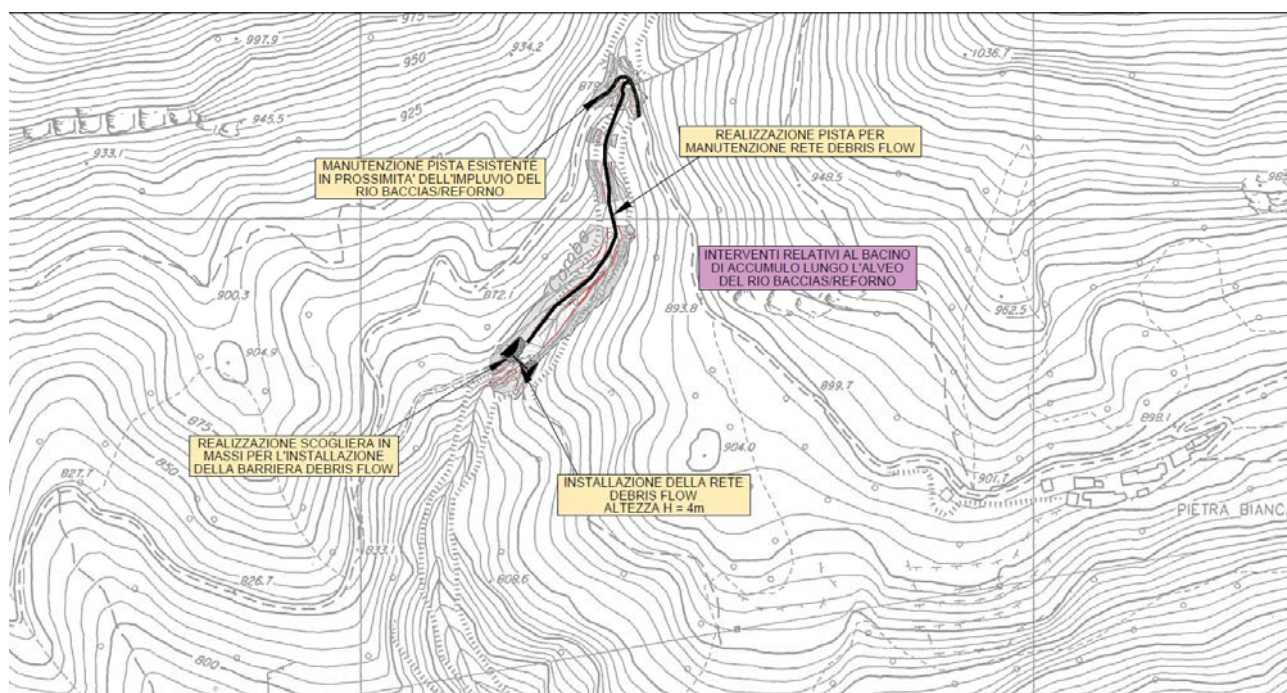
- conseguimento dell'obiettivo di mitigazione del rischio, ancorché parziale;

- rapidità e facilità di reperimento dei materiali da costruzione;
- rapidità e facilità di esecuzione delle lavorazioni;
- copertura finanziaria disponibile;
- possibilità di essere integrate in futuro con ulteriori interventi di potenziamento/rinforzo per giungere ad una sistemazione definitiva delle aree a rischio.

In particolare, le opere previste in somma urgenza e seguentemente realizzate sono di tipologia prevalentemente passiva e sono consistite in:

- barriera flessibile in acciaio per la protezione dalle colate detritiche in alveo;
- bacino di accumulo del trasporto solido in apice di conoide;
- bacino di accumulo del trasporto solido supplementare.

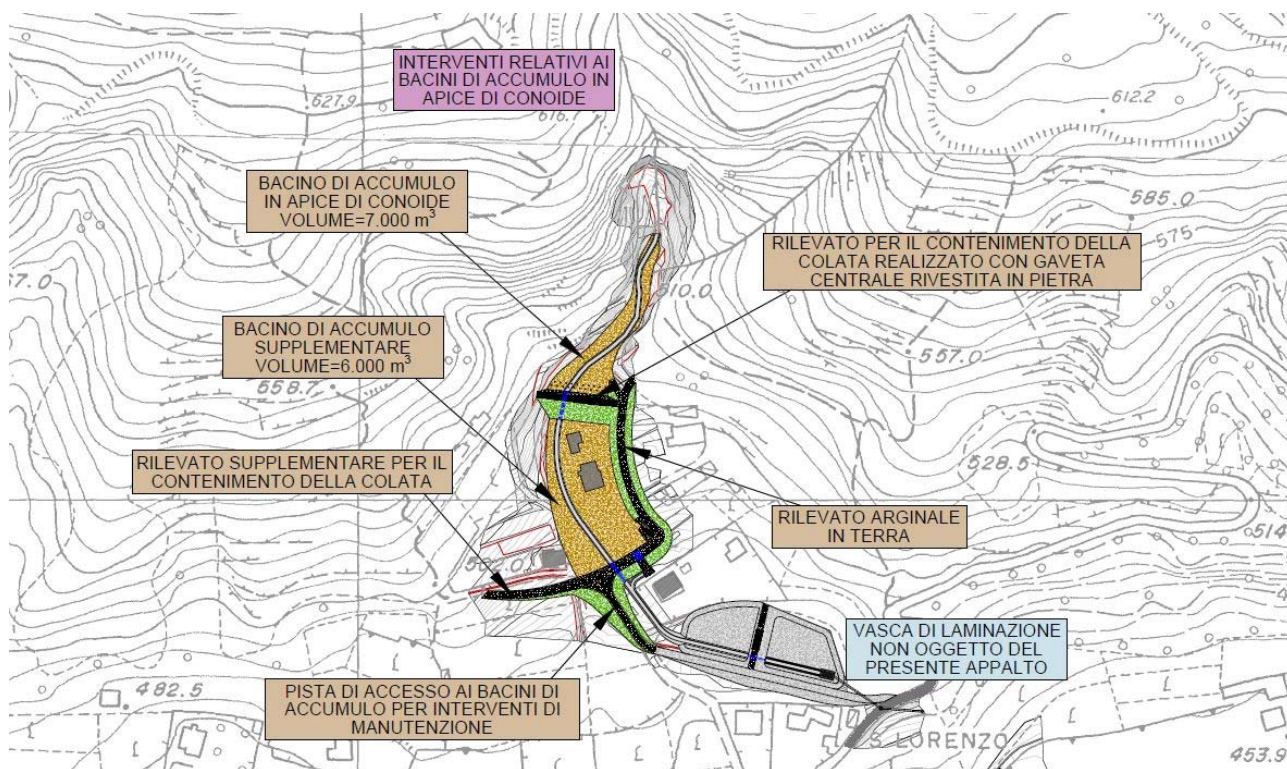
La barriera flessibile in acciaio è stata realizzata a monte dell'apice di conoide, lungo l'alveo del corso d'acqua, ad una quota di circa 840 m slm, in prossimità dell'attraversamento della rotabile che collega la Borgata Pietrabianca con Case Campobenello, come riportato nello stralcio di Figura 10. La nuova barriera consentirà di accumulare a tergo circa 4.000 m<sup>3</sup> di materiale nel caso in cui si verificasse una nuova colata detritica.



**Figura 10:** stralcio cartografico con localizzazione dell'intervento di realizzazione della barriera flessibile.

Al fine di mitigare ulteriormente il rischio che una nuova colata detritica investa il concentrico di Bussoleno, i progettisti hanno ritenuto indispensabile realizzare ulteriori due sbarramenti finalizzati alla creazione di altrettanti bacini di accumulo del trasporto solido nella zona di apice di conoide.

Tali bacini di accumulo sono stati realizzati mediante la costruzione di rilevati trasversali all'alveo e collocati come rappresentato nella successiva Figura 11.



**Figura 11:** stralcio della planimetria di progetto dei bacini di accumulo previsti in apice di conoide.

I rilevati sono stati realizzati in materiale terroso, steso e compattato per strati, e risultano opportunamente protetti a monte con massi ciclopici e sul paramento di valle da un geosintetico tridimensionale con funzione antiersiva.

Le opere sono equipaggiate con tubazioni passanti, poste a quote diverse per consentire il drenaggio delle portate liquide. Per evitare che quelle inserite nel rilevato di monte si intasino di materiale solido, pregiudicandone il funzionamento, è stata prevista l'infissione di micropali direttamente nel substrato roccioso a monte dello sbarramento, disposti in pianta a quinconce, affinché svolgano il ruolo di frangi-colata e favoriscano il deposito del materiale più grossolano (tronchi, rami, etc.).

Sulla sommità dei rilevati è stata realizzata una gàveta per consentire il regolare sfioro delle portate nel caso in cui i bacini dovessero colmarsi.

I due bacini di accumulo consentono il deposito rispettivamente di 7.000 e 6.000 m<sup>3</sup> di materiale solido, per un volume complessivo di deposito stimato per le nuove tre opere di 17.000 m<sup>3</sup>, pari a circa l'85% di quello depositatosi in apice di conoide durante l'evento appena occorso.

Con riferimento agli eventi di progetto definiti per assegnato tempo di ritorno, nel caso in cui si verificasse un evento di colata di detrito di TR 20 anni, le opere in progetto sarebbero in grado di contenere il totale volume della colata, rilasciando a valle esclusivamente la componente liquida.

Tra i due sbarramenti è stato realizzato il primo tratto del collettore delle portate liquide al recapito finale. Il prolungamento del collettore a valle dello sbarramento supplementare sarà realizzato nell'ambito dello specifico progetto di somma urgenza sviluppato dai progettisti parallelamente al presente.

## **8. VALUTAZIONE DELLA PERICOLOSITA' E DEL DISSESTO RESIDUO A SEGUITO DELLA REALIZZAZIONE DELLE OPERE DI SOMMA URGENZA**

Come indicato nel precedente capitolo a seguito dell'evento meteopluviometrico del 07 giugno 2018 sono state realizzate alcune opere di mitigazione del dissesto in somma urgenza consistenti essenzialmente in una rete debris ed alcune vasche di contenimento del materiale solido oltre che di laminazione delle portate liquide secondo un Progetto Definitivo-Esecutivo redatto dallo Studio SRIA a firma dell'Ing Santo Laferlita.

Al fine di definire e quantificare il rischio residuo presente sulle aree a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza, l'Amministrazione Comunale di Bussoleno ha incaricato EDes Ingeri Associati di redigere uno studio specifico su tale argomentazione, con verifiche idrauliche svolte sulle aree in oggetto implementate mediante modellazione bidimensionale della colata detritica ("Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del Rio Baccias/Reforno e Comba delle Foglie. Valutazione della pericolosità e del dissesto residuo a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza", Giugno 2019).

Lo studio è stato condotto sviluppando una metodologia di indagine basata sui seguenti punti principali:

- 1) Analisi della documentazione disponibile: come descritto in parte in premessa per la predisposizione dello studio sono state visionate molteplici fonti di dati. Per quanto riguarda gli studi idrologici si è fatto riferimento alle assunzioni idrologiche sviluppate da parte del progettista degli interventi (Studio SRIA – Ing. Laferlita) che si sono acquisite e condivise come base delle analisi bidimensionali. Per la configurazione di progetto gli elaborati di riferimento, sempre redatti dallo Studio SRIA – Ing. Laferlita, sono sviluppati in due differenti fasi: una prima fase, in apice, denominata "Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del rio Baccias/Reforno e Comba delle Foglie - Lavori di somma urgenza per il contenimento del trasporto solido in apice del conoide" mentre la seconda fase risulta: "Lavori di somma urgenza per il convogliamento delle portate liquide del rio al recapito finale". Con riferimento agli studi ed alla documentazione disponibile pregressa inoltre lo studio fa riferimento anche e soprattutto alla pubblicazione della "Relazione a supporto della dichiarazione di stato di emergenza ai sensi della Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri del 26/10/2012 (G.U. n. 30 del 5/2/2013) – Fenomeni dissestivi in Valle di Susa (TO) del Giugno 2018" a cura della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica della Regione Piemonte;
- 2) Verifica di dettaglio delle condizioni dei corsi d'acqua mediante sopralluoghi in sito per la verifica dello stato delle opere e delle sezioni idrauliche;
- 3) Per lo svolgimento dell'incarico si sono acquisiti i dati topografici disponibili come è stato ampiamente dettagliato nel paragrafo dello studio relativo all'assetto geometrico;
- 4) Si sono predisposte e completate tutte le ipotesi idrologiche, si sono inoltre assunti i dati di volume geomorfologico dell'evento secondo quanto previsto dal progettista delle opere e dalla precedente Relazione della Direzione Opere Pubbliche, Difesa del Suolo, Montagna, Foreste, Protezione Civile, Trasporti e Logistica della Regione Piemonte. A seguito all'applicazione di una metodologia proposta da D'Agostino e Marchi si sono definiti i potenziali debrisgrammi di colata in ipotesi idrologica;
- 5) Gli elementi di carattere topografico ed idrologico- idraulico hanno inoltre portato alla redazione di differenti modelli idraulici bidimensionali, che hanno consentito quindi di verificare le condizioni di dissesto esistente, verificare principalmente gli effetti della realizzazione delle opere ed ipotizzare i dissesti presenti sulle aree ante e post opera per TR 20-50 anni (evento del 7-6-2018) e per Tr 200 anni;
- 6) I modelli implementati hanno poi consentito di fornire tutti gli elementi di natura idraulica utili alla validazione degli interventi in oggetto ed alla ridefinizione della pericolosità delle aree.

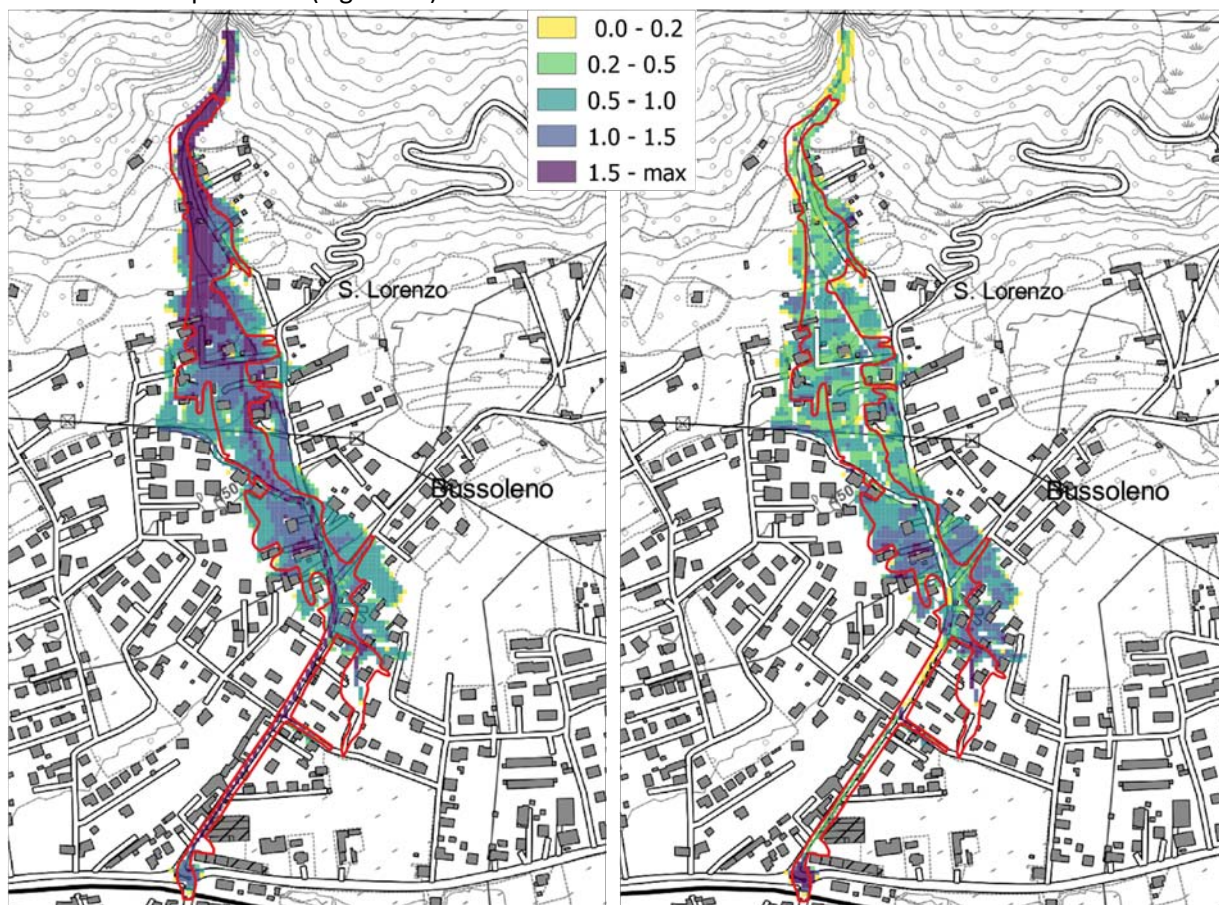
L'intento dello studio del rischio residuo è stato quello di fornire un quadro il più possibile esaustivo delle condizioni di deflusso delle portate di debris flow per le condizioni di deflusso ante opera e per quelle ad intervento realizzato.

Le condizioni analizzate ed i conseguenti potenziali dissesti e mitigazioni sono confrontabili con le condizioni ante opera, che tuttavia non esistono più, al fine di definire se gli interventi realizzati per la protezione dell'edificato risultino efficaci in corrispondenza dell'area e non comportino aggravii verso aree esterne a quelle interessate dal dissesto del 07/06/2018.

### 8.1. ANALISI DEI RISULTATI 2D – DEBRIS FLOW NELLE CONDIZIONI ANTE OPERA

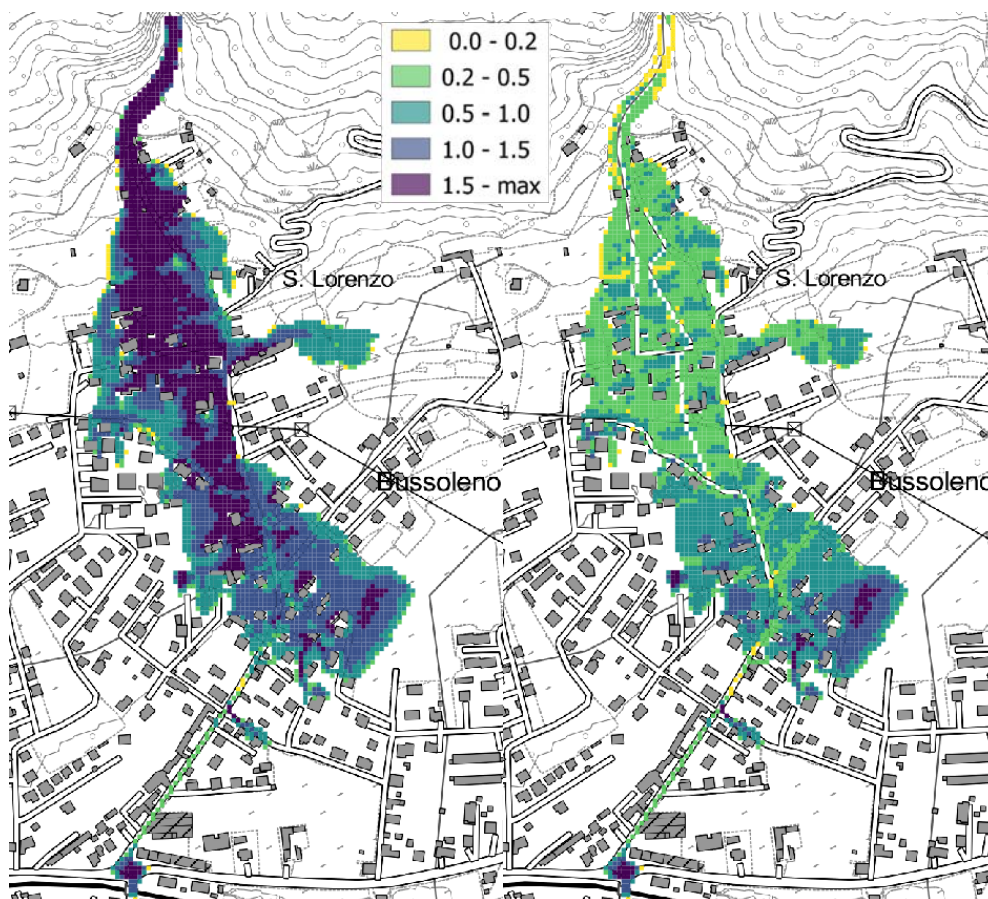
Nel presente capitolo si riportano le risultanze della simulazione bidimensionale effettuata nello studio redatto da EDes Ingegneri Associati ("Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del Rio Baccias/Reforno e Comba delle Foglie. Valutazione della pericolosità e del dissesto residuo a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza", Giugno 2019) effettuata per le condizioni ante opera. Per quanto riguarda l'evento del 7-6-2018 si ritengono importanti le seguenti immagini che ricostruiscono sia i massimi tiranti attesi che i tiranti nelle condizioni finali d'evento ovvero dopo 3 ore di simulazione quando le velocità corrispondono ormai in larga parte a zero.

L'inviluppo dei massimi tiranti supera il metro di altezza in ampia parte del conoide mentre i tiranti finali sono mediamente inferiori a tale valore. Inoltre i tiranti massimi si verificano maggiormente nel settore di apice mentre i tiranti finali sono più elevati nella parte inferiore della colata dove si verificano più consistenti condizioni di deposizione (Figura 12).



**Figura 12:** tiranti massimi (a sinistra) e tiranti finali (a destra) dell'area interessata dalla colata del 7-6-2018. In rosso è indicata la perimetrazione del mud-debris flow del 07/06/2018 effettuata dalla Regione Piemonte a seguito dell'evento.

In assenza di opere di riassetto idraulico nel conoide, quale termine di riferimento per il confronto con la condizione delle opere realizzate, viene evidenziata la simulazione relativa ai potenziali effetti dell'evento duecentennale in termini di tiranti massimi e di tiranti finali (Figura 13).



**Figura 13:** tiranti massimi su piano campagna (a sinistra) e tiranti finali (a destra) per tempo di ritorno di 200 anni.

Relativamente alle precedenti immagini una colata con tempo di ritorno di 200 anni presenta una magnitudo all'incirca doppia rispetto a quella dell'evento del 7/6/2018; tuttavia l'estensione ed anche le caratteristiche della rimanenza, confermano il dissesto della maggior parte nelle aree già interessate dell'evento del 7/6/2018 con un incremento di queste di solo il 60% circa.

## 8.2. ANALISI DEI RISULTATI 2D – DEBRIS FLOW NELLE CONDIZIONI POST OPERA

L'introduzione delle opere di contenimento della colata realizzate ha certamente un effetto positivo sullo sviluppo di un eventuale dissesto nel bacino del Rio Comba delle Foglie sia nell'eventualità che l'evento del 7/6/2018 si ripeta con magnitudo paragonabili, sia che si verifichi un evento di magnitudo estrema con tempo di ritorno di 200 anni.



### 8.3. EVENTO DEL 7-6-2018 (TR 20-50 ANNI)

Per quanto attiene alla magnitudo dell'evento del 7/6/2018 le volumetrie delle opere sono del tutto paragonabili alle volumetrie attese e pertanto le opere realizzate sono da considerarsi adeguate ad un evento di tale magnitudo. In particolare si riassumono i seguenti dati significativi:

<b>BACINO</b>	<b>VOLUME DI ACCUMULO STIMATO DEL MATERIALE SOLIDO DI DEBRIS (m<sup>3</sup>)</b>
RETE DEBRIS FLOW	4'000
BACINO DI ACCUMULO IN APICE DI CONOIDE	7'000
BACINO DI ACCUMULO SUPPLEMENTARE	6'000
<b>TOTALE</b>	<b>17'000</b>

<b>BACINO</b>	<b>STIMA DEL VOLUME DELLE VASCHE IN PROGETTO PER LA LAMINAZIONE DELLA PORTATA LIQUIDA (m<sup>3</sup>)</b>
BACINO DI LAMINAZIONE DI MONTE	3'000
BACINO DI LAMINAZIONE DI VALLE	4'500
<b>VOLUME COMPLESSIVO DISPONIBILE PER LA LAMINAZIONE</b>	<b>7'500</b>

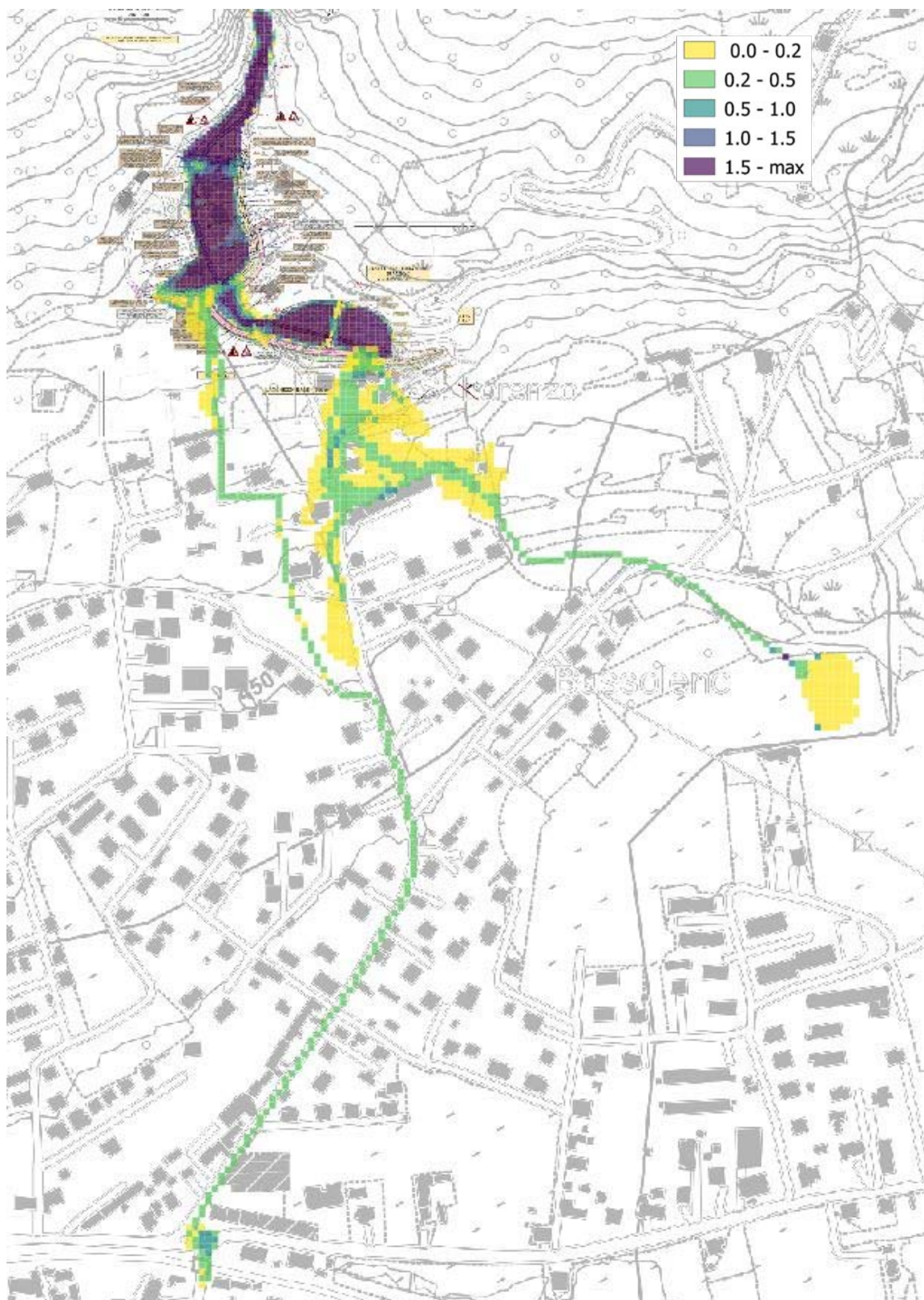
In totale a disposizione vi sono dunque 24.500 m<sup>3</sup> di invaso di cui, tuttavia, una parte è teoricamente votata alla laminazione delle portate liquide (7.500 m<sup>3</sup>).

L'evento del 7/6/2018 per come è stato definito in sede di assunzioni idrologiche nello studio del progetto delle opere realizzate presenta una volumetria totale di 27.400 m<sup>3</sup> di cui 21.000 m<sup>3</sup> eccedenti l'idrogramma liquido. È pertanto evidente che un limitato quantitativo potrà defluire esternamente alle vasche realizzate. Tale volume eccedente di circa 2.900 m<sup>3</sup> è costituito sicuramente in buona parte da una componente prevalentemente liquida che defluisce regolarmente nella condotta di scarico prevista.

Il modello implementato, rispetto a tali previsioni, conferma in ampia parte le assunzioni di progetto; in totale, a scala di evento del 7/6/2018, da modello escono complessivamente dalle vasche 6.000 m<sup>3</sup> di cui 4.400 m<sup>3</sup> regolarmente in tubazione e tuttavia 1.600 m<sup>3</sup> per supero dalle vasche di laminazione.

Le analisi di rischio residuo evidenziano da un lato che l'evento del 7/6/2018 introdotto nel modello delle vasche è superiore alla volumetria stessa disponibile ed è pertanto piuttosto severo rispetto alle opere realizzate, dall'altro lato evidenziano che le ipotesi simulate mettono in evidenza aspetti difforni da quanto inizialmente valutato: l'ultima vasca per il contenimento del trasporto solido presenta una potenziale portata in sfioro appena leggermente superiore alla gaveta e tale condizione determina un limitato superamento delle quote del rilevato stesso verso la parte destra della vasca. Un secondo aspetto modellistico invece riguarda il fatto che parte del trasporto solido in massa non viene completamente confinato nelle prime due vasche e quindi interessa ancora le vasche di valle relative alla laminazione della portata liquida. Nell'ipotesi che tali vasche siano interessate allora è ipotizzabile che la tubazione in uscita possa anche occludersi e che anche in tal caso un modesto quantitativo di flusso iperconcentrato possa sfiorare al di sopra dei rilevati.

L'ordine di grandezza di entrambi i fenomeni è limitato a solo 600 m<sup>3</sup> per la vasca a monte in direzione Sud verso Via S Lorenzo ed il vecchio alveo (1.3 m<sup>3</sup>/s) e a circa 1.000 m<sup>3</sup> per la vasca di laminazione della portata liquida in direzione est (al colmo 0.7 m<sup>3</sup>/s) (Figura 14).



**Figura 14:** tiranti massimi su piano campagna per anali bidimensionale pari all'evento del 07/06/2018, dopo la realizzazione delle opere di somma urgenza

Le cause di tali effetti sono imputabili in parte ad aspetti modellistici ma in parte possono evidenziare comunque potenziali comportamenti impreveduti delle opere. In particolare, si evidenzia che in ingresso vi sono  $58 \text{ m}^3/\text{s}$  che si riducono in corrispondenza dello sfioro dalla seconda vasca di contenimento del trasporto in massa al di sopra di tale gaveta a circa  $16 \text{ m}^3/\text{s}$  che devono essere sfiorati da una gaveta di 10 m e profondità 20-30 cm oltre che dalle tubazioni. Pertanto considerato che il fluido è ancora piuttosto viscoso determina delle velocità di sfioro piuttosto basse da cui il possibile sormonto del rilevato.

Anche per quanto riguarda le cause del secondo sfioro della portata liquida, al di sopra della vasca di laminazione, sono di natura analoga in quanto, sebbene in tal caso risultino effettivamente portate inferiori, allo stesso tempo dalla vasca inferiore si diparte una tubazione che nominalmente è in grado di far defluire solo  $2,5\text{-}3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In conclusione, dalle vasche di laminazione esce un quantitativo molto limitato sia in termini di portata che di volumetria complessiva. Gli idrogrammi risultanti sono comunque stati introdotti nel modello generale del conoide in corrispondenza dei punti di fuoriuscita con il fine di determinarne gli effetti di propagazione sul territorio sottostante le vasche realizzate. Le valutazioni in tal caso hanno portato comunque ad un dissesto limitato e concentrato essenzialmente nella zona alta di Via San Lorenzo a monte del civico 64.

#### 8.4. EVENTO TR 200 ANNI

L'evento con tempo di ritorno di 200 anni porta ad un superamento dei rilevati delle vasche più consistente. In particolare si riassumono i seguenti dati numerici quantitativi:

Rispetto al volume nominale delle vasche c'è un eccesso di  $51.100\text{-}20.500 = 30.600 \text{ m}^3$  tra il volume dell'idrogramma in ingresso rispetto al volume delle vasche (esclusa la rete debris da  $4.000 \text{ m}^3$ ) pertanto la fuoriuscita da quest'ultime risulta consistente. Lo sfioro dalle vasche avviene in tre punti differenti. In totale, a scala di evento Tr200, escono complessivamente dalle vasche circa  $35.000 \text{ m}^3$  per sfioro:

- $6.800 \text{ m}^3$  in direzione sud, dalla seconda vasca verso il vecchio alveo (di cui  $10.8 \text{ m}^3/\text{s}$  materiale liquido e  $21.6 \text{ m}^3/\text{s}$  materiale totale);
- $5.700 \text{ m}^3$  in direzione sud, tra vasca 3 e 4 verso via S Lorenzo (di cui  $6.3 \text{ m}^3/\text{s}$  materiale liquido e  $12.6 \text{ m}^3/\text{s}$  materiale totale);
- $22.500 \text{ m}^3$  in direzione est, dalla vasca 4 (di cui  $13.5 \text{ m}^3/\text{s}$  materiale liquido e  $27.0 \text{ m}^3/\text{s}$  materiale totale).

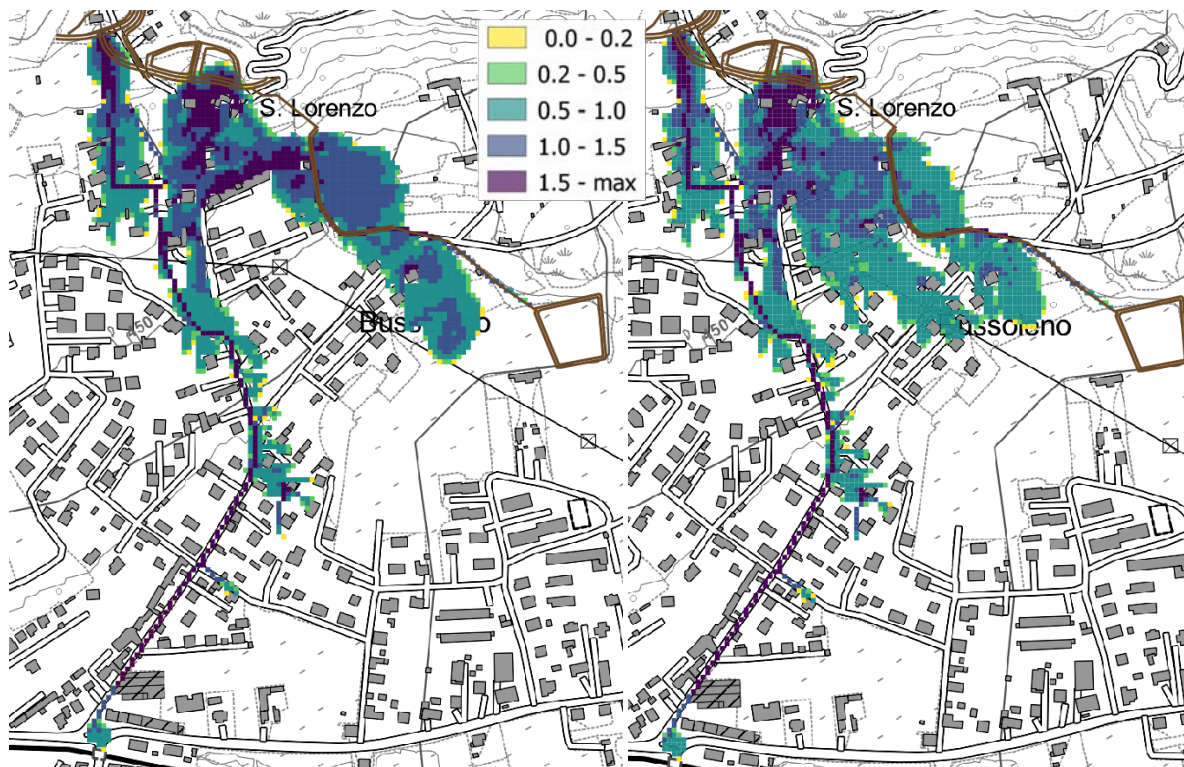
Anche in tal caso gli idrogrammi risultanti sono comunque stati introdotti nel modello generale del conoide in corrispondenza dei punti di fuoriuscita con il fine di determinarne gli effetti di propagazione sul territorio sottostante le vasche realizzate.

In sintesi, una consistente parte della fuoriuscita imbuca una direzione differente rispetto alla colata detritica in assenza delle opere. La fuoriuscita fortunatamente tuttavia ricade in buona parte verso aree più ad Est meno urbanizzate rispetto alla Via San Lorenzo. Nello stesso tempo il dissesto che si verifica sulle aree già investite da dissesto in condizione ante opera risulta parzialmente mitigato una volta realizzate le vasche. In conclusione sebbene l'idrogramma ed il suo debrisgramma associato siano molto consistenti rispetto alla possibilità delle vasche di trattenere il dissesto, l'effetto di queste ultime è quindi certamente positivo.

Ai fini della perimetrazione delle aree a differente pericolosità ai sensi della Circolare P.G.R. 08/05/1996 n°7/LAP e N.T.E. del dic. 1999 e della D.G.R. n°64-7417 del 07/04/2014 la presente configurazione è certamente un riferimento necessario e cautelativo. Per cautela è stata simulata anche una configurazione per la quale l'edificato al civico 64 di Via San Lorenzo non risulti in grado di deviare consistentemente la

colata. Tale ipotesi per scongiurare l'esistenza di una falsa protezione costituita dai muri dell'abitazione che di fatto non possono essere considerati un'opera di protezione.

Nella seguente Figura 15 è evidenziato il confronto tra le condizioni di presenza o assenza di tale protezione/deviazione.



**Figura 15:** tiranti massimi su piano campagna (m) per tempo di ritorno di 200 anni con oppure senza muri esistenti all'abitazione del civico 64 di Via S Lorenzo

#### 8.5. PROPOSTE DI CARTE DI PERICOLOSITÀ

A supporto della perimetrazione delle aree a varia pericolosità si è infine prodotta anche una proposta di carta di pericolosità delle aree mutuata da prassi operative della Regione Valle d'Aosta per le colate detritiche. La pericolosità è assegnata a tre livelli che derivano dalla combinazione dei tiranti con il prodotto "tirante \* velocità massima". Il valore di tale carta è relativo ed è solo indicativo di un maggiore o minore dissesto (Figura 16 e Figura 17).

Water flood event intensity	Maximum depth h (mts)	Logical operation	Product of maximum velocity (v) times maximum depth (h) (mts <sup>2</sup> /s)
High	$h \geq 1$	OR	$vh \geq 1$
Medium	$0.2 \leq h < 1$	OR	$0.2 \leq vh < 1$
Low	$0 \leq h < 0.2$	AND	$0 \leq vh < 0.2$

Il conseguente risultato è stato per comodità rappresentato in rosso (molto pericoloso), giallo (pericolosità media) e verde (pericolosità bassa):

High = Rosso

Medium = Giallo

Low= Verde

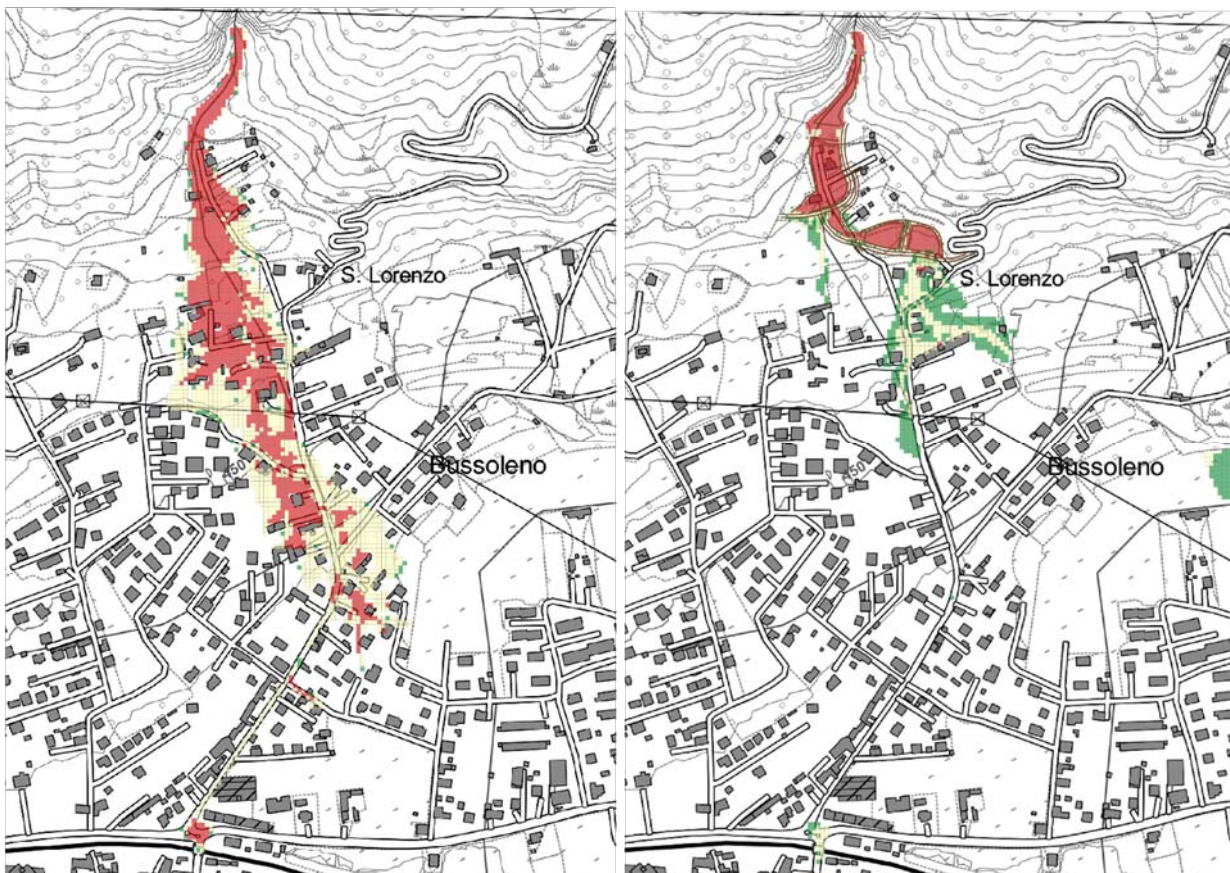
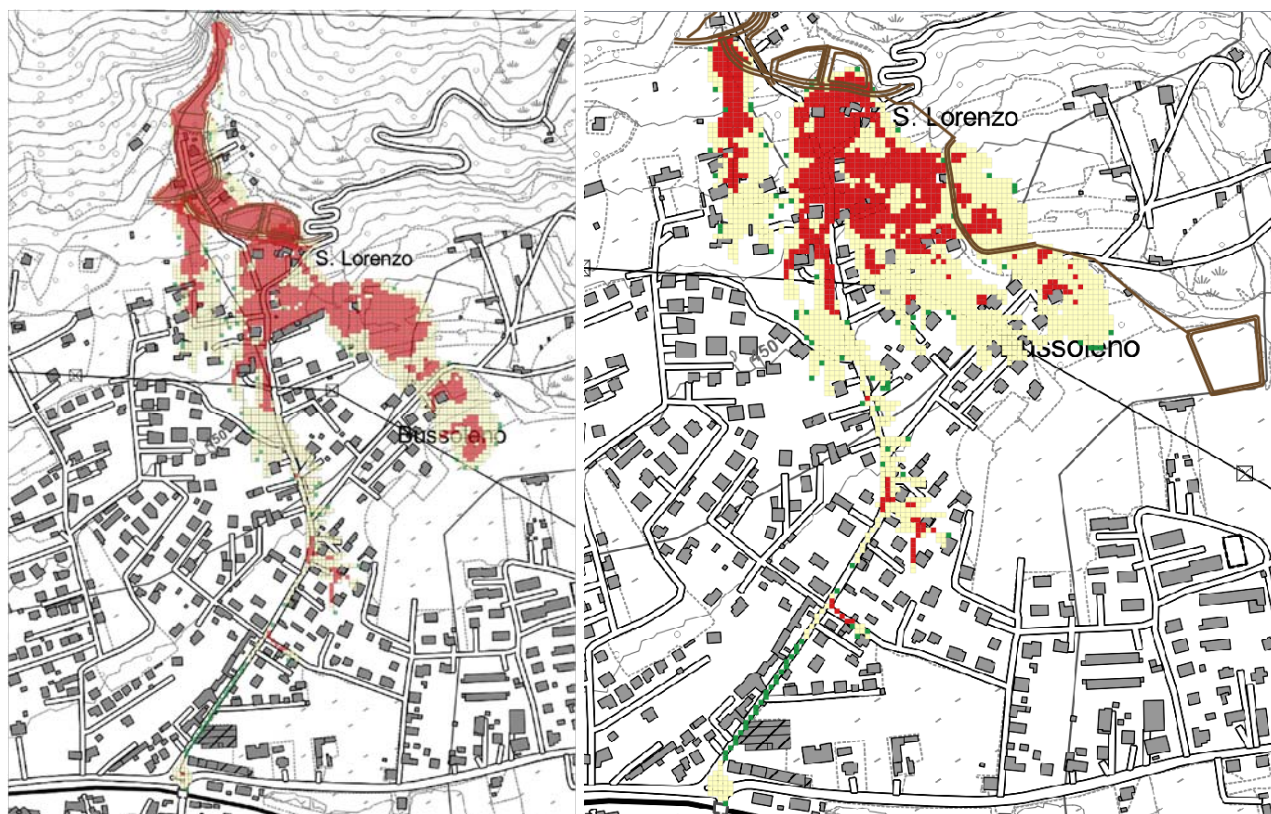


Figura 16: Carta della Pericolosità (hazard map) ante e post opera, evento 7-6-2018



**Figura 17:** Carta della Pericolosità (hazard map) post opera con o senza muro in via San Lorenzo, Tempo di ritorno 200 anni

#### 8.6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE DELLO STUDIO SUL DISSESTO RESIDUO

Le simulazioni effettuate indicano che le opere realizzate hanno portato un consistente beneficio alle condizioni di deflusso del Rio Comba delle Foglie, soprattutto nell'evenienza che un dissesto come quello verificatosi il 7/6/2018 possa in futuro ripetersi.

Risulta sostanzialmente confermata la capacità nominale delle vasche in quanto a fronte di un evento di magnitudo analoga a quella dell'evento del 7/6/2018 le opere ed il loro comportamento simulato risulterebbero essere in grado di contenere o lasciar defluire in maniera controllata l'evento.

Per quanto riguarda la simulazione dell'evento con tempo di ritorno di 200 anni risulta evidente che la magnitudo dello stesso è superiore a quanto contenibile dalle vasche e pertanto risulta possibile che si verifichi una fuoriuscita dalle vasche stesse ed un dissesto sulle aree a valle, anche se pur con un impatto inferiore sull'edificato ed in particolare sulle aree storicamente interessate dall'evento del 7/6/2018. Si nota poi che, per tempo di ritorno duecentennale, una parte del flusso viene consistentemente deviata verso zone non edificate in direzione Ovest e per tale ragione si ritiene positiva non solo la volumetria delle vasche ma anche la loro disposizione planimetrica che di fatto favorisce la deviazione del dissesto residuo verso aree meno a rischio.

## **9. PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DI SINTESI DEL PRG A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9BIS DELLA L.R. 56/77**

In questo capitolo vengono esposti i criteri sulla base dei quali è stata modificata ed aggiornata la Carta di Sintesi (Tavola VIIa, integrazione Novembre 2009) dello studio geologico allegato al PRGC vigente, nel settore di territorio interessato dall'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R.56/77 e nei settori immediatamente limitrofi a seguito dell'evento del 07/06/2018. Tali modifiche sono riportate nell'Allegato 2 "Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77", alla scala 1:5.000 e nell'Elaborato 6 "Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77", alla scala 1:10.000.

Sono stati utilizzati i dati di:

- indagini condotte in sito;
- informazioni raccolte presso gli Uffici Tecnici del Comune di Bussoleno;
- documentazione tecnico-scientifica redatta da Regione Piemonte e Arpa Piemonte a seguito dell'evento del 07/06/2018;
- elaborati dei progetti "Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del rio Baccias/Reforno e Comba delle Foglie - Lavori di somma urgenza per il contenimento del trasporto solido in apice del conoide" e "Lavori di somma urgenza per il convogliamento delle portate liquide del rio al recapito finale" entrambi redatti dall'Ing. Laferlita dello Studio Rosso Ingegneri Associati;
- elaborati dello studio "Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del Rio Baccias/Reforno e Comba delle Foglie. Valutazione della pericolosità e del dissesto residuo a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza" (redatto dallo studio EDes Ingegneri Associati, Giugno 2019);
- aggiornamenti degli elaborati della cartografia del dissesto del P.R.G. ed in particolare della Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°II a (Elaborato 2), della Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°II b (Elaborato 3), della Carta della pericolosità del fondovalle - Tavola n°VIII (Elaborato 4).

I criteri utilizzati per modificare ed aggiornare la "Carta di Sintesi" (Tavola VIIa, integrazione Novembre 2009) dello studio geologico allegato al PRGC vigente sono di seguito indicati.

In Classe IIIc erano stati inseriti inizialmente n°2 fabbricati situati allo sbocco in pianura del Rio Comba delle Foglie in prossimità dell'apice di conoide. Tali fabbricati, in concomitanza e a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza realizzate (progetti redatti dall'Ing. Laferlita dello Studio Rosso Ingegneri Associati), sono stati demoliti in quanto ubicati a margine e all'interno della seconda vasca di laminazione partendo da monte. Pertanto, nel documento cartografico della "Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77", alla scala 1:5.000 (Allegato 2) le aree occupate in origine dai fabbricati demoliti sono state inserite in Classe IIIa di pericolosità geologica.

In Classe IIIb4 sono state inserite, oltre alle aree con fabbricati già inserite in tale classe nella precedente versione della "Carta di sintesi" (Novembre 2009), anche le seguenti nuove aree:

- aree edificate con fabbricati gravemente danneggiati e/o interessati da elevati tiranti di colata (> 1 m) durante l'evento del 07/06/2018;
- aree edificate interessate da elevati tiranti di colata (> 1.50 m), con opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 20 anni;
- aree edificate interessate da elevati tiranti di colata (> 1.50 m), senza e con opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 200 anni;

- aree edificate limitrofe a opere idrauliche compresa una fascia di rispetto edificata limitrofa a canali interrati o a cielo aperto realizzati o da realizzare in concomitanza alle opere di somma urgenza.

In Classe IIIb3 sono state inserite, oltre alle aree edificate già inserite in tale classe nella precedente versione della "Carta di sintesi" (Novembre 2009), anche le seguenti nuove aree:

- aree edificate non interessate da fenomeni di colata o interessate da bassi tiranti di colata (< 0.50 m) durante l'evento del 07/06/2018;
- aree edificate non interessate da fenomeni di colata, con opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 20 anni;
- aree edificate immediatamente esterne alle aree inserite in Classe IIIb4 e/o interessate da medio-alti tiranti di colata (compresi tra 0.50 e 1.50 m), senza opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 200 anni o interessate da medio-bassi tiranti di colata (<0.50 m), con opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 200 anni.

In Classe IIIb2 sono state inserite le seguenti nuove aree, corrispondenti ad una fascia di aree edificate (zona di rispetto) immediatamente esterne a quelle inserite all'interno della Classe IIIb3:

- aree edificate non interessate da tiranti di colata durante l'evento del 07/06/2018;
- aree edificate non interessate da fenomeni di colata, con opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 20 anni;
- aree edificate non interessate da tiranti di colata, senza o con opere idrauliche, per analisi con Tr 200 anni.

In Classe IIIa sono state inserite, oltre a quelle inedificate già inserite in tale classe nella precedente versione della "Carta di sintesi" (Novembre 2009), le seguenti nuove aree:

- aree non edificate interessate da tiranti di colata durante l'evento del 07/06/2018;
- aree non edificate interessate da fenomeni di colata, con opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 20 anni;
- aree non edificate interessate da tiranti di colata, senza o con opere idrauliche, per analisi bidimensionale con Tr 200 anni;
- aree non edificate limitrofe a opere idrauliche, compresa la fascia di rispetto di canali interrati o a cielo aperto realizzati o da realizzare in concomitanza alle opere di somma urgenza.

In Classe II sono state confermate le seguenti aree, corrispondenti alle aree esterne alla classe IIIb2 e alla classe IIIa precedentemente indicate:

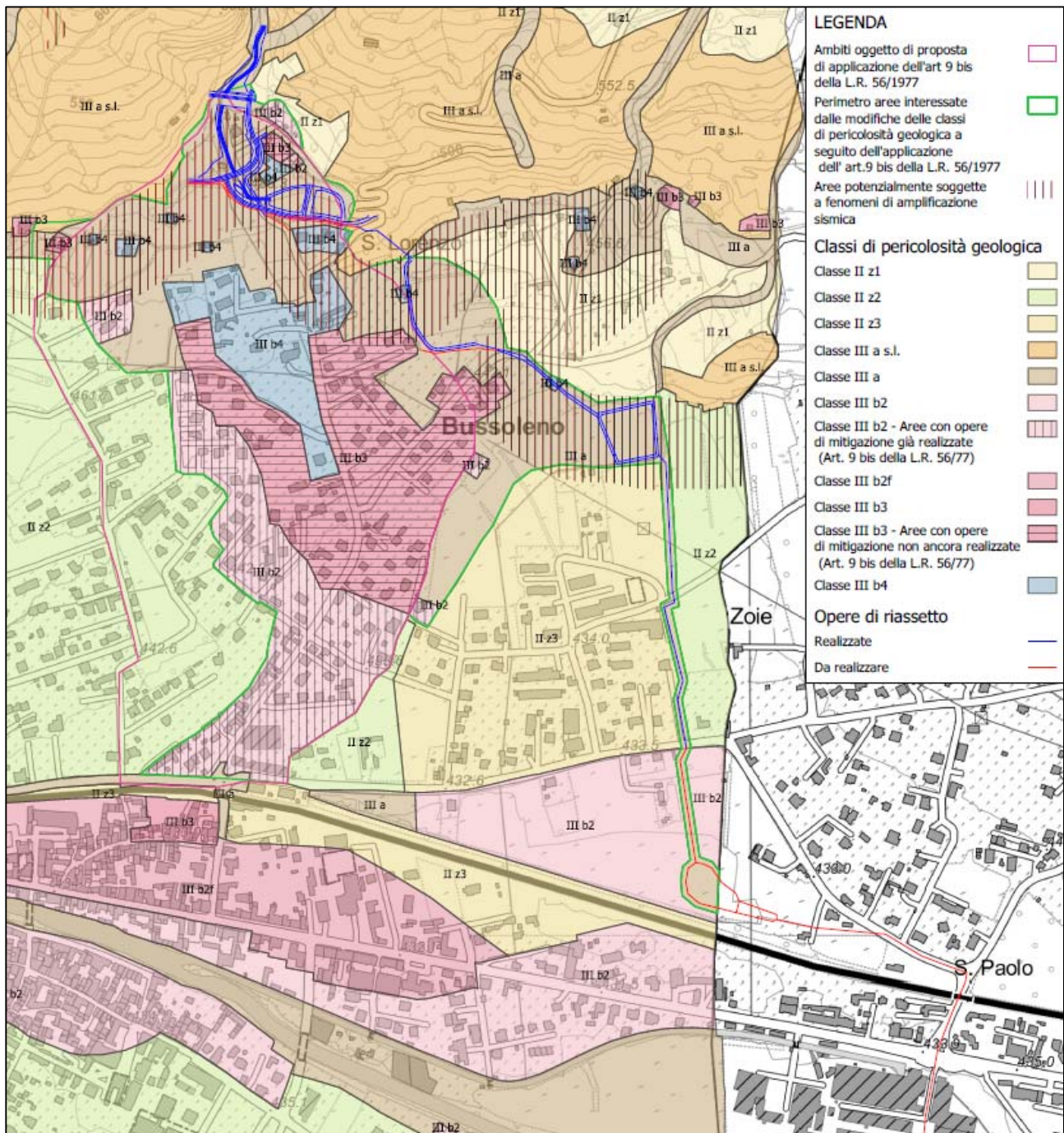
- aree edificate o edificabili non interessate dall'evento e nemmeno da tiranti di colata dalle analisi di valutazione della pericolosità e del dissesto residuo senza o con opere di riassetto per analisi bidimensionali sia pari all'evento del 07/06/2018 sia a Tr 200 anni.

Risulta evidente dallo studio di "Valutazione della pericolosità e del dissesto residuo a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza" che il settore occidentale dell'area interessata dall'art. 9 bis della L.R. 56/77, così come perimetrata dalla Regione Piemonte, non risulta interessato o coinvolto da fenomeni di colata sia in occasione dell'evento sia nelle simulazioni a seguito delle opere realizzate.

Il settore orientale dell'area interessata dall'art. 9 bis risulterebbe invece fortemente interessato dai fenomeni di colata, soprattutto a seguito delle opere realizzate. Anche settori di territorio esterni ad Est di tale perimetrazione potrebbero essere potenzialmente interessati dai fenomeni di colata come indicato nello studio di "Valutazione della pericolosità e del dissesto residuo a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza" (Giugno 2019).



Nella Figura 18 è riportato uno stralcio della proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77 (Area conoide del Rio Comba delle Foglie), così come indicato nell'Allegato 2 redatto alla scala 1:5.000 e nell'Elaborato redatto alla scala 1:10.000 per il territorio di Bussoleno.



**Figura 18:** stralcio della Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77 (Area conoide del Rio Comba delle Foglie), alla scala 1:5.000

Per quanto concerne gli interventi edilizi ammessi nelle classi di pericolosità individuate dopo l'evento del 07/06/2018 con la "Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77" (Allegato 2 ed Elaborato 6) occorre fare riferimento alle recenti Norme Tecniche di attuazione predisposte (in particolare per quanto concerne le Classi IIIb) redatte in conformità a quanto indicato al Capito 7 "Criteri indicativi per la determinazione dell'aumento del carico antropico" della D.G.R. n°64-7417 del 07 aprile 2014.

## 10. CRONOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI

In questo capitolo vengono espone alcune considerazioni ed indicate le eventuali ulteriori opere da realizzare per la mitigazione del rischio nell'area interessata dalla colata del 07/06/2018 anche a seguito delle opere già realizzate dopo l'evento (Elaborato 5).

Tenuto conto delle cause e degli effetti della colata sono stati individuate le opere di riassetto del territorio da realizzare nel bacino a monte e a valle dell'apice di conoide del Rio Comba delle Foglie.

### 10.1. OPERE DI RIASETTO A MONTE DELL'APICE DI CONOIDE

Per la porzione di bacino idrografico a monte dell'apice di conoide sono previsti alcuni interventi di riforestazione e di ingegneria naturalistica volti a favorire la stabilizzazione del bacino, il controllo localizzato delle erosioni areali e delle erosioni Incanalate. Tali interventi sono certamente auspicabili e positivi. Una descrizione dettagliata degli stessi è contenuta nel progetto denominato: "Interventi urgenti di protezione civile in conseguenza degli eventi meteorologici verificatesi il giorno 7 giugno 2018 nel territorio dei comuni di Bussoleno, Chianocco e Mompantero" redatto dai dott. For. Francesco Ciasca ed Alberto Dotta, dal Dott. For. Junior Simone Martin e dal Dott. Geol. Zeno Vangelista, progettisti per conto della Unione Montana Valle Susa. Tali interventi sono riportati indicativamente sulla tavola del Cronoprogramma (Elaborato 5) quale prima indicazione degli interventi sul bacino.

Secondo quanto indicato nella relazione idrologica idraulica degli interventi denominati: "Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del rio Baccias/Reforo e Comba delle foglie – Lavori di somma urgenza per il contenimento del trasporto solido in apice del conoide" Progetto Definitivo – Esecutivo a firma dott. ing. Santo LA FERLITA e dott. ing. Fabio AMBROGIO di SRIA. La portata idrologica calcolata con riferimento ai tempi di ritorno è stata distinta rispetto all'evento parossistico del 7 giugno 2018. Il calcolo idrologico distingue infatti l'evento avvenuto nel giugno 2018 come avvenuto su bacino privo di vegetazione e con infiltrazione iniziale scarsa; quando viene fatto riferimento ai tempi di ritorno invece le assunzioni idrologiche fanno riferimento a condizioni di permeabilità ed infiltrazione delle piogge su un bacino con le normali capacità di ritenzione e di trattenuta degli afflussi meteorici superficiali. Ovvero in quest'ultimo caso si ipotizza un completo ripristino della copertura vegetata che interessava il bacino prima dell'incendio.

Analogamente a quanto ipotizzato in sede di calcolo idrologico è dunque ipotizzabile che in caso di un evento analogo a quello già accaduto nel giugno 2018 le condizioni di ritenzione idrica sul bacino possano essere analogamente scadenti. I calcoli di verifica svolti infatti tengono implicitamente conto di tale condizione (tempo di ritorno di 20 anni).

Nel caso di evento associato a tempo di ritorno, segnatamente Tr 200 cui è associabile anche il cronoprogramma, risulta evidente che tali condizioni dovranno essere ottenute anche con un ripristino dello stato vegetazionale originale ante incendio perché solo tali condizioni possono garantire l'infiltrazione e le ritenzioni idriche corrette adottate per il calcolo delle portate idrologiche.

Nell'ambito del presente cronoprogramma pertanto, per lo svincolo delle aree associate al tempo di ritorno di 20 anni non occorre una certificazione del ripristino delle condizioni vegetazionali o idrologiche ante evento, nel caso legato al tempo di ritorno duecentennale, al contrario, occorre non solo che gli interventi previsti siano completati ma che venga certificato, congiuntamente o successivamente agli stessi, un complessivo riassetto vegetazionale a scala di bacino idrologico tale da garantire che le condizioni di dissesto vegetazionale siano ripristinate. Il ripristino dello stato vegetazionale a condizioni areali normali potrà garantire o addirittura migliorare le condizioni idrologiche previste a riferimento delle verifiche svolte.

## 10.2. OPERE DI RIASETTO A VALLE DELL'APICE DI CONOIDE

Sulla base delle opere idrauliche (Progetto a firma dell'Ing. Laferlita dello Studio Rosso Ingegneri Associati) e dello studio di "Valutazione della pericolosità e del dissesto residuo a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza" (redatto dallo Studio EDes Ingegneri Associati, Giugno 2019) è possibile evidenziare che le opere di riassetto già realizzate risulterebbero, a seguito di regolare collaudo, sufficienti a garantire la mitigazione del rischio idraulico per le aree inserite in Classe IIIb2, sia per eventi pari all'evento del 07/06/2018 sia a Tr 200 anni, ubicate all'interno e/o immediatamente esterne della perimetrazione della porzione di territorio comunale interessato dai provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77 (vedi Elaborato 5 ed Elaborato 6).

Le stesse opere idrauliche già realizzate risulterebbero sufficienti a garantire la mitigazione del rischio idraulico per le aree inserite in Classe IIIb3, ubicate all'interno e/o immediatamente esterne della perimetrazione della porzione di territorio comunale interessato dai provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77, solo per fenomeni di dissesto pari all'evento del 07/06/2018 (vedi Elaborato 5 ed Elaborato 6).

Per le stesse aree inserite in Classe IIIb3 in caso di eventi caratterizzati da un dissesto pari a Tr 200, al fine di garantire la mitigazione del rischio idraulico, risulterebbero necessarie una serie di opere di riassetto.

Pertanto il cronoprogramma per la realizzazione delle opere di riassetto a seguito dell'evento avvenuto in data 07/06/2018 e delle opere idrauliche realizzate in sito è articolato in due differenti step (Elaborato 5).

Il primo step fa riferimento a quanto evidenziato nel caso di ripetizione di un evento analogo a quello verificatosi il 07/06/2018. Come si evince anche dall'analisi dell'elaborato grafico 4: "Tavole grafiche illustrative del modello 2d - evento del 7/6/2018 condizioni post opera" dello studio di "Valutazione della pericolosità e del dissesto residuo a seguito della realizzazione delle opere di somma urgenza" (redatto da Studio EDes Ingegneri Associati, Giugno 2019), vi sono ancora delle fuoriuscite minime dalle vasche realizzate che tuttavia potrebbero essere facilmente mitigate creando degli opportuni parapetti che consentirebbero il contenimento del flusso all'interno delle vasche.

Rispetto alle vasche realizzate l'estensione longitudinale dei due parapetti potrebbe risultare di circa 75 m per la vasca superiore e di 80 m per la vasca inferiore. L'altezza di tali parapetti potrebbe essere assunta pari a m 1.00.

Tale assunzione, incrementando di poco la capacità di invaso, consentirebbe lo stazionamento dei minimi volumi in eccesso ed il loro drenaggio della componente liquida da parte della tubazione di scarico. Si eviterebbero inoltre tracimazioni (anche se limitate) dei rilevati con un evidente incremento della sicurezza degli stessi rispetto ad un eventuale dam break.

Le opere di riassetto possono essere riassunte e schematizzate nella seguente tabella:

Tr 20 – 50 anni	Dimensioni e note
Parapetto superiore	75 m per evitare la tracimazione verso via S Lorenzo
Parapetto inferiore	80 m per evitare la tracimazione verso strada per Borgata Ricchetta e chiesetta.

Il secondo step prevede invece una colata, con riferimento al tempo di ritorno di 200 anni, che presenta dunque una volumetria ben maggiore della capacità di contenimento delle vasche realizzate, situazione ben nota poiché quelle realizzate consistono in opere di mitigazione in somma urgenza.

Tali invasi pertanto verrebbero tracimati, una volta pieni, e la portata residua non sarebbe smaltibile dal solo drenaggio della portata liquida. Un evento con tempo di ritorno di 200 anni potrebbe quindi innescare fenomeni di tracimazione, erosione localizzata dei rilevati e conseguente rischio di rottura degli stessi.

Si ritiene impensabile in questo caso incrementare le volumetrie di invaso in quanto tale intervento presenterebbe dei costi notevoli legati al fatto che la volumetria necessaria sarebbe doppia rispetto a quella realizzata. Occorre pertanto ipotizzare delle opere adeguate che evitino le tracimazioni e consentano il convogliamento e la canalizzazione delle portate solido-liquide in eccesso verso zone a basso impatto.

In tale secondo caso occorre innanzi tutto un parapetto o in alternativa un adeguamento in quota dei rilevati tali da evitare completamente l'eventuale tracimazione verso Via San Lorenzo. Successivamente a sinistra della chiesetta di Via S Lorenzo è da prevedere un attraversamento della strada (meglio ipotizzabile un guado), in grado di smaltire l'eccesso di Tr 200 proveniente dalle vasche ovvero circa 50 mc/s ed indirizzare tale flusso lungo il versante in un cunettone adeguato. Alla base del versante stesso si trova il canale di drenaggio ed un ampio pianoro che favorirà certamente l'arresto della colata. Alcune abitazioni in destra sono da proteggere con un adeguato rilevato ed infine necessita un fosso in grado di smaltire circa 10 mc/s che dovrà raggiungere l'ultima vasca di valle. Da questa vasca un progetto redatto dallo Studio SRIA ("Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del Rio Baccias/Reforno e Comba delle Foglie. Lavori di somma urgenza relativi all'intervento di completamento del canale di scarico per il convogliamento delle portate liquide del rio al recapito finale") prevede lo smaltimento delle acque raccolte nel Fiume Dora Riparia, attraversando il tessuto cittadino mediante opportuna canalizzazione e opere idrauliche (vedi Elaborato 5).

Questa ipotesi formulata a livello di cronoprogramma dovrà essere sviluppata in termini di costi benefici nelle successive fasi progettuali.

Le opere di riassetto possono essere riassunte e schematizzate nella seguente tabella:

Tr 200 anni	Dimensioni e note
1 Parapetto superiore	100 m per evitare la tracimazione verso via S Lorenzo
2 Adeguamento quote Via San Lorenzo	40 m circa per costituire una continuità con i parapetti
3 Parapetto inferiore	115 m per evitare la tracimazione verso strada per Borgata Ricchetta e chiesetta.
4 Guado Strada Ricchetta	Adeguamento della strada, delle livellette per 40 m circa predisposizione di guado
5 Cunettone di scarico verso valle	Cunettone di versante L 81 m circa
6 Protezione abitazioni	Rilevato o muretto di altezza circa 1 m di lunghezza circa 100 m in sponda destra del nuovo canale di scarico realizzato.

7	Guado Strada Camposciutto	Adeguamento della strada, delle livellette per 40 m circa predisposizione di guado o adeguamento attraversamento esistente (15 m)
8	Fosso	Predisposizione di fosso per convogliamento di eccesso liquido a componente solida verso la vasca di valle in eccesso rispetto alla capacità della attuale tubazione da strada Camposciutto a vasca L = 131 m
9	Fosso o tubazione di scolo	Predisposizione di fosso e potenziamento/adeguamento rete di scarico di Via Ciamei in Chianocco per convogliamento di eccesso liquido rispetto alla capacità della rete di drenaggio fognaria urbana da vasca di valle a Fiume Dora Riparia (vedi progetto redatto dallo Studio SRIA ("Colata detritica del 07/06/2018 sul conoide del Rio Baccias/Reforno e Comba delle Foglie. Lavori di somma urgenza relativi all'intervento di completamento del canale di scarico per il convogliamento delle portate liquide del rio al recapito finale").

Tenuto conto che alcuni tratti dei parapetti proposti in primo e secondo step si sovrappongono, in sede progettuale sarebbe opportuno che le eventuali opere di primo lotto (primo step) siano già dimensionate tenendo conto della previsione complessiva (in termini di altezza e/o possibile successive sovralz).

**ALLEGATI:**

**Allegato 1:** Carta dell'evento alluvionale del 07/06/2018 nel bacino del Rio Comba delle Foglie, alla scala 1:10.000.

**Allegato 2:** Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77 (Area conoide del Rio Comba delle Foglie), alla scala 1:5.000.

**Elaborato 2:** Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°IIa (modificata ed aggiornata a seguito del dissesto avvenuto in data 07/06/2018), alla scala 1:10.000;

**Elaborato 3:** Carta Geomorfologica e dei dissesti - Tavola n°IIb (modificata ed aggiornata a seguito del dissesto avvenuto in data 07/06/2018), alla scala 1:5.000;

**Elaborato 4:** Carta della pericolosità del fondovalle - Tavola n°VIII (modificata ed aggiornata a seguito del dissesto avvenuto in data 07/06/2018), alla scala 1:10.000;

**Elaborato 5:** Cartografia con indicazione delle opere del cronoprogramma nell'area di conoide del Rio Comba delle Foglie, alla scala 1:2.000.

**Elaborato 6:** Proposta di aggiornamento della Carta di Sintesi del P.R.G. a seguito dell'applicazione dei provvedimenti cautelari di cui all'art. 9 bis della L.R. 56/77, alla scala 1:10.000;

**Elaborato 7:** Scheda Conoide Rio Comba delle Foglie.

*MODIFICHE ALLA CARTA DI SINTESI DEL PRG A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9BIS DELLA LEGGE URBANISTICA REGIONALE N.56/77 SUGLI AMBITI INTERESSATI DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7 GIUGNO 2018*  
*Relazione Geologica*



**ALLEGATO 1 – CARTA DELL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 07/06/2018 NEL BACINO DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE, ALLA SCALA 1:10.000**

---

*MODIFICHE ALLA CARTA DI SINTESI DEL PRG A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DEI PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9BIS DELLA LEGGE URBANISTICA REGIONALE N.56/77 SUGLI AMBITI INTERESSATI DALL'EVENTO ALLUVIONALE DEL 7 GIUGNO 2018*  
*Relazione Geologica*



**ALLEGATO 2 – PROPOSTA DI AGGIORNAMENTO DELLA CARTA DI SINTESI DEL P.R.G. A SEGUITO DELL'APPLICAZIONE DIE PROVVEDIMENTI CAUTELARI DI CUI ALL'ART. 9 BIS DELLA L.R. 56/77 (AREA CONOIDE DEL RIO COMBA DELLE FOGLIE), ALLA SCALA 1:5.000**

---