

AperTO - Archivio Istituzionale Open Access dell'Università di Torino

Studio geo-idrologico del bacino del Torrente Talloria (CN)

This is the author's manuscript

Original Citation:

Availability:

This version is available <http://hdl.handle.net/2318/1768053> since 2021-01-21T15:06:41Z

Terms of use:

Open Access

Anyone can freely access the full text of works made available as "Open Access". Works made available under a Creative Commons license can be used according to the terms and conditions of said license. Use of all other works requires consent of the right holder (author or publisher) if not exempted from copyright protection by the applicable law.

(Article begins on next page)

Studio geo-idrologico del bacino del Torrente Talloria (CN) Geo-hydrological study of the Talloria Creek basin (CN)

Annalisa Bove*, Luciano Masciocco**

**Geologo libero professionista*

***Dipartimento di Scienze della Terra – Università degli Studi di Torino*

Parole chiave (key words): geo-idrologia (geo-hydrology), pericolosità idrologica (hydrological hazard), pianificazione territoriale (land use), Piemonte - Italia (Piedmont - Italy)

Introduzione

Il bacino del T. Talloria è ubicato in provincia di Cuneo nell'estremo lembo nordoccidentale del sistema collinare delle Langhe (Fig. 1).

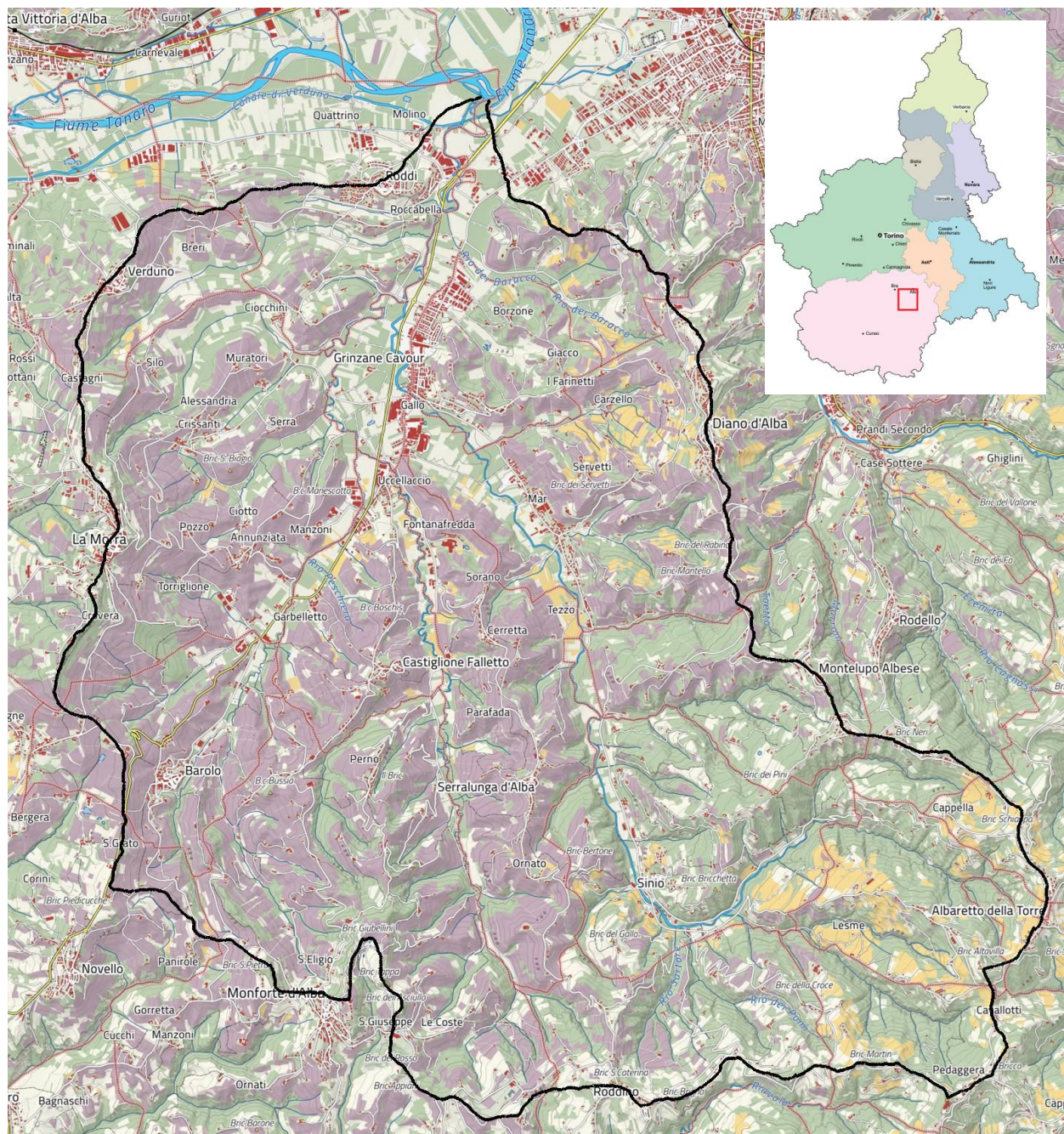


Figura 1 – Ubicazione del bacino idrografico del Torrente Talloria nel Piemonte meridionale.

Esso si estende da sud verso nord per 99,16 km² nei territori comunali di Arguello, Cerreto Langhe, Lequio Berria, Albaretto della Torre, Roddino, Monforte d'Alba, Novello, Barolo, Sinio, Serralunga d'Alba, Rodello, Montelupo Albese, La Morra, Castiglione Falletto, Diano d'Alba, Grinzane Cavour, Verduno, Roddi ed Alba. Il territorio in esame è il fulcro della produzione del vino Barolo e rientra interamente nella "Langa del Barolo", una delle sei componenti del sito "Paesaggi Vitivinicoli di Langhe - Roero e Monferrato" dichiarato Patrimonio dell'Umanità dall'UNESCO nel 2005 (Fig. 2).



Figura 2 – Il bacino del T. Talloria racchiude la "Langa del Barolo" e il "Castello di Grinzane Cavour" due delle sei componenti del sito "Paesaggi Vitivinicoli di Langhe - Roero e Monferrato" dichiarato Patrimonio dell'Umanità dall'UNESCO nel 2005 (Rif. WEB n. 1).

Il paesaggio è prevalentemente monocolturale: i vigneti si estendono con continuità sui pendii dei versanti collinari, intervallati qua e là da borghi di impianto medioevale dai quali spesso si ergono imponenti castelli tra i quali spicca quello di Grinzane Cavour, altra componente del sito UNESCO.

Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico strutturale, il bacino del torrente Talloria è situato sul fianco meridionale della Sinclinale Astigiana (Fig. 3). Tale struttura si sviluppa in direzione E-W, e, a partire da una zona di culminazione in corrispondenza dell'abitato di Asti, si approfondisce verso ovest, nel bacino subsidente di Savigliano e verso est, nel bacino subsidente di Alessandria. Per tali ragioni, l'assetto strutturale del bacino del T. Talloria è rappresentato da una monoclinale che immerge a basso angolo (5-10°) verso NW. Per una ricostruzione più dettagliata della geologia e della geomorfologia si veda BOVE & MASCIOTTO (2017).

Dal punto di vista litologico, la monoclinale è costituita dai terreni più recenti del Bacino Terziario Ligure Piemontese (Serravalliano – Messiniano), successione oligo-miocenica di

origine prevalente terrigena, che può raggiungere spessori di 5-6000 m nei suoi settori occidentali.

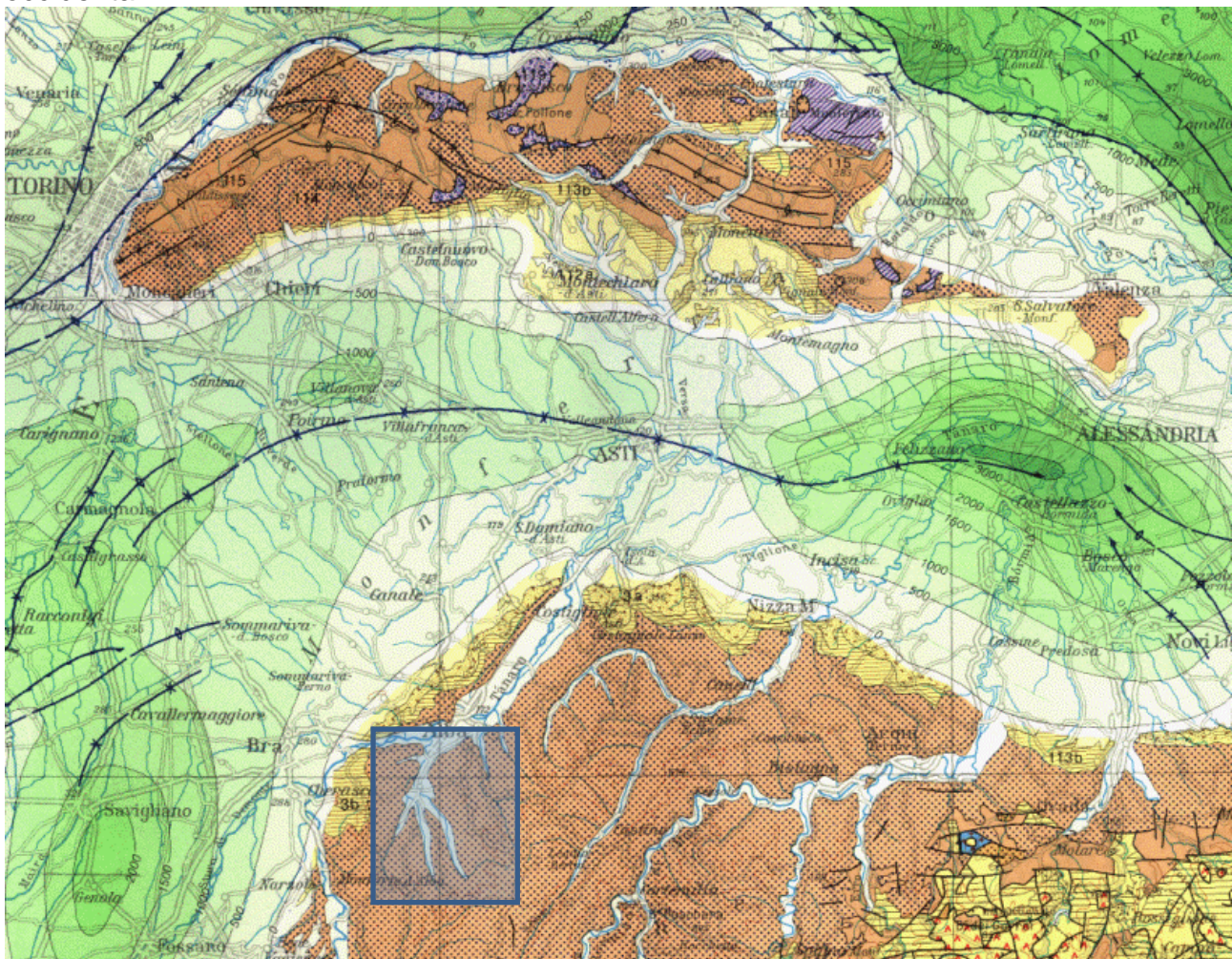


Figura 3 – Inquadramento geologico strutturale Stralcio della Carta Strutturale d'Italia (AA.VV., 1991). il bacino del T. Talloria (riquadro azzurro) si estende su una monoclinale che immerge a basso angolo (5-10°) verso NW.

Come si può osservare dalla Figura 4, nel bacino in esame affiorano le seguenti successioni litologiche (PIANA *et al.*, 2017):

Successioni arenaceo-pelitiche ed arenacee serravalliano-tortoniane - S3f

Formazione di Lequio – Strati di arenarie, talvolta scarsamente cementate, a grana media o fine, grigio giallastre, gradate, alternate a marne sabbiose o siltose grigie; le arenarie sono quarzose, a cemento calcitico e il loro graduale passaggio a marne avviene in sequenze ritmiche fitte, dello spessore di mezzo metro circa, tipiche dei sedimenti fliscioidi. La parte superiore è caratterizzata dal progressivo diminuire delle intercalazioni arenacee, fino al prevalere delle sovrastanti Marne di S. Agata Fossili. Lo spessore supera i 500 m (BONI & CASNEDI, 1970).

Successioni marnose tortoniano-messiniane - S3/4

Marne di S. Agata Fossili – Formazione costituita da marne (CaCO₃ circa 35%) grigio-azzurre un po' sabbiose nella parte inferiore che passa lateralmente alla Formazione di Lequio, da marne e arenarie con rari livelli conglomeratici nella parte media e, superiormente, da marne siltose. Lo spessore si aggira sui 250-300 m (BONI & CASNEDI, 1970).

Corpi lenticolari arenaceo-conglomeratici tortoniano-messiniani - S4a

Arenarie di Diano d'Alba – La formazione è rappresentata prevalentemente da sabbie con livelli arenacei ben stratificati, con intercalazioni di marne sabbiose e ciottolose in banchi (BONI & CASNEDI, 1970).

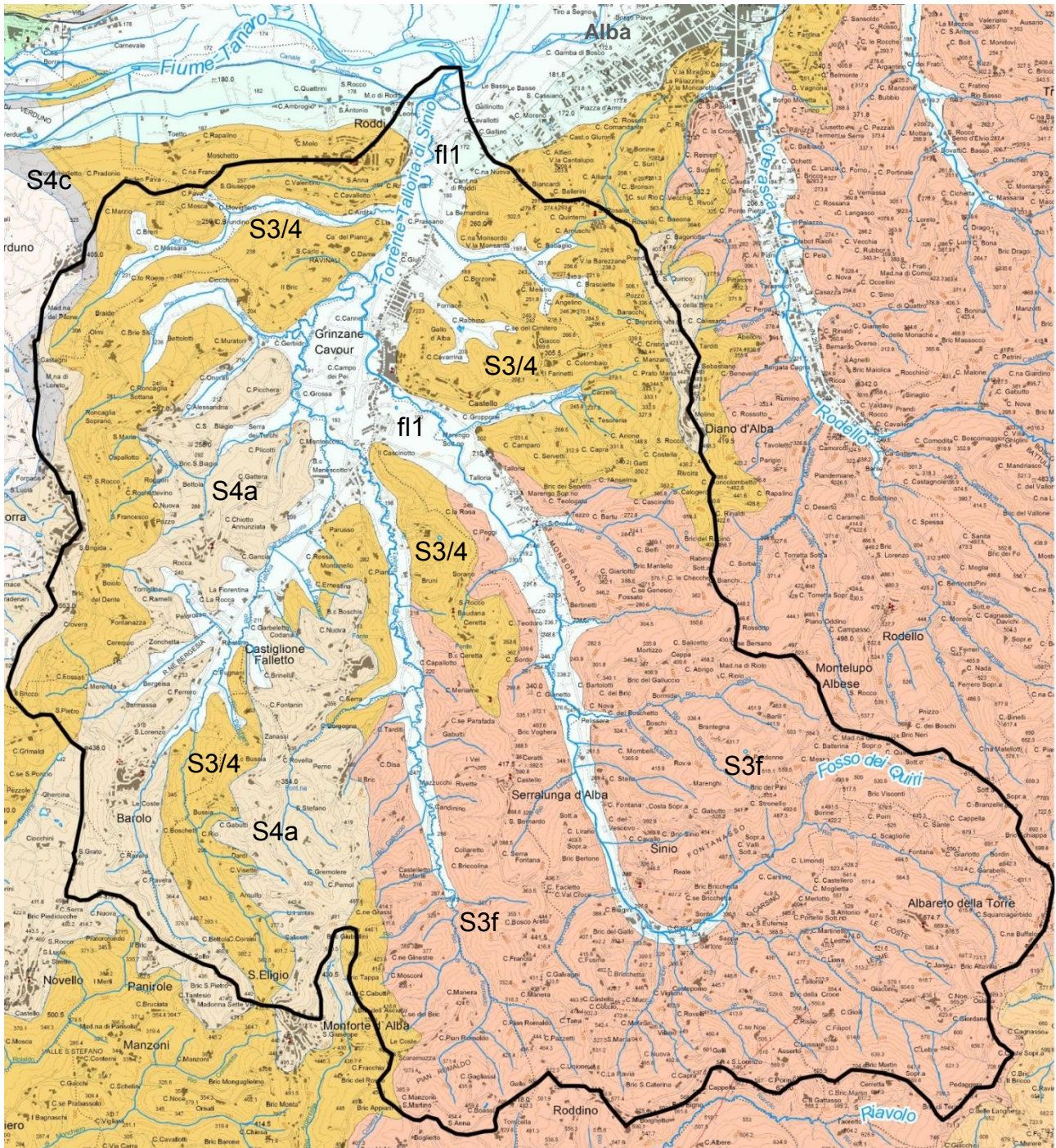


Figura 4 – Inquadramento geologico del bacino del T. Talloria (Piana et al., 2017). Legenda. fl1: Depositi fluviali (Olocene – Attuale); S4c: Formazione della Vena del Gesso (Messiniano); S4a: Conglomerati di La Morra (Tortoniano – Messiniano); S3/4: Successioni marnose (Tortoniano – Messiniano); S3f: Successioni arenaceo-pelitiche ed arenacee (Serravalliano – Tortoniano).

Valutazione della pericolosità idrologica

La valutazione della pericolosità idrologica ha comportato la verifica idraulica su due sezioni fluviali che sembravano mostrare alcune criticità; in Figura 5 è visualizzata l'ubicazione delle **sezioni 1 e 2** e la delimitazione dei bacini loro sottesi. La **sezione 1** è

stata individuata immediatamente a monte del ponte sul T. Talloria di Sinio, posto al confine tra il comune di Grinzane Cavour e quello di Diano D'Alba, laddove i fabbricati si trovano a pochi metri dal corso d'acqua (Fig. 6). Dalla foto si possono osservare i muri costruiti dopo l'evento alluvionale del novembre 1994.

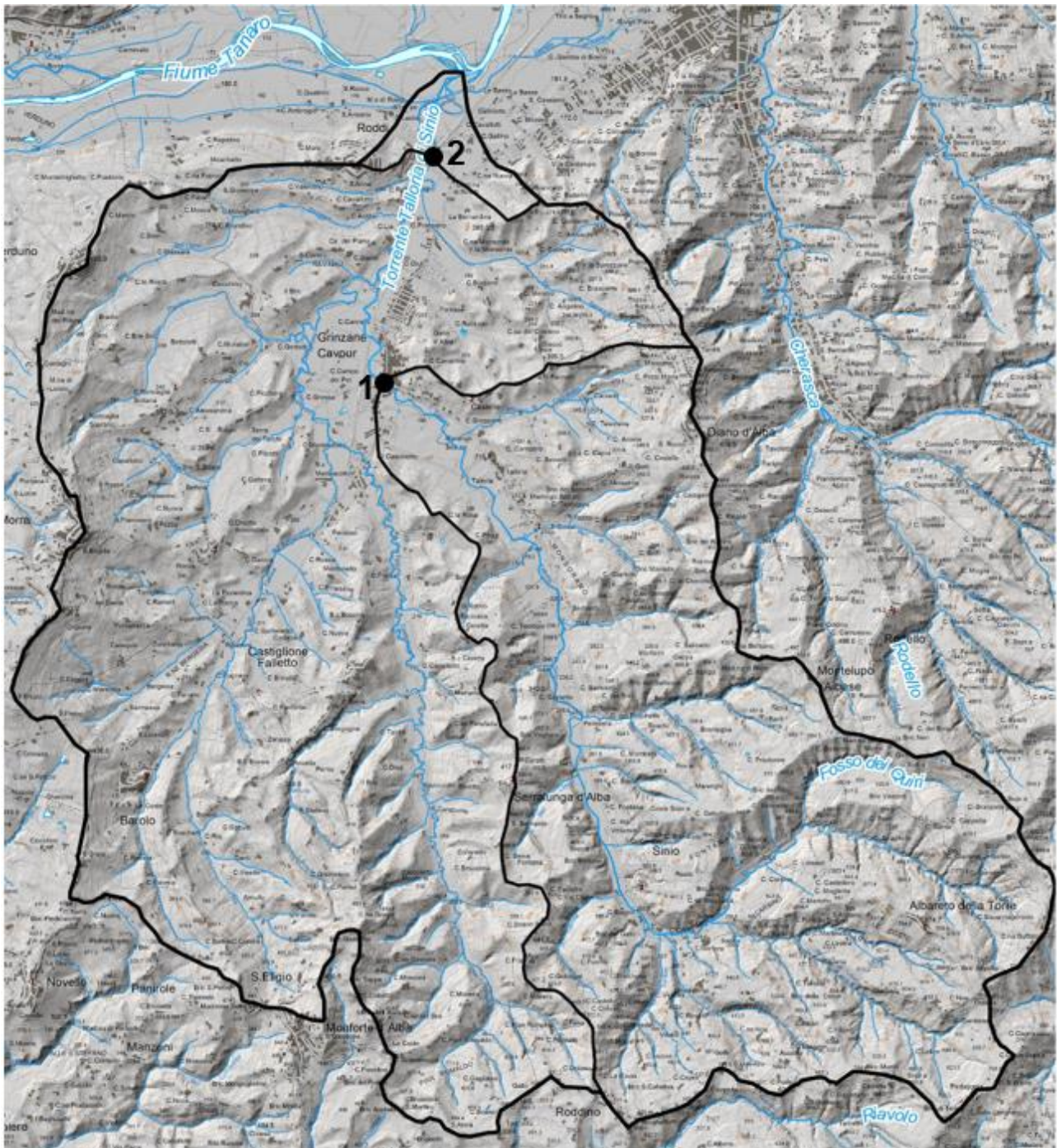


Figura 5 – Ubicazione delle due sezioni e delimitazione dei bacini loro sottesi.

La **sezione 2** è localizzata nei pressi della chiusura del bacino, nella strettoia compresa tra la collina di Roddi a ovest e quella prospiciente, sede dell'Azienda vitivinicola Ceretto a est (Fig. 7); qui lo spazio di deflusso per le acque superficiali è stato ridotto artificialmente ad un tratto incautamente tominato (particolare 1) e ad un tratto naturale (corrispondente al vecchio percorso del T.Talloria prima degli interventi post alluvione 1994) di sezione infima (particolare 2).



Figura 6 – Ubicazione della sezione 1, immediatamente a monte del ponte sul T. Talloria di Sinio, posto al confine tra il comune di Grinzane Cavour e quello di Diano D'Alba: le case si trovano addossate al corso d'acqua.

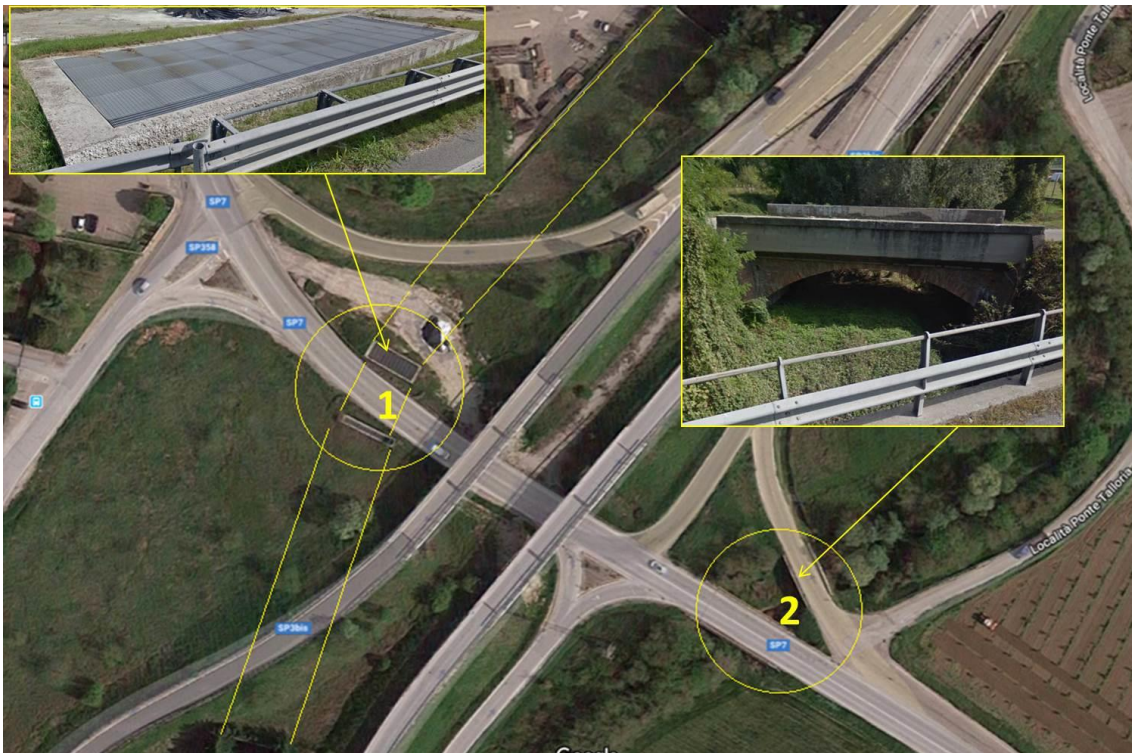


Figura 7 – Ubicazione della sezione 2. Lo Spazio riservato al deflusso delle acque superficiali alla chiusura del bacino del T. Talloria è indicato nei due particolari: 1) prese d'aria del tratto tombinato (tracciato in giallo); 2) luce del ponte nel tratto naturale, utilizzato attualmente come troppo pieno.

Analisi pluviometrica

I dati delle piogge intense riferiti al bacino del T. Talloria sono stati ricavati dalle registrazioni della stazione meteorologiche di Alba-Tanaro per il periodo 2001-2018, da quella di Rodello per il periodo 1995-2018 e da quella di Roddino per il periodo 1997-2018 (Arpa Piemonte, Rif. WEB n. 2). Per ciascuna stazione sono state ricavate le curve di probabilità pluviometrica con tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni, ed i valori dei coefficienti a e n sono stati successivamente mediati per ottenere le curve rappresentative del bacino in esame (Tab. 1, Fig. 8).

Tabella 1 – Coefficienti a e n delle curve di probabilità pluviometrica delle singole stazioni e medi per tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni.

T	Rodello		Roddino		Alba Tanaro		Valori medi	
	a	n	a	n	a	n	a	n
10	42,437	0,2376	39,433	0,2501	51,538	0,2106	44,469	0,2328
20	48,672	0,2279	45,115	0,2384	61,069	0,1926	51,619	0,2196
50	56,749	0,2182	52,472	0,2266	73,448	0,1750	60,890	0,2066
100	62,805	0,2125	57,986	0,2195	82,746	0,1649	67,846	0,1990
200	68,841	0,2077	63,481	0,2135	92,025	0,1565	74,782	0,1926

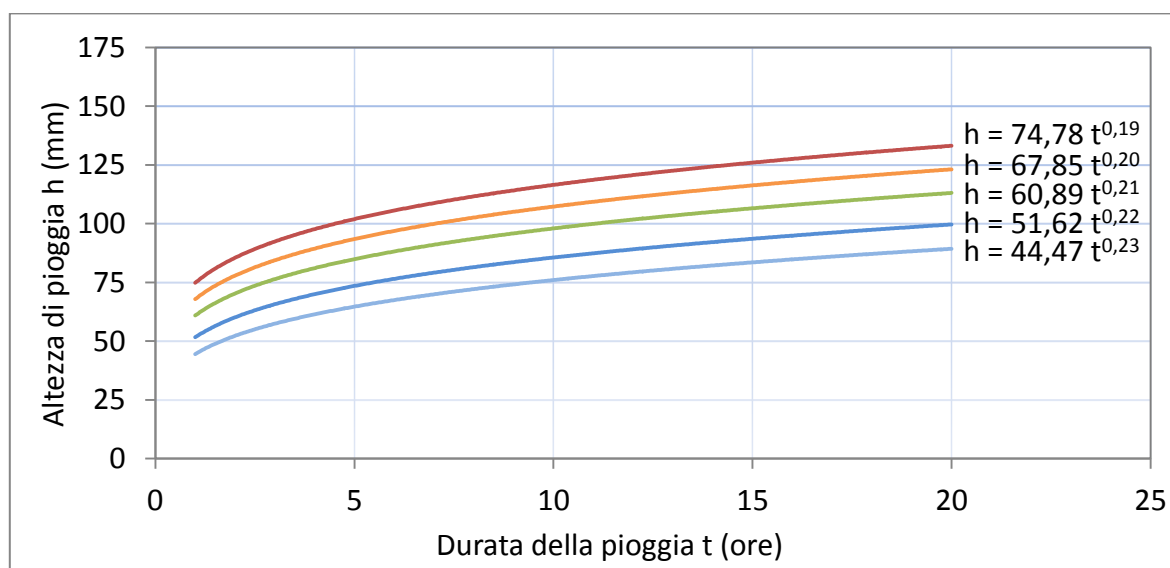


Figura 8 – Curve di probabilità pluviometrica medie con tempi di ritorno di 10, 20, 50, 100 e 200 anni adottate per il bacino oggetto di studio.

Calcolo delle portate di massima piena

Per il calcolo delle portate di massima piena, è stato utilizzato il Metodo Razionale; il modello prevede che la pioggia di progetto cada con intensità costante e in modo uniforme sul bacino.

La portata di massima piena calcolata con il Metodo Razionale è espressa dalla seguente relazione:

$$Q = k \cdot i \cdot C \cdot A$$

dove:

- k è un fattore adimensionale che tiene conto della non uniformità delle unità di misura. Se A è espressa in km^2 ed i in mm/h per ottenere la portata in m^3/s , k vale 0,278;
- C è il coefficiente di deflusso;

- i è l'intensità della precipitazione critica;
- A è l'area del bacino a monte della sezione presa in esame.

La precipitazione considerate sono quelle descritte dalle curve di probabilità pluviometrica riportate in figura 8.

L'**intensità critica i** , è stata ricavata attraverso la valutazione dei tempi di corrivazione dei due bacini utilizzando la formula di Giandotti, che viene comunemente usata in Italia per bacini con area maggiore di 20 km² e pertanto idonea per entrambi i bacini in esame.

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{h_{mr}}}$$

dove:

- t_c è il tempo di corrivazione espresso in ore;
- A è l'area del bacino preso in considerazione in km²;
- L è la lunghezza dell'asta fluviale principale fino al punto di misura;
- h_{mr} è l'altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura.

In Tabella 2 vengono riportati i tempi di corrivazione dei due bacini, insieme ai parametri fisiografici utilizzati, ricavati tramite software Quantum Gis.

Tabella 2 – Dati fisiografici e tempi di corrivazione dei due bacini in esame.

	Area [km ²]	L[km]	h _m [m]	H _{sez} [m]	h _{mr} [m]	t _c [ore]
Bacino 1	41,15	13,627	432,38	190	242,38	3,70
Bacino 2	97,75	14,020	364,10	179	185,10	5,56

A questo punto, l'intensità critica i_c risulterà dal rapporto tra l'altezza della pioggia di durata pari al tempo di corrivazione h_c (per calcolare la quale basta sostituire t_c nella durata t delle equazioni delle curve di probabilità pluviometrica) e il tempo di corrivazione t_c stesso, riferita quindi a un determinato tempo di ritorno:

$$i_c = \frac{h_c}{t_c}$$

I dati di pioggia e intensità critica ottenuti per entrambi i bacini sono riportati in Tabella 3.

Tabella 3 – Piogge e intensità critiche ottenute per i diversi tempi di ritorno.

	h _c [mm]	t _c [ore]	i _c [mm/ora]
Bacino 1 (tempo di ritorno = 10 anni)	60,30	3,70	16,30
Bacino 1 (tempo di ritorno = 20 anni)	68,80	3,70	18,59
Bacino 1 (tempo di ritorno = 50 anni)	79,79	3,70	21,56
Bacino 1 (tempo di ritorno = 100 anni)	88,02	3,70	23,79
Bacino 1 (tempo di ritorno = 200 anni)	96,21	3,70	26,00
Bacino 2 (tempo di ritorno = 10 anni)	66,30	5,56	11,92
Bacino 2 (tempo di ritorno = 20 anni)	75,24	5,56	13,53
Bacino 2 (tempo di ritorno = 50 anni)	86,79	5,56	15,61
Bacino 2 (tempo di ritorno = 100 anni)	95,45	5,56	17,17
Bacino 2 (tempo di ritorno = 200 anni)	104,06	5,56	18,72

Un altro parametro nel calcolo della portata di massima piena è rappresentato dal **coefficiente di deflusso C** che tiene conto della natura dei terreni, del tipo di copertura vegetale e, seppure non venga mai preso in considerazione, dal grado di saturazione del terreno al momento dell'infiltrazione.

Per determinarlo si fa riferimento a valori di letteratura come ad esempio quelli di Tabella 4, proposti da BENINI (1990).

Tabella 4 – Valori per il coefficiente C in funzione del tipo di terreno, dell'uso del suolo e della pendenza (BENINI, 1990).

Vegetazione e pendenza		Tipi di suolo		
		Terreno leggero	Terreno di medio impasto	Terreno compatto
Boschi	< 10%	0,13	0,18	0,25
	> 10%	0,16	0,21	0,36
Pascoli	< 10%	0,16	0,36	0,56
	> 10%	0,22	0,42	0,62
Colture agrarie	< 10%	0,40	0,60	0,70
	> 10%	0,52	0,72	0,82

Come si nota dai valori riportati in tabella, la copertura vegetale influenza notevolmente la capacità di assorbimento. I boschi tendono ad assorbire maggiormente le precipitazioni e pertanto i valori di C sono minori per i boschi rispetto alle aree a pascolo e a colture agrarie.

Il bacino di interesse è stato suddiviso in aree boschive e in aree adibite a colture agrarie, essenzialmente vigneti e noccioleti, nonché in aree con pendenze maggiori e minori del 10%. Data la natura dei litotipi presenti nel bacino, poco o punto permeabili, si è fatto sempre riferimento ai valori del terreno compatto. Alle aree antropizzate, fortemente impermeabilizzate, è stato assegnato un coefficiente C pari a 0,90.

Utilizzando il software Quantum Gis, sono state ricavate 4 categorie omogenee per vegetazione, pendenza e uso del suolo a cui è stato assegnato un coefficiente C (Tab. 5), facendo riferimento ai valori sopra citati.

Tabella 5 – Valori del Coefficiente di deflusso C assegnato alle superfici omogenee per uso del suolo e pendenza ottenute dalle analisi cartografiche tramite software Quantum GIS.

Uso del suolo	Pendenza	Area Bacino 1	Area Bacino 2	Coefficiente di deflusso C
Bosco	>10%	9,68	14,65	0,36
Colture agrarie	<10%	7,62	10,39	0,70
Colture agrarie	>10%	21,11	65,57	0,82
Aree antropizzate	---	2,74	7,14	0,90

Pesando i coefficienti di deflusso per le aree omogenee a cui sono riferiti, sono state calcolate le medie ponderali dei coefficienti C da attribuire ai due bacini (Tab. 6).

Tabella 6 – Valori medi dei coefficienti di deflusso per i due bacini in esame.

	Coefficiente di deflusso C
Bacino 1	0,69
Bacino 2	0,74

Le **aree A dei due bacini** erano già state ottenute tramite software Quantum Gis (Tab. 2). Utilizzando i dati ricavati sono state infine calcolate le portate di massima piena in corrispondenza delle due sezioni oggetto di studio (Tab. 7).

Tabella 7 – Portate di massima piena attese alle sezioni di misura per i relativi tempi di ritorno.

	k	i_c [mm/ora]	C	A [km ²]	Portata [m ³ /s]
Bacino 1 (Tr = 10 anni)	0,278	16,30	0,69	41,15	128,66
Bacino 1 (Tr = 20 anni)	0,278	18,59	0,69	41,15	146,74
Bacino 1 (Tr = 50 anni)	0,278	21,56	0,69	41,15	170,18
Bacino 1 (Tr = 100 anni)	0,278	23,79	0,69	41,15	187,78
Bacino 1 (Tr = 200 anni)	0,278	26,00	0,69	41,15	205,23
Bacino 2 (Tr = 10 anni)	0,278	11,92	0,74	97,75	239,70
Bacino 2 (Tr = 20 anni)	0,278	13,53	0,74	97,75	272,08
Bacino 2 (Tr = 50 anni)	0,278	15,61	0,74	97,75	313,90
Bacino 2 (Tr = 100 anni)	0,278	17,17	0,74	97,75	345,27
Bacino 2 (Tr = 200 anni)	0,278	18,72	0,74	97,75	376,44

Verifiche idrauliche

Una volta calcolate le portate di massima piena attese per i quattro tempi di ritorno in corrispondenza delle sezioni prese in esame, si è verificato se tutte queste portate sarebbero defluite normalmente nell'alveo o se in qualche occasione il fiume avrebbe esondato, inondando le zone abitate circostanti. A tal fine, è stato necessario fare un confronto tra le *portate di progetto* calcolate precedentemente e la *portata massima ammissibile* in corrispondenza delle due sezioni, pari al prodotto dell'area A della sezione e la velocità del flusso idrico V:

$$Q = A \cdot V$$

Per ricavare l'area A sono stati effettuati sopralluoghi sulle sezioni di interesse con battute topografiche per ricavare le quote e misure tramite telemetro per ricavare le lunghezze. Come quota massima della sezione è stato preso il livello base delle abitazioni anche laddove fossero presenti opere di contenimento, quali muretti o argini. Questa scelta è dovuta al fatto che l'opera di contenimento può cedere o può comunque essere aggirata a monte del tratto considerato, risultando inutile ai fini della sicurezza degli abitanti. Come quota minima è stata invece presa la quota del fondo del corso d'acqua.

Per determinare la velocità del flusso idrico V delle sezioni, si utilizza la formula di Chézy:

$$V = \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

dove:

- V è la velocità media in m/s;
- χ è il coefficiente di Chézy che dipende dalla scabrezza dell'alveo e dal raggio idraulico;
- R è il raggio idraulico in m^{1/2}/s;
- i è la pendenza del fondo espressa in %.

Per raggio idraulico si intende il rapporto tra l'area della sezione e il perimetro bagnato. Per perimetro bagnato si intende la somma tra la lunghezza del fondo dell'alveo e delle sponde.

$$R = \frac{A}{p_b}$$

Con i dati ricavati dalle misure sono stati ottenuti, quindi, i raggi idraulici delle due sezioni (Tab. 8).

Tabella 8 – Valori dell'area, del perimetro bagnato e del raggio idraulico delle due sezioni misurate.

	Area sezione [m ²]	p _b [m]	R [m]
Sezione 1	15,5225	15,1261	1,0262
Sezione 2	72,4931	23,9486	3,0270

Le pendenze del fondo sono state ricavate per ciascun bacino, suddividendo il profilo longitudinale dell'asta in quattro tronchi e calcolando la media delle pendenze ponderata in base alle lunghezze (Tab. 9).

Tabella 9 – Pendenze medie del fondo calcolate con la formula di Taylor-Schwartz.

Tronchi asta bacino 1	L (m)	i [%]	Tronchi asta bacino 2	L (m)	i [%]
700 m – 600 m	1057	9,46	500 m – 400 m	398	25,13
600 m – 400 m	2210	9,05	400 m – 300 m	1496	6,68
400 m – 300 m	2750	3,64	300 m – 200 m	7065	1,41
300 m – 190 m	7610	1,44	200 m – 179 m	5061	0,41
pendenza media ponderata		3,74	pendenza media ponderata		2,28

Al fine di determinare il coefficiente di scabrezza, è stata utilizzata l'equazione di Manning:

$$\chi = \frac{1}{n} * R^{\frac{1}{6}}$$

dove:

- n è il coefficiente di Manning
- R è il raggio idraulico

per cui la formula di Chézy diventa:

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * i^{\frac{1}{2}}$$

Il coefficiente n di Manning è stato calcolato dalla formula seguente (CHOW, 1959), rifacendosi ai coefficienti parziali della Tabella 10.

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4) * m_5$$

I coefficienti parziali utilizzati e i coefficienti n di Manning ricavati nella formula di CHOW (1959) sono riportati in Tabella 11.

Coi dati ottenuti, sono state calcolate le velocità di deflusso V tramite la formula di Chézy (Tab. 12).

Infine, moltiplicando le aree delle sezioni per le rispettive velocità di deflusso, sono state ricavate le portate massime ammissibili per le due sezioni analizzate (Tab. 13).

Tabella 10 – Valori da utilizzare per calcolare il coefficiente n di Manning (CHOW, 1959).

Condizioni dell'alveo		Valori	
Materiale costituente l'alveo	Terra	n_0	0,020
	Roccia		0,025
	Alluvione grossolana		0,028
	Alluvione fine		0,024
Irregolarità della superficie della sezione	Trascurabile	n_1	0,000
	Bassa		0,005
	Moderata		0,010
	Elevata		0,020
Variazione di forma e dimensione della sezione trasversale	Graduale	n_2	0,000
	Occasionale		0,005
	Frequente		0,010-0,015
Effetto relativo di ostruzioni	Trascurabile	n_3	0,000
	Modesto		0,010-0,015
	Apprezzabile		0,020-0,030
	Elevato		0,040-0,060
Effetto della vegetazione	Basso	n_4	0,005-0,010
	Medio		0,010-0,025
	Alto		0,025-0,050
	Molto alto		0,050-0,100
Grado di sinuosità dell'alveo	Modesto	m_5	1,000
	Apprezzabile		1,150
	Elevato		1,300

Tabella 11 – Valori dei coefficienti parziali utilizzati e relativi coefficienti n di Manning.

	Bacino 1	Bacino 2
n_0	0,024	0,024
n_1	0,020	0,020
n_2	0,010	0,010
n_3	0,030	0,050
n_4	0,030	0,050
m_5	1,150	1,150
n	0,131	0,200

Tabella 12 – Valori delle velocità di deflusso.

	Velocità [m/s]
Bacino 1	1,500
Bacino 2	0,733

Tabella 13 – Portate massime ammissibili nelle due sezioni.

	Area sezione [m ²]	Velocità [m/s]	Portata [m ³ /s]
Bacino 1	15,5225	1,500	23,296
Bacino 2	72,4931	0,733	53,106

Conclusioni

Dal confronto tra le portate massime ammissibili delle due sezioni e le portate di progetto calcolate con il Metodo Razionale (Tab. 14) si rileva che, in entrambe le sezioni analizzate, le portate attese per tempi di ritorno anche solo di 10 anni sono notevolmente maggiori della portata massima ammissibile con prevedibili allagamenti delle zone edificate circostanti.

Tabella 14 – Verifica idraulica delle due sezioni prese in esame: in entrambe le sezioni, le portate attese per tempi di ritorno anche solo di 10 anni sono maggiori della portata massima ammissibile con prevedibili allagamenti delle zone edificate circostanti.

	Portata di massima piena [m ³ /s]	Portata ammissibile [m ³ /s]
Sezione 1 (Tr = 10 anni)	128,66	23,296
Sezione 1 (Tr = 20 anni)	146,74	23,296
Sezione 1 (Tr = 50 anni)	170,18	23,296
Sezione 1 (Tr = 100 anni)	187,78	23,296
Sezione 1 (Tr = 200 anni)	205,23	23,296
Sezione 2 (Tr = 10 anni)	239,70	53,106
Sezione 2 (Tr = 20 anni)	272,08	53,106
Sezione 2 (Tr = 50 anni)	313,90	53,106
Sezione 2 (Tr = 100 anni)	345,27	53,106
Sezione 2 (Tr = 200 anni)	376,44	53,106

Per quanto riguarda la sezione 2, è stato preso in considerazione anche il troppopieno che, in corrispondenza del ponticello che lo sormonta (particolare 2 di figura 7), ha un'area A di 38,65 m² e un raggio idraulico pari a 2,4. La velocità del flusso è risultata di 1,35 m/s e la portata ammissibile di 52,307 m³/s, insufficiente ad evitare l'esondazione in qualsiasi evento considerato nelle simulazioni.

Un'ultima considerazione riguarda l'efficacia degli interventi a difesa delle abitazioni a rischio: mentre si redigeva il presente lavoro, in data 5 settembre 2019 si verificava un intenso evento piovoso con grandine su Grinzane Cavour, con massimo registrato dal radar meteorologico proprio in corrispondenza della sezione 1 (Fig. 9).

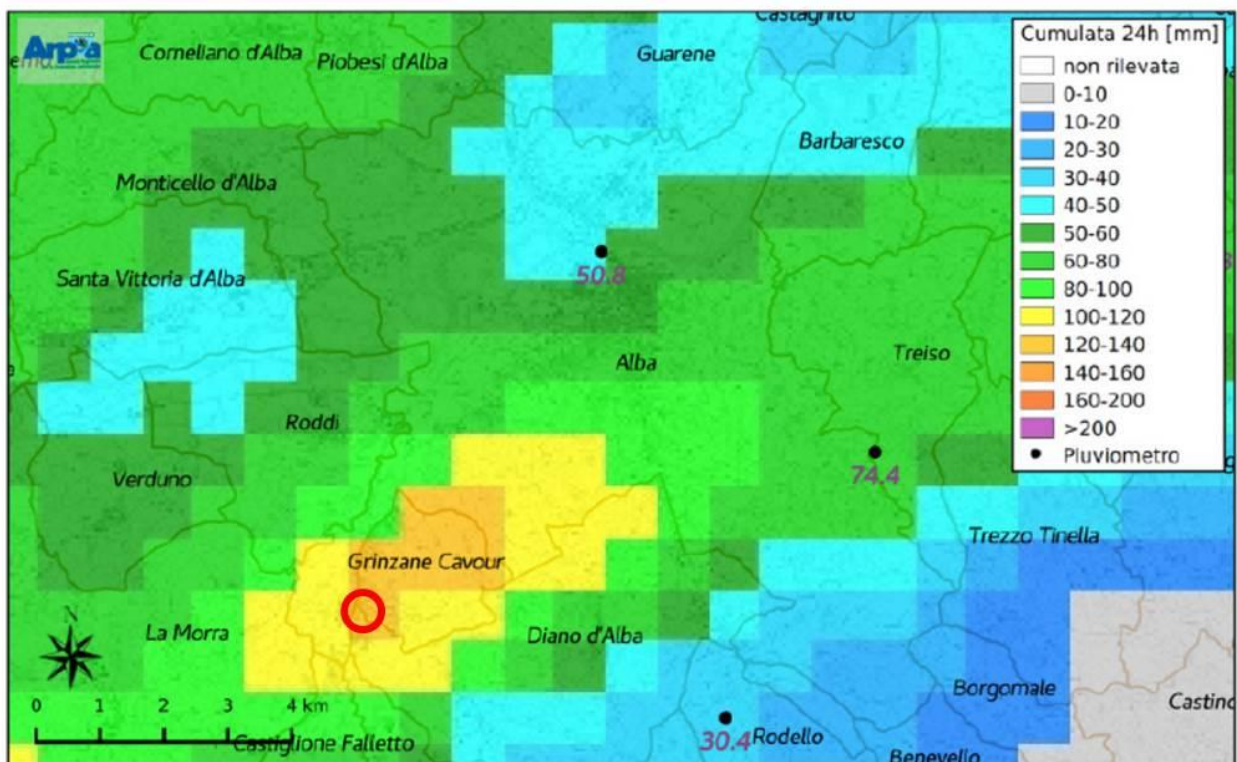


Figura 9 – Evento meteorologico del 5 settembre 2019: mappa di precipitazione cumulata giornaliera stimata da radar (Rif. WEB. n. 3). In rosso, l'ubicazione della sezione 1.

Il muro, costruito con l'intenzione di non far straripare le acque **dal** T. Talloria, ha in questo caso anche impedito il drenaggio delle acque **verso** il corso d'acqua, con saturazione del terrapieno retrostante il muro e collasso dello stesso per le forti spinte da monte (Fig. 10).



Figura 10 - Il muro crollato appena a monte della sezione 1 a seguito dell'evento meteorologico del 5 settembre 2019 (Rif. WEB n. 3).

Bibliografia

G. BENINI – *Sistemazioni idraulico forestali*. UTET Torino, 283 pp.

A. BONI, R. CASNEDI (1970) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 – Fogli 69 e 70 Asti – Alessandria*. Servizio Geologico d'Italia, Poligrafica & Cartevalori, Ercolano (NA), 64 pp.

A. BOVE, L. MASCIOCCO (2017) - *Caratterizzazione geologica e geomorfologica del sito "I paesaggi vitivinicoli del Piemonte: Langhe, Roero e Monferrato" iscritto nella lista del Patrimonio Mondiale dell'UNESCO*. Geologia dell'Ambiente. Periodico della SIGEA, Società Italiana di Geologia Ambientale, n. 2/2017, ISSN 1591-5352, 12-19.

V.T. CHOW (1959) – *Open Channel Hydraulics*. Mc Graw Hill Company, 680 pp.

F. PIANA, G. FIORASO, A. IRACE, P. MOSCA, A. D'ATRI, L. BARALE, P. FALLETTI, G. MONEGATO, M. MORELLI, S. TALLONE & G. B. VIGNA (2017) *Geology of Piemonte region (NW Italy, Alps–Apennines interference zone)*, Journal of Maps, 13:2, 395-405, DOI: 10.1080/17445647.2017.1316218

Riferimenti WEB

1- https://www.paesaggivitivinicoli.it/wp-content/uploads/2017/05/panoramica-wpcf_1250x780.jpg

2- https://www.arpa.piemonte.it/rischinaturali/accesso-ai-dati/annali_meteoidrologici

3- <http://www.lavocedialba.it/2019/09/06/leggi-notizia/argomenti/cronaca-17/articolo/bomba-dacqua-e-grandine-a-gallo-grinzane-si-fa-la-conta-dei-danni-foto-e-video.html>