

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dip. Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Corso di laurea in Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio

Analisi del legname nell'alveo del Torrente Rì (TN)

Relatore

Dr. Carlo Gregoretti

Correlatore

Dr. Massimo Degetto

Laureando:

Nicolò Arena

Matricola n.

1005339

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

Ringraziamenti

All'esecuzione di questo lavoro hanno contribuito varie persone ed istituti. Si ringrazia in modo particolare:

- La Fondazione Edmund Mach di San Michele all'Adige.
- Il dott. Degetto Massimo e il dott. Ing. Gregoretti Carlo per la loro assistenza e disponibilità nell'elaborazione di questo lavoro.
- La mia famiglia e tutti gli amici e amiche (anche molto lontani) per il supporto fornito durante tutto il periodo di elaborazione di questo lavoro di tesi.

Indice

| | | |
|------------|---|-----------|
| | Introduzione..... | 1 |
| 1 | Inquadramento geografico..... | 3 |
| 2 | Aspetti idrogeologici, climatici e vegetazionali..... | 5 |
| 3 | Analisi morfometrica del bacino..... | 9 |
| 4 | Rilievo effettuato a settembre 2013..... | 11 |
| 5 | Analisi del materiale rilevato a settembre 2013..... | 14 |
| 5.1 | Analisi degli elementi dispersi..... | 14 |
| 5.2 | Analisi dei cluster..... | 27 |
| 5.3 | Analisi delle ceppaie..... | 29 |
| 6 | Confronto con i rilievi precedenti..... | 36 |
| 6.1 | Confronto degli elementi dispersi..... | 37 |
| 6.2 | Confronto dei cluster..... | 49 |
| 6.3 | Confronto delle ceppaie..... | 51 |
| 7 | Analisi degli eventi di piena e confronto con i volumi rilevati..... | 55 |
| | Conclusione..... | 66 |
| | Bibliografia..... | 68 |
| | Allegato A..... | 69 |
| | Allegato B..... | 90 |

Riassunto

Questo lavoro ha la finalità di approfondire la conoscenza della situazione del legname contenuto nel Rio Rì, bacino montano di piccole dimensioni situato nella zona sud orientale della Provincia Autonoma di Trento, più precisamente nei comuni di Caldonazzo e Levico Terme.

L'obiettivo della tesi è l'analisi dei volumi di materiale legnoso presenti su una parte del bacino e l'influenza delle precipitazioni sulle quantità rilevate. Le misure individuate permettono di determinare le variazioni di legname trasportato e depositato in relazione ad eventi di piena nell'intervallo temporale tra l'agosto 2004 e l'agosto 2013.

Dopo una prima analisi degli aspetti idrogeologici, climatici, boschivi e morfometrici del bacino, è stato effettuato un esame del materiale legnoso distinguendolo nelle tre categorie principali: elementi dispersi, cluster e ceppaie. Si sono rilevati i volumi complessivi per le tre tipologie e si è posta l'attenzione su alcuni valori caratteristici di ogni singola categoria: le classi di lunghezza, la lunghezza media e il diametro medio per gli elementi dispersi mentre per le ceppaie anche l'incidenza sulle possibili ostruzioni nelle sezioni più ristrette dell'alveo.

Successivamente i dati riferiti all'analisi di settembre 2013 (data dell'ultimo campionamento) sono stati confrontati con quelli dei rilievi effettuati in precedenza che hanno riguardato sia l'intero tratto oggetto di studio che alcuni settori realizzati negli anni 2004, 2010 e 2011. Si è utilizzato lo stesso procedimento adottato per il rilievo del 2013 distinguendo le tre categorie di elementi e accostando oltre al volume complessivo anche i valori caratteristici misurati con l'analisi più recente.

Per conoscere meglio le cause che hanno provocato il trasporto e l'accumulo di legname nell'alveo si sono valutati gli eventi di piena più elevati (superiori ai 40 mm): questa relazione ha dimostrato come alcuni settori analizzati (quelli più a valle e più a monte) abbiano una quantità di legname che è fortemente condizionata dalle piogge cadute sulla zona, al contrario dei tratti centrali in cui il rapporto è meno significativo.

Summary

The aim of this work is to learn more about the timber situation of the Rio Ri, a small mountain river located in the south east of the Autonomous Province of Trento, more specifically in the municipalities of Caldonazzo and Levico Terme. The object of this work is the analysis of wood volumes found on a part of the river and the influence of rainfall on the quantities taken. The measures allow to establish variations of timber transported and deposited in relation to flood events in the time between August 2004 and August 2013. After a first analysis of the hydrological, climatic, woodland and morphometrical aspects of the river, an examination of wood material was made by distinguishing three main categories: dispersed elements, clusters and stumps. The overall volumes were determined for the three types and the attention was focused on some characteristic values of each category: length classes, the average length and the average diameter for the scattered elements, the incidence on possible obstructions in the narrower sections of the riverbed for the stumps. Afterwards the informations about the analysis in September 2013 (date of the last sampling) were compared with those previously taken, which included the entire stretch studied and some sectors, made in 2004, 2010 and 2011. For the latter the same procedure adopted for the relief of 2013 was used, distinguishing the three categories of elements and combining besides the total volume also characteristic values measured with the most recent analysis. To learn more about the causes that have caused the transport and accumulation of timber in the basin, higher flood events (greater than 40 mm) were evaluated: this report has shown how some sectors analyzed (those more downstream and more upstream) have a quantity of timber that is strongly conditioned by the rainfalls on the area, in contrast to the central sections in which the ratio is less significant.

Introduzione

Le catastrofi naturali come alluvioni o frane hanno sempre interessato l'intero territorio italiano, che per la quasi totalità ha problemi di natura idrogeologica, con rischio di dissesto che riguarda addirittura in alcune regioni il 100% dei comuni. La salvaguardia del territorio dovrebbe quindi essere prioritaria e fondamentale per la conservazione del nostro patrimonio, con strumenti efficaci a contenere la violenza delle calamità naturali. Ogni anno infatti si ripropongono frane e alluvioni che provocano molte vittime e feriti, oltre ad enormi danni economici: un caso eclatante è il disastro di Giampileri in Sicilia del 2009, in cui l'incuria, il disboscamento, l'abbandono del territorio, l'abusivismo edilizio sono stati fattori favorevoli alla formazione del fiume di fango che si è abbattuto sull'abitato, originato da un nubifragio di inaudita violenza, con un bilancio di 30 morti ed ingenti danni materiali ed ambientali. Le intense precipitazioni provocano danni non solo nelle zone montane ma anche nelle pianure, come l'alluvione del 1994 nelle province di Cuneo, Asti e Alessandria in cui l'esonazione del fiume Tanaro e dei suoi affluenti ha provocato 70 morti ed enormi danni nella maggior parte dei paesi colpiti. Appare quindi evidente come l'argomento sia di stretta attualità, meritando una particolare attenzione la prevenzione da rischi idrogeologici e la messa in sicurezza del suolo. Il territorio della Provincia Autonoma di Trento, nel quale è situato il settore oggetto di studio, è strettamente sorvegliato con una costante azione di controllo per la rilevazione di frane e smottamenti che ha assunto negli ultimi anni particolare importanza. Infatti è aumentata la pericolosità di molti torrenti situati sul territorio provinciale, a causa della mancanza di manutenzione dei territori montani che precedentemente veniva eseguita dalla popolazione locale poi trasferitasi in zone economicamente più vantaggiose.

Gli strumenti informatici hanno però modificato sensibilmente lo studio dei dissesti idrogeologici: la tecnologia GIS ad esempio è di aiuto per l'analisi di cause ed effetti che provocano disastri naturali e per la previsione di possibili danni che potrebbero accadere in futuro. Lo studio della morfologia del territorio permette inoltre di proporre soluzioni progettuali più efficaci e compatibili con l'ambiente e per la salvaguardia della popolazione.

Una delle cause che può provocare un disastro naturale specialmente in territori montani è il legname in alveo. La popolazione locale normalmente non è al corrente del rischio che questo elemento può arrecare in caso di piene eccezionali e per questo non deve essere sottovalutato. Al contrario tutto il legname presente nell'alveo dei torrenti dovrebbe essere periodicamente monitorato e analizzato per calcolare dove si trovano le quantità più elevate e i tratti più pericolosi. Infatti molto materiale legnoso viene trasportato dalla corrente a valle, provocando il danno maggiore se rimane incastrato nelle sezioni più ristrette dell'alveo, con la formazione di un'ostruzione sulla quale si depositano progressivamente ulteriori detriti, fino a quando la pressione esercitata dalla corrente a monte dello sbarramento sarà tale da far cedere la struttura con la formazione di una pericolosa onda di piena che potrebbe dare origine anche ad una colata detritica (o *debris flow*) o provocare un'esonazione oltre i rilevati arginali.

Negli ultimi anni quindi per evitare un possibile sbarramento da legname si è provveduto a censire i detriti legnosi presenti nei corsi d'acqua più pericolosi nei quali in passato si sono registrate delle calamità naturali.

Si è provveduto anche a suddividere in base alle caratteristiche morfologiche i vari tipi di legname presenti in alveo, alcuni molto importanti: i *log step* ad esempio modificano la struttura del corso d'acqua provocando a valle di essi delle piccole pozze e una diminuzione della pendenza; le ceppaie sono invece il problema maggiore e possono provocare danni gravi: il volume dell'apparato radicale, in particolare, influisce sulle dimensioni totali e può determinare un'ostruzione a valle nel caso di margini ristretti o in presenza di ponti.

Gran parte del legname proviene inoltre dalle frane di sponde molto instabili che causano la caduta in alveo delle piante; non sempre però la frana provoca il distacco totale della pianta dal terreno poiché una parte delle radici vi rimane ancorata; ciò nonostante sono altrettanto pericolose in caso di piena.

Nei decenni passati l'attività umana ha cercato di impedire e rallentare lo spostamento di detrito e di materiale legnoso dai settori più a monte a quelli più a valle. Nei torrenti più pericolosi sono state create delle piazze di deposito il cui scopo principale è l'accumulo del sedimento e del legname trasportato durante una piena. Alcune piazze possono raggiungere anche lunghezze superiori ai 250 metri e larghezze superiori in alcuni punti ai 40 metri per raccogliere più materiale possibile e rallentare la velocità di trasporto con la riduzione della pendenza.

Oltre a queste negli ultimi anni si è consolidato l'utilizzo di opere di difesa come le briglie filtranti che permettono il passaggio dell'acqua e del materiale più fine e il blocco e conseguente accumulo del materiale di dimensioni maggiori tramite filtri in metallo che trattengono i detriti. Queste strutture necessitano di una manutenzione periodica che impedisca l'occlusione con frequenti svuotamenti di materiale di deposito

Questa tesi si propone quindi di analizzare il materiale legnoso rilevato nel mese di settembre 2013 sul torrente Rì situato nella Provincia Autonoma di Trento, confrontare le diverse tipologie con i rilievi effettuati sullo stesso settore nell'ultimo decennio ed osservare possibili cambiamenti avvenuti durante gli ultimi 10 anni. In particolare viene analizzata la correlazione tra gli eventi di piena e i volumi di legname misurati nell'arco di tempo degli ultimi dieci anni (2004-2013).

1. Inquadramento geografico

La zona oggetto di studio (il bacino idrografico del rio Rì) è situata in parte nel Comune di Caldonazzo e in parte in quello di Levico Terme (Fig. 1.1). I due comuni sono situati nella parte più alta del fondovalle della Valsugana (all'interno della Provincia Autonoma di Trento) a circa 500 metri di quota sul livello del mare, e a 22 km da Trento e 110 km da Padova.



Fig. 1.1 Inquadramento geografico della zona di studio.

L'abitato di Caldonazzo, costruito sulla piana alluvionale del torrente Centa e all'estremità meridionale del relativo lago, è circondato dai colli di Brenta, dal monte delle Rive, dal monte Cimone, dal Pizzo di Levico, e dal Mandriolo. L'area, caratterizzata da ampi frutteti e dall'espansione edilizia, è dominata dal monte Rovere situato al margine est dell'altipiano di Lavarone.

I confini comunali sono molto estesi: dalle colline di Brenta arrivano alla località Costa e Lochere, per poi risalire in parte la Val Scura e ridiscendere verso la località Laghetto. Da qui il confine risale verso lo spigolo del monte Cimone e piega verso il monte delle Rive per poi andare a finire sul lago di Caldonazzo. Sul Monte delle Rive in particolare sono presenti i ruderi della torre dei Sicconi, da dove si possono ammirare le valli del Centa e del Brenta e, lontano, l'altipiano di Piné. Il lago che prende il nome dal comune di Caldonazzo è il maggiore tra quelli interamente appartenenti alla provincia ed è di origine glaciale, situato ad un'altitudine di 465 mt slm, disteso tra il Colle di Tenna e la Marzola. Osservandolo dal lato Sud si possono vedere le Dolomiti e il gruppo del Brenta.

Il borgo di Levico Terme è concentrato nel fondovalle, con il principale nucleo abitato sulla sponda sinistra del Brenta (insieme alla frazione di Selva e a Campiello, più distante), e le altre frazioni (Barco, Quaere, Santa Giuliana) sulla sponda destra (Fig. 1.2).

La città è dominata dalle montagne del gruppo del Lagorai a nord, con il Monte Fronte (1582 m) e il Monte Panarotta (2002 m), e dalla zona degli Altipiani a sud, comprendenti Cima Vezzena (1908 m), la Cima Pegolarà (1152 m), Cima Mandriolo (2052 m) e gli altipiani di Vezzena e Lavarone. Il lago di Levico si è formato in tempi relativamente recenti, a causa dello sbarramento alluvionale del tratto di valle compreso fra il colle di Tenna e la Canzana da parte del Rio Vignola e del Rio Maggiore, gli unici immissari esclusi alcuni ruscelli spesso senza nome.



Fig. 1.2 Il bacino del Rio Rì.

2. Aspetti idrogeologici, climatici e vegetazionali

Nel bacino, a causa dei substrati molto permeabili, le acque scorrono in superficie solo durante gli eventi di piena oppure per brevi periodi dopo abbondanti piogge. Infatti, il notevole spessore del materiale detritico ghiaioso di fondovalle (morene e detriti di falda) e l'elevata permeabilità delle rocce dovuta alla loro struttura e fratturazione, ha determinato lo sviluppo di un complesso sistema di deflusso sottosuperficiale e profondo (Fig. 2.1). Anche nel Piano Generale di Utilizzazione delle Acqua Pubbliche (PGUAP) della Provincia Autonoma di Trento, si sottolinea come l'intero bacino del rio Rì sia drenato da un reticolo sotterraneo, più o meno collegato alla rete principale, a causa delle numerose fessurazioni delle rocce e dei fenomeni di carsismo.

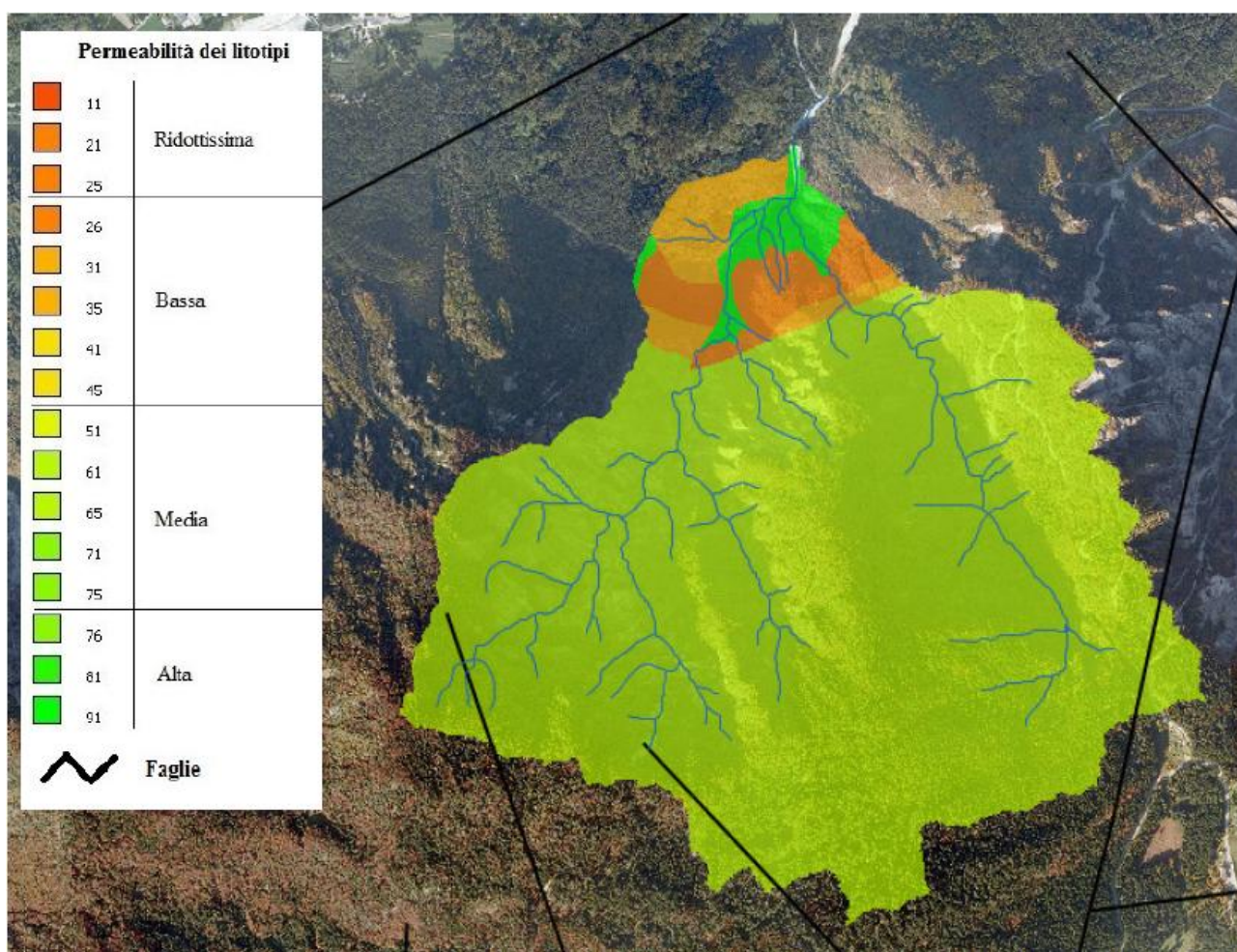


Fig. 2.1 Permeabilità del bacino del Rio Rì.

Nonostante i lunghi periodi di totale prosciugamento degli alvei, la presenza di serbatoi carsici consente di alimentare costantemente le prese degli acquedotti, collocati poco a monte della grande briglia con finestre sul rio Rì.

Il carattere effimero dei canali, quindi, è dovuto essenzialmente alla composizione geo-litologica di superficie che si satura con una certa rapidità durante gli eventi di pioggia, rendendo instabile

idrogeologicamente tutta l'area. Il clima riguardante il bacino del rio Rì appartiene alla varietà di tipo pre-alpino con due massimi equivalenti e un massimo invernale; la vicinanza al Lago di Caldonazzo rende, tuttavia, più miti le temperature invernali. Il tipo di regime pluviometrico si uniforma a quello classico delle Alpi Orientali, caratterizzato da forte umidità atmosferica con massima piovosità estivo-autunnale e minima invernale. La presenza del manto nevoso in inverni normali è sempre notevole, specialmente nelle zone ombrose, e dura generalmente da novembre/dicembre a febbraio/marzo. Il territorio oggetto di studio va da quote minime di circa 500 m s.l.m. a quote massime di 1500-2000 m s.l.m., pertanto i dati riguardanti la temperatura e le precipitazioni sono notevolmente diversificati. Il territorio è quindi caratterizzato da temperature medie decrescenti e da precipitazioni totali crescenti dal basso (Levico, Caldonazzo) verso l'alto (Lavarone).

Analoga è la distribuzione delle precipitazioni, con due massimi equinoziali, rispettivamente in primavera e autunno, fra loro generalmente equivalenti come evidenziato dai diagrammi e dai dati termo-pluviometrici (Fig. 2.2, 2.3).

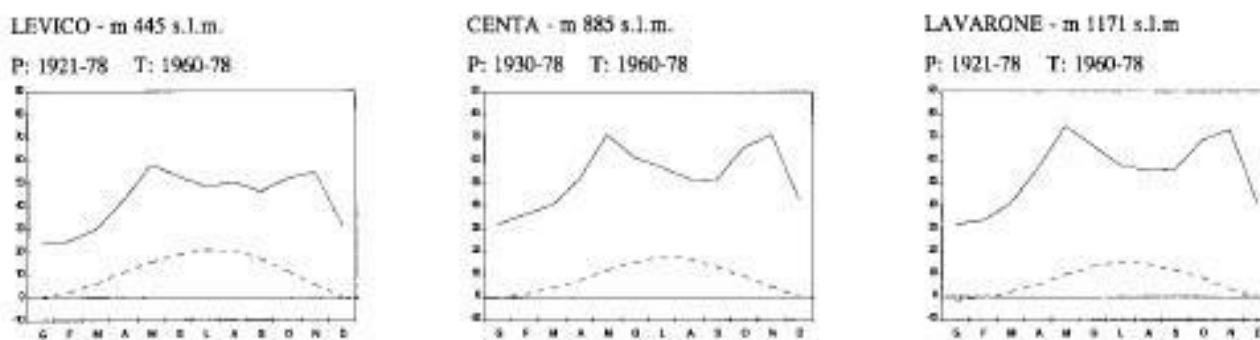


Fig. 2.2 Valori delle temperature e delle precipitazioni nella zona di studio (fonte: Piano di Assestamento Forestale di Caldonazzo, PAT- Servizio Foreste).

| LEVICO m 445 s.l.m. | DATI TERMO-PLUVIOMETRICI | | | | | | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|-----|-----|------|
| | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | Anno |
| Precipitazioni mm | 49 | 49 | 60 | 86 | 116 | 106 | 97 | 101 | 93 | 104 | 110 | 63 | 1034 |
| Temperatura media °C | -0,1 | 2,3 | 6,1 | 11,1 | 15,4 | 18,6 | 20,8 | 20,4 | 16,8 | 11,5 | 5,5 | 0,4 | 10,7 |

| CENTA m 885 s.l.m. | DATI TERMO-PLUVIOMETRICI | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------------|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|------|
| | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | Anno |
| Precipitazioni mm | 64 | 73 | 81 | 104 | 143 | 123 | 114 | 104 | 103 | 131 | 143 | 86 | 1269 |
| Temperatura media °C | -0,2 | 1,2 | 3,9 | 7,3 | 11,8 | 15,3 | 17,8 | 16,5 | 13,2 | 8,9 | 4,5 | 0,1 | 8,4 |

| LAVARONE m 1171 s.l.m. | DATI TERMO-PLUVIOMETRICI | | | | | | | | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|------|-----|-----|-----|------|------|------|------|-----|-----|------|------|
| | G | F | M | A | M | G | L | A | S | O | N | D | Anno |
| Precipitazioni mm | 64 | 67 | 82 | 113 | 150 | 133 | 116 | 111 | 112 | 138 | 147 | 83 | 1316 |
| Temperatura media °C | -1,4 | -0,4 | 2,1 | 5,3 | 9,9 | 13,5 | 15,5 | 14,7 | 11,5 | 8,5 | 3,4 | -0,1 | 6,9 |

Fig. 2.3 Andamento delle temperature e delle precipitazioni nella zona di studio (fonte: Piano di Assestamento Forestale di Caldonazzo, PAT- Servizio Foreste).

Le informazioni relative all'assetto vegetazionale del bacino sono state ricavate dal Piano di Assestamento Forestale del Comune di Caldonazzo, secondo il quale la superficie a ceduo (in relazione al Comune) è di 171.7 ha, la superficie a fustaia è di 468.3 ha, la superficie a pascolo è di 16.55 ha mentre la superficie improduttiva è pari a 55.6 ha, con una produzione totale della fustaia di 60.437 m³.

Si descrivono di seguito le principali unità vegetazionali che caratterizzano il territorio del bacino del rio Rì:

- *Brughiere*: sono formazioni arbustive, nane o prostrate, degli orizzonti alpini e subalpini delle montagne, dominate da specie ericacee (rododendri), da ginepri nani, ginestre o ginestrelle e che crescono grazie alla scarsa presenza di humus. Queste specie si trovano su terreni acidi e frequentemente argillosi e arenosi. Segnano il passaggio dal bosco alle praterie di alta quota.

- *Mughete*: formazioni legnose con pino mugo (*Pinus mugo*) e rododendro peloso (*Rhododendron hirsutum*) che spaziano dalla brughiera alla foresta aperta. Si trovano su terreni neutro-basici e spesso su terreni calcarei dell'orizzonte sub-alpino.

- *Pascoli*: manti erbosi sui quali viene esercitato il pascolo. Questa superficie è sottoposta al calpestio degli animali che spesso genera fenomeni di compressione dei suoli e di sentieramento.

- *Prati poveri*: superfici erbacee sottoposte a falciatura. Si tratta di prati "poveri" perchè le specie erbacee sono piuttosto limitate a causa dei terreni da poco fertilizzati, poveri in nutrienti, calcarei o argillosi.

- *Foreste di abete rosso*: l'abete rosso (*Picea abies*) è una conifera molto diffusa nelle foreste del Trentino, specialmente nella fascia altimetrica compresa tra gli 800 e i 2100 m s.l.m.. Alle quote inferiori l'abete rosso cresce con una distribuzione densa tanto da impedire anche la copertura erbacea al suolo. Alle quote superiori invece il bosco tende a diradarsi e le specie erbacee sono ben rappresentate.

- *Foreste di larici e pino cembro*: il larice (*Larix decidua*) e il pino cembro (*Pinus cembra*) sono entrambe specie di alta montagna; vivono infatti tra i 1400 e i 2400 m di quota (il larice tuttavia è presente anche a quote inferiori).

- *Foreste di pino silvestre e pino nero*: il pino silvestre (*Pinus silvestris*) e il pino nero (*Pinus nigra*) sono alberi di prima grandezza, ovvero possono raggiungere anche altezze fino ai 30 m, e caratterizzano le fasce altimetriche comprese fra i 400 e i 2000 m di quota.

Le formazioni descritte sono distribuite in maniera più o meno regolare su tutto il bacino del Centa di cui fa parte il rio Rì; nella fascia pedemontana si evidenziano formazioni abbastanza omogenee di pino nero e pino silvestre con larice e abete rosso, accompagnate da un sottobosco ceduo ed arbustivo (faggio, carpino, orniello, nocciolo, sorbo montano) e caratterizzato dalla presenza del castagno per lo più allo stato ceduo.

Nelle fasce inferiori si sviluppano formazioni a più elevato grado di mescolanza, in cui il larice ed abete rosso si alternano al pino silvestre e al pino nero (quest'ultimo è di origine antropica, ed è stato introdotto in seguito ad estesi rimboschimenti effettuati fra le due guerre mondiali) e vengono integrati da latifoglie cedue o già avviate a fustaia: faggio, carpino, betulla e pioppo.

Questa fascia si espande al di sopra dei 700-800 m di quota, in formazioni caratterizzate dall'integrazione tra larice, pino silvestre e abete rosso, e latifoglie mesofile.

I settori altimetrici superiori ospitano abetine miste, a volte con larice e sporadico pino silvestre. Sempre verso la parte alta sono presenti anche pascoli e prati destinati alla produzione di foraggio. In alcune zone si giunge fino alle mughete che delimitano la vegetazione ad alto fusto.

Il bacino del rio Rì presenta le caratteristiche tipiche dei piccoli bacini di media montagna in cui prevalgono tre tipologie di uso del suolo: bosco (di conifere e latifoglie), erosioni e ghiaioni ed aree a vegetazione rada.

Le vaste zone nude, interessate da attività erosiva e da accumuli detritici, caratterizzano la parte media del bacino stesso; si tratta delle zone a maggiore variabilità morfologica, a maggiore pendenza e a maggiore instabilità.

Di seguito vengono riportate le tabelle con i dati areali e percentuali di uso del suolo del bacino del rio Rì (Tab. 2.1) con il relativo grafico a torta (Fig. 2.4) che rendono più immediata la comprensione della copertura vegetale.

Tab. 2.1 Percentuali delle varie classi di uso del suolo presenti nel Rio Rì.

| Code | Tipo | Area km ² | Percentuale (%) |
|------|---------------------------|----------------------|-----------------|
| 311 | Boschi di latifoglie | 1.295 | 43.10 |
| 312 | Boschi di conifere | 1.080 | 35.94 |
| 340 | Erosione e ghiaioni | 0.338 | 11.26 |
| 333 | Area con vegetazione rada | 0.224 | 7.45 |
| 122 | Reti stradali | 0.024 | 0.80 |
| 331 | Alvei | 0.019 | 0.65 |
| 133 | Cantieri | 0.019 | 0.64 |
| 332 | Rocce nude, falesie, rupi | 0.005 | 0.16 |
| | TOTALE | 3.01 | 100.00 |

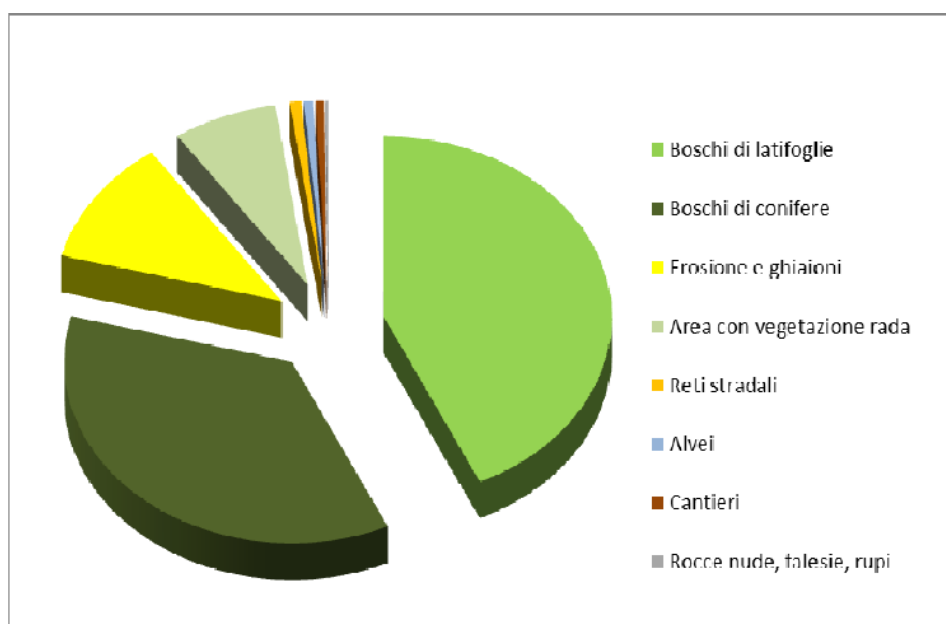


Fig. 2.4 Grafico percentuale dell'uso del suolo del bacino del Rio Rì.

3. Analisi morfometrica del bacino

Con il modello digitale del terreno (DTM; fonte: <http://www.lidar.provincia.tn.it>) è stato possibile eseguire, mediante il software GIS Adb-ToolBox, l'analisi morfometrica del bacino del rio Rì di cui si riportano i principali parametri (celle raster 1x1 m):

- **Area 2D:** 3.01 km² (area 3D: 4.32 km²);
- **Quota minima bacino (sezione di chiusura):** 528.2 m s.l.m.;
- **Quota media bacino:** 1130.8 m s.l.m.;
- **Quota massima bacino:** 1526.8 m s.l.m.;
- **Pendenza media bacino:** 93.2 % (43°) (pendenza massima ≈ 90°);
- **Lunghezza collettore principale alla sorgente:** 2725 m;
- **Lunghezza complessiva dei collettori:** 15394 m;
- **Pendenza media collettore principale:** 31.6 % (17.5°);
- **Densità di drenaggio del bacino:** 5.11 km/km² (mediamente drenato);
- **Indice di compattezza di Gravelius F1:** 1.86 (forma bislunga);
- **Indice evoluzione geo-morfologica F2:** 1.62 (giovanile);
- **Indice di compattezza del bacino:** 1.82 (bacino allungato, falsamente compatto);
- **Indice di sinuosità del collettore principale:** 1.57 (notevole);

Dall'analisi della curva ipsometrica dimensionale (Fig. 3.1) e degli indici del bacino si può ricavare che il bacino del rio Rì è caratterizzato da una curva “normale” tipica dei bacini giovanili allungati, caratterizzati da incisioni nella zona culminale con conoidi misti di origine alluvionale e da franamenti di versante.

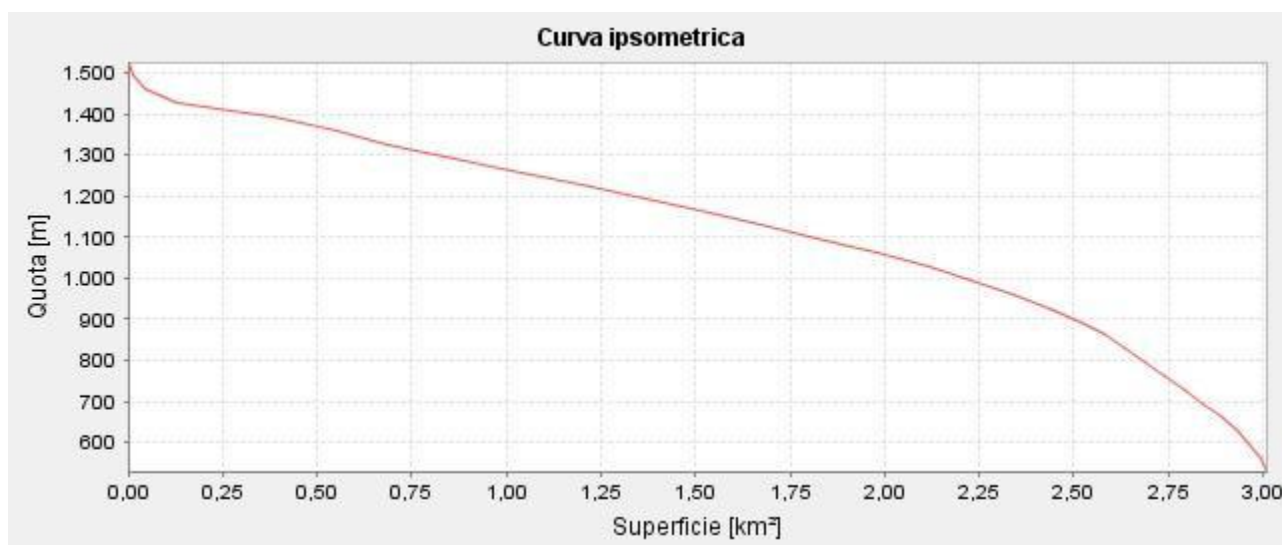


Fig. 3.1 Curva ipsometrica dimensionale del bacino del rio Rì.

Il bacino si estende su una superficie piccola e il passaggio da quote di circa 500 m s.l.m. a quote maggiori di 1000 m s.l.m. avviene su distanze brevi (25% dell'area del bacino): di conseguenza all'interno del bacino si sviluppano delle forti pendenze che facilitano e incrementano il fenomeno del trasporto solido e di legname. Osservando il bacino è possibile notarne la conformazione e distinguere i suoi affluenti. Il reticolo idrografico che si sviluppa a monte della piazza di deposito è diviso in due rami principali (Fig. 3.2):

- **Ramo in destra idrografica:** caratterizzato da un basso grado di ramificazione, si sviluppa in un'area del bacino relativamente poco estesa, apparentemente stabile e ricoperta da vegetazione.
- **Ramo in sinistra idrografica:** si snoda in un'ampia porzione del bacino, presenta un livello di ramificazione molto maggiore del precedente ed è formato da più affluenti a loro volta ramificati. L'area si presenta assai più dissestata, con rocce nude, scarsa vegetazione e depositi dovuti a erosione e trasporto.



Fig.3.2 Reticolo idrografico del bacino Rio Rì.

4. Rilievo effettuato a settembre 2013

Nella parte montana di un'asta fluviale si origina il trasporto di materiale solido, principalmente il legname, che giunge in alveo per differenti cause, tra le quali la principale è l'erosione di sponda.

Questo fenomeno riguarda una situazione che non va sottovalutata: la presenza di legno accresce infatti il rischio di sovralluvionamento ed esondazione durante gli eventi di piena, in quanto riduce la sezione di deflusso degli alvei e la luce dei ponti. Oltretutto, gli accumuli di legname possono ridurre la funzionalità delle opere di trattenuta come le briglie filtranti.

Il bacino del Rio Rì si è caratterizzato per la presenza di abbondante materiale legnoso trasportato a valle durante gli eventi alluvionali trascorsi; per questo motivo sono stati effettuati diversi studi e rilievi del legname presente lungo il collettore principale o su limitate parti di esso.

Nelle giornate di lunedì 2, martedì 3, mercoledì 4 settembre 3 e giovedì 5 settembre 2013 è stato effettuato l'ultimo rilevamento in ordine temporale nell'asta del Rio Rì. Si è proceduto a misurare il legname suddividendo il collettore in 4 settori (Fig.4.1):

- **Settore 1:** compreso tra la briglia n°6 e la briglia n°9 (350 m).
- **Settore 2:** compreso tra la briglia n°9 e la briglia n°13 (160 m).
- **Settore 3:** piazza di deposito della briglia n° 13 (90 m).
- **Settore 4:** si estende per 440 m a monte della piazza della briglia n°13 fino alla briglia austriaca.

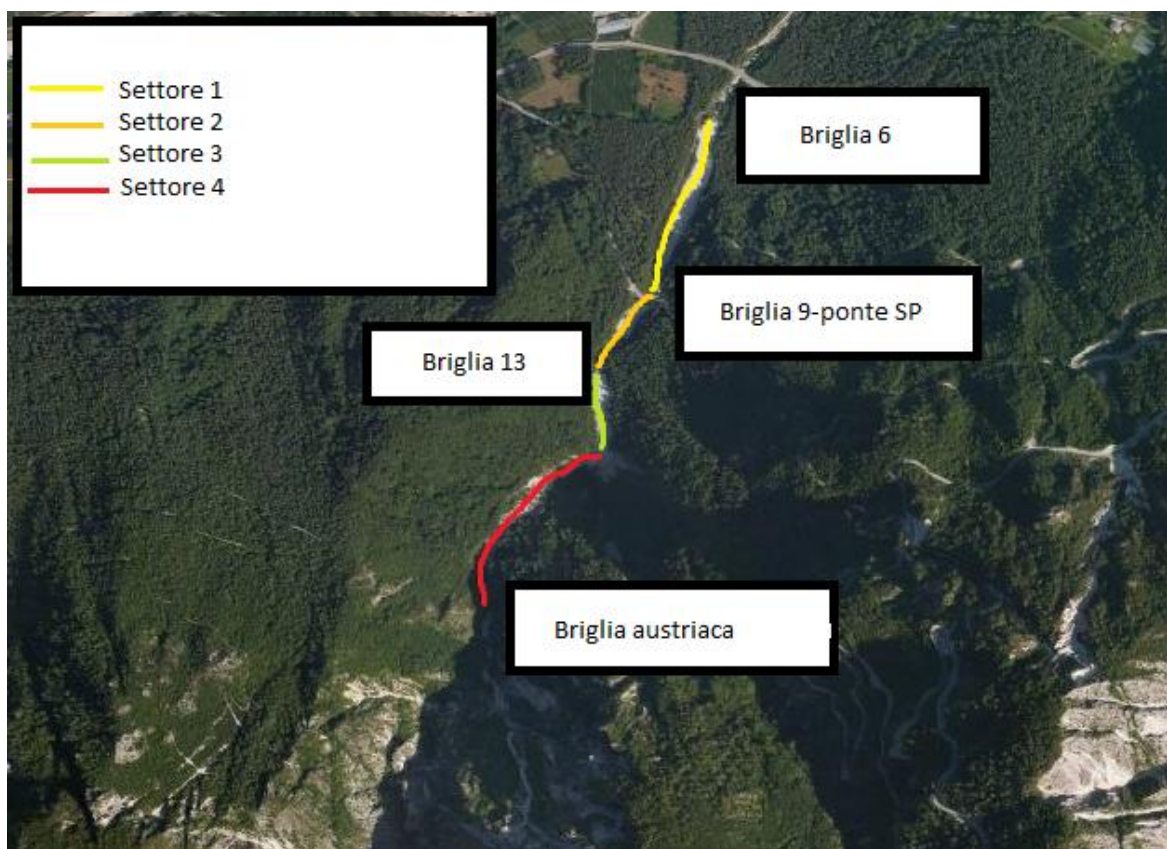


Fig. 4.1 Inquadramento dei tratti analizzati durante il rilievo del 2013.

Sono stati utilizzati come strumenti un cavalletto per la misura del diametro, un metro per la misura della lunghezza, carta e matita per riportare i dati (Fig. 4.2).



Fig. 4.2 Strumenti utilizzati durante il rilievo di settembre 2013.

Il materiale legnoso è stato distinto nelle seguenti tipologie:

- elementi dispersi: materiale legnoso che si trova in alveo come singolo tronco o ramo;
- cluster: è un'aggregazione di più elementi tale da formare un ammasso che durante una piena si muoverebbe come un unico corpo;
- ceppaia: parte basale del tronco della pianta provvista di apparato radicale.

Per il campionamento è stato rilevato il legname con lunghezza minima di 0.26 m determinata in base alla distanza tra gli elementi orizzontali della briglia filtrante (0.26 m); il diametro è stato misurato a metà lunghezza con arrotondamento per eccesso al centimetro pieno e la misura minima è stata definita pari a 0.02 m, in modo da escludere dai rilievi le ramaglie.

Le lunghezze misurate sono state distribuite all'interno di classi di ampiezza pari a 0.5 m poiché nel campionamento si è osservato come questa distribuzione di lunghezza comporti un'approssimazione accettabile delle informazioni raccolte.

Per le ceppaie si è rilevato l'estensione dell'apparato radicale con due misure incrociate, la profondità raggiunta dalle radici (ove possibile), la lunghezza totale e il diametro del tronco preso a metà lunghezza; per i cluster sono stati rilevati i singoli elementi di cui sono composti, con valutazioni simili a quelle eseguite per il materiale disperso.

I quattro settori sono stati ulteriormente suddivisi in diversi tratti in base alla morfologia:

- Nel settore 1 si è rilevato il legname presente sulla briglia filtrante (s.b.), nella piazza di deposito (300 metri circa a monte della briglia filtrante) e nel tratto tra la briglia 7 e la briglia 9 (50 metri circa);
- Il settore 2 è stato suddiviso in due parti: da valle verso monte la piazza di deposito centrale a monte della briglia 9 (ponte SP) e la fascia tra le briglie 10 e 13;
- Nel settore 3 data la lunghezza limitata (90 metri) si è provveduto a dividere la piazza di deposito della briglia 13 in due sezioni, una a destra e l'altra a sinistra dell'alveo;
- Il settore 4 di lunghezza intorno ai 440 metri è stato ripartito in quattro tratti morfologicamente diversi: il tratto A (tra la frana a destra posta subito a monte della piazza di deposito della briglia 13 e la confluenza con un torrente affluente), il tratto B (tra la confluenza e due importanti log step), il tratto C (tratto di alveo a monte dei due log step precedenti avente una larghezza più ampia) e il tratto D (fascia di restringimento dell'alveo fino alla briglia austriaca).

La determinazione dei volumi per il legname disperso e per i cluster è stata eseguita attraverso le formule basate sulle geometrie di solidi rappresentativi del legno:

- volume calcolato con la formula di Huber: $VH = \pi \cdot r^2 \cdot h$; nella quale il raggio (r) è misurato a metà lunghezza (h);
- volume calcolato con la formula di Huber, più un 10% per compensare la sottostima che si compie per lunghezze maggiori ai 4 m;
- volume calcolato secondo l'unità di misura del "metro stero", per la quale in una catasta di tronchi di 1 m^3 i vuoti sono considerati pieni e quindi il diametro Φ diventa il lato di un parallelepipedo: $V_{ms} = \Phi^2 \cdot h$.

Considerando la forte variabilità del fenomeno "materiale flottante" l'intento estimativo delineato è stato quello di porsi in situazione cautelativa senza per questo giungere ad una sovrastima dei volumi (Degetto, 2000). Utilizzando il "metro stero" ci si è posti in una situazione ragionevolmente cautelativa, essendo il volume definito con questo metodo maggiore del volume calcolato per compensare le possibili sottostime ($V_{tot_{m.s.}} > V_{tot_{Huber+10\%}}$).

Le misure rilevate a settembre 2013 sono riportate nell'allegato A (Tab. A.1, Tab. A.2, Tab. A.3, Tab. A.4).

5. Analisi del materiale rilevato a settembre 2013

5.1 Analisi degli elementi dispersi

L'analisi effettuata ha voluto evidenziare il numero degli elementi dispersi per classi di lunghezza di 0,5 m per ogni singolo settore del tratto campionato e per i quattro settori complessivamente (Tab. 5.1, Fig. 5.1, Fig. 5.2, Fig. 5.3, Fig. 5.4, Fig. 5.5):

Tab. 5.1 Numero di elementi dispersi presenti nel Rio Rì suddivisi per classi di lunghezza (m).

| Elementi per classi di lunghezza | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | 0.5 (m) | 1 (m) | 1.5 (m) | 2 (m) | 2.5 (m) | 3 (m) | 3.5 (m) | 4 (m) | 4.5 (m) | 5 (m) | 5.5 (m) | 6 (m) | 6.5 (m) | 7 (m) |
| Settore 1 | 7 | 54 | 30 | 25 | 5 | 2 | 3 | | | | | | | |
| Settore 2 | 21 | 51 | 22 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | | | |
| Settore 3 | 33 | 123 | 47 | 18 | 18 | 5 | 4 | 1 | 1 | 0 | 2 | 0 | 1 | |
| Settore 4 | 149 | 308 | 146 | 55 | 20 | 11 | 6 | 1 | 2 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |

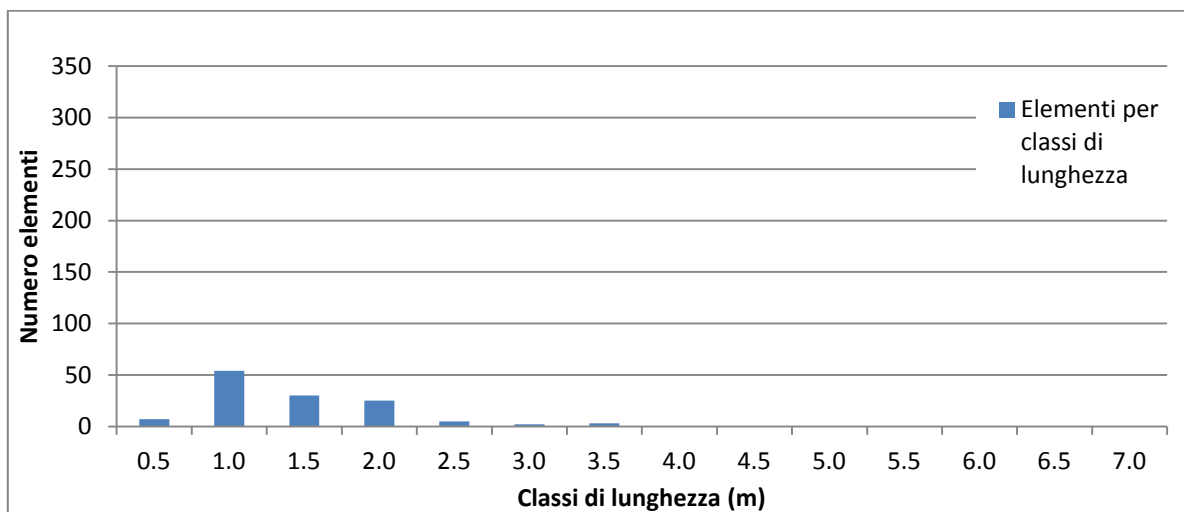


Fig. 5.1 Numero di elementi dispersi nel settore 1 suddivisi per classi di lunghezza.

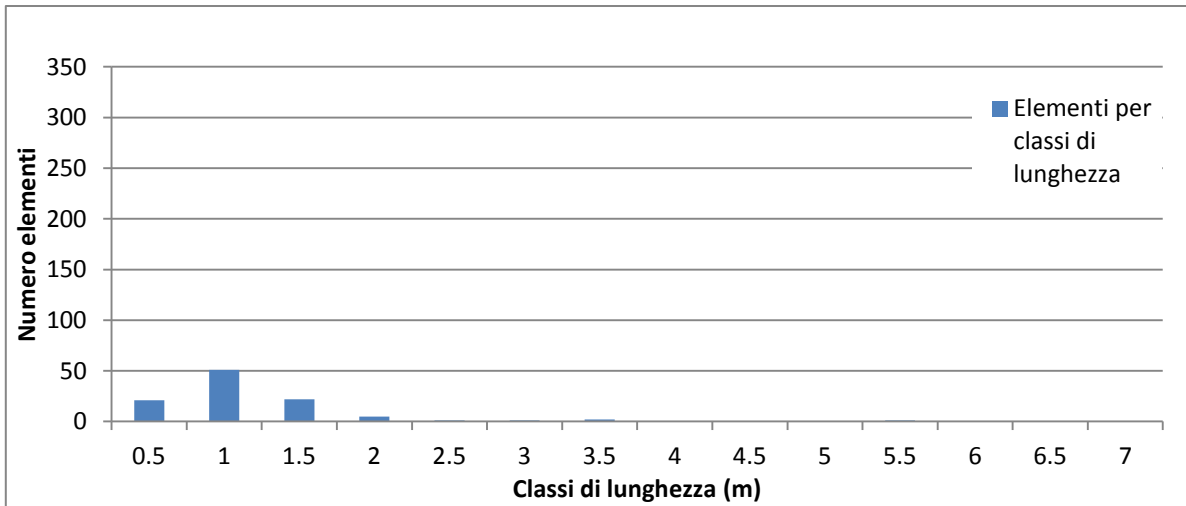


Fig. 5.2 Numero di elementi dispersi nel settore 2 suddivisi per classi di lunghezza.

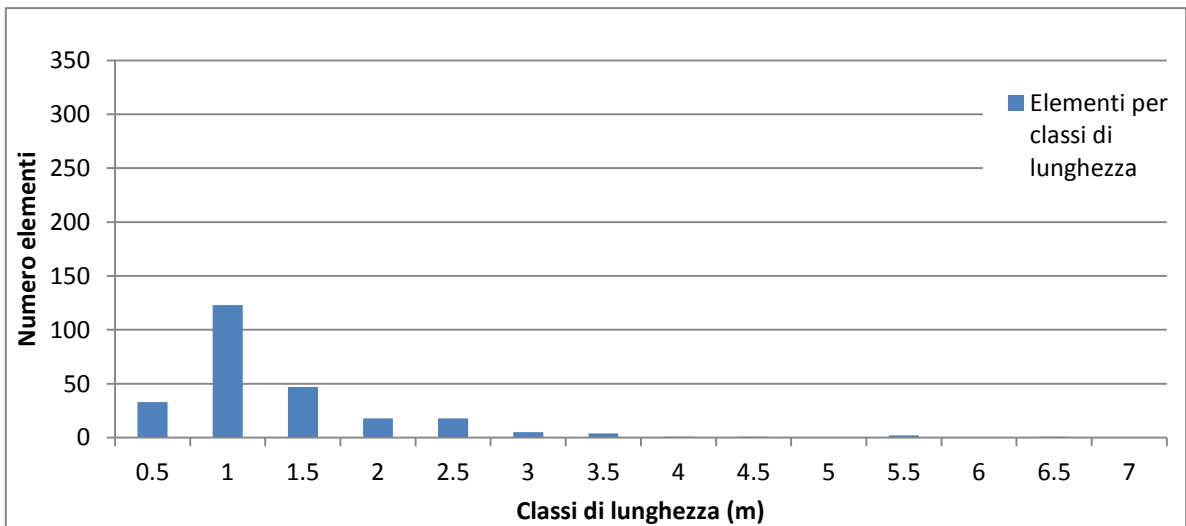


Fig. 5.3 Numero di elementi dispersi nel settore 3 suddivisi per classi di lunghezza.

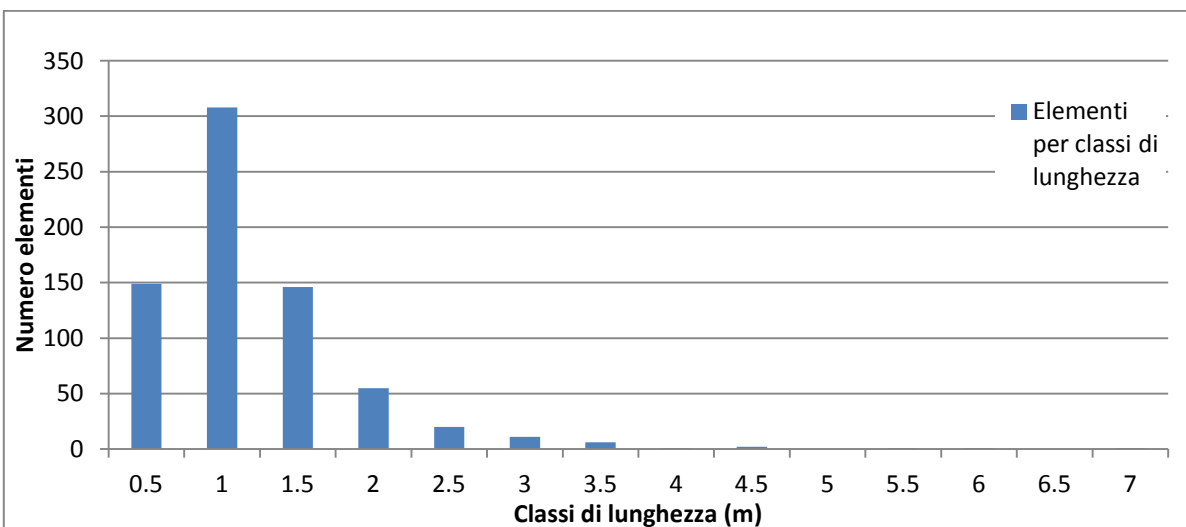


Fig. 5.4 Numero di elementi dispersi nel settore 4 suddivisi per classi di lunghezza.

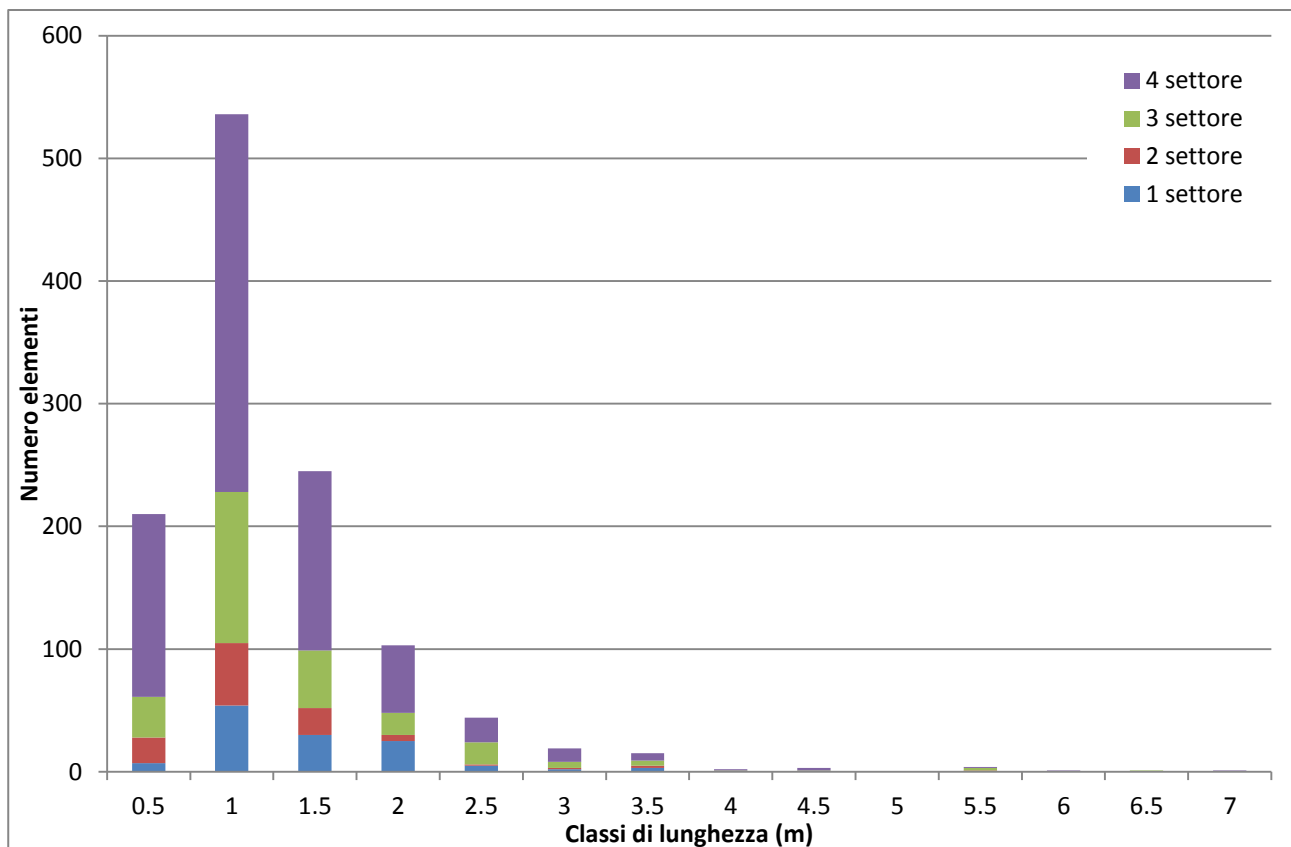


Fig. 5.5 Classi di lunghezza nei quattro settori.

Analizzando i dati dei quattro settori si può osservare come la maggior parte del materiale disperso abbia una lunghezza compresa tra 0.5 m e 1.5 m, elementi con una lunghezza superiore sono invece presenti in minor numero. L'apice riguardo al numero complessivo di elementi dispersi si raggiunge con quelli aventi una lunghezza inferiore al metro.

Riguardo alla presenza di legname per ogni singolo settore si rileva come questa sia maggiore soprattutto nel settore 4 nel quale aumenta la profondità dell'alveo del torrente il quale presenta sponde molto instabili; per di più in questo settore il torrente riceve il materiale legnoso proveniente da un affluente sulla destra orografica poco a monte della piazza di deposito della briglia 13. Questo affluente, a differenza del collettore principale, scorre su un tratto ricco di vegetazione boschiva e a forte pendenza, perciò gran parte del materiale legnoso individuato a valle si suppone che provenga da quest'ultimo affluente (Fig. 5.6, Fig. 5.7). Al contrario, nei primi due settori il legname disperso risulta essere meno consistente per la presenza della piazza di deposito a monte della briglia 13 che ne trattiene una considerevole quantità.



Fig. 5.6 Particolare del tratto C nel settore 4.



Fig. 5.7 Particolare del tratto B nel settore 4.

Una seconda analisi è stata effettuata per confrontare i valori relativi alla lunghezza media e al diametro medio degli elementi dispersi nei quattro settori (Tab. 5.2, 5.3, Fig. 5.8, 5.9).

Tab. 5.2 Valori medi di lunghezza (m) degli elementi dispersi nei quattro settori.

| Lunghezza media elementi dispersi (m) | |
|--|------|
| Settore 1 | 1.44 |
| Settore 2 | 1.18 |
| Settore 3 | 1.37 |
| Settore 4 | 1.21 |

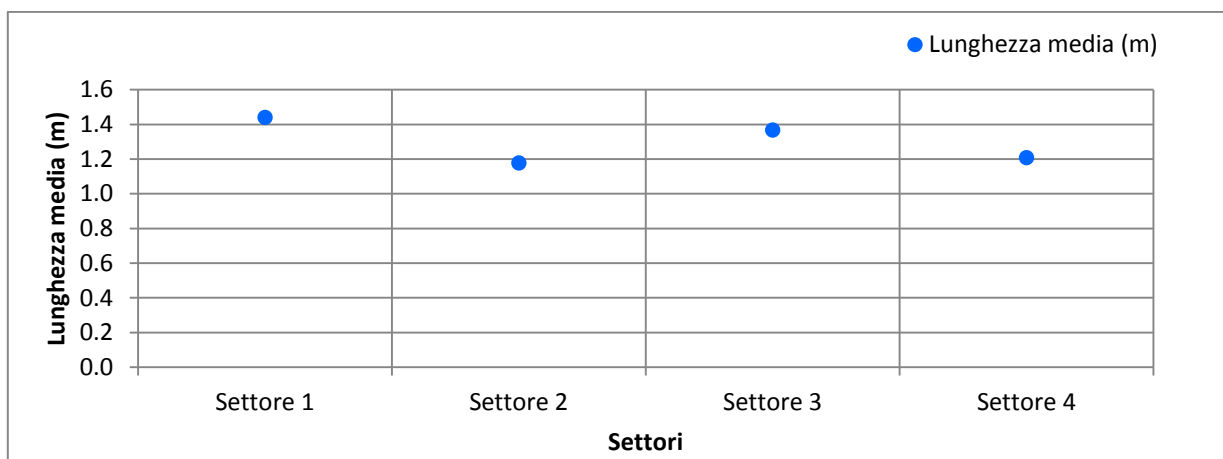


Fig. 5.8 Lunghezza media degli elementi dispersi nei quattro settori.

Tab. 5.3 Valori medi di diametro (cm) degli elementi dispersi nei quattro settori.

| Diametro medio elementi dispersi (cm) | |
|--|------|
| Settore 1 | 6.55 |
| Settore 2 | 5.37 |
| Settore 3 | 5.68 |
| Settore 4 | 4.83 |

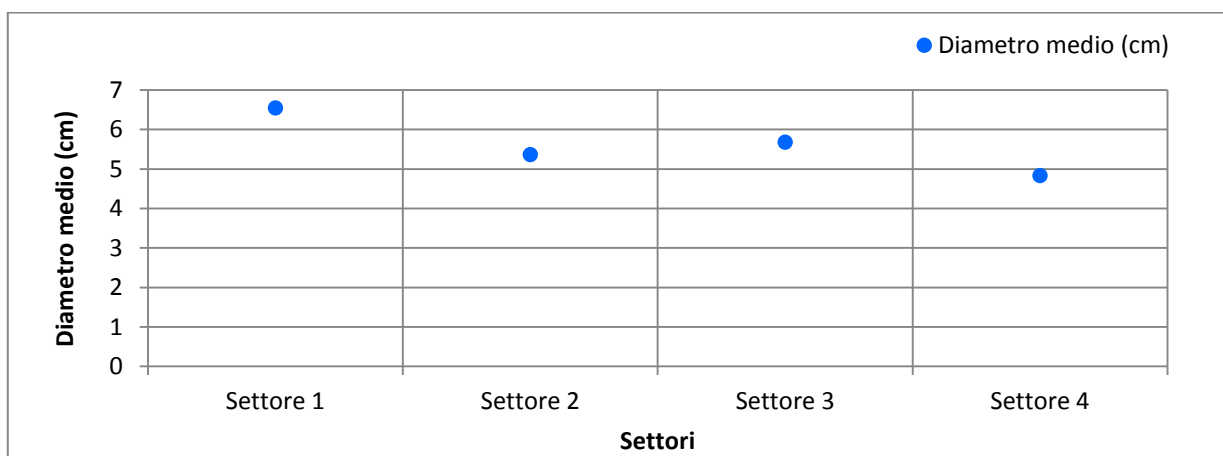


Fig. 5.9 Diametro medio degli elementi dispersi nei quattro settori.

Si evince come la lunghezza del legno sia mediamente maggiore nel settore 1 e nel settore 3 per la presenza delle piazze di deposito che permettono l'accumulo di materiale legnoso di differenti dimensioni; i rimanenti tratti avendo una pendenza maggiore tendono a trasportare il legno verso valle. Questa caratteristica si ripercuote anche sugli altri elementi legnosi, come vedremo in seguito.

Riguardo al diametro si ha invece una diminuzione procedendo verso monte: passando dal settore 1 al settore 4 si ha una diminuzione di circa 1.5 cm. Nel settore 1 tende ad raccogliersi molto materiale legnoso con differenti diametri, tra i più elevati di tutto il tratto studiato (in particolare tra la briglia 8 e la briglia 9 è stato rilevato il legname con il diametro maggiore corrispondente a 41 cm) (Fig. 5.10). Nel settore 3 nonostante la presenza di molto materiale legnoso il diametro è inferiore per la raccolta di piccoli tronchi e rami sia nell'alveo che sulle sponde. Si è visto in precedenza come il settore 4 fosse quello con un numero maggiore di elementi rispetto a quelli più a valle, ma con un diametro minore: difatti il materiale presente a settembre 2013 comprendeva principalmente piccoli tronchi e rami oltre a diversi elementi (cluster e ceppaie).



Fig. 5.10 Tratto tra la briglia 7 e la 9 nel quale è stato rilevato il diametro maggiore degli elementi dispersi.

L'analisi più importante è stata effettuata sui volumi di legname presenti nei quattro settori.

Una prima analisi è stata dedicata al materiale presente sulla briglia filtrante (Tab. 5.4, Fig. 5.11):

Tab. 5.4 *Quantità di legname presente sulla briglia filtrante in m³ e in % calcolata con la formula di Huber (VHbf), con la formula di Huber aumentata del 10% (VHbf+10%) e con la formula del "metro stero" (Vmsbf)*

| Volume briglia filtrante | | |
|--------------------------|-----------|-------|
| | m3 | % |
| VHbf | 0.006751 | 78.5 |
| VHbf+10% | 0.0074261 | 86.35 |
| Vmsbf | 0.0086 | 100 |

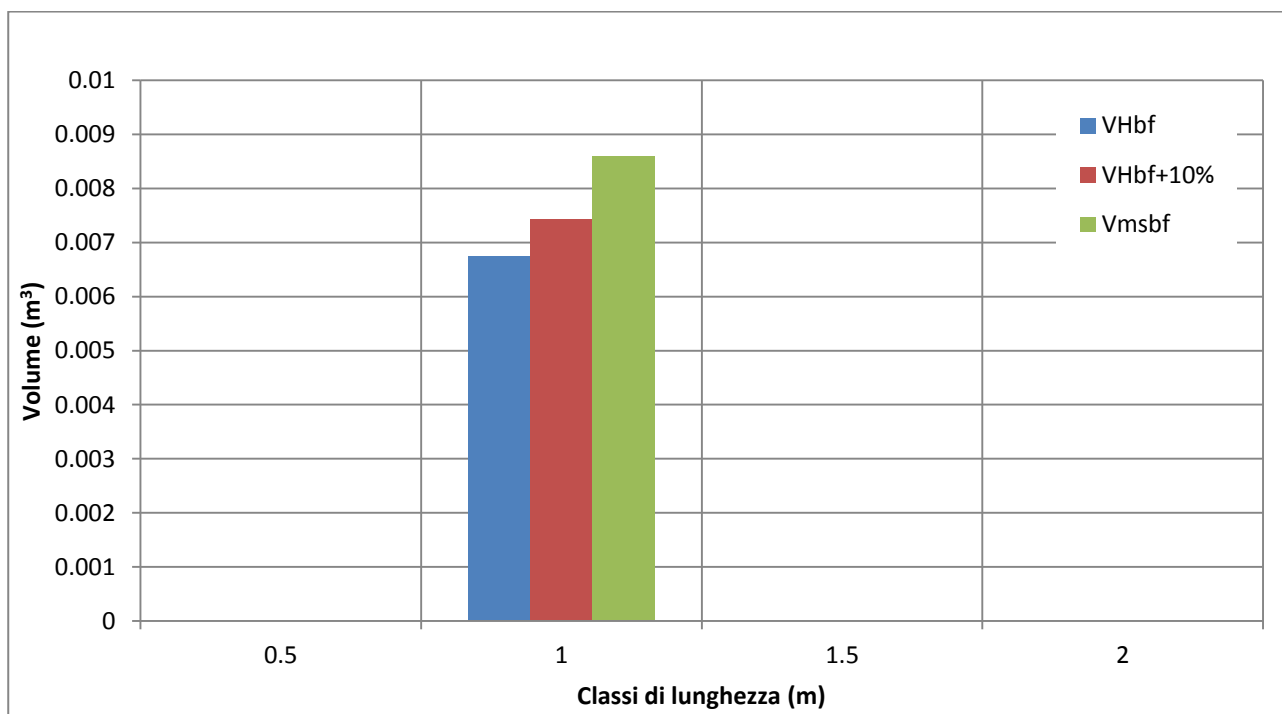


Fig.5.11 *Volume del materiale presente sulla briglia filtrante in funzione delle classi di lunghezza.*

Studiando il grafico si nota come tra i filtri della briglia n°6 il materiale legnoso fosse molto scarso al momento del rilievo (Fig. 5.12): sono stati infatti campionati solo tre piccoli rami che tuttavia non incidono in maniera significativa sull'intera quantità di legname presente nel settore 1. Particolare interessante è l'appartenenza dei tre rami alla stessa classe di lunghezza (1 m).



Fig. 5.12 Briglia filtrante n°6.

Per il calcolo volumetrico dei singoli elementi presenti nei quattro settori è stato utilizzato principalmente il metodo del "metro stero" per sovrastimare in maniera cautelativa la quantità di materiale legnoso presente e che in presenza di abbondanti precipitazioni può essere trasportato a valle (Tab. 5.5) (Fig. 5.13, Fig. 5.14, Fig. 5.15, Fig. 5.16):

Tab. 5.5 Valori volumetrici in m³ e in % rilevati per ogni singolo settore.

| | Settore 1 | | Settore 2 | | Settore 3 | | Settore 4 | | Totale | |
|-------------------|----------------|--------|----------------|-------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|-----|
| | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % |
| Volume Huber | 1.159 | 20.116 | 0.517 | 8.967 | 1.335 | 23.156 | 2.753 | 47.761 | 5.764 | 100 |
| Volume Huber +10% | 1.275 | 20.116 | 0.569 | 8.967 | 1.468 | 23.156 | 3.028 | 47.761 | 6.340 | 100 |
| Volume Stero | 1.477 | 20.116 | 0.658 | 8.967 | 1.700 | 23.156 | 3.507 | 47.761 | 7.343 | 100 |

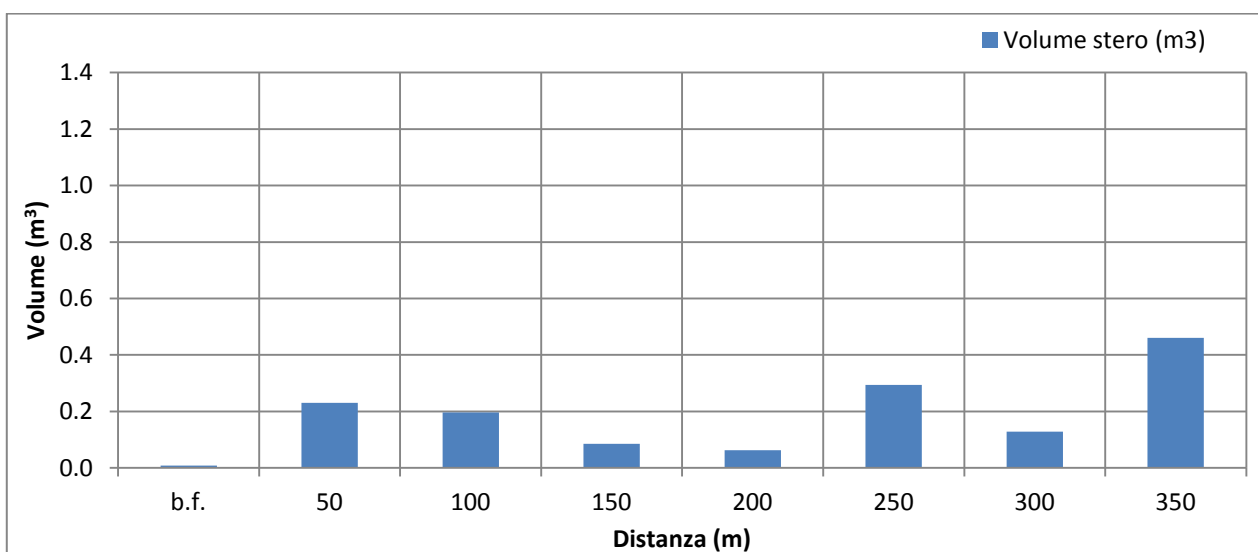


Fig. 5.13 Volume "stero" per il settore 1 (in ascissa sono riportate le distanze dalla briglia filtrante).

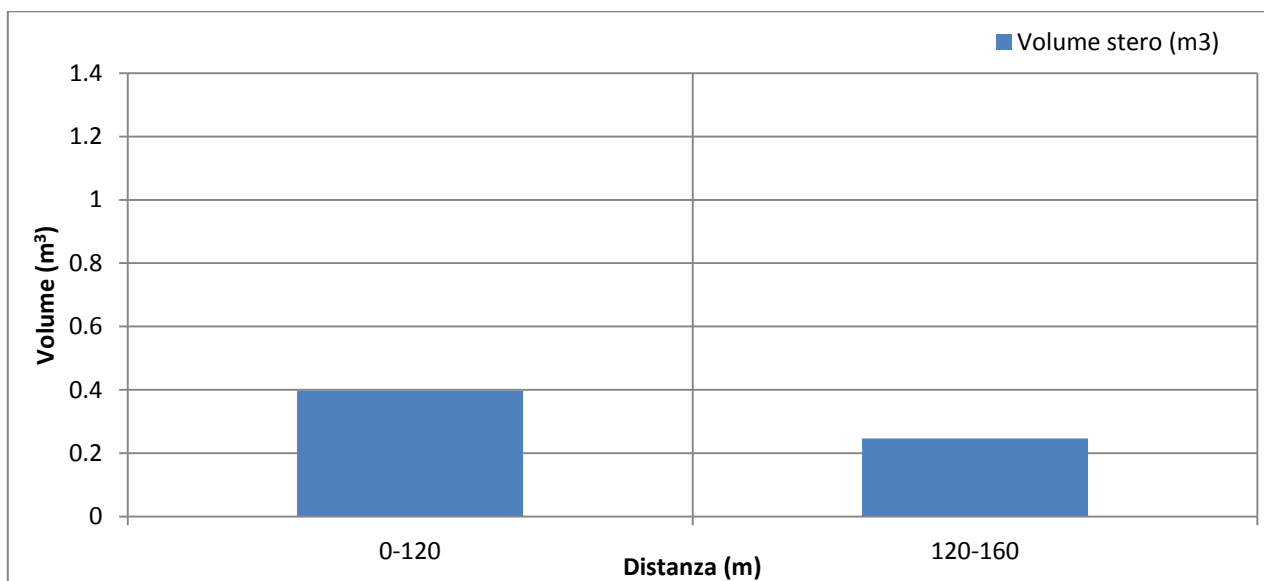


Fig. 5.14 Volume "stero" per il settore 2 (in ascissa sono riportate le distanze dalla briglia 9).

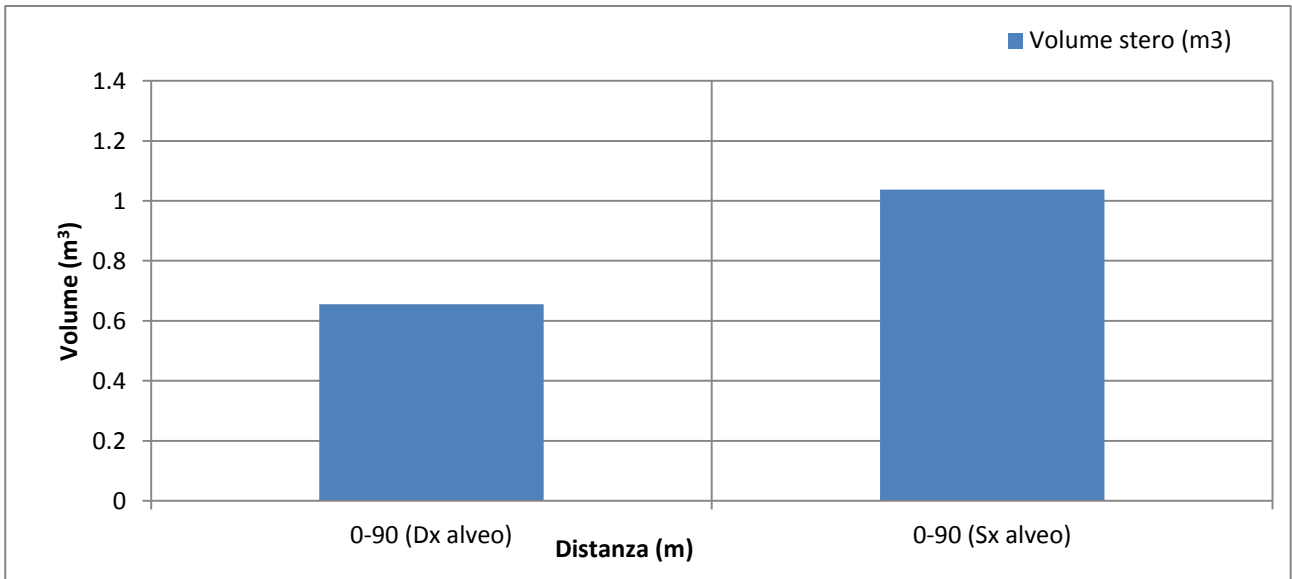


Fig. 5.15 Volume "stero" per il settore 3 (in ascissa sono riportate le distanze dalla briglia 13).

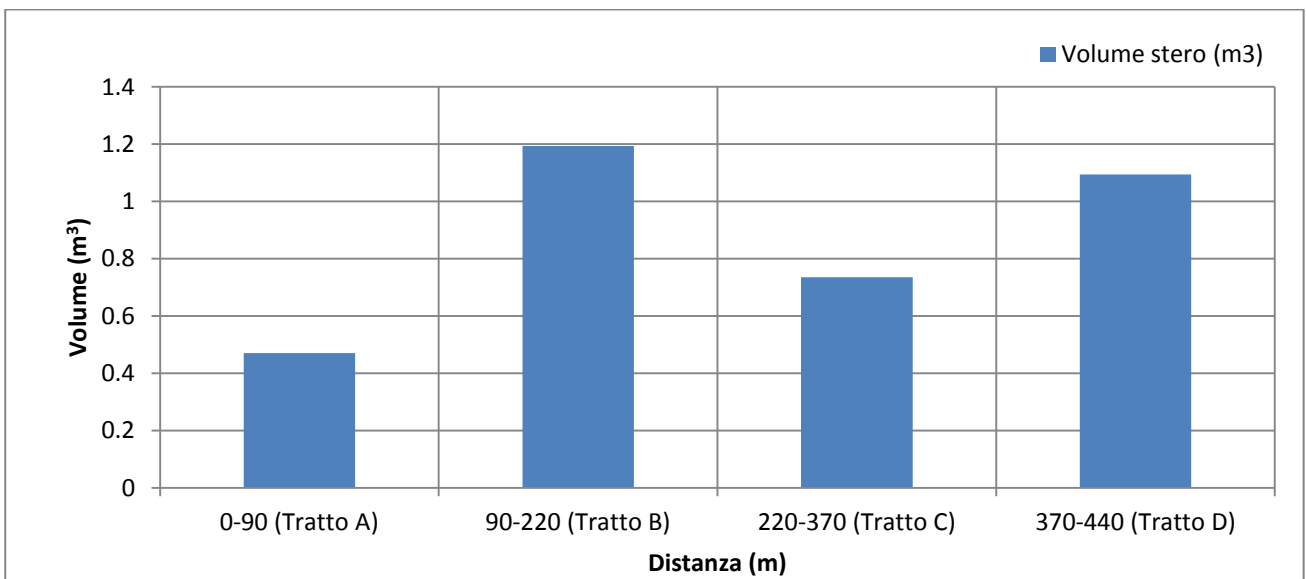


Fig. 5.16 Volume "stero" per il settore 4 (in ascissa sono riportate le distanze dalla fine della piazza di deposito della briglia 13).

Poiché nel settore 4, come osservato in precedenza, si è rilevato il maggior numero di elementi dispersi, nello stesso settore si ha anche il volume maggiore rispetto ai settori più a valle. Il settore che presenta volumi minori risulta essere il secondo a causa della lunghezza limitata e del ristretto numero di elementi presenti.

Nel settore 1 i tratti nei quali si ha una maggior volume si trovano circa 300 metri a monte della briglia filtrante: molto materiale legnoso provenendo da tratti con maggiore pendenza si è assestato infatti nella prima parte della piazza di deposito. Caso particolare è il tratto tra la briglia 7 e la briglia 9 (350 metri dalla briglia filtrante) giacché un valore così elevato è dovuto alla presenza del tronco avente diametro 41 cm.

Anche il settore 2 presenta due tratti con valori discostanti: la piazza di deposito centrale registra un volume maggiore mentre il tratto a monte fino alla briglia 13, avendo una pendenza maggiore, trattiene meno legname che occupa quindi un volume minore di quasi due volte il valore che assume più a valle.

Nel settore 4 i valori più elevati si possono osservare nel tratto B per la larghezza dell'alveo che permette l'accumulo di più legname (Fig. 5.17) e nel tratto D per la presenza di cascate e rocce che tendono ad incastrare il legname che solamente con un evento di piena elevato può essere rimosso (Fig. 5.18).

Il tratto A, nonostante la presenza di legname proveniente dall'affluente sulla destra e dalla frana sulla destra, presenta valori inferiori dovuti principalmente ad una larghezza minore della sezione.



Fig. 5.17 Tratto D nel settore 4.



Fig. 5.18 Tratto B nel settore 4.

Per l'analisi volumetrica complessiva degli elementi dispersi si sono confrontati i volumi dei quattro settori utilizzando le tre diverse metodologie per il calcolo del volume (Fig. 5.19):

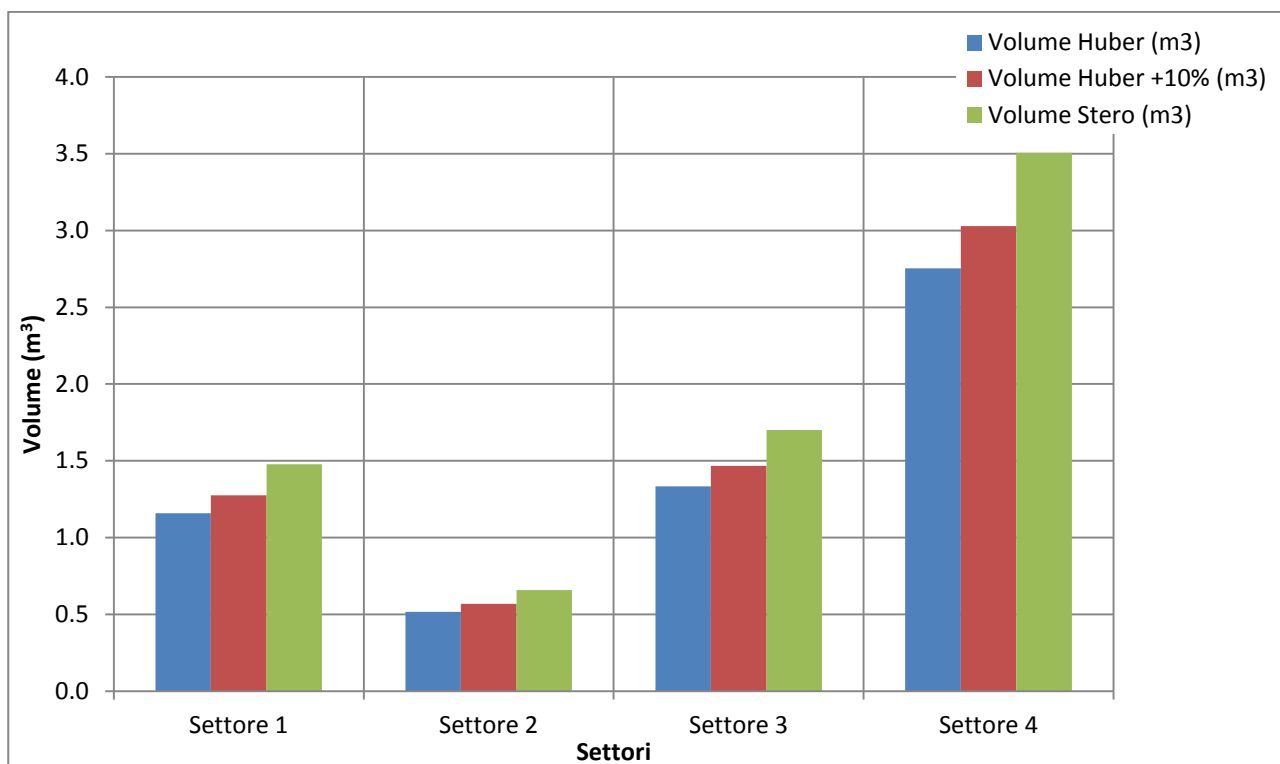


Fig. 5.19 Confronto dei volumi calcolati con le diverse metodologie per ogni singolo settore.

Osservando questo grafico si può notare come il volume calcolato con il metodo del "metro stero" sia leggermente superiore rispetto al metodo che utilizza la formula di Huber. Si vuole, infatti, avere un risultato leggermente sovrastimato (circa un 20% in più) per considerare:

- quei piccoli pezzetti di legname che non vengono rilevati perché troppo corti,
- il legname semi-sepolto e solo parzialmente misurabile,
- il legname completamente sepolto dal detrito in alveo.

Tale misura consente, quindi, di considerare i volumi non misurati e non misurabili che altrimenti restituirebbero valori inferiori alla realtà. A titolo di esempio, nel settore 4 con la formula del "metro stero" si ottiene un volume di circa 0.0086 m^3 in eccesso rispetto al volume calcolato con la formula di Huber pari a 0.00675 m^3 : misurando tutti i pezzettini di legname di lunghezza inferiore a 0.26 m, che generalmente vengono tralasciati nei rilievi perché troppo piccoli, e considerando la parte del filtro sommersa dai detriti che ingloba altro legname che attualmente non risulta misurabile, si può ragionevolmente pensare che la sovrastima ottenuta con l'utilizzo del metro stero sia ragionevole.

5.2 Analisi dei cluster

Il materiale definito "cluster" è stato individuato principalmente nel settore 4 e rappresenta una percentuale molto ridotta che non influisce in maniera significativa sul volume totale, escluse le ceppaie (Fig. 5.20, Fig. 5.21, Fig. 5.22) (Tab. 5.6). Per il calcolo del volume dei cluster individuati è stata utilizzata la metodologia del "metro stereo".



Fig. 5.20 Cluster presente nel settore 4.

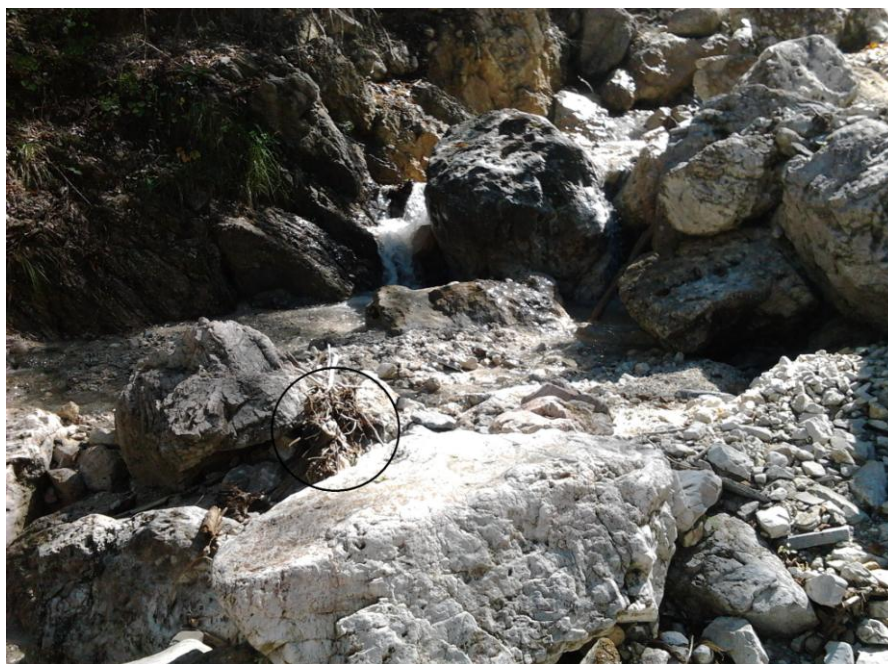


Fig. 5.21 Cluster presente nel tratto D del settore 4.

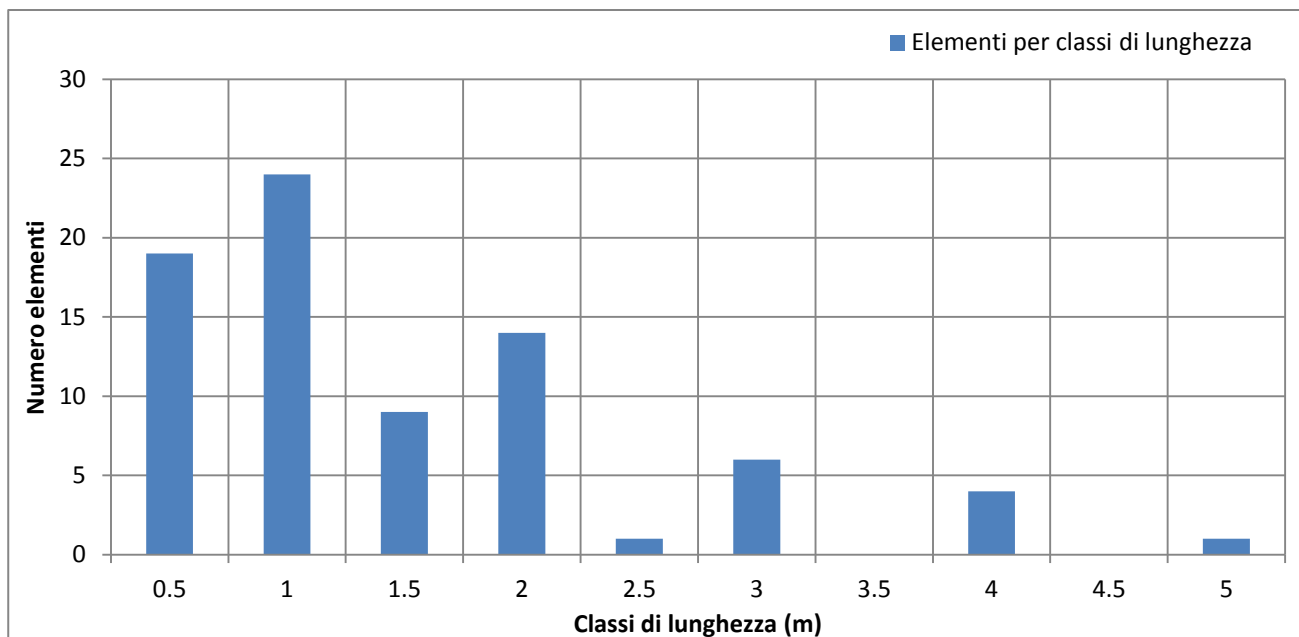


Fig. 5.22 Cluster presenti nel settore 4.

Tab. 5.6 Incidenza dei cluster sul volume totale (escluse le ceppaie) nel settore 4.

| Volume cluster | | Volume totale | |
|----------------|-----|----------------|-----|
| m ³ | % | m ³ | % |
| 0.158 | 4.3 | 3.665 | 100 |

Dall'analisi volumetrica osserviamo come in questo settore l'incidenza dei cluster sia minima: il volume (0.15 m³) è circa il 4% del volume totale degli elementi dispersi perciò non influenza in maniera significativa l'accumulo e il possibile trasporto successivo a valle.

5.3 Analisi delle ceppaie

Per questi elementi, come già citato nella descrizione degli elementi rilevati, si sono utilizzati misure e valori diversi rispetto agli elementi dispersi e ai cluster.

Per ogni ceppaia è stata innanzitutto misurata l'altezza complessiva del tronco e dell'apparato radicale. Questa misura è stata in seguito accostata alla larghezza e alla luce del ponte della Strada Provinciale a valle del settore 2 (Fig. 5.23, Fig. 5.24, Fig. 5.25, Fig. 5.26). E' molto rilevante questa grandezza poiché le ceppaie possono causare l'ostruzione del ponte ed un concreto pericolo a valle dello stesso in caso di piene rilevanti. L'altezza deve perciò essere tenuta in considerazione per evitare intasamenti pericolosi.



Fig. 5.23 La piazza di deposito centrale vista dal ponte della Strada Provinciale.

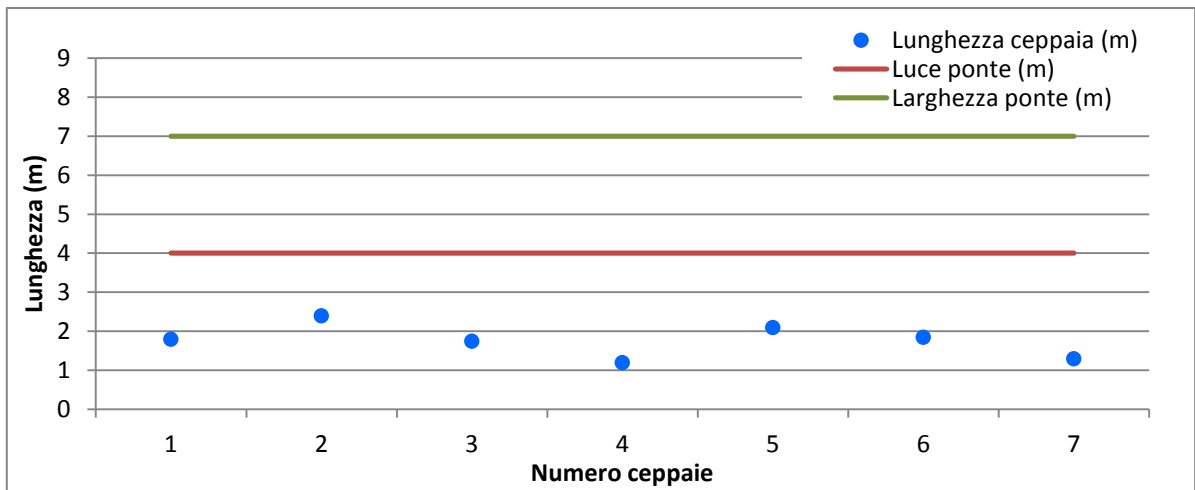


Fig. 5.24 *incidenza delle ceppaie nel settore 2.*

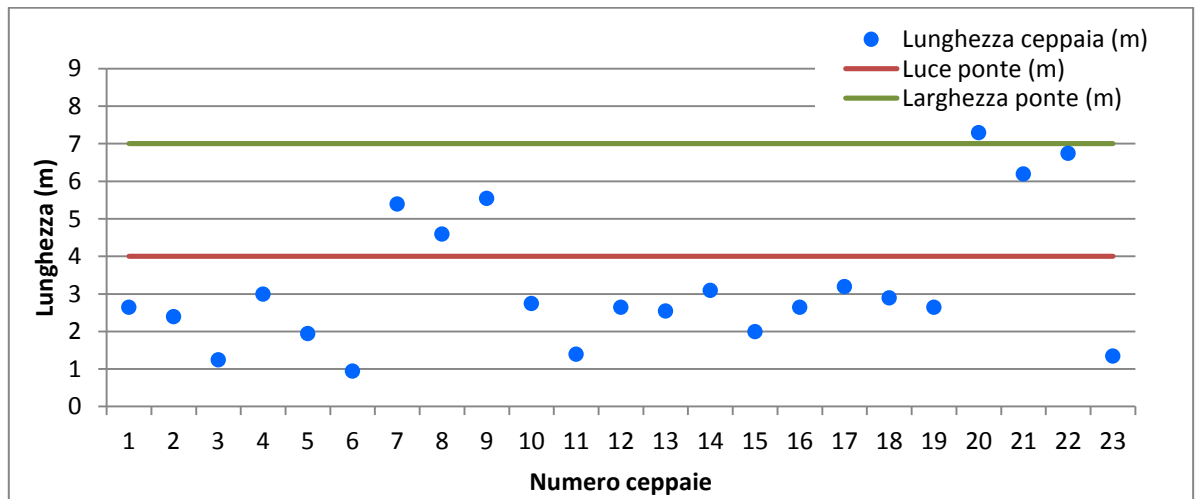


Fig. 5.25 *Incidenza delle ceppaie nel settore 3.*

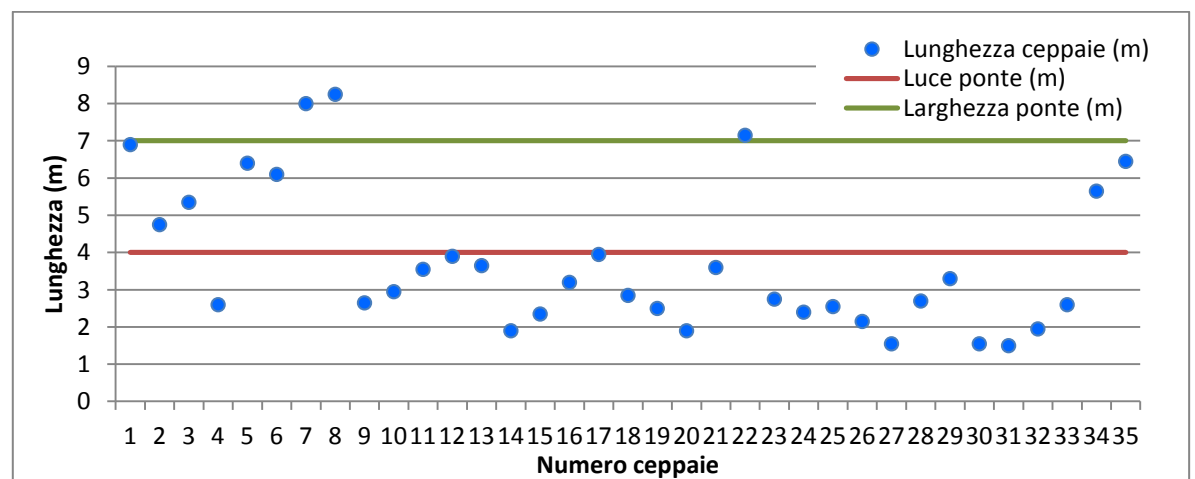


Fig. 5.26 *Incidenza delle ceppaie nel settore 4.*

Esaminando i grafici si osserva come le ceppaie più pericolose che possono provocare l'ostruzione del ponte si trovano nei settori 3 e 4, cioè quelli più distanti dalla struttura in cls. La presenza di queste piante in alveo è dovuta principalmente ai fenomeni di franamento che interessano le sponde dei settori più a monte (in particolare la frana di circa 90 metri poco a monte della piazza di deposito della briglia 13) e che tendono a movimentare più legname. La stessa piazza di deposito della briglia 13 (il settore 3) permette l'accumulo di questo materiale nelle parti laterali, però in caso di consistenti precipitazioni rischia di essere trasportato a valle e quindi costituire un pericolo per un possibile intasamento in prossimità del ponte.

La seconda analisi ha riguardato l'influenza delle ceppaie sul volume complessivo per ogni settore. In questo caso oltre alla misura della lunghezza e del diametro del tronco si è dovuta considerare la parte radicale di ogni ceppaia di cui è stata valutata la lunghezza e il diametro con due misure incrociate. Si è considerato infatti l'apparato radicale come un tronco di cono e tramite la media delle due misure è stato possibile calcolare il volume di questa sezione della pianta. Il volume dell'apparato radicale è stato in seguito sommato al volume del tronco massimo calcolato con il metodo del "metro stero". Per il calcolo del volume dell'apparato radicale si è raffigurato quest'ultimo in via approssimativa come un tronco di cono e tramite la media di due misure incrociate è stato possibile calcolare il volume per sommarlo in seguito al volume del tronco più lungo (calcolato con la formula del "metro stero") di ogni ceppaia (Tab. 5.7, Fig. 5.27):

Tab. 5.7 Influenza delle ceppaie sul volume totale.

| | Volume ceppaie | | Volume totale | |
|-----------|----------------|-------|----------------|-----|
| | m ³ | % | m ³ | % |
| Settore 1 | 14.11 | 90.52 | 15.59 | 100 |
| Settore 2 | 0.54 | 45.04 | 1.20 | 100 |
| Settore 3 | 11.98 | 87.57 | 13.68 | 100 |
| Settore 4 | 12.31 | 77.06 | 15.98 | 100 |

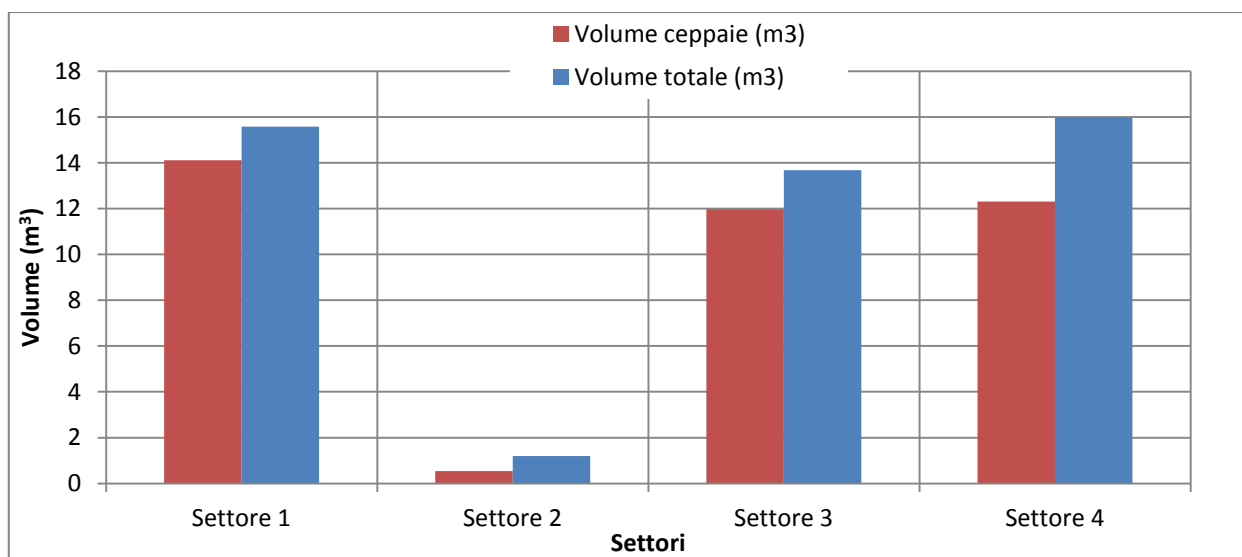


Fig. 5.27 Incidenza delle ceppaie sul volume totale.

Una considerazione opposta a quella per i cluster può essere fatta per il volume delle ceppaie dal momento che queste ultime incidono significativamente sul volume totale di ogni singolo settore. Analizzando la figura si osserva come tre tratti presentino valori molto alti che influiscono pesantemente sul volume totale: per i settori 3 e 4 si ha un aumento di volume di ben sei volte rispetto al valore individuato per gli elementi dispersi e i cluster mentre nel settore 1 addirittura di sette volte. Questo ci indica come la maggior parte del materiale che è stato campionato e misurato in questi tratti sia costituito da ceppaie (Fig. 5.28, Fig. 5.29, Fig. 5.30, Fig. 5.31, Fig. 5.32).

Il settore 2 presenta invece valori inferiori considerato che le sponde del tratto sono più stabili rispetto ai restanti, e difatti nella fase di rilevamento le poche ceppaie presenti sono state osservate per questo settore esclusivamente nella piazza di deposito centrale a monte del ponte della SP; nel tratto più a monte tra la briglia 10 e la briglia 13, data la stabilità dei versanti, non è stato osservato significativo materiale legnoso (Fig. 5.33, Fig. 5.34).



Fig. 5.28 Ceppaia caduta in alveo nel settore 4.



Fig. 5.29 Piccola pianta caduta in alveo nel settore 4.



Fig. 5.30 Ceppaia incastrata sotto una roccia nel settore 4.



Fig. 5.31 Ceppaia caduta nel settore 3 (piazza di deposito della briglia 13).



Fig. 5.32 La briglia 13.



Fig. 5.33 Tratto a valle della briglia 13.



Fig. 5.34 Tratto tra la briglia 10 e la briglia 13 verso valle (settore 2).

6. Confronto con rilievi precedenti

Successivamente alla valutazione del legname effettuata a settembre 2013 si è provveduto a confrontare i valori rilevati con quelli annotati durante i rilievi eseguiti nel 2004, 2010 e 2011. Il rilievo del 2004 è stato eseguito dallo studente Mario Furlan per la tesi di laurea che ha reso particolarmente interessante questo campionamento in quanto suddiviso in due momenti diversi: il primo ad agosto 2004 ed il secondo a dicembre 2004 in seguito ad un evento di piena molto intenso (69.2 mm) che ha completamente stravolto l'alveo; la rilevazione è stata eseguita nei quattro settori descritti precedentemente per entrambi i campionamenti. Nell'agosto del 2010 l'ing. Carlo Masetto ha eseguito un campionamento in seguito ad un ulteriore evento di piena (94.2mm) che ha interamente alterato l'alveo, in particolare il settore più a monte è stato quello che ha subito i cambiamenti morfologici maggiori e perciò si è provveduto ad eseguire l'analisi esclusivamente per questo tratto. In seguito a maggio 2011 lo studente Ruggero Alberti per la propria tesi di laurea ha realizzato l'ultima rilevazione di legname nella parte iniziale del tratto oggetto di studio.

E' stato possibile quindi confrontare i dati più recenti esclusivamente per il settore 1 e 4. Per il settore 2 e 3 il confronto è stato eseguito con i due rilievi del 2004. Nell'analisi dei dati è stato utilizzato lo stesso procedimento adottato per il rilievo di settembre 2013.

6.1 Confronto degli elementi dispersi

Una prima comparazione ha riguardato il numero di elementi dispersi per ogni settore (Fig. 6.1, Fig. 6.2, Fig. 6.3, Fig. 6.4):

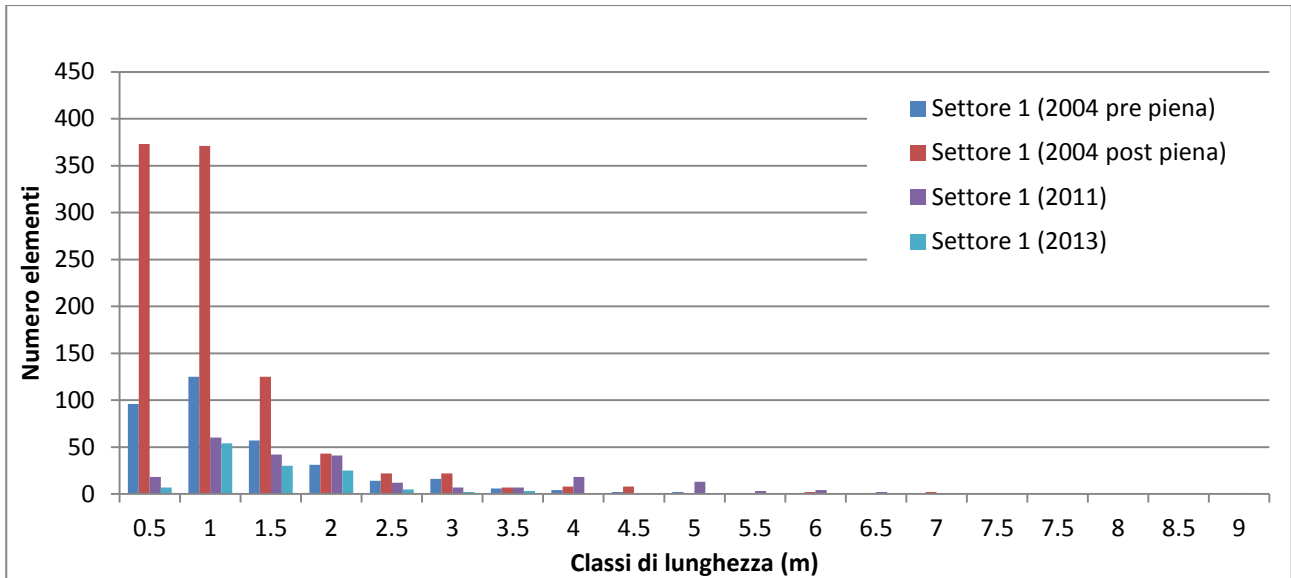


Fig. 6.1 Numero di elementi dispersi presenti nel settore 1 rilevati con i diversi campionamenti.

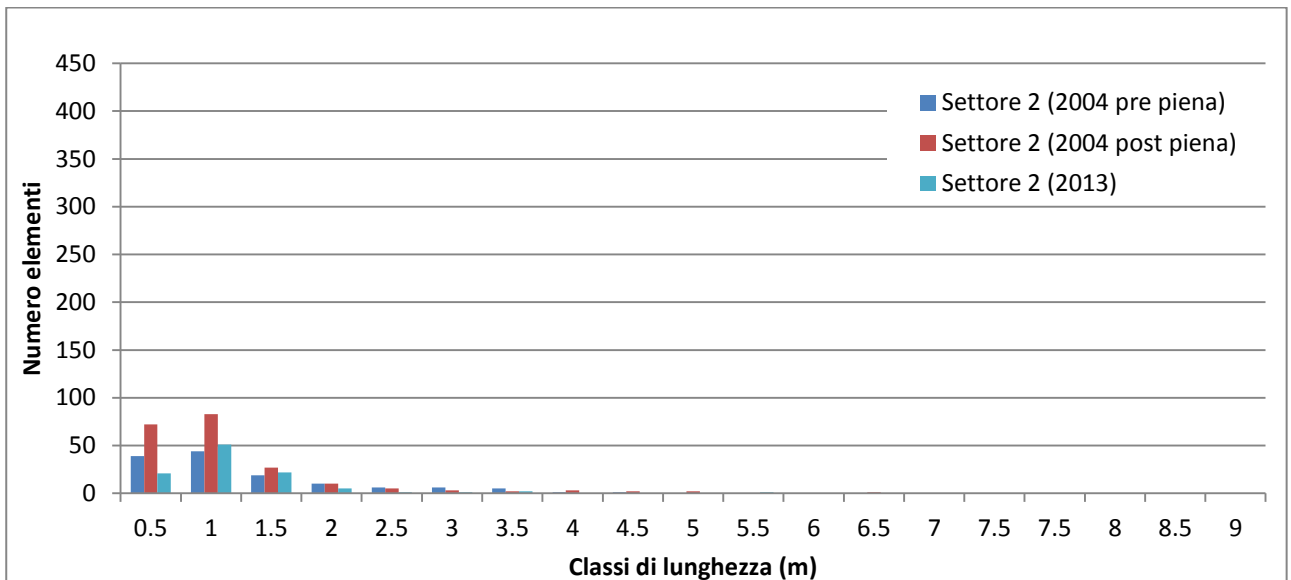


Fig. 6.2 Numero di elementi dispersi presenti nel settore 2 rilevati con i diversi campionamenti.

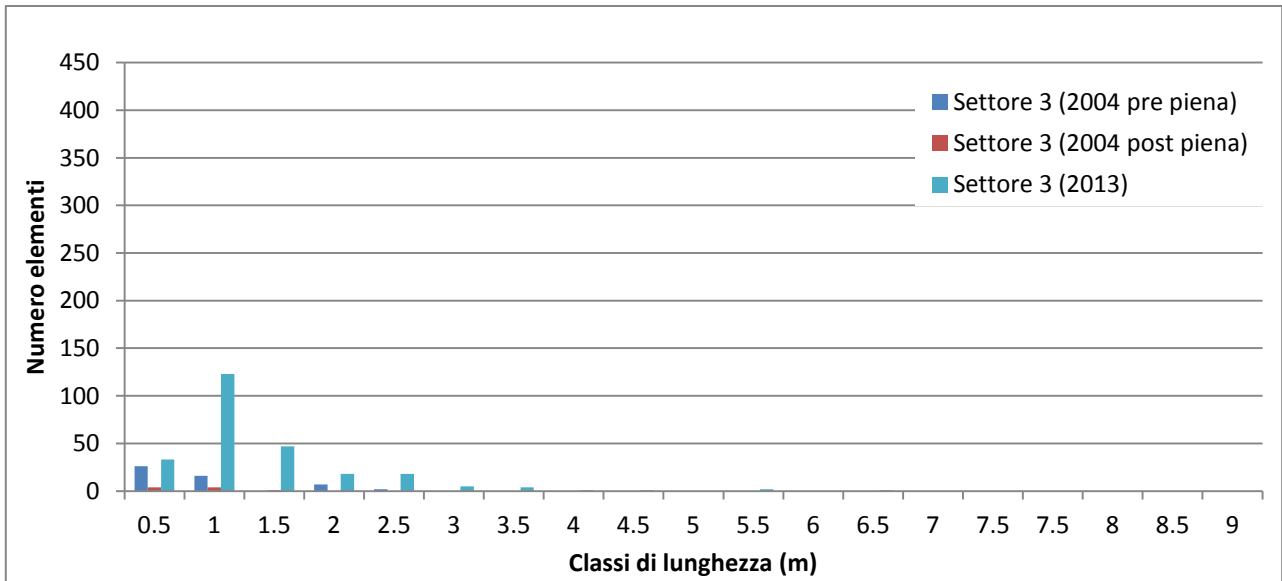


Fig. 6.3 Numero di elementi dispersi presenti nel settore 3 rilevati con i diversi campionamenti.

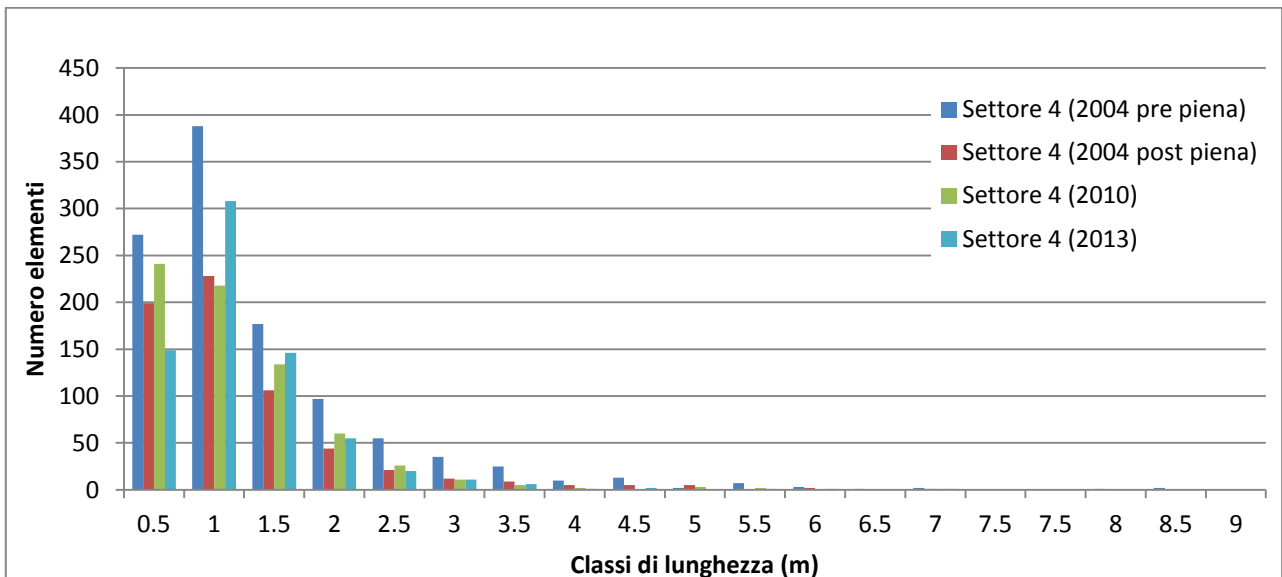


Fig. 6.4 Numero di elementi dispersi presenti nel settore 4 rilevati con i diversi campionamenti.

Analizzando i grafici si osserva come l'evento di piena del dicembre 2004 abbia trasportato molto materiale legnoso verso valle (il numero di elementi si è ridotto in particolare nel settore 3): i settori 1 e 2, a valle, dopo la piena del dicembre 2004 hanno raddoppiato (e in alcuni casi triplicato) il numero di elementi dispersi rispetto alla situazione precedente. Il settore 4 è comunque il tratto che ha registrato il maggior numero di elementi ad eccezione del momento successivo alla piena del 2004.

Riguardo le classi di lunghezza si può osservare una predominanza, così come evidenziato nel rilievo eseguito nel settembre 2013, di materiale legnoso con lunghezze limitate poiché la maggior parte degli elementi dispersi ha una lunghezza inferiore a 1.5 m e in pochi casi si hanno lunghezze superiori (fino a 3.5 m per gli elementi rimanenti).

Nei grafici riguardanti la lunghezza media (Fig. 6.5, Fig. 6.6, Fig. 6.7, Fig. 6.8, Fig. 6.9) e il diametro medio dei singoli elementi (Fig. 6.10, Fig. 6.11, Fig. 6.12, Fig. 6.13) si sono voluti ricercare gli eventuali cambiamenti relativi ai due parametri.

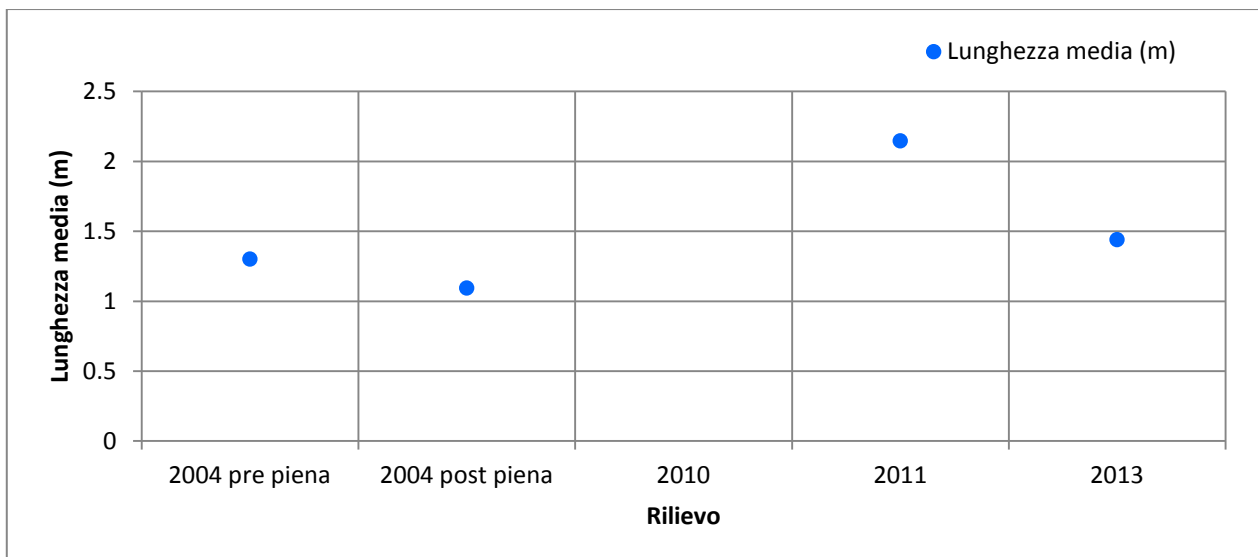


Fig. 6.5 Confronto riguardante la lunghezza media degli elementi dispersi nel settore 1.

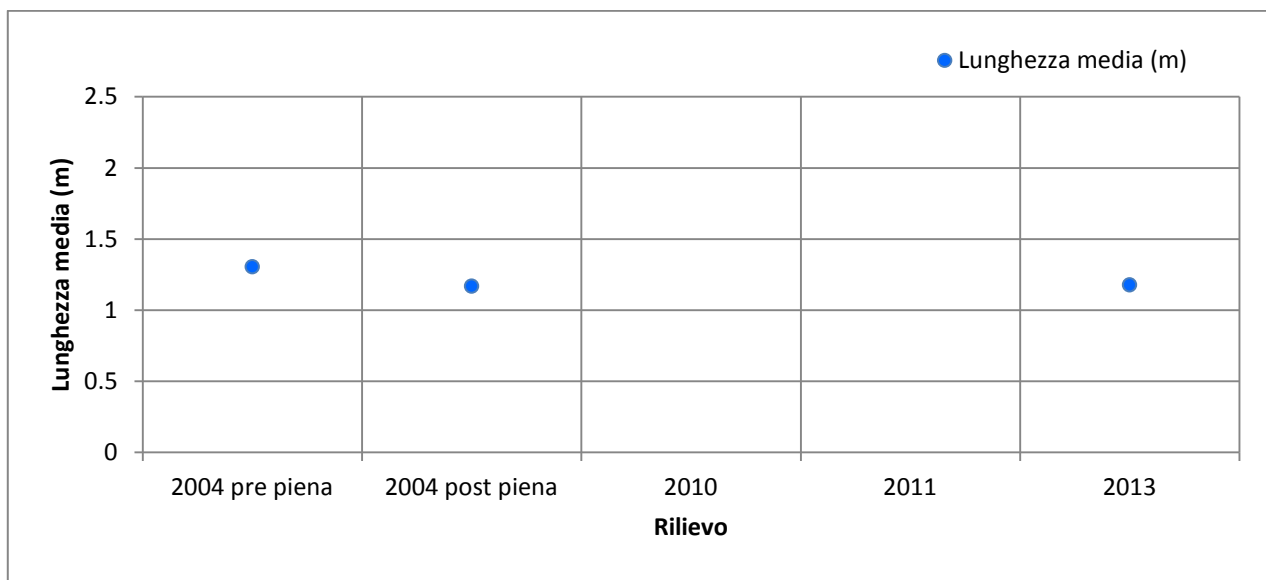


Fig. 6.6 Confronto riguardante la lunghezza media degli elementi dispersi nel settore 2.

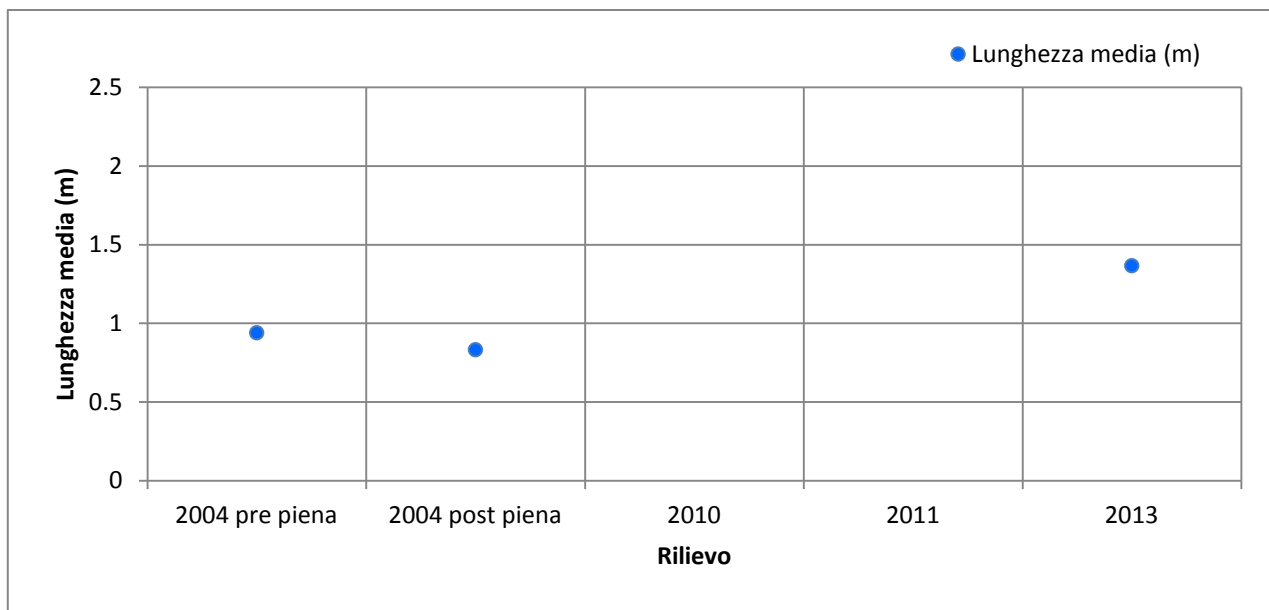


Fig. 6.7 Confronto riguardante la lunghezza media degli elementi dispersi nel settore 3.

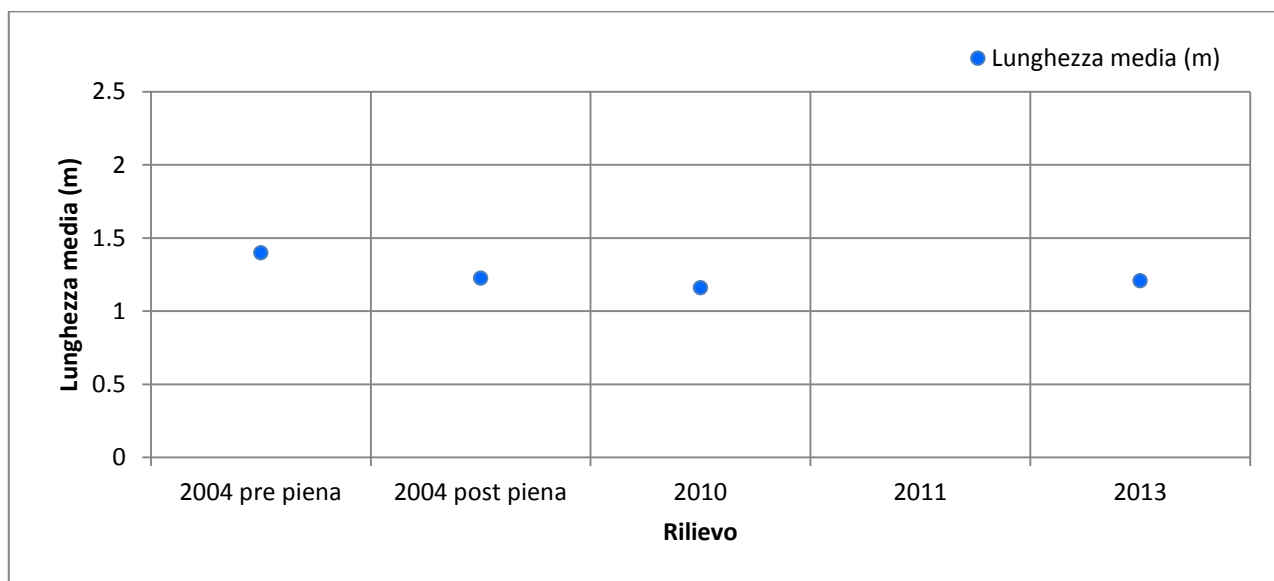


Fig. 6.8 Confronto riguardante la lunghezza media degli elementi dispersi nel settore 4.

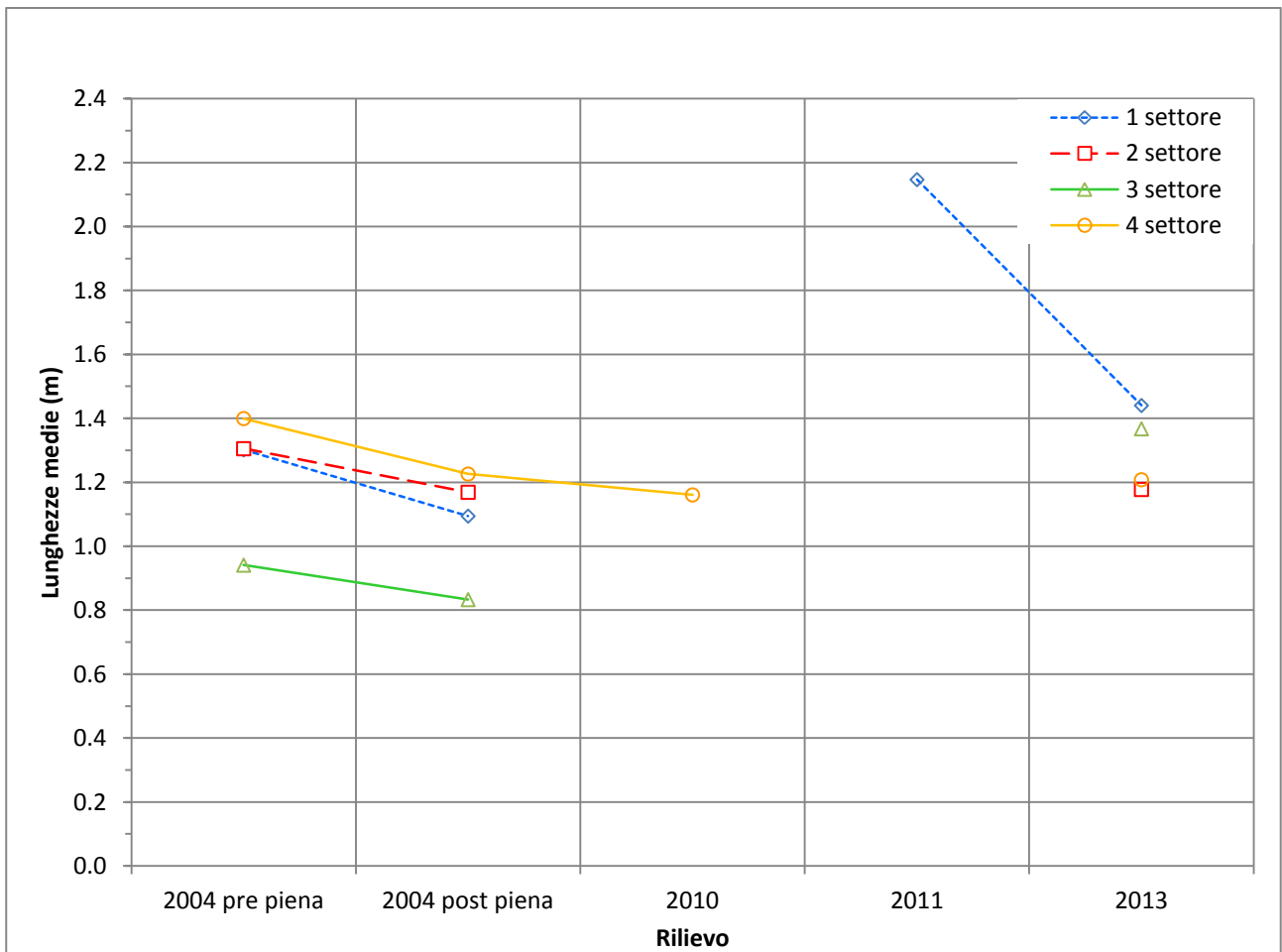


Fig. 6.9 Confronto riguardante le lunghezze medie nei quattro settori.

Un particolare interessante che si osserva nell'analisi dei quattro settori è la flessione della lunghezza media in particolare nei settori 2 e 3 tra il rilievo di agosto 2004 e quello di dicembre 2004. Con l'analisi effettuata nel 2013 si è assistito ad una crescita significativa nel settore 3 mentre nel settore 2 non si sono registrati cambiamenti sostanziosi. E' invece singolare il cambiamento verificatosi nel settore 1 nei quattro diversi momenti del campionamento: si è infatti registrato un significativo incremento della lunghezza nel rilievo del 2011 rispetto a quella registrato con gli altri campionamenti che si è invece mantenuta pressoché costante. Nel settore 4 si ha avuto un cambiamento minimo sebbene i rilievi siano stati registrati in situazioni e momenti completamente differenti.

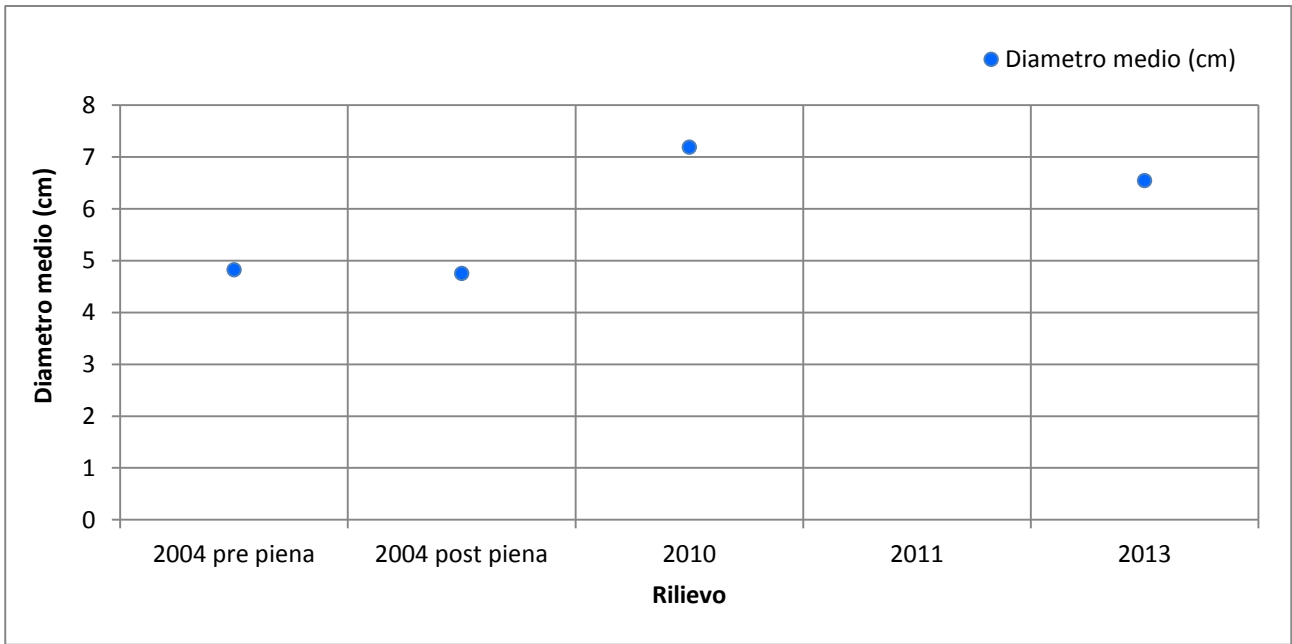


Fig. 6.10 Confronto riguardante il diametro medio degli elementi dispersi nel settore 1.

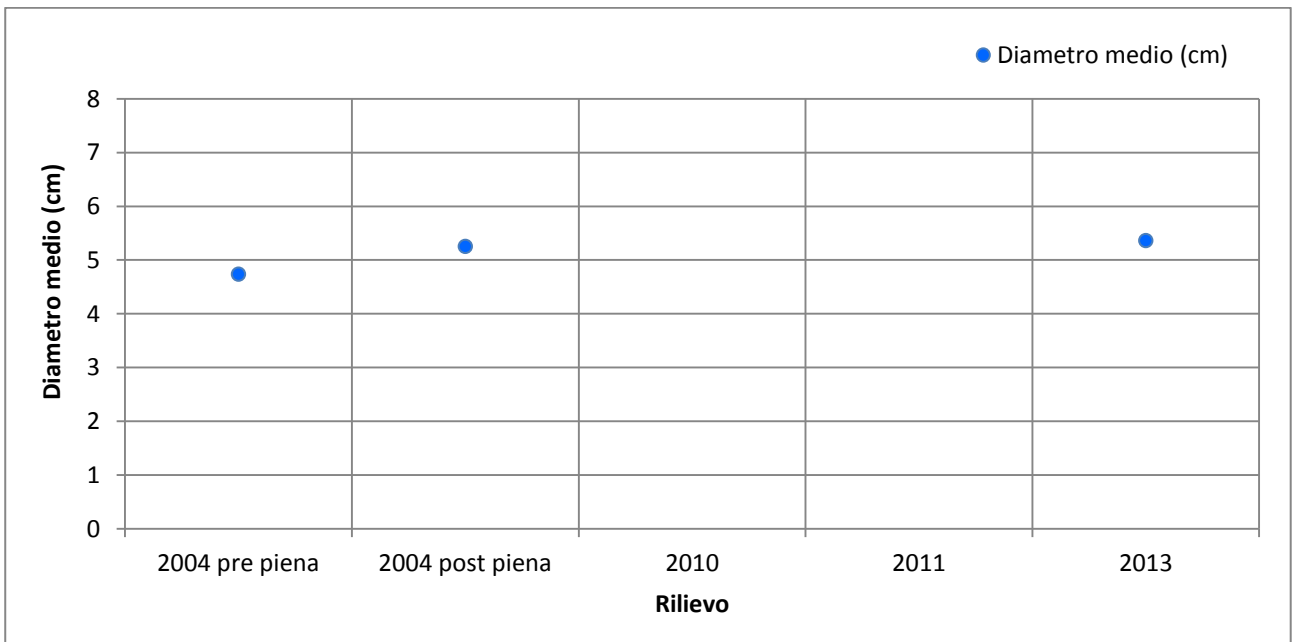


Fig. 6.11 Confronto riguardante il diametro medio degli elementi dispersi nel settore 2.

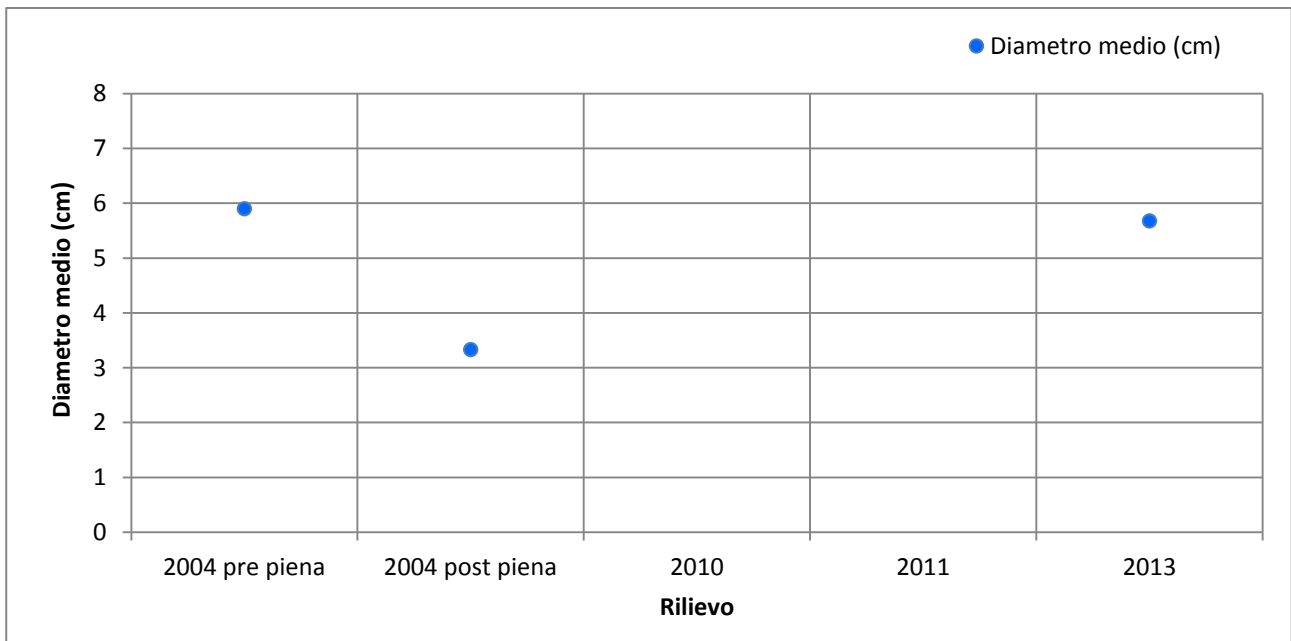


Fig. 6.12 Confronto riguardante il diametro medio degli elementi dispersi nel settore 3.

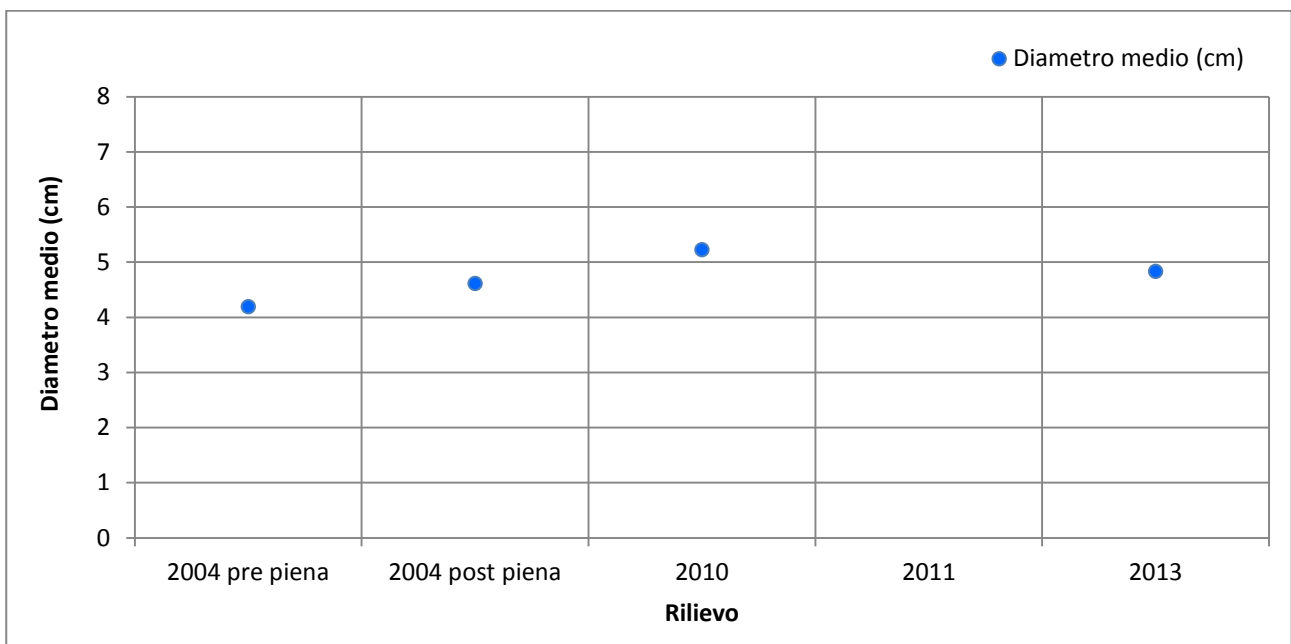


Fig. 6.13 Confronto riguardante il diametro medio degli elementi dispersi nel settore 4.

E' interessante osservare come da una prima analisi dei diametri medi i settori 1 e 3 abbiano riportato cambiamenti molto radicali in seguito ai diversi campionamenti: in particolare nel settore 3 si evidenzia come l'evento di piena del 2004 abbia dimezzato il diametro medio del legname il quale è tornato in seguito ai livelli iniziali dell'agosto 2004; confrontando la lunghezza media rilevata precedentemente si nota quindi come la piena del 2004 abbia accumulato materiale di una lunghezza maggiore ma con diametro inferiore.

Nel settore 1 si è assistito ad una crescita in seguito alla piena del 2004 con il picco raggiunto nel 2010, in seguito nel 2013 è stato registrato un leggero calo. Le restanti sezioni (settori 2 e 4) hanno invece registrato lievi cambiamenti annotati nei diversi momenti del campionamento.

Per la briglia filtrante è stato eseguita una comparazione del materiale analizzato nella rilevazione più recente con le misurazioni effettuate ad agosto e dicembre 2004 e con quella più recente di maggio 2011 (Tab. 6.1, Fig. 6.14):

Tab. 6.1 *Quantità di legname presente sulla briglia filtrante in m³ e % calcolata con la formula di Huber (VHbf), con la formula di Huber aumentata del 10% (VHbf+10%) e con la formula del "metro stero" (Vmsbf).*

| Volumi briglia filtrante | | | | | | | | |
|--------------------------|----------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | 2004 pre piena | | 2004 post piena | | 2011 | | 2013 | |
| | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % |
| VHbf | 0.033 | 78.5 | 0.214 | 78.5 | 0.283 | 78.5 | 0.007 | 78.5 |
| VHbf+10% | 0.036 | 86.35 | 0.236 | 86.35 | 0.311 | 86.35 | 0.007 | 86.35 |
| Vmsbf | 0.042 | 100 | 0.273 | 100 | 0.36 | 100 | 0.009 | 100 |

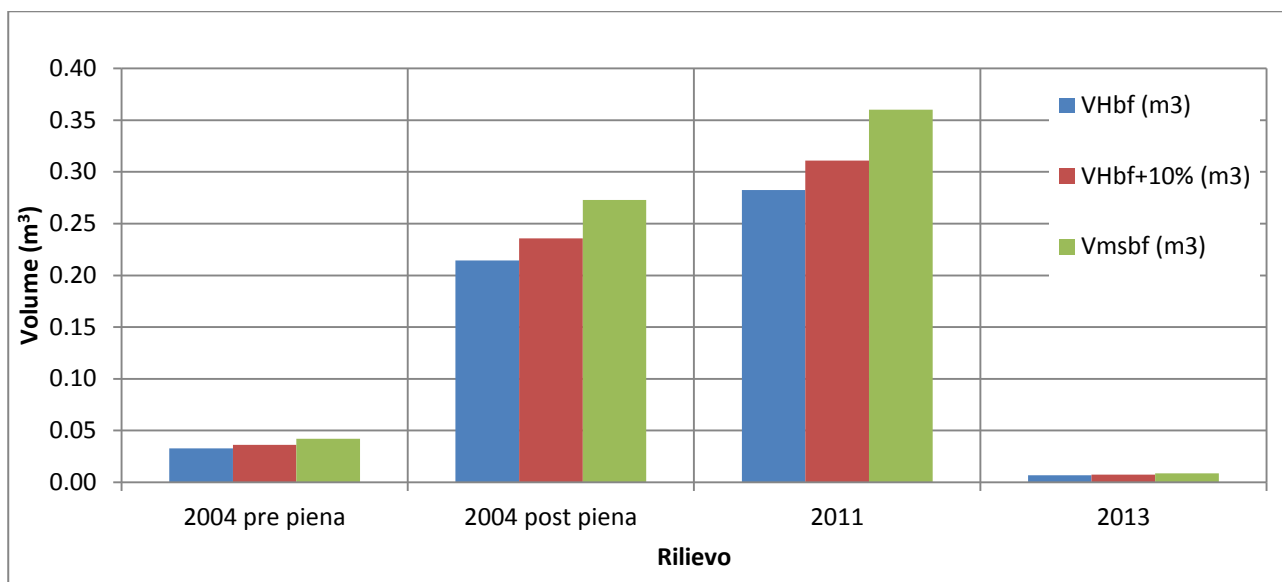


Fig. 6.14 *Quantità di materiale presente sulla briglia filtrante nei diversi campionamenti.*

Studiando la figura si può constatare come nell'evento di piena del 2004 molto materiale legnoso si sia accumulato sui filtri della briglia; a maggio 2011 è stato rilevata una quantità superiore di legname rispetto al rilievo post piena del 2004 mentre nel rilievo successivo di settembre 2013 è totalmente assente grazie al lavoro di rimozione che è stato eseguito e difatti la situazione rilevata è simile a quella registrata nell'analisi pre piena del 2004.

Così come per il rilievo del 2013, successivamente all'analisi del materiale presente sulla briglia filtrante si sono analizzati i volumi dei singoli elementi nei quattro settori (Tab. 6.2, Tab. 6.3, Tab. 6.4, Tab. 6.5) (Fig. 6.15, Fig. 6.16, Fig. 6.17, Fig. 6.18):

Tab. 6.2 Volumi in m³ e in % degli elementi dispersi nel settore 1 calcolati con la formula di Huber (VHbf), con la formula di Huber aumentata del 10% (VHbf+10%) e con la formula del "metro stero" (Vmsbf).

| Volumi 1 settore | | | | | | | | |
|------------------|----------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | 2004 pre piena | | 2004 post piena | | 2011 | | 2013 | |
| | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % |
| VHbf | 1.298 | 78.5 | 2.731 | 78.5 | 2.668 | 78.5 | 1.159 | 78.5 |
| VHbf+10% | 1.428 | 86.35 | 3.004 | 86.35 | 2.935 | 86.35 | 1.275 | 86.35 |
| Vmsbf | 1.654 | 100 | 3.479 | 100 | 3.399 | 100 | 1.477 | 100 |

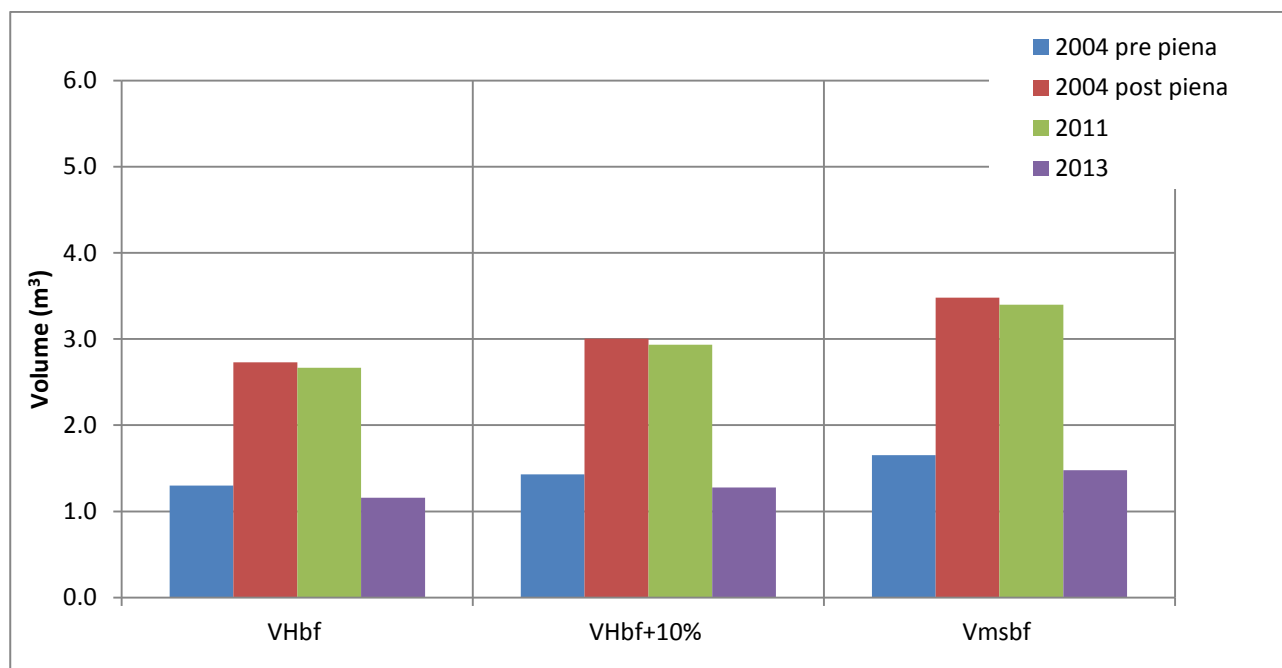


Fig.6.15 Confronto sui volumi del settore 1.

Nel settore 1 i volumi maggiori si sono registrati in seguito alla piena del 2004 (si è avuto infatti un valore maggiore del doppio rispetto alla situazione pre piena) e nel rilievo del 2011 nonostante non ci siano stati eventi di precipitazione significativi che hanno determinato il trasporto di materiale dai settori più a monte verso la piazza di deposito della briglia filtrante. Nel 2013 si è assistito ad un dimezzamento del materiale disperso in seguito ai lavori di pulizia della piazza di deposito eseguiti nei mesi precedenti i quali hanno riportato la quantità di materiale presente agli stessi livelli del rilievo pre piena del 2004.

Tab. 6.3 Volumi in m³ e in % degli elementi dispersi nel settore 2 calcolati con la formula di Huber (VHbf), con la formula di Huber aumentata del 10% (VHbf+10%) e con la formula del "metro stero" (Vmsbf).

| Volumi 2 settore | | | | | | |
|------------------|----------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|
| | 2004 pre piena | | 2004 post piena | | 2013 | |
| | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % |
| VHbf | 0.473 | 78.5 | 0.861 | 78.5 | 0.517 | 78.5 |
| VHbf+10% | 0.521 | 86.35 | 0.947 | 86.35 | 0.569 | 86.35 |
| Vmsbf | 0.603 | 100 | 1.097 | 100 | 0.658 | 100 |

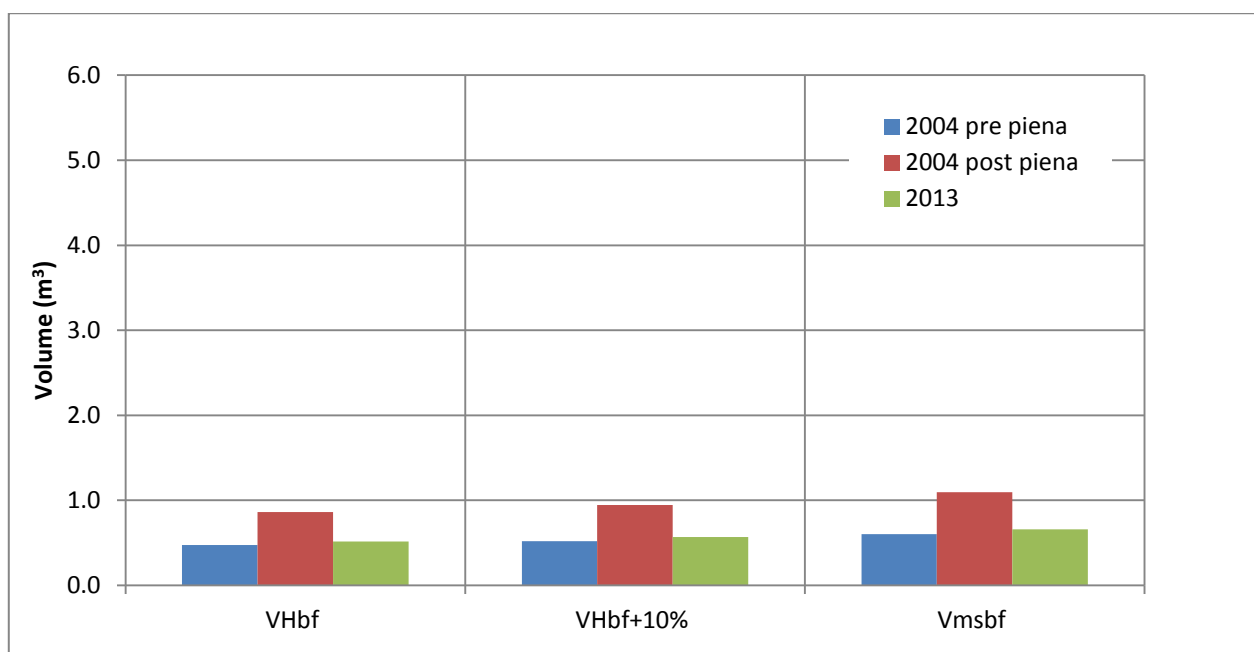


Fig.6.16 Confronto sui volumi del settore 2.

Per il settore 2, come descritto in precedenza, non sono state confrontate le attuali misure con quelle del 2010 e del 2011. L'unico rilievo che ha riguardato il settore 2 è stato eseguito in due momenti nel 2004, quindi con un arco di tempo trascorso molto ampio. Tuttavia è stata eseguita una comparazione che ha mostrato come anche nel settore 2, come nel settore 1, ci sia stato con la piena un raddoppio del materiale presente in alveo tra agosto e dicembre 2004; nell'arco di tempo successivo il volume si è abbassato costantemente fino a raggiungere nel 2013 livelli simili a quelli pre piena del 2004.

Tab. 6.4 Volumi in m³ e in % degli elementi dispersi nel settore 3 calcolati con la formula di Huber (VHbf), con la formula di Huber aumentata del 10% (VHbf+10%) e con la formula del "metro stero" (Vmsbf).

| Volumi 3 settore | | | | | | |
|------------------|----------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|
| | 2004 pre piena | | 2004 post piena | | 2013 | |
| | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % |
| VHbf | 0.218 | 78.5 | 0.007 | 78.5 | 1.335 | 78.5 |
| VHbf+10% | 0.240 | 86.35 | 0.007 | 86.35 | 1.468 | 86.35 |
| Vmsbf | 0.278 | 100 | 0.009 | 100 | 1.700 | 100 |

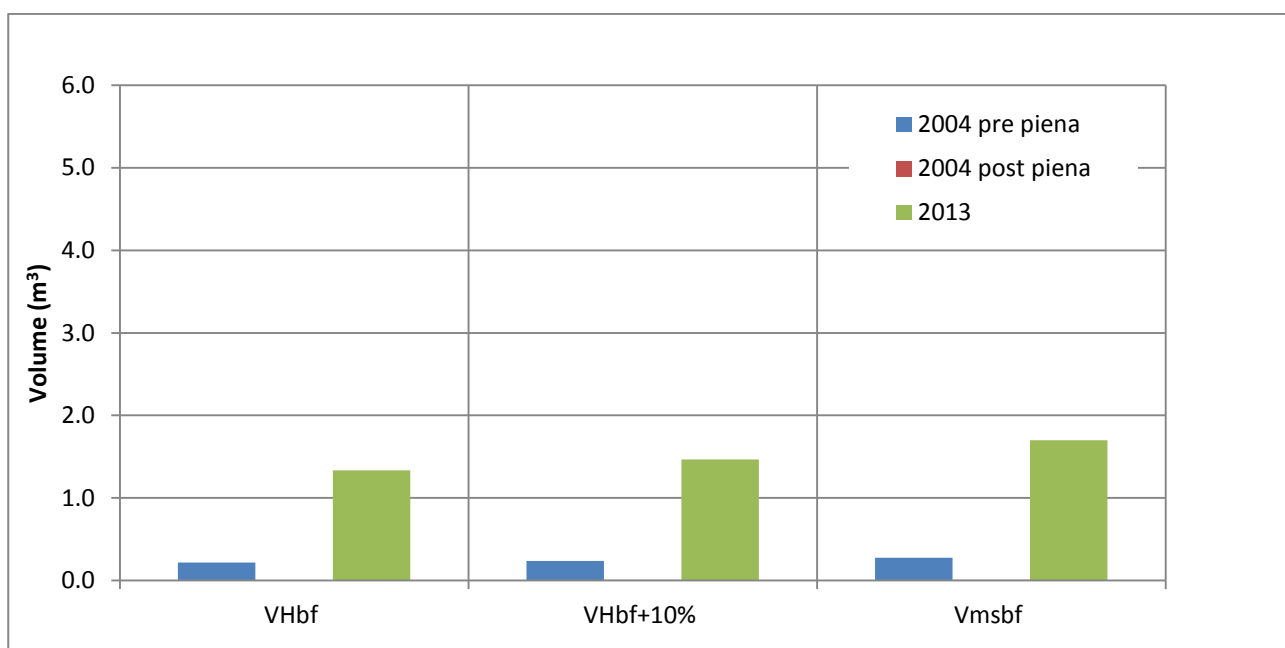


Fig.6.17 Confronto sui volumi del settore 3.

Nel settore 3 si rilevano tuttavia i valori più interessanti: la piazza di deposito della briglia 13 ha subito i cambiamenti più radicali nel corso degli anni. Nel 2004 si è assistito ad uno svuotamento completo del materiale legnoso a causa dell'evento di piena che ha trascinato a valle oltre la briglia 13 l'esiguo legname presente all'inizio della piena. Successivamente, anche se non è stato rilevato, nel 2010 l'evento di piena che ha stravolto la sezione a valle della piazza di deposito ha prodotto effetti geomorfologici anche su questo settore che hanno provocato un continuo accumulo di materiale legnoso e difatti nel 2013 è stato misurato un incremento di volume di otto volte rispetto ai livelli pre piena del 2004.

Tab. 6.5 Volumi in m³ e in % degli elementi dispersi nel settore 4 calcolati con la formula di Huber (VHbf), con la formula di Huber aumentata del 10% (VHbf+10%) e con la formula del "metro stero" (Vmsbf).

| Volumi 4 settore | | | | | | | | |
|------------------|----------------|-------|-----------------|-------|----------------|-------|----------------|-------|
| | 2004 pre piena | | 2004 post piena | | 2010 | | 2013 | |
| | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % | m ³ | % |
| VHbf | 3.815 | 78.5 | 2.419 | 78.5 | 3.206 | 78.5 | 2.753 | 78.5 |
| VHbf+10% | 4.197 | 86.35 | 2.661 | 86.35 | 3.526 | 86.35 | 3.028 | 86.35 |
| Vmsbf | 4.860 | 100 | 3.081 | 100 | 4.084 | 100 | 3.507 | 100 |

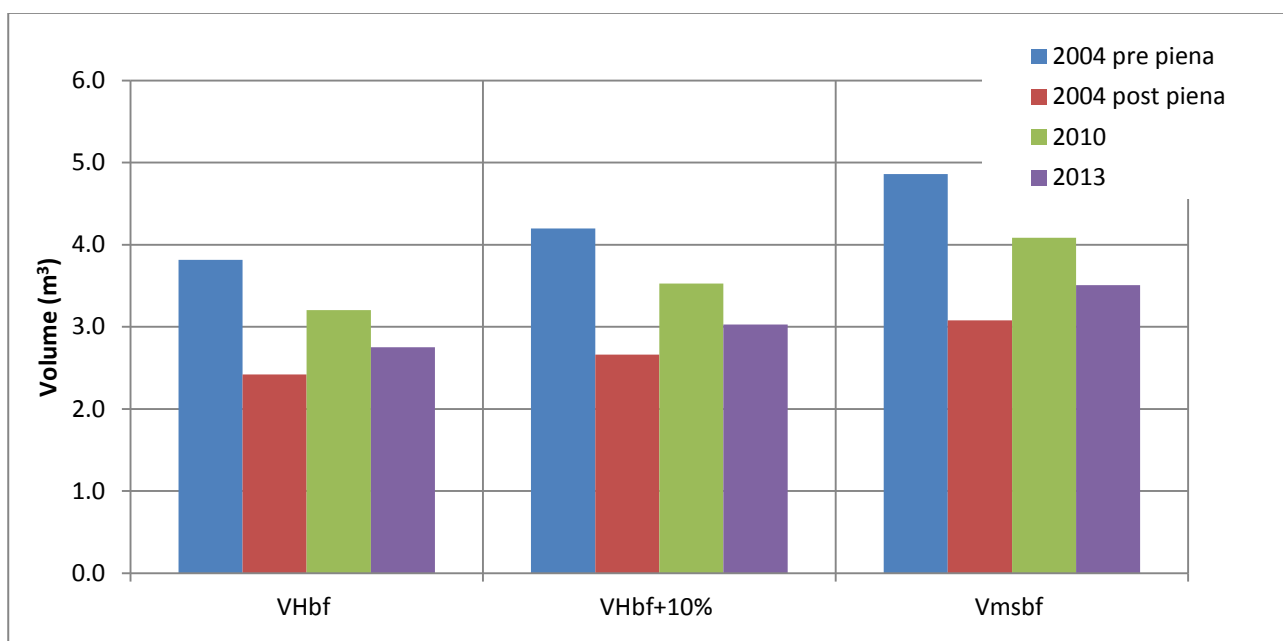


Fig.6.18 Confronto sui volumi del settore 4.

Il settore 4 è invece la sezione nella quale i valori volumetrici non sono variati sensibilmente. Gli unici cambiamenti significativi si sono avuti anche in questo settore con il passaggio della piena del 2004 che hanno provocato un dimezzamento del materiale disperso situato in questo tratto. A differenza degli altri due settori, è stato eseguito successivamente un campionamento dopo la piena dell'agosto 2010 che ha provocato uno stravolgimento del settore con enormi frane sulle sponde e caduta di piante e diverso materiale in alveo. Nonostante la situazione fosse simile alla piena del 2004 in questo caso si è assistito ad un incremento di materiale legnoso senza però raggiungere il livello pre piena del 2004. In seguito con il rilievo del 2013 si è assistito ad un leggero calo a seguito del trasporto costante verso valle.

Rimane comunque su alcuni settori un'incognita dovuta alla mancanza di dati rilevati nel periodo dicembre 2004-settembre 2013 che impedisce un'analisi esauriente.

6.2 Confronto dei cluster

Il raffronto per i cluster è stato effettuato esclusivamente per il settore 4 considerato che anche nei rilievi passati, come a settembre 2013, la maggioranza di questo materiale è stata individuata in questo tratto. Sono stati esaminati il numero di elementi presenti in funzione della classe di lunghezza e l'incidenza sul volume totale (escluse le ceppaie) per analizzare i cambiamenti avvenuti negli ultimi anni (Tab. 6.6, Fig. 6.19, Fig. 6.20):

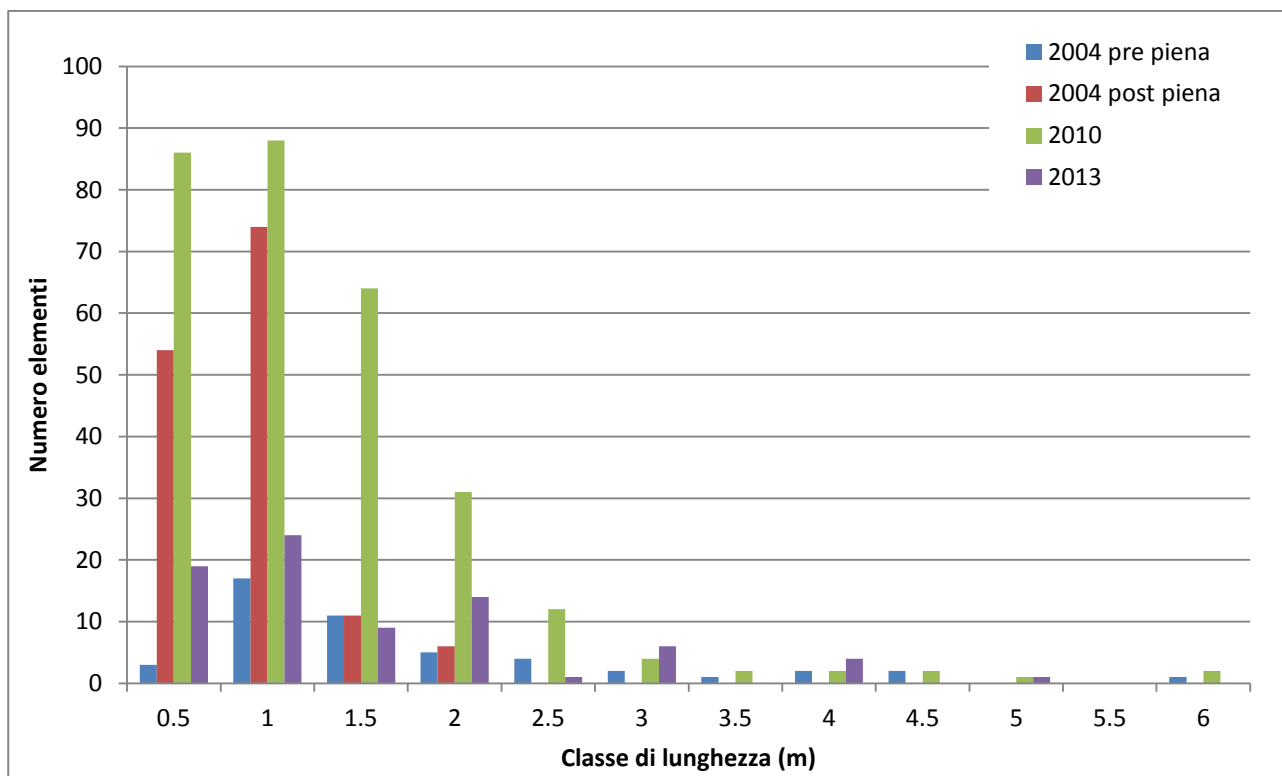


Fig. 6.19 Confronto del numero di elementi cluster nel settore 4.

L'evento di piena del 2010, che ha completamente stravolto l'alveo del settore 4, ha inciso anche sulle lunghezze dei cluster: mentre nella situazione pre piena 2004 la percentuale più elevata di materiale possedeva una lunghezza inferiore a 1 metro, con la piena del 2010 la lunghezza degli elementi si è alzata ulteriormente raggiungendo la soglia dei 2 metri per la maggior parte di cluster. Nel 2013 si è assistito invece ad un calo sensibile provocato da piccoli eventi di piena che hanno trasportato i rametti verso valle.

Tab. 6.6 Incidenza dei cluster sul volume totale (escluse le ceppaie) nel settore 4.

| Incidenza volumi cluster | | | | |
|--------------------------|----------------|-------|---------------|-----|
| | Volume cluster | | Volume totale | |
| | m3 | % | m3 | % |
| 2004 pre piena | 0.357 | 6.84 | 5.217 | 100 |
| 2004 post piena | 0.068 | 2.17 | 3.150 | 100 |
| 2010 | 1.688 | 29.25 | 5.772 | 100 |
| 2013 | 0.158 | 4.30 | 3.665 | 100 |

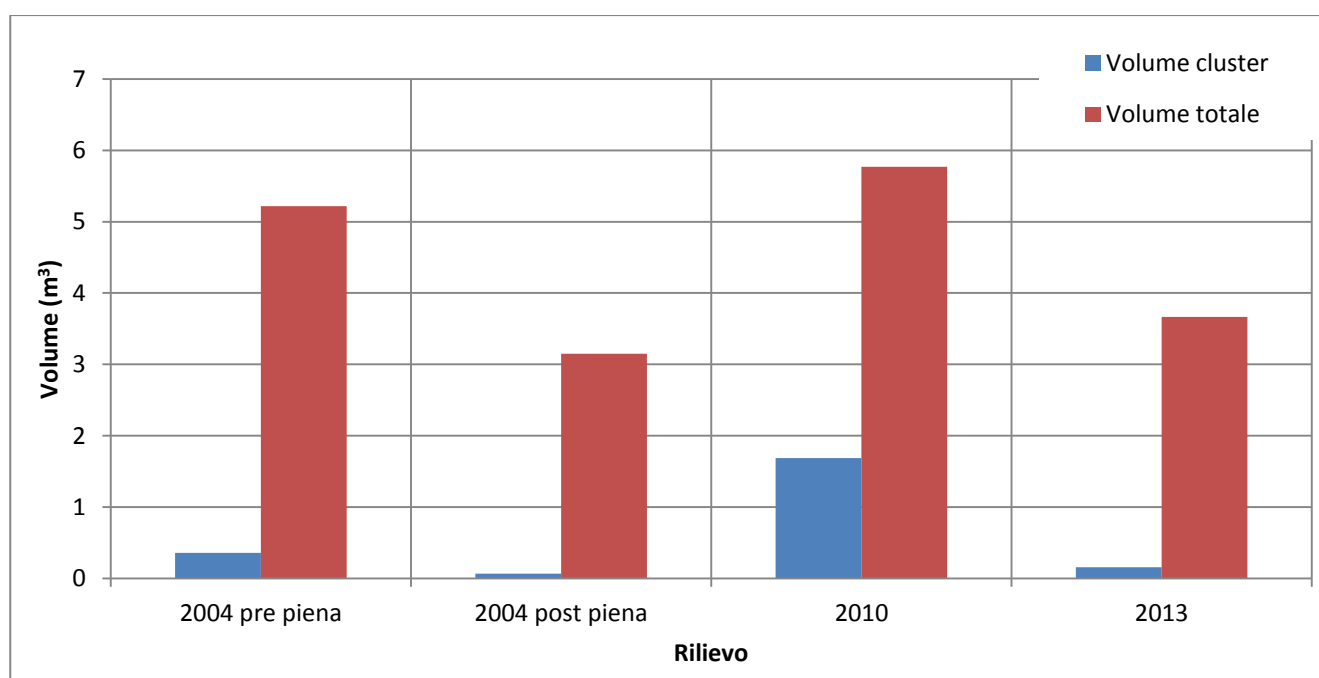


Fig. 6.20 Incidenza dei cluster sul volume totale (escluse le ceppaie) nel settore 4.

Per i volumi si osserva come i valori degli anni passati siano simili a quelli rilevati nel 2013 per cui il volume dei cluster costituisce una quantità inferiore al 5-10% rispetto a quello degli elementi dispersi. Solo nel 2010 la percentuale si è elevata fino a raggiungere un 30% circa del materiale complessivo a causa della piena di agosto che ha permesso l'accumulo nell'alveo di una grande quantità di legname.

6.3 Confronto delle ceppaie

Anche per le ceppaie si è scelto di utilizzare per la comparazione con i rilievi eseguiti in precedenza gli stessi valori e misure determinati durante l'osservazione del 2013.

Le altezze delle ceppaie sono state confrontate unicamente per il settore 4: nel 2004 molte ceppaie rilevate sia ad agosto che a dicembre si trovavano esattamente in questa sezione mentre per il rilievo del 2010 l'analisi ha riguardato esclusivamente questo tratto (Fig. 6.21, Fig. 6.22):

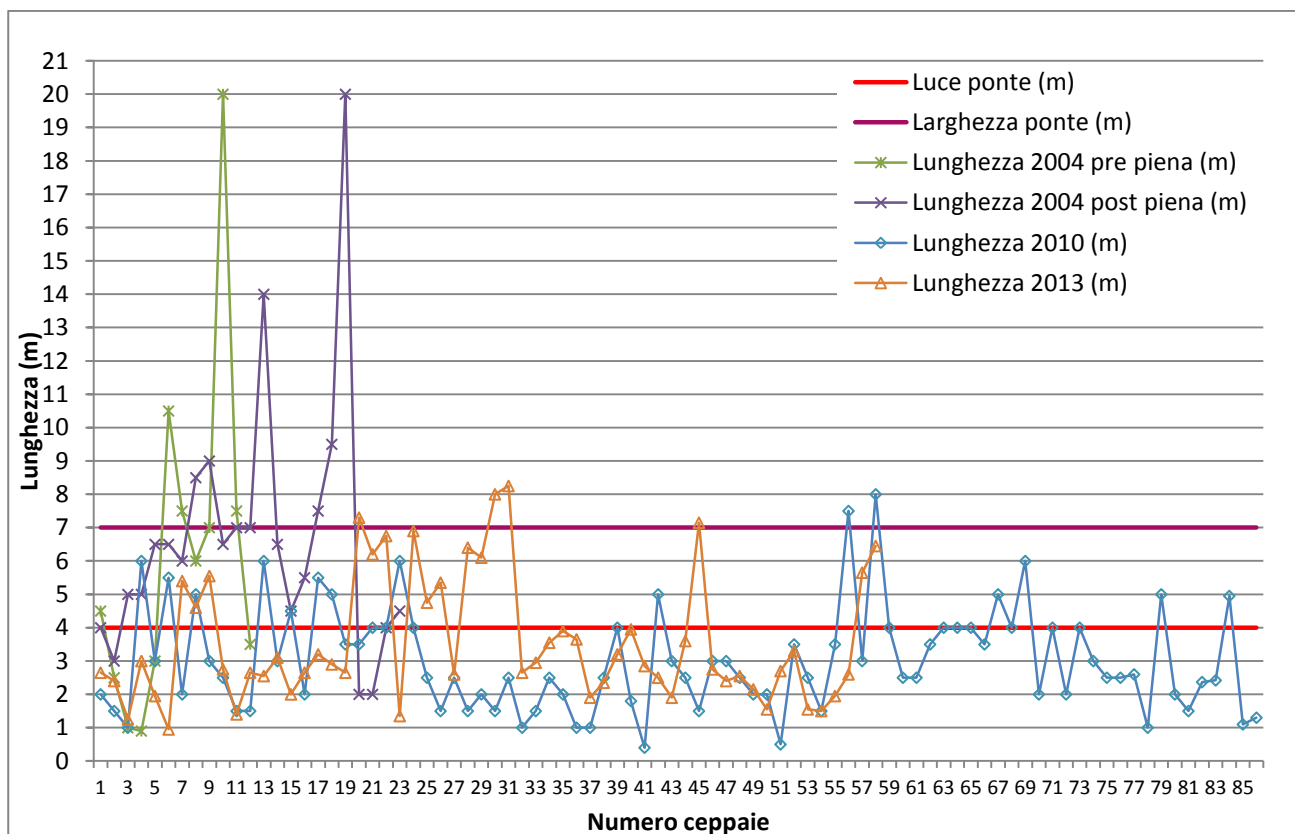


Fig. 6.21 Confronto sull'incidenza delle ceppaie.

A differenza del rilievo 2013, nel quale le ceppaie superanti come altezza i valori della luce e della larghezza del ponte sulla SP si presentavano in un numero inferiore, con le analisi degli anni passati si è osservata una presenza elevata di alberi costituenti un possibile pericolo di ostruzione del ponte. In particolare nel 2004 si è avuto il picco di pericolosità per il rilievo di piante con altezze maggiori di oltre due volte la larghezza del ponte mentre negli anni successivi è diminuito il valore delle altezze al punto che solo poche piante superavano il valore di 7 metri (la larghezza del ponte). Allo stesso tempo aumentava il numero degli elementi presenti in alveo e in prossimità delle sponde: il livello massimo di ceppaie rilevate si è avuto nel 2010 quando sono state rilevate circa 90 piante mentre con l'ultimo rilievo si è assistito ad una decisa diminuzione del loro numero. Un numero così elevato nel 2010 può essere spiegato con i fenomeni di franamento ed erosione che hanno modificato radicalmente il letto del torrente, successivamente i fenomeni di instabilità delle sponde sono proseguiti meno intensamente.



Fig. 6.22 Ceppaia caduta in alveo nel settore 4.

Per i volumi è stato possibile utilizzare, oltre il rilievo del 2004 e quello del 2010 relativi al settore 4, anche il rilievo eseguito nel 2011 per il settore più a valle. Nei settori centrali non è stata eseguita una comparazione poiché l'unico rilievo del 2004 non riportava ceppaie significative per l'influenza sui volumi totali (Tab. 6.7, Tab. 6.8, Fig. 6.23, Fig. 6.24, Fig. 6.25):

Tab. 6.7 Influenza delle ceppaie sul volume totale nel settore 1.

| Settore 1 | | | | |
|------------------|-----------------------|--------|----------------------|-----|
| | Volume ceppaie | | Volume totale | |
| | m ³ | % | m ³ | % |
| 2004 pre piena | 3.534 | 68.123 | 5.187 | 100 |
| 2004 post piena | 8.618 | 71.242 | 12.096 | 100 |
| 2011 | 1.013 | 22.970 | 4.412 | 100 |
| 2013 | 14.108 | 90.523 | 15.585 | 100 |

Nel settore 1 i valori più elevati sono stati osservati durante la piena del 2004 e a settembre 2013: con questi due rilievi è stata osservata una presenza significativa di materiale, per il 2004 dovuta all'accumulo di materiale nella piazza di deposito della briglia filtrante, per il 2013 alla continua erosione delle sponde della piazza di deposito. Si osserva come la piena del 2004 abbia causato un raddoppio della quantità presenti rispetto alla situazione pre piena. Particolare significativo è invece la diminuzione nel 2011 del materiale legnoso, questa caratteristica è dovuta però al calcolo effettuato per ottenere il volume di ogni ceppaia: infatti

nel 2011 non sono stati rilevati i due diametri per l'apparato radicale ma solamente la lunghezza delle radici delle piante cadute e perciò si è potuto calcolare il volume unicamente per il tronco più lungo.

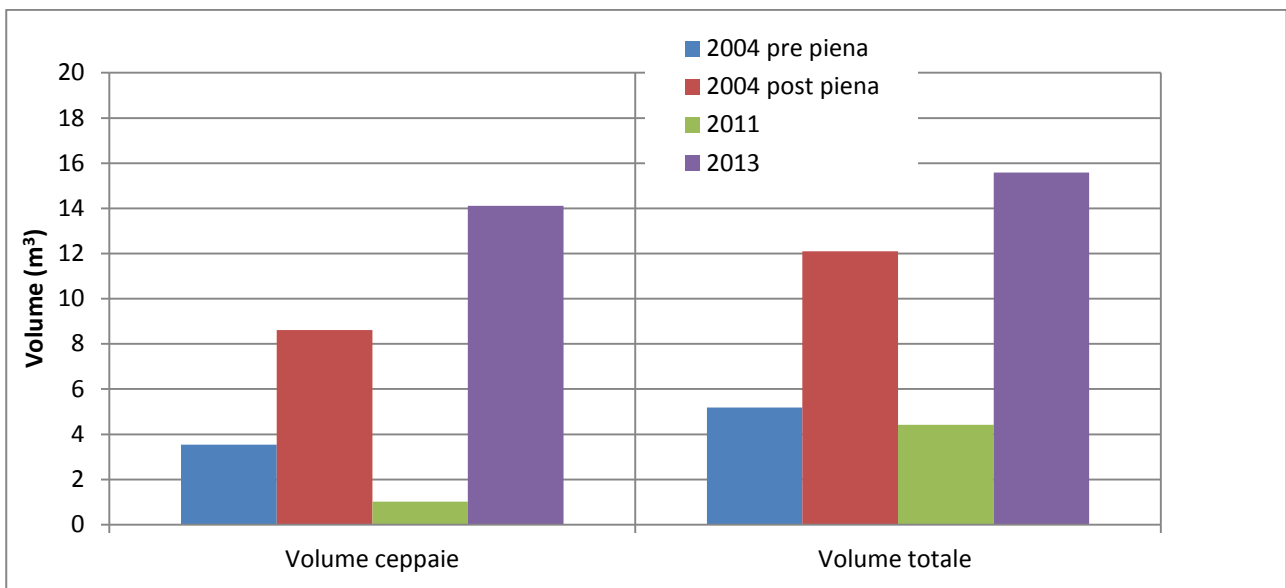


Fig. 6.23 Incidenza delle ceppaie sul volume totale per il settore 1.



Fig. 6.24 Piazza di deposito della briglia filtrante.

Tab. 6.8 Influenza delle ceppaie sul volume totale nel settore 4.

| Settore 4 | | | | |
|-----------------|----------------|--------|----------------|-----|
| | Volume ceppaie | | Volume totale | |
| | m ³ | % | m ³ | % |
| 2004 pre piena | 7.116 | 57.701 | 12.333 | 100 |
| 2004 post piena | 17.520 | 84.762 | 20.669 | 100 |
| 2010 | 2.154 | 27.174 | 7.925 | 100 |
| 2013 | 12.311 | 77.061 | 15.976 | 100 |

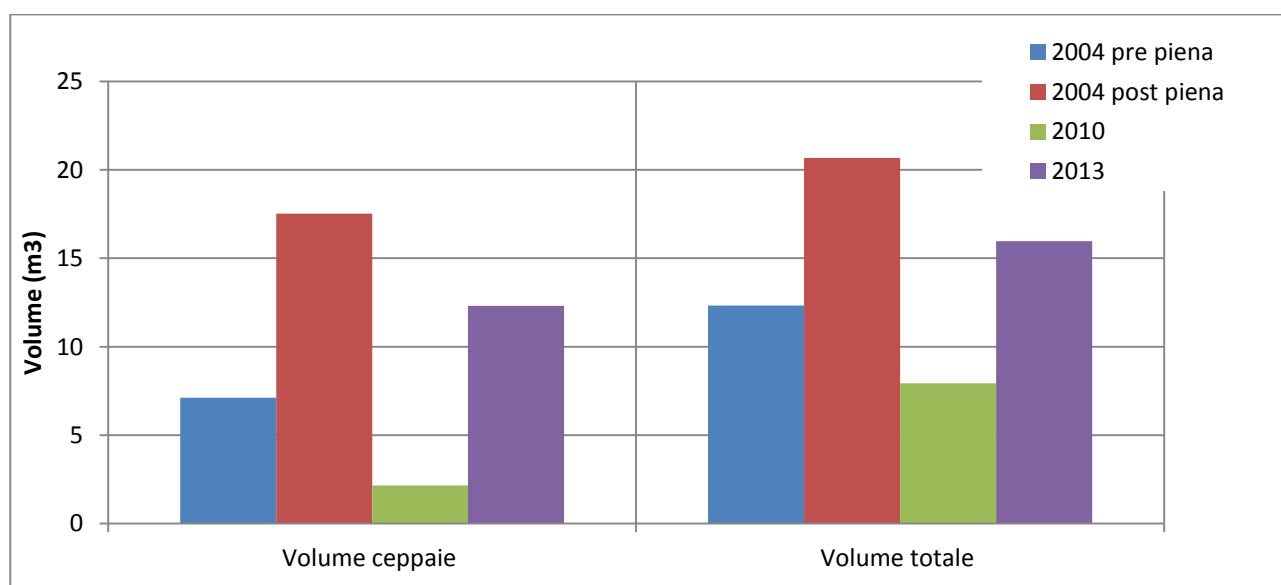


Fig. 6.25 Confronto sui volumi delle ceppaie per il settore 4.

In questo settore i valori più elevati si rilevano in seguito alla piena del 2004, e soprattutto in seguito a quella del 2010 nel quale si è avuto un cambiamento radicale nell'alveo che ha provocato una maggiore erosione delle sponde e un maggiore spostamento del materiale legnoso verso la piazzole di deposito a valle rispetto alla situazione di sei anni prima. Nel 2013 con gli eventi di precipitazione minori si è mantenuta un'erosione costante che ha causato però la sola caduta delle piante (alcune delle quali sono ancorate al terreno con l'apparato radicale) e, a differenza del 2010, la permanenza del legname nell'alveo.

7. Analisi degli eventi di piena e confronto con i volumi rilevati

I volumi analizzati per ogni settore sono stati accostati agli eventi di piena rilevati nel periodo tra agosto 2004 e agosto 2013, ovvero l'arco di tempo tra il primo rilievo e quello realizzato recentemente. Per il settore 1 si è provveduto, tramite una proporzione con il rilievo del 2013, a determinare la misura volumetrica dell'apparato radicale non campionato durante il rilievo 2011.

I dati di precipitazione analizzati, mancando un pluviometro nel bacino del rio Rì, sono riferiti alla stazione pluviometrica più vicina ovvero quella di Caldonazzo Paese. Sono stati considerati gli eventi di piena maggiori di 40 mm e calcolati i valori riguardanti l'altezza di precipitazione, la durata della precipitazione, l'intensità media, le piogge verificatisi nei 5 giorni antecedenti l'evento di piena e l'AMC (Antecedent Moisture Condition) relativo allo stato di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico (Tab. 7.1).

Il parallelo è stato eseguito per tutti i quattro settori (Fig. 7.1, Fig. 7.2, Fig. 7.3, Fig. 7.4):

Tab. 7.1 Eventi di piena verificatisi nell'arco di tempo 2004-2013.

| Evento | Precipitazione (mm) | Durata precipitazione (h) | Intensità media (mm/h) | Piogge 5 giorni antecedenti l'evento (mm) | AMC |
|-------------------------|---------------------|---------------------------|------------------------|---|-----|
| 01/11/2004 | 69.2 | 7 | 9.9 | 86.6 | 3 |
| 20/08/2005 | 46 | 6 | 7.7 | 0.0 | 1 |
| 03/10/2005 | 55.6 | 10 | 5.6 | 63.8 | 3 |
| 15/09/2006 | 101.2 | 16 | 6.3 | 0.4 | 1 |
| 08 - 09/08/2007 | 50 | 5 | 10.0 | 34.6 | 1 |
| 23 - 24/11/2007 | 107.8 | 26 | 4.1 | 19.2 | 2 |
| 02/08/2008 | 45.8 | 3 | 15.3 | 6.6 | 1 |
| 04/11/2008 | 71.6 | 14 | 5.1 | 129.4 | 3 |
| 06 - 07/07/2009 | 79.2 | 4 | 19.8 | 19.6 | 1 |
| 04/05/2010 | 46.8 | 9 | 5.2 | 27.2 | 1 |
| 29/07/2010 | 40.4 | 5 | 8.1 | 2.4 | 1 |
| 14 - 15/08/2010 | 94.2 | 11 | 8.6 | 63.6 | 3 |
| 24 - 25/09/2010 | 71.8 | 11 | 6.5 | 0.0 | 1 |
| 31/10/2010 - 01/11/2010 | 120.2 | 22 | 5.5 | 15.8 | 2 |
| 15/10/2012 | 44.4 | 6 | 7.4 | 27.2 | 2 |
| 11/11/2012 | 95.8 | 18 | 5.3 | 3.4 | 1 |
| 16/05/2013 | 106.2 | 16 | 6.6 | 3.4 | 1 |

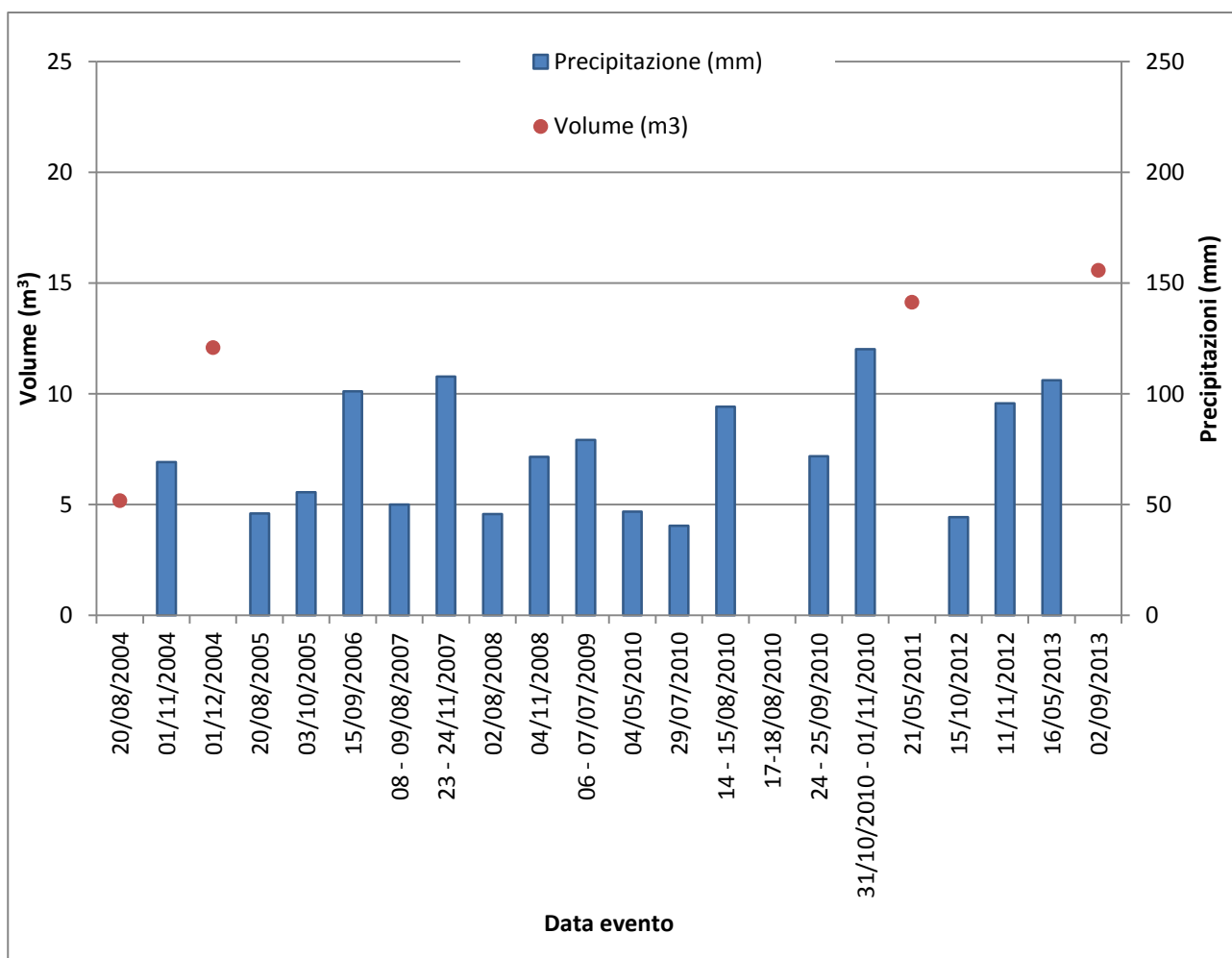


Fig. 7.1 Eventi di piena nel periodo Agosto 2004-Agosto 2013 e volumi campionati nel settore 1.

Dall'analisi della figura si può osservare come gli eventi di piena abbiano influito notevolmente sul volume di legname nel settore 1: nel 2004 in particolare si è assistito ad un incremento significativo di materiale rispetto ad agosto 2004, una gran parte di questo si è infatti accumulata nella piazza di deposito a monte della briglia filtrante. Negli anni intermedi in cui non sono stati effettuati rilievi si è assistito a piene significative particolarmente nel periodo estivo - autunnale in cui si hanno le precipitazioni mensili più elevate. Nel 2010 si è assistito ad un periodo molto piovoso che ha causato piene significative in un arco di tempo molto limitato. Questi eventi hanno provocato probabilmente danni ingenti e l'accumulo, anche se non campionato, di una enorme quantità di legname nella piazza di deposito. La piena più recente è stata rilevata a maggio 2013 con 106.6 mm di pioggia caduta nell'arco di circa 16 ore. Nel periodo successivo non sono state evidenziate ulteriori eventi (la pioggia caduta da giugno ad agosto è stata inferiore a 100 mm), perciò nel rilievo agli inizi di settembre a fronte di una assenza di piene si è avuto un incremento dei volumi del materiale inerte.

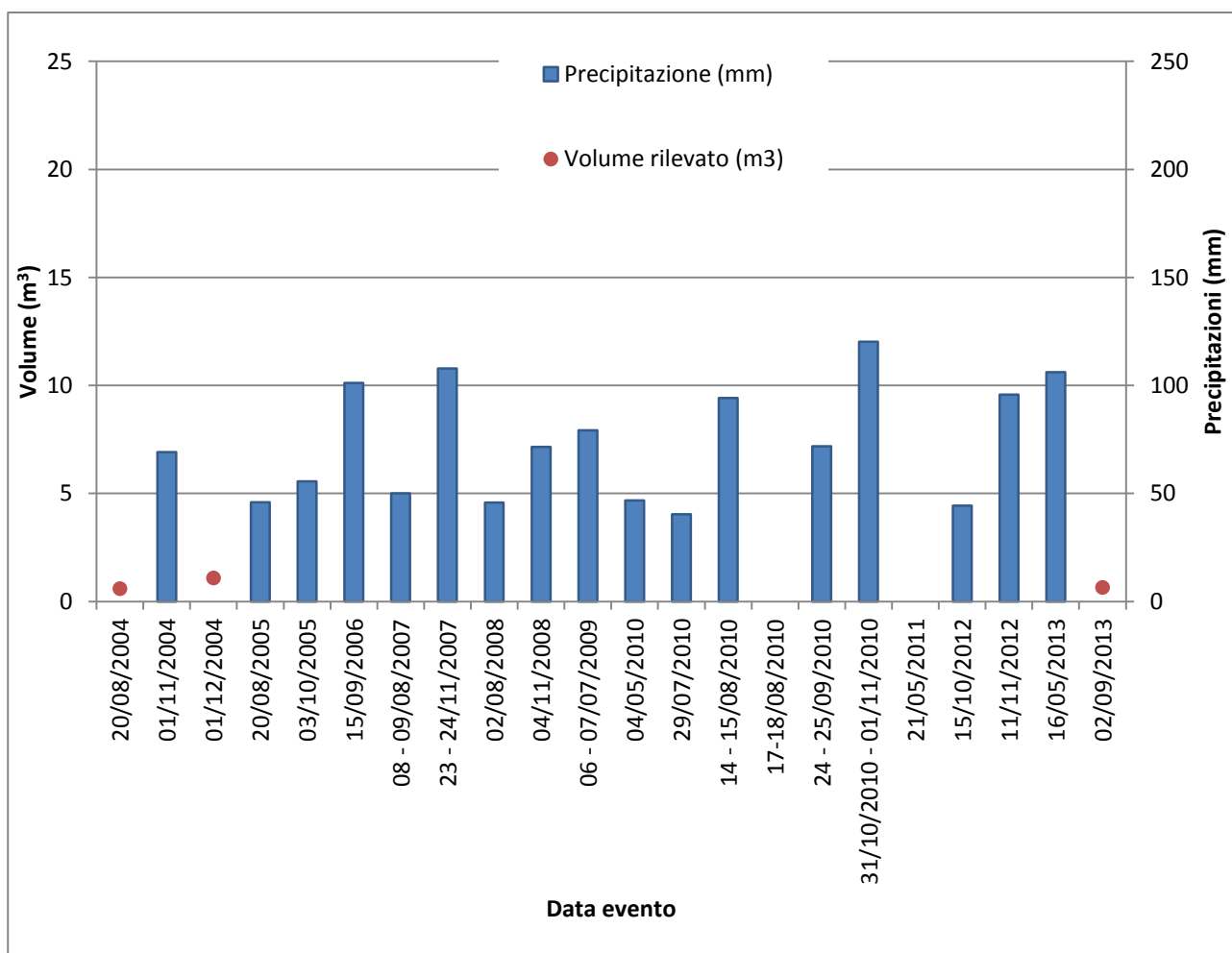


Fig. 7.2 Eventi di piena nel periodo Agosto 2004-Agosto 2013 e volumi campionati nel settore 2.

Nel settore 2 i momenti di piena hanno provocato esclusivamente uno spostamento del poco materiale legnoso presente verso valle: solo durante la piena del 2004 è stata rilevata una quantità leggermente superiore ma comunque molto ridotta. Ciò è dovuto principalmente alla maggior pendenza del settore 2 e alla maggior stabilità delle sponde che non ha permesso la caduta di enormi quantità di ceppaie nei periodi censiti. Rimane un'incognita l'arco di tempo tra dicembre 2004 ed agosto 2013 in cui non sono stati effettuati rilievi: essendo però state riscontrati rilevanti eventi di piena negli ultimi mesi del 2010 non si esclude che abbiano favorito l'accumulo di legname trasportato successivamente più a valle.

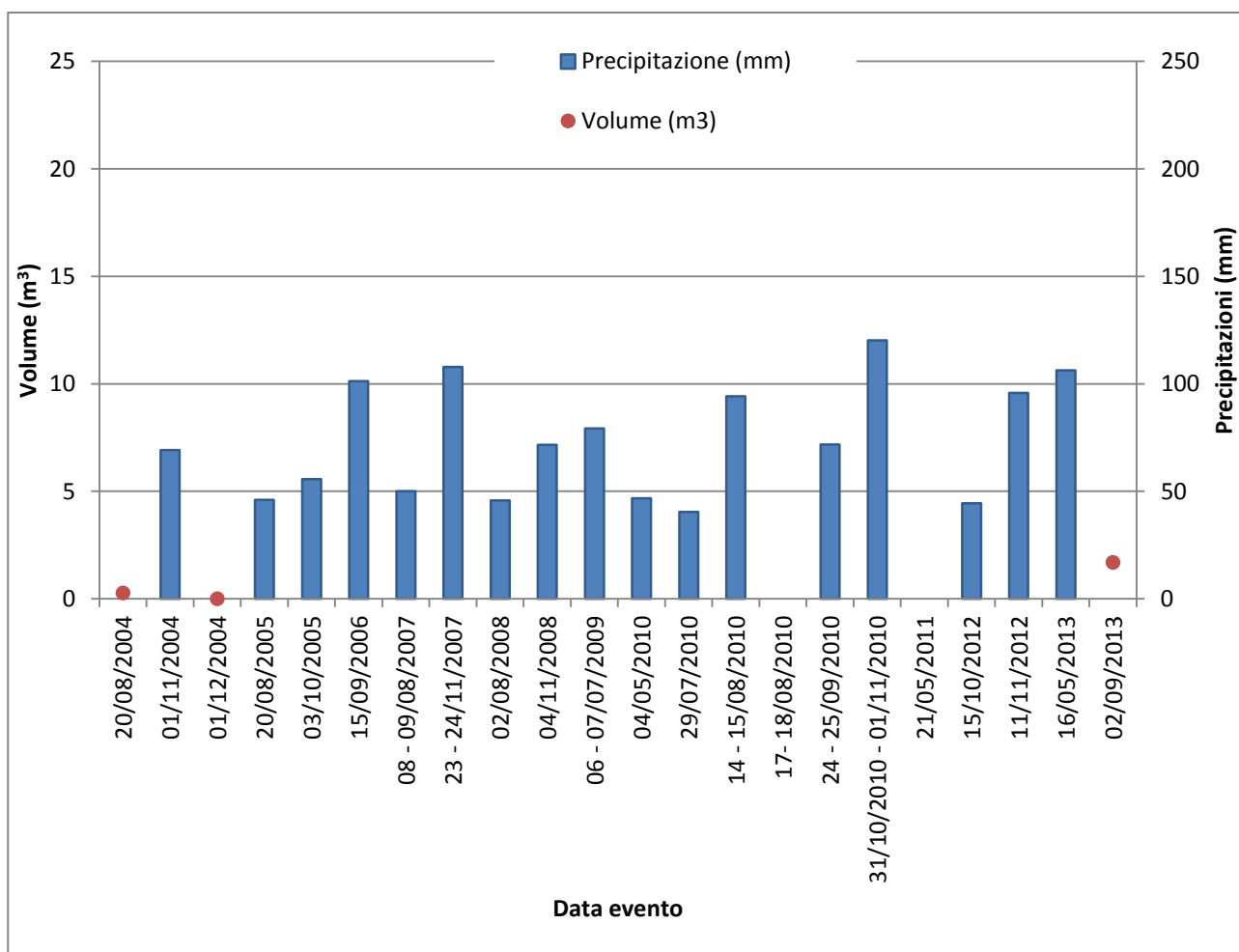


Fig. 7.3 Eventi di piena nel periodo Agosto 2004-Agosto 2013 e volumi campionati nel settore 3.

Quantità molto ridotte di legname sono state trovate in passato nel settore 3: la piazza di deposito della briglia 13 infatti nel 2004 non ne registrava grosse quantità, anzi la piena di novembre (70 mm circa di pioggia nell'arco di tempo di 7 ore) ha determinato lo svuotamento di quello che si era verosimilmente accumulato nei mesi precedenti. Anche per questo settore valgono le considerazioni fatte per il settore 2: non essendo state svolte rilevazioni rimangono dubbi sulle possibili quantità di legname nel periodo dicembre 2004-agosto 2013, soprattutto negli ultimi mesi del 2010, in cui gli eventi di piena hanno cambiato radicalmente il settore a monte della piazza di deposito e provocato la caduta in alveo di notevoli quantità di rami e piante. Nel 2013 si registra invece un aumento di materiale dovuto alla mancanza di piene in grado di trasportare i residui verso valle: l'ultimo evento si riferisce infatti a maggio 2013 con il conseguente trascinamento del materiale campionato verso valle.

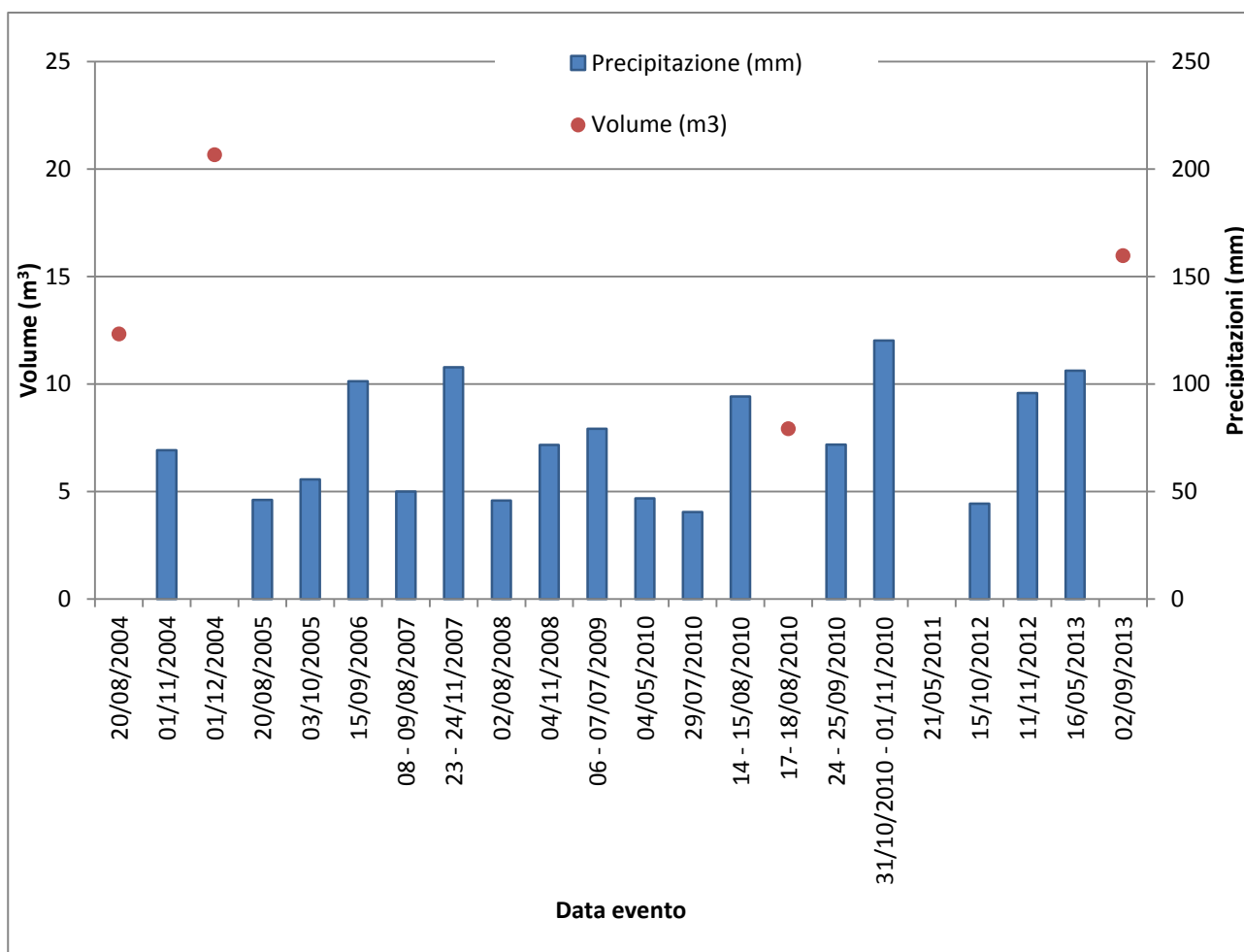


Fig. 7.4 Eventi di piena nel periodo Agosto 2004-Agosto 2013 e volumi campionati nel settore 4.

Il settore più a monte ha presentato anch'esso come il settore 1 più a valle una relazione tra volumi campionati e gli eventi di piena significativi. E' soprattutto nel 2004 che si sono registrati volumi maggiori dovuti principalmente alle piante cadute nel torrente. Anche nel novembre del 2008 si suppone che le piogge abbondanti abbiano influenzato la stabilità delle sponde e quindi anche il legname presente nell'alveo. A differenza del campionamento effettuato a novembre 2004, con il rilievo del 2010 si è verificato un calo sensibile di materiale dovuto principalmente ad un maggior coinvolgimento del settore nell'evento di piena rispetto a quelli più a valle. Perciò molto materiale legnoso è stato trasportato verso valle e quindi verso il settore 1. La piena di maggio 2013 ha invece determinato un maggior accumulo di materiale simile ai livelli post piena del 2004.

Per ogni evento di piena si sono infine analizzati i rapporti tra i volumi di legno movimentati e alcuni valori caratteristici degli eventi di piena come la pioggia efficace (differenza tra pioggia lorda e perdite per intercettazione), la portata massima e il volume di deflusso complessivo di ogni evento registrato (Tab. 7.2, Fig. 7.5, Fig. 7.6, Fig. 7.7, Fig. 7.8). La pioggia efficace, il valore di deflusso e la portata massima sono stati calcolati con il modello di Gregoretti e Dalla Fontana (2008). Si riporta nell'allegato B il modello idrologico per il bacino del Rio Rì comprensivo dei grafici riguardanti le sei piene avvenute nell'arco di tempo considerato aventi i volumi di deflusso maggiori.

Tab. 7.2 Valori caratteristici degli eventi di piena verificatisi nell'arco di tempo 2004-2013.

| Evento | Pioggia efficace (mm) | Portata massima (m³/s) | Volume deflusso (m³) | Volume legname settore 1 (m³) | Volume legname settore 2 (m³) | Volume legname settore 3 (m³) | Volume legname settore 4 (m³) |
|-------------------------|------------------------------|--|--|---|---|---|---|
| 20/08/2004 | | | | 5.19 | 0.60 | 0.28 | 12.33 |
| 01/11/2004 | 16.222 | 7.189 | 48682.22 | | | | |
| 01/12/2004 | | | | 12.10 | 1.10 | 0.01 | 20.67 |
| 20/08/2005 | 0.473 | 0.18 | 1419.473 | | | | |
| 03/10/2005 | 10.328 | 2.985 | 30994.33 | | | | |
| 15/09/2006 | 3.865 | 0.847 | 11598.87 | | | | |
| 08 - 09/08/2007 | 0.607 | 0.355 | 1821.607 | | | | |
| 23 - 24/11/2007 | 16.137 | 1.523 | 48427.14 | | | | |
| 02/08/2008 | 0.468 | 0.615 | 1404.468 | | | | |
| 04/11/2008 | 17.359 | 3.135 | 52094.36 | | | | |
| 06 - 07/07/2009 | 2.126 | 1.384 | 6380.126 | | | | |
| 04/05/2010 | 0.499 | 0.112 | 1497.499 | | | | |
| 29/07/2010 | 0.318 | 0.137 | 954.318 | | | | |
| 14 - 15/08/2010 | 29.256 | 15.437 | 87797.26 | | | | |
| 17- 18/08/2010 | | | | | | | 7.93 |
| 24 - 25/09/2010 | 1.651 | 0.431 | 4954.651 | | | | |
| 31/10/2010 - 01/11/2010 | 20.792 | 1.974 | 62396.79 | | | | |
| 21/05/2011 | | | | 14.15 | | | |
| 15/10/2012 | 1.802 | 0.524 | 5407.802 | | | | |
| 11/11/2012 | 3.399 | 0.52 | 10200.4 | | | | |
| 16/05/2013 | 4.345 | 0.622 | 13039.35 | | | | |
| 02/09/2013 | | | | 15.59 | 0.66 | 1.70 | 15.98 |

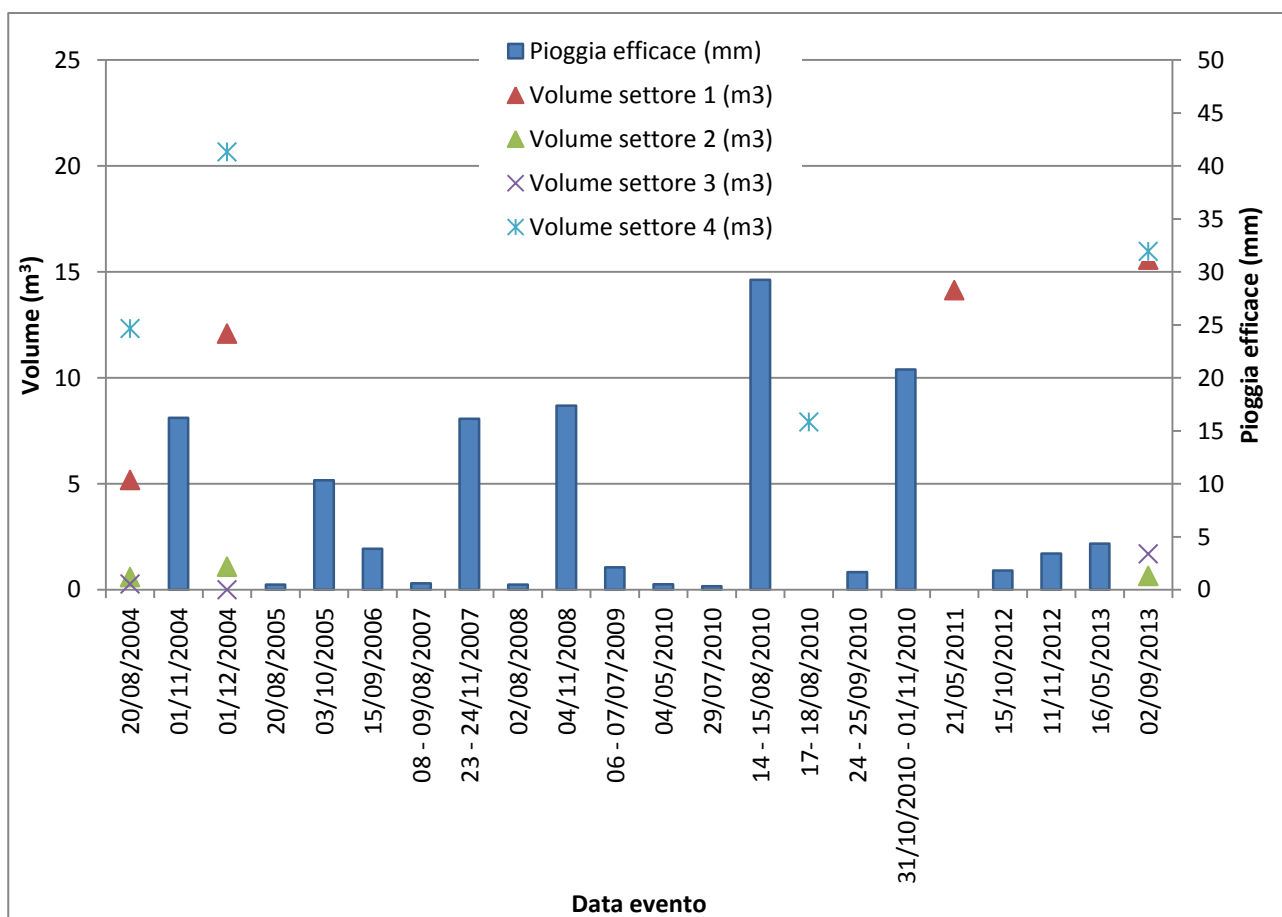


Fig. 7.5 Pioggia efficace durante gli eventi di piena nel periodo Agosto 2004-Agosto 2013 e volumi campionati.

La pioggia efficace è una caratteristica fondamentale durante un evento di precipitazione. Infatti quest'ultima può influenzare notevolmente anche il trasporto di detrito e di materiale legnoso nei torrenti montani. Alcune tra le piene passate registrate dalla stazione di Caldonazzo hanno avuto piogge efficaci molto elevate. L'evento originato il 14 agosto 2010 è stato quello che ha registrato il valore più alto e infatti questo ha portato al cambiamento radicale dell'alveo oltre al trasporto di molto materiale legnoso. Anche in altri periodi la pioggia efficace ha raggiunto livelli molto alti: l'evento di piena verificatosi circa due mesi dopo quello di agosto 2010 ha provocato anch'esso probabilmente danni enormi nel torrente dovuti anche al valore elevato di questo parametro.

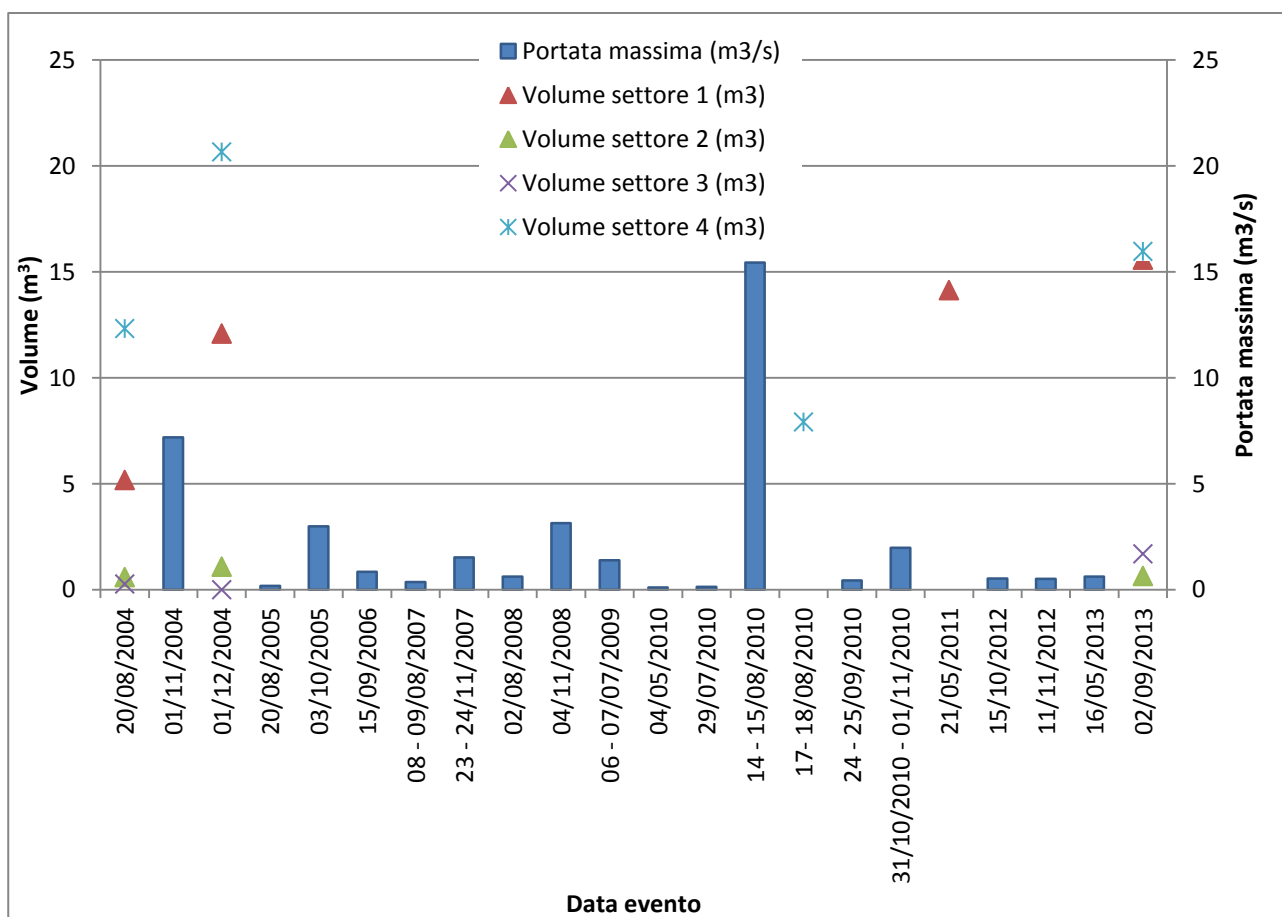


Fig. 7.6 Portata massima durante gli eventi di piena nel periodo Agosto 2004-Agosto 2013 e volumi campionati.

Le portate massime più elevate si sono invece registrate durante gli eventi di piena che hanno richiesto in seguito il campionamento di legname. Ad agosto 2010 si può notare come il valore di portata massimo sia addirittura il doppio ($15 \text{ m}^3/\text{s}$) rispetto alla portata massima degli eventi di piena degli anni precedenti. Ciò porta a supporre come le portate massime siano una caratteristica fondamentale per l'analisi degli eventi di piena. La durata è infatti importante per analizzare l'effetto delle piene sui torrenti montani. L'evento di piena di novembre 2004 e quello di agosto 2010 hanno provocato modifiche sostanziali nell'alveo del torrente e perciò si è provveduto in seguito a realizzare il campionamento di legname nei settori più coinvolti.

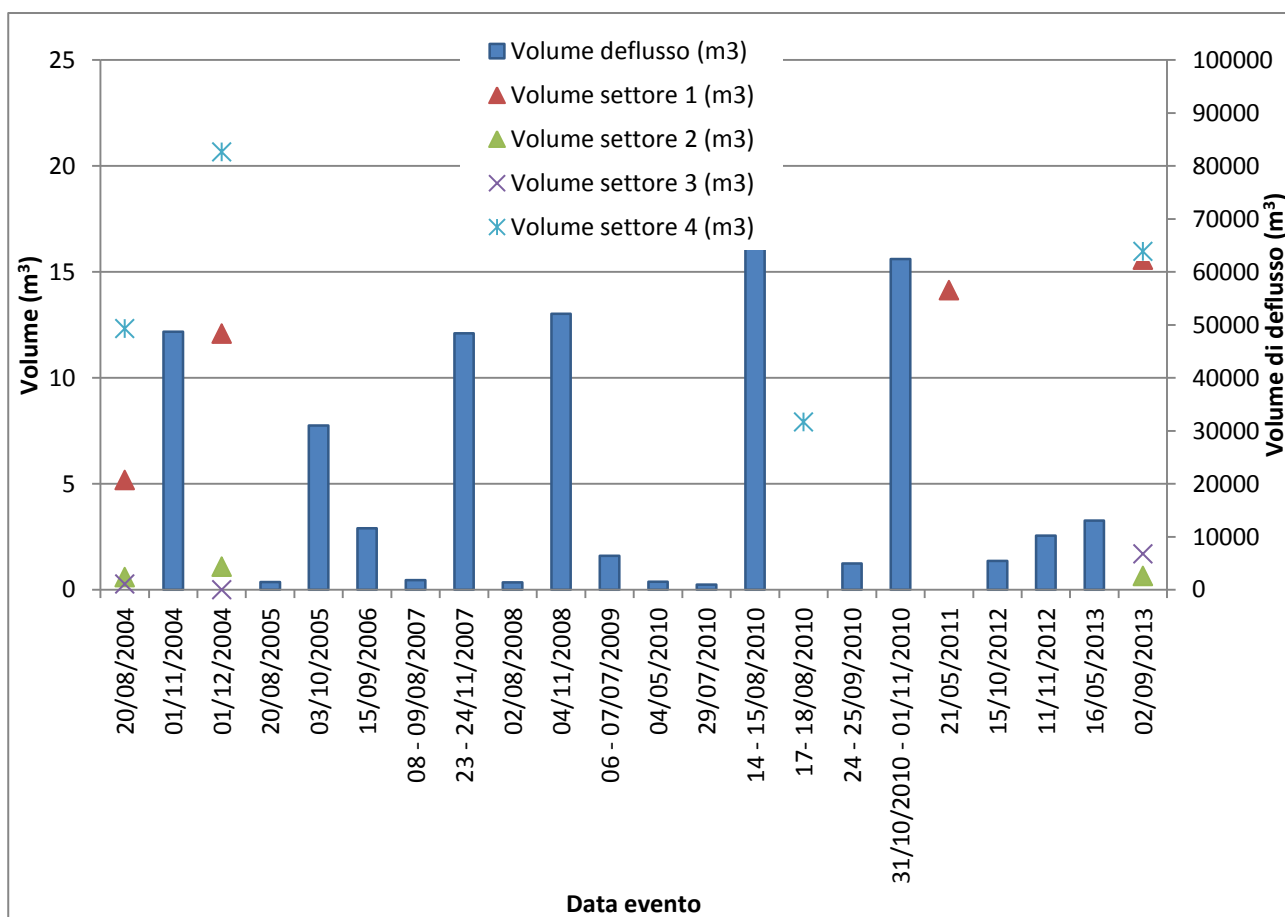


Fig. 7.7 Volume di deflusso durante gli eventi di piena nel periodo Agosto 2004-Agosto 2013 e volumi campionati.

I volumi di deflusso complessivi per le piene avvenute nell'arco di tempo considerato per questo studio evidenziano valori molto alti per alcune di esse. Infatti per sei piene su diciassette complessivamente si è superato il livello di 20000 m³. Queste piene sono quelle che hanno causato i danni maggiori nell'alveo considerata anche l'estensione temporale dell'evento: la piena di fine ottobre 2010 è infatti durata circa 22 ore perciò si è avuto un volume di deflusso molto elevato. Sono in particolare i settori iniziale e finale quelli che hanno risentito maggiormente delle piene: mentre nei settori centrali le quantità di materiale legnoso si sono mantenute pressochè stabili anche in seguito agli eventi di piena, nei settori 1 e 4 le quantità di legname in seguito agli eventi di piena sono cresciuti sensibilmente.

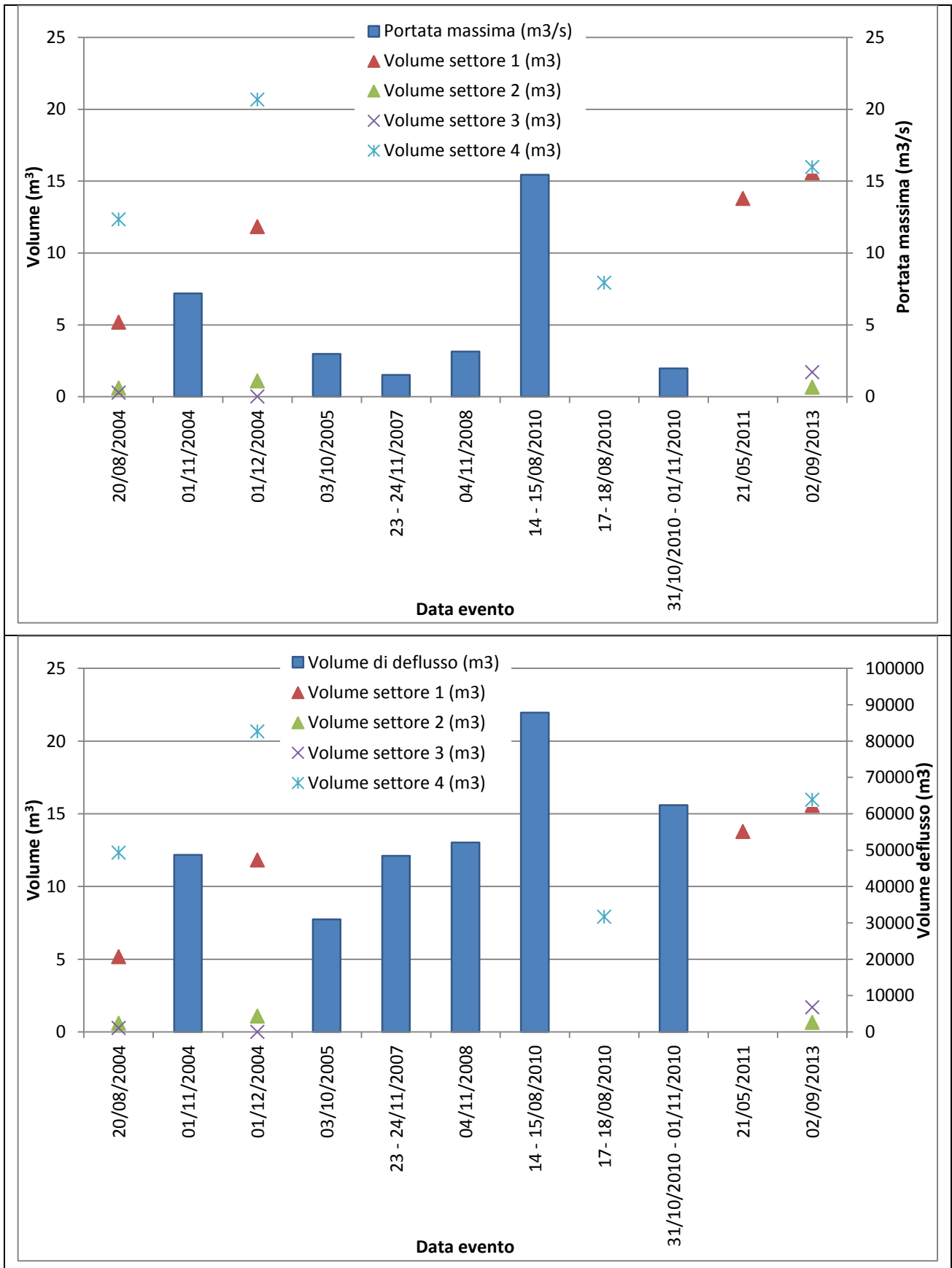


Fig. 7.8 Portata massima e volume di deflusso per i sei maggiori eventi di piena (per il settore 1 si sono considerati i volumi senza la briglia filtrante).

E' interessante quindi osservare come nell'arco di tempo considerato ben sei eventi abbiano avuto volumi di deflusso elevati. Particolare rilevante è il mese in cui sono avvenute le piene: infatti gli eventi sono accaduti sempre nei mesi di agosto, ottobre e novembre.

La piena di novembre 2004 ha avuto volumi di deflusso molto elevati che hanno provocato una movimentazione del materiale legnoso nei settori 1 e 4 in particolare. Si assiste infatti ad una crescita proporzionale tra il periodo pre piena e il periodo post piena. La piena del 14 agosto 2010, con una portata massima e un volume di deflusso tra i più alti per gli eventi rilevati, ha provocato la caduta di materiale legnoso nell'alveo. Si può considerare la piena di fine ottobre 2010 come quella che ha provocato probabilmente l'accumulo di legname che in seguito è stato campionato nel settore 1. Non essendo stato invece campionato nel 2011 il settore 4 si può ipotizzare come le quantità di legname nell'arco di tempo successivo fino al rilievo più recente siano aumentate sensibilmente. Per il settore 1 sono stati analizzati i volumi senza la quantità limitata presente sulla briglia filtrante. Si nota come i volumi di legname sono rimasti pressochè simili tra il rilievo di maggio 2011 e quello di settembre 2013 per la mancanza di eventi aventi volumi di deflusso significativi in grado di movimentare grosse quantità di legname.

Conclusione

L'analisi del materiale legnoso negli alvei dei torrenti montani rappresenta un'azione di prevenzione e di controllo molto importante. Il bacino del Rio Rì, presentando caratteristiche riscontrabili nella maggior parte dei bacini di montagna (forti pendenze, dimensioni ridotte nella parte più a monte e quantità elevate di detrito legnoso) deve essere monitorato attentamente per prevenire possibili dissesti idrogeologici.

In questo elaborato si è voluto effettuare un confronto tra i rilievi di legname svolti nell'arco dell'ultimo decennio. Analizzando i quattro diversi settori si è osservato come le precipitazioni siano il fattore determinante per la distribuzione della quantità di materiale legnoso in alveo. Infatti i rilievi eseguiti nei giorni successivi ad un evento di piena sono risultati completamente diversi rispetto a quelli effettuati precedentemente. Questo è quello che si è osservato in special modo nei due settori con lunghezza maggiore, ovvero il settore 1 e il settore 4.

Nel settore 1 si è potuto osservare come successivamente all'evento di piena il materiale proveniente da monte si sia accumulato nella piazza di deposito della briglia filtrante; anche con gli ultimi due rilievi eseguiti in periodi con scarse precipitazioni si è potuto osservare molto materiale legnoso, del quale la maggior parte proveniva dalle piante cadute dalle sponde molto instabili della piazza di deposito. Il settore 4 ha rappresentato un caso del tutto particolare: nonostante due rilievi siano stati effettuati, immediatamente dopo eventi di piena di elevata magnitudo, si sono avute risposte diverse riguardo la movimentazione del legname: in seguito all'evento del Novembre 2004 il volume di legname presente in alveo è aumentata mentre nell'Ottobre 2010, il volume è diminuito per la caduta sulle sponde di un numero considerevole di piante che tuttavia non sono state trasportate verso valle.

Dall'analisi degli eventi di piena verificatisi nel periodo agosto 2004-agosto 2013 si è potuto evidenziare l'influenza che questi hanno sul torrente e sul trasporto di materiale. In particolare i settori 1 e 4 sono quelli più particolarmente condizionati da questi fenomeni: si assiste infatti all'accumulo di detriti nella piazza di deposito della briglia filtrante ed all'erosione delle sponde nel settore più a monte del torrente.

Per evitare quindi i possibili danni che eventi di piena potrebbero apportare, l'azione principale da svolgere è il controllo e lo studio del territorio. Per le opere di difesa montane come le briglie filtranti e le piazze di deposito devono essere eseguite regolari opere di manutenzione (come ad esempio la pulizia dei filtri della briglia in seguito ad un evento di piena) indipendentemente dall'intensità delle precipitazioni.

Negli ultimi decenni si sono verificati rilevanti cambiamenti climatici, dovuti principalmente all'aumento di temperatura sul nostro pianeta, di cui il maggiore responsabile è il cosiddetto "effetto serra", collegato all'aumento della concentrazione di anidride carbonica in atmosfera per la massiccia immissione di prodotti della combustione.

Il progressivo riscaldamento dei mari con la produzione di vapore acqueo e lo scontro di masse d'aria con temperature diverse determinano una forte instabilità atmosferica, con la formazione di intense perturbazioni, che apportano copiose precipitazioni.

Le previsioni meteorologiche sono uno strumento estremamente utile per il controllo e l'evoluzione delle manifestazioni atmosferiche, ma non sono sempre attendibili per l'estrema variabilità dei fenomeni.

Quando questi sono di particolare intensità (come tempeste, uragani, cicloni tropicali) diventano altamente distruttivi arrecando danni gravissimi al territorio e alle persone.

Il nostro paese negli ultimi decenni è stato martoriato da alluvioni ed esondazioni, che hanno provocato tante vittime e danni incalcolabili.

Ma se le precipitazioni sono la causa principale dei disastri naturali, la gravità delle conseguenze dipende soprattutto dal dissesto idrogeologico che si è verificato nel corso degli anni, provocato da sconsiderate urbanizzazioni e cementificazioni, disboscamenti, incendi (la maggior parte dei quali di natura dolosa).

Tutto questo però è considerato un problema secondario e solo quando si verificano eventi catastrofici che causano molte vittime se ne parla, ma senza la necessaria convinzione e soprattutto gli investimenti indispensabili per la messa in sicurezza del territorio, con attività di prevenzione e di difesa. Frane e alluvioni sono fenomeni naturali che non possiamo sempre prevedere e contrastare, ma l'intervento dell'uomo ha indubbiamente contribuito a renderli di proporzioni maggiori con la distruzione del territorio, e in questi giorni ne stiamo subendo le conseguenze. La Sardegna, regione dove è stato rilevato il maggior numero di danni e vittime a seguito di un ciclone formatosi il 19 novembre 2013 e che ha generato una precipitazione eccezionale (400 mm di pioggia in 24 ore) ha subito negli ultimi anni un'urbanizzazione selvaggia ed è il territorio con la maggiore superficie bruciata in tutta Italia (nel solo 2013 si sono persi a causa di incendi dolosi circa 20.000 ettari di vegetazione). Tutto ciò porta inevitabilmente ad un territorio fragile e vulnerabile. Come ha affermato il presidente del Consiglio nazionale dei Geologi Gian Vito Graziano successivamente all'alluvione in Sardegna "*... la popolazione esposta a fenomeni franosi ammonta a 987.650 abitanti, mentre quella esposta alle alluvioni raggiunge 6.153.860, come evidenzia l'Annuario ISPRA. Anche se le proiezioni quantitative per la frequenza e l'intensità delle inondazioni sono ancora incerte, l'Agenzia europea sostiene che sia probabile che l'aumento delle temperature in Europa porterà a inondazioni più frequenti e intense in molte regioni, a causa del previsto aumento dell'intensità e della frequenza di eventi meteorologici estremi. Ma non è solo colpa dei cambiamenti climatici perché ad esempio l'urbanizzazione sfrenata, ha eroso dal 1985 ad oggi ben 160 km di litorale. I numeri recentemente pubblicati nell'Annuario dei Dati ambientali 2012 dell'ISPRA parlano chiaro: se in Italia per oltre 50 anni si sono consumati in media 7 mq al secondo di suolo, oggi se ne consumano addirittura 8 mq al secondo. Significa che ogni 5 mesi viene cementificata una superficie pari a quella del comune di Napoli e ogni anno una pari alla somma di quelle dei comuni di Milano e di Firenze. Per non parlare degli incendi, il 72% dei quali risulta essere di natura dolosa, il 14% di natura colposa e il restante 14% di natura dubbia*".

E' giunto il tempo di agire per cambiare radicalmente la cultura ambientale: la prevenzione e la salvaguardia del territorio sono le uniche azioni che possono essere esercitate per evitare catastrofi e conseguenti perdite di vite umane.

Bibliografia

- Alberti R. (2012) *Modellazione idrologica e trasporto del legname nei torrenti rio Val Scura e rio Rì in Provincia di Trento*. Tesi di laurea triennale in Riassetto del territorio e Tutela del paesaggio. Università degli studi di Padova. Relatori: Gregoretti C., Degetto M.
- D'Agostino V. (2010) Appunti di lezione. Università degli studi di Padova.
- Furlan M. (2004) *Rilievo del legname e difesa da sovralluvionamento nel torrente rio Rì*. Tesi di laurea triennale in Tutela e Manutenzione del Territorio. Università degli Studi di Padova. Relatore: Gregoretti C., Degetto M.
- Fondazione Edmund Mach-IASMA di San Michele all'Adige.
- Gregoretti C. and Dalla Fontana G. (2008) *The triggering of debris flows due to channel-bed failure in some alpine headwater basins of Dolomites: analyses of critical runoff*. Hydrological Processes, vol. 22, DOI: 10.1002/hyp.6821, pag. 2248-2263.
- Lenzi M.A. (2011) Appunti di lezione. Università degli Studi di Padova.
- Veronese S. (2013) *Analisi morfometriche e idrologiche per lo studio della suscettibilità all'erosione nel bacino del Rio Rì*. Tesi di laurea triennale in Riassetto del territorio e Tutela del paesaggio. Università degli studi di Padova. Relatori: Gregoretti C., Degetto M.

Allegato A

Tab. A.1 Misure del legname presente nel settore 1.

| RILIEVO LEGNAME SETTEMBRE 2013 - RIO RI' - CALDONAZZO (TN) | | | | | |
|--|---------------|---------------|-------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Settore 1 | | | | | |
| Tratto | Diametro (cm) | Lunghezza (m) | Radici (m) | Tipo | Note |
| Briglia filtrante | 5 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0.95 | | elemento disperso | |
| 0-50 metri | 5 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1.3 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 7 | 1.5 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 3 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1.1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 14 | 0.9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 12 | 1.4 | | elemento disperso | nel terreno su sponda sinistra |
| | 13 | 1.8 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 13 | 1.2 | | elemento disperso | nel terreno su sponda sinistra |
| | 15 | 1.6 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 6 | 1.05 | | elemento disperso | nel terreno su sponda sinistra |
| | 5 | 1.2 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| 7 | 1.8 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 7 | 1.6 | | elemento disperso | nel terreno su sponda destra | |
| 6 | 1.5 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 7 | 1.7 | | elemento disperso | nel terreno su sponda destra | |
| 9 | 1.7 | | elemento disperso | nel terreno su sponda destra | |
| 50-100 metri | 9 | 1.4 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 4 | 0.4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1.35 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 13 | 4.1 | 0.5 | ceppaia | ancorata su sponda destra |
| | 4 | 2.5 | 0.7 | ceppaia | ancorata su sponda destra |
| | 4 | 1.3 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 7 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0.9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1.8 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1.9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1.6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1.85 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 8 | 3.3 | | elemento disperso | |
| 7 | 0.55 | | elemento disperso | | |
| 4 | 0.6 | | elemento disperso | | |
| 7 | 1.4 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 8 | 1.85 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 6 | 1.2 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 7 | 2 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 8 | 2.2 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 8 | 1.7 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 7 | 1.6 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 7 | 2.1 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 7 | 1.8 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 6 | 1.5 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 8 | 1.6 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 6 | 1.3 | | elemento disperso | sponda destra | |
| 100-150 metri | 6 | 1.1 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 3 | 1.5 | | elemento disperso | terreno in sponda sinistra |
| | 8 | 1.55 | | elemento disperso | terreno in sponda sinistra |
| | 8 | 2.3 | | elemento disperso | nel terreno in sponda sinistra |
| | 9 | 2.5 | 0.8 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 2 | 1.6 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 4 | 3.5 | 0.5 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 9 | 2.2 | 0.6 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 5 | 2 | 0.5 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 4 | 2 | 0.7 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 5 | 2.5 | 0.65 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 9 | 6 | 0.4 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 2 | 1.3 | 0.85 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 8 | 5.3 | 1 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 4 | 2.3 | 0.9 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |

| | | | | | |
|----------------------|-----|------|------|-------------------|-----------------------------|
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.5 | | elemento disperso | |
| | 16 | 1.25 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.4 | | elemento disperso | |
| 150-200 metri | 9 | 2.45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.4 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1.1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.65 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1.2 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 3 | 0.75 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 18 | 6 | 0.55 | ceppaia | su sponda destra |
| | 3 | 3.5 | 0.45 | ceppaia | su sponda sinistra |
| | 11 | 4.5 | 0.6 | ceppaia | su sponda sinistra |
| | 8 | 0.65 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 6 | 0.5 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 6 | 1.35 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 4 | 6.4 | 0.5 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 5.7 | 0.75 | | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 6 | 6 | 0.7 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 8 | 6.1 | 0.8 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 8 | 6.3 | 0.55 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 9 | 5.9 | 0.85 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 6 | 6 | 0.5 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 6 | 6 | 1.3 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 11 | 6.3 | 1.6 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 5 | 5.8 | 0.9 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 9 | 6.2 | 1.1 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 4 | 2 | 0.5 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 4 | 3 | 0.45 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| 200-250 metri | 9 | 1.1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1.45 | | elemento disperso | |
| | 19 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1.05 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0.8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1.7 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0.75 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.45 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0.85 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0.9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 1.05 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10 | 3.9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10 | 1.2 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.65 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 2.5 | 0.7 | ceppaia | |
| | 4 | 0.8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 1.7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 10 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 3.5 | 0.6 | ceppaia | ancorata al terreno |
| | 5 | 0.9 | 0.35 | ceppaia | ancorata al terreno |
| | 5 | 1.6 | | elemento disperso | |
| | 10 | 5.9 | 0.85 | ceppaia | |
| | 19 | 3.2 | | elemento disperso | |
| | 10 | 6.1 | 1 | ceppaia | |
| | 3 | 2.55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 11 | 1.9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 3.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 6.4 | 0.95 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 8 | 6.1 | 0.9 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |
| | 13 | 6.1 | 1.2 | ceppaia | ancorata su sponda sinistra |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|-------------------------------|
| 250-300 metri | 16 | 2,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 15 | 1,85 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 9 | 1,4 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 5 | 1,2 | | elemento disperso | sponda sinistra |
| | 8 | 3 | 0,65 | ceppaia | sponda sinistra |
| | 9 | 2,8 | 0,45 | ceppaia | sponda sinistra |
| | 13 | 2,75 | 0,95 | ceppaia | sponda sinistra |
| | 7 | 3,1 | 0,5 | ceppaia | sponda sinistra |
| | 3 | 3 | 0,45 | ceppaia | sponda sinistra |
| | 6 | 1,9 | 0,5 | ceppaia | sponda sinistra |
| | 5 | 2,5 | 0,55 | ceppaia | sponda sinistra |
| 300-350 metri (briglia 7-briglia 9) | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 16 | 1,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 14 | 3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 41 | 1,85 | | elemento disperso | gigantesco tronco nel terreno |
| | 2 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |

Tab. A.2 Misure del legname presente nel settore 2.

| RILIEVO LEGNAME SETTEMBRE 2013 - RIO RI' - CALDONAZZO (TN) | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|-------------------|-------------------|
| Settore 2 | | | | | |
| Tratto | Diámetro (cm) | Lunghezza (m) | Radici (m) | Tipo | Note |
| Piazza di deposito centrale (0-120 m) | 3 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1.3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 9 | 0.9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1.5 | 0.6 | ceppaia | |
| | 6 | 0.35 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1.7 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 4 | 0.6 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 3 | 2.45 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 2 | 1.6 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 5 | 3 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 3 | 1.3 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 4 | 0.9 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 4 | 0.4 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 13 | 5.1 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 18 | 2 | | elemento disperso | sponda destra |
| | 2 | 0.4 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1.8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.65 | | elemento disperso | |
| | 13 | 0.8 | 0.4 | ceppaia | |
| | 22 | 1.35 | | elemento disperso | log step |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1.2 | 0.55 | ceppaia | |
| | 4 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 23 | 0.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1.3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0.45 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 12 | 1.4 | | elemento disperso | log step a destra |
| | 5 | 0.5 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.65 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1.9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 17 | 1.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1.1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0.9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1.3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1.9 | 0.5 | ceppaia | |
| | 2 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 0.7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 0.8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 1.1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0.65 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1.05 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1.15 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.45 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|--------------------------|
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | piazza deposito a destra |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | piazza deposito a destra |
| | 6 | 1,1 | | elemento disperso | piazza deposito a destra |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | piazza deposito a destra |
| | 1 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,3 | | elemento disperso | piazza deposito a destra |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 4 | 3,1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,2 | 0,6 | ceppaia | ceppaia ancorata |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,6 | | elemento disperso | |
| Briglia 10-briglia 13 (120-160 m) | 9 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,75 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 0,7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 8 | 3 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,35 | | elemento disperso | |
| | 10 | 1,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 12 | 2,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,35 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 11 | 1,55 | | elemento disperso | |
| | 20 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,95 | | elemento disperso | log step |
| | 22 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1 | 0,3 | ceppaia | |
| | 5 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 9 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,3 | 0,55 | ceppaia | |
| | 5 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |

Tab. A.3 Misure del legname presente nel settore 3.

| RILIEVO LEGNAME SETTEMBRE 2013 - RIO RI' - CALDONAZZO (TN) | | | | | |
|--|---------------|---------------|------------|-------------------|---------------|
| Settore 3 | | | | | |
| Tratto | Diametro (cm) | Lunghezza (m) | Radici (m) | Tipo | Note |
| piazza deposito briglia 13 (sx alveo) | 7 | 1.85 | | elemento disperso | |
| | 7 | 3.3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0.65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 1.2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10 | 1.3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10 | 0.65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.35 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 0.95 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.9 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 2.4 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.75 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 11 | 2.7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 0.75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1.2 | | elemento disperso | |
| | 16 | 1.2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.85 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.4 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0.3 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.35 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0.4 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0.7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 1.2 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1.45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1.1 | | elemento disperso | |
| | 7 | 2.1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0.5 | | elemento disperso | |
| | 23 | 0.75 | | elemento disperso | tronco segato |
| | 21 | 0.9 | | elemento disperso | tronco segato |
| | 7 | 0.4 | | elemento disperso | |
| | 10 | 2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 12 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1.9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0.85 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0.75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 2.1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1.35 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2.15 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|----------------|
| | 21 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 11 | 3,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,95 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 1,25 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 1,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,9 | 0,75 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 4 | 1,8 | 0,6 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 7 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 10 | 3,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 3,1 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 9 | 2,75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 1,9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0,9 | 0,35 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 3 | 1,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 6,2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,85 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2,6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 10 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 2,2 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10 | 1,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 1,2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 2 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 2,3 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0,85 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,95 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | nel terreno |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|------------------|
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0,85 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 1 | | elemento disperso | |
| | 14 | 1,5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 3,1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 12 | 1,65 | | elemento disperso | |
| | 17 | 1,7 | | elemento disperso | tronco curvo |
| | 9 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| piazza deposito briglia 13 (dx alveo) | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 18 | 6,2 | 1,1 | ceppaia | ceppaia ancorata |
| | 7 | 5,3 | 0,9 | ceppaia | ceppaia ancorata |
| | 5 | 0,4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 6 | 0,75 | ceppaia | ceppaia ancorata |
| | 2 | 1 | 0,35 | ceppaia | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 2,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 1,8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | log step |
| | 17 | 2,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 19 | 2,3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 1,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 1,2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 2,2 | 0,45 | ceppaia | |
| | 6 | 2,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 1,9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 2,2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 2,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 2,5 | | elemento disperso | tronco segato |
| | 3 | 1,9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 2 | 0,75 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 2 | 1 | 0,4 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 4 | 2,1 | 0,55 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 5 | 1,9 | 0,65 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 5 | 2,3 | 0,8 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 5 | 1,5 | 0,5 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 6 | 2 | 0,65 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 5 | 2,3 | 0,9 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 5 | 2,2 | 0,7 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 2 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 8 | 4,3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 12 | 1,2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 9 | 2,05 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 8 | 2,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 11 | 4,5 | 1,05 | ceppaia | |
| | 6 | 2,3 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,8 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|----------------|
| | 7 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 11 | 2,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,2 | | elemento disperso | log step |
| | 2 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 1,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 0,85 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8 | 3,6 | 1 | ceppaia | |
| | 3 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | 0,25 | ceppaia | |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0,5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,55 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 12 | 4,5 | 0,9 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 5 | 2,1 | | elemento disperso | |
| | 1 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 4 | 2,2 | 0,8 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 2 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,35 | | elemento disperso | tronchetto |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 1,5 | 0,45 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 13 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,9 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 5,5 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 2,1 | | elemento disperso | |
| | 11 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 9 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0,65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 9 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1 | | elemento disperso | |
| | 9 | 0,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 14 | 0,75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 2,1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | |

Tab. A.4 Misure del legname presente nel settore 4.

| RILIEVO LEGNAME SETTEMBRE 2013- RIO RI' - CALDONAZZO (TN) | | | | | |
|---|---------------|---------------|------------|-------------------|-------------------------------|
| Settore 4 | | | | | |
| Tratto | Diámetro (cm) | Lunghezza (m) | Radici (m) | Tipo | Note |
| Tratto A (confluenza-fine frana a dx) | 4.2 | 0.5 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6.4 | 1.2 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4.1 | 0.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 14.5 | 7 | | elemento disperso | grosso tronco alla confluenza |
| | 3.5 | 0.45 | | elemento disperso | |
| | 2.1 | 0.7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5.2 | 1.7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8.8 | 0.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3.2 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 8.5 | 0.55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.45 | | elemento disperso | |
| | 2.1 | 0.3 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3.9 | 0.8 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5.2 | 1.1 | | elemento disperso | log step |
| | 19.6 | 1.3 | | elemento disperso | grosso tronco in alveo |
| | 8.5 | 1.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6.4 | 0.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6.9 | 0.7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 13.5 | 0.6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 10.2 | 0.7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4.2 | 0.75 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 7.9 | 5.8 | | elemento disperso | |
| | 10.1 | 0.55 | | elemento disperso | |
| | 10.4 | 7.2 | 1.05 | ceppaia | |
| | 4.9 | 5.4 | | elemento disperso | a sinistra alveo |
| | 6.1 | 1.3 | | elemento disperso | |
| | 7.2 | 5.5 | 0.9 | ceppaia | |
| | 6.7 | 5.3 | 0.8 | ceppaia | |
| | 3 | 0.65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 7 | 7.05 | 0.95 | ceppaia | |
| | 2 | 1 | | cluster | cluster 1 |
| | 3 | 0.5 | | cluster | cluster 1 |
| | 4 | 1 | | cluster | cluster 1 |
| | 4 | 3 | | cluster | cluster 1 |
| | 2 | 2 | | cluster | cluster 1 |
| | 6.3 | 4.5 | 0.85 | ceppaia | |
| | 2.5 | 0.45 | | elemento disperso | |
| | 4.9 | 0.5 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2.4 | 2.2 | 0.4 | ceppaia | |
| | 6.9 | 1.3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2.6 | 0.3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0.3 | | elemento disperso | |
| | 2.4 | 0.75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 6.1 | 1.75 | | elemento disperso | |
| | 3.1 | 1.1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2.2 | 1.1 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 1.8 | 0.3 | | elemento disperso | |
| | 4.4 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 2.6 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 9.4 | 1.1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0.6 | | elemento disperso | log step |
| | 3 | 0.95 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2.2 | 1.05 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6.1 | 0.6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6.3 | 0.5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0.4 | | elemento disperso | |
| | 3.9 | 1.1 | | elemento disperso | |
| | 8.6 | 0.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2.4 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5.9 | 0.7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6.3 | 1.4 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3.9 | 0.7 | | elemento disperso | |
| | 3.4 | 0.6 | | elemento disperso | |
| | 3.1 | 0.8 | | elemento disperso | |
| | 7.1 | 1.6 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|---|------|------|------|-------------------|-----------------------|
| | 4,2 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 4,4 | 4,15 | 0,6 | ceppaia | |
| | 4,1 | 0,3 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 10,9 | 0,5 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3,2 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 3,1 | 1,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3,2 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 6,2 | 6,2 | 0,7 | ceppaia | ceppaia in frana |
| | 9,1 | 3,3 | | elemento disperso | |
| atto B (tra la sezione 24 e la confluenza) | 9 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 14 | 0,9 | | elemento disperso | tronco molto grosso |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 27 | 3,5 | | elemento disperso | log step molto grosso |
| | 16 | 1,5 | | elemento disperso | log step molto grosso |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 14 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 10 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | cluster | cluster 2 |
| | 2 | 1 | | cluster | cluster 2 |
| | 3 | 2 | | cluster | cluster 2 |
| | 4 | 1 | | cluster | cluster 2 |
| | 4 | 0,5 | | cluster | cluster 2 |
| | 16 | 1,8 | | elemento disperso | su sponda sinistra |
| | 3 | 0,7 | | elemento disperso | log step |
| | 6 | 3 | | elemento disperso | tronco curvo |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 2,7 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 5 | 2,35 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2,1 | | elemento disperso | |
| | 10 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,9 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,35 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,5 | | cluster | cluster 3 |
| | 2 | 0,5 | | cluster | cluster 3 |
| | 4 | 0,5 | | cluster | cluster 3 |
| | 3 | 0,5 | | cluster | cluster 3 |
| | 5 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 12 | 6,3 | 0,85 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|------------------|
| | 7 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 10 | 1,2 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 10 | 2,6 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | log step |
| | 5 | 1,35 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,5 | 0,4 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 3 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | |
| | 10 | 2,85 | 0,75 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 6 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,5 | | cluster | cluster 4 |
| | 3 | 1 | | cluster | cluster 4 |
| | 2 | 0,5 | | cluster | cluster 4 |
| | 3 | 0,5 | | cluster | cluster 4 |
| | 4 | 1 | | cluster | cluster 4 |
| | 3 | 1,5 | | cluster | cluster 4 |
| | 6 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,75 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,65 | | elemento disperso | |
| | 8 | 2,15 | 0,7 | ceppaia | ceppaia in alveo |
| | 6 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | log step |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | log step |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | log step |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | log step |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 7 | 2,1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 2 | 1,5 | | cluster | cluster 5 |
| | 8 | 1,5 | | cluster | cluster 5 |
| | 8 | 1 | | cluster | cluster 5 |
| | 3 | 0,5 | | cluster | cluster 5 |
| | 4 | 0,5 | | cluster | cluster 5 |
| | 2 | 1,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2 | 0,5 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,5 | 0,4 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 10 | 1,8 | 0,55 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 3 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|--------------------------|
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 7 | 2,6 | 0,6 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 9 | 3,15 | 0,8 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2,95 | 0,6 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 12 | 3,2 | 0,7 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 8 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 12 | 1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 3,1 | | elemento disperso | log step |
| | 13 | 3 | 0,65 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2,25 | 0,4 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 4 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1 | | cluster | cluster 6 |
| | 4 | 1,5 | | cluster | cluster 6 |
| | 5 | 1,5 | | cluster | cluster 6 |
| | 5 | 0,5 | | cluster | cluster 6 |
| | 4 | 1,5 | | cluster | cluster 6 |
| | 7 | 2,55 | 0,4 | ceppaia | ceppaia in sponda destra |
| | 8 | 1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 8 | 2,8 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 1 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 4 | 2,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 2 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,85 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 1 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,6 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|--|-------------------|----------------------------|
| | 5 | 2,9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 10 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 11 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 19 | 1 | | elemento disperso | |
| | 12 | 4 | | elemento disperso | tronco curvo |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 2,85 | | elemento disperso | |
| | 2 | 2,25 | | elemento disperso | |
| | 10 | 0,45 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 9 | 1,1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 12 | 1,05 | | elemento disperso | grosso tronco nella roccia |
| | 6 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,85 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 5 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2,3 | | elemento disperso | |
| | 8 | 2,55 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 11 | 2,4 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 7 | 1,7 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,75 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 5 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 8 | 2,1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 3,5 | | elemento disperso | |
| | 3 | 3,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 9 | 2,35 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 8 | 2,1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 6 | 2,3 | | elemento disperso | log step |
| | 5 | 1,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,5 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|----------------------------------|----|------|------|-------------------|----------------------------|
| Tratto C (sezione 17-sezione 24) | 3 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 10 | 1,6 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 9 | 0,7 | | elemento disperso | log step |
| | 7 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,5 | | cluster | cluster 7 |
| | 5 | 1 | | cluster | cluster 7 |
| | 5 | 1,5 | | cluster | cluster 7 |
| | 3 | 1 | | cluster | cluster 7 |
| | 4 | 1 | | cluster | cluster 7 |
| | 3 | 1,5 | | cluster | cluster 7 |
| | 5 | 1 | | cluster | cluster 7 |
| | 3 | 2 | | cluster | cluster 7 |
| | 4 | 1 | | cluster | cluster 7 |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,35 | | elemento disperso | log step |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 10 | 1,45 | | elemento disperso | grosso tronco nella roccia |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,3 | | elemento disperso | log step |
| | 1 | 2 | | cluster | cluster 8 |
| | 2 | 2 | | cluster | cluster 8 |
| | 1 | 3 | | cluster | cluster 8 |
| | 1 | 1 | | cluster | cluster 8 |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 16 | 0,5 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 2 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,8 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,15 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 9 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,25 | 0,35 | ceppaia | ceppaia in alveo |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 2,15 | 0,55 | ceppaia | ceppaia in alveo |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 1 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |

| | | | | | |
|--|----|------|-----|-------------------|-------------------------|
| | 9 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 2,1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,9 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 7 | 2,5 | 0,8 | ceppaia | ceppaia in alveo |
| | 6 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 3 | 2,6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 2 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 1 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,65 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 1,75 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 1,9 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 2,35 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | cluster | cluster 9 |
| | 3 | 2 | | cluster | cluster 9 |
| | 2 | 0,5 | | cluster | cluster 9 |
| | 3 | 0,5 | | cluster | cluster 9 |
| | 3 | 0,5 | | cluster | cluster 9 |
| | 3 | 1,9 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1 | | cluster | cluster 10 |
| | 5 | 1 | | cluster | cluster 10 |
| | 4 | 2,5 | | cluster | cluster 10 |
| | 4 | 1 | | cluster | cluster 10 |
| | 6 | 2 | | cluster | cluster 10 |
| | 5 | 1 | | cluster | cluster 10 |
| | 5 | 0,4 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 11 | 1,1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 4 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 19 | 1,4 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 2,2 | | elemento disperso | |
| | 11 | 0,65 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 1,15 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 11 | 0,65 | | elemento disperso | grosso tronco in roccia |
| | 12 | 1,35 | | elemento disperso | grosso tronco in roccia |
| | 7 | 0,8 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 0,35 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,85 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|----------------------------|
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 17 | 1,05 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,6 | | elemento disperso | log step |
| | 2 | 0,47 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 14 | 1,6 | | elemento disperso | grosso tronco nella roccia |
| | 6 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,95 | | elemento disperso | su sponda destra |
| | 5 | 1,8 | | elemento disperso | su sponda destra |
| | 2 | 0,75 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,8 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,5 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 0,3 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,35 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 0,3 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 2,7 | | elemento disperso | sponda a destra |
| | 7 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 7 | 2,05 | 0,5 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,8 | 0,35 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 5 | 1,25 | 0,3 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 2,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 4 | 2,3 | 0,45 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 8 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 5 | 2 | 0,4 | ceppaia | ceppaia caduta |
| | 7 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 12 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 13 | 1,25 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|--|-------------------|----------------------------|
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 11 | 1,25 | | elemento disperso | grosso tronco nella roccia |
| | 5 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 11 | 0,8 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 10 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,75 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 11 | 0,6 | | elemento disperso | grosso tronco nella roccia |
| | 6 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,7 | | elemento disperso | |
| Tratto D (briglia austriaca-sezione 17) | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 9 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 4 | 3 | | elemento disperso | |
| | 7 | 2,1 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 14 | 1,45 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 8 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 3 | 2 | | cluster | cluster 11 |
| | 3 | 1 | | cluster | cluster 11 |
| | 1 | 2 | | cluster | cluster 11 |
| | 4 | 1 | | cluster | cluster 11 |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 1 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 1 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,75 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1,55 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 10 | 0,9 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,8 | | elemento disperso | nella roccia |

| | | | | | |
|--|-----|------|-----|-------------------|----------------------------|
| | 11 | 2,1 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 12 | 1,2 | | elemento disperso | log step |
| | 4 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 5 | | cluster | cluster 12 |
| | 1 | 3 | | cluster | cluster 12 |
| | 2 | 4 | | cluster | cluster 12 |
| | 3 | 1 | | cluster | cluster 12 |
| | 2 | 2 | | cluster | cluster 12 |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,6 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 11 | 0,7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 7 | 1,3 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 1,5 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 0,65 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 7 | 1,35 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 0,75 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 0,4 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 0,45 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 1,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 8 | 1 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,85 | | elemento disperso | log step |
| | 2 | 0,55 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 9 | 1,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,5 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 1,05 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,65 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 1,2 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 5 | 5,65 | 0,8 | ceppaia | ceppaia a destra |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,15 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 8 | 0,55 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | log step |
| | 5 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 1 | 3 | | cluster | cluster 13 |
| | 4 | 2 | | cluster | cluster 13 |
| | 3 | 4 | | cluster | cluster 13 |
| | 2 | 1 | | cluster | cluster 13 |
| | 4,9 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 11 | 4,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 3,8 | | elemento disperso | grosso tronco nella roccia |
| | 5 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 1,4 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 1,15 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | nella roccia |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|----------------------------|
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,4 | | elemento disperso | log step |
| | 2 | 0,35 | | elemento disperso | roccia |
| | 2 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,9 | | elemento disperso | |
| | 11 | 4,7 | 0,95 | ceppaia | |
| | 3 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 7 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 12 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 19 | 2,3 | | elemento disperso | grosso tronco nella roccia |
| | 4 | 0,9 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 7 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 6 | 4 | | cluster | cluster 14 |
| | 6 | 1 | | cluster | cluster 14 |
| | 5 | 0,5 | | cluster | cluster 14 |
| | 6 | 0,5 | | cluster | cluster 14 |
| | 7 | 2 | | cluster | cluster 14 |
| | 6 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 11 | 1,9 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | piccolo log step |
| | 3 | 0,5 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1,15 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 1 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 2 | 0,75 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 1,05 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,15 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,8 | | elemento disperso | |
| | 7 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1,65 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 3 | | cluster | cluster 15 |
| | 4 | 3 | | cluster | cluster 15 |
| | 2 | 2 | | cluster | cluster 15 |
| | 3 | 1,3 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 5 | 0,35 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 3 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 2 | 2,1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 2 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | piccolo log step |
| | 5 | 1,3 | | elemento disperso | |
| | 10 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,95 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,7 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,9 | | elemento disperso | |
| | 6 | 4,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 9 | 0,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 13 | 2,8 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 0,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 6 | 0,55 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 0,6 | | elemento disperso | |

| | | | | | |
|--|----|------|------|-------------------|---------------------------|
| | 6 | 0,9 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 4 | 2 | | cluster | cluster 16 |
| | 5 | 1 | | cluster | cluster 16 |
| | 3 | 4 | | cluster | cluster 16 |
| | 8 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 10 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,2 | | elemento disperso | |
| | 18 | 1,6 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 5 | 1,7 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 2 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,2 | | elemento disperso | log step |
| | 6 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1,2 | 0,3 | ceppaia | ceppaia nell'alveo |
| | 5 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 1,45 | 0,5 | ceppaia | ceppaia nell'alveo |
| | 3 | 2,3 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,5 | | elemento disperso | nella roccia |
| | 6 | 1 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1,25 | | elemento disperso | |
| | 9 | 1,4 | | elemento disperso | |
| | 5 | 2,95 | | elemento disperso | |
| | 6 | 1,65 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 1 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,95 | 0,65 | ceppaia | |
| | 4 | 1,8 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,75 | | elemento disperso | |
| | 9 | 3,1 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 13 | 1,2 | | elemento disperso | grosso tronco nel terreno |
| | 3 | 1,65 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 6 | 0,75 | | elemento disperso | nel terreno |
| | 3 | 0,4 | | elemento disperso | |
| | 4 | 0,3 | | elemento disperso | |
| | 16 | 2,05 | | elemento disperso | grosso tronco nel terreno |
| | 3 | 2,2 | | elemento disperso | |
| | 4 | 1,1 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,7 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 5 | 0,5 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,35 | | elemento disperso | |
| | 2 | 0,45 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,55 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,6 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,85 | | elemento disperso | |
| | 3 | 0,65 | | elemento disperso | |
| | 5 | 1,5 | | elemento disperso | |
| | 15 | 0,9 | | elemento disperso | grosso tronco |
| | 3 | 0,3 | | elemento disperso | |

Allegato B

Il modello Idrologico è stato ottenuto con l'utilizzo di AdB-ToolBox quindi sfruttando un Sistema Informativo Geografico (GIS), ovvero una tecnologia software che permette di gestire, elaborare e integrare informazioni su base spaziale o geografica. L'informazione geografica è l'informazione relativa a oggetti che hanno una precisa collocazione nello spazio e che pertanto sono caratterizzati dalle loro proprietà geomatiche (posizione, dimensione, forma) e topologiche (ossia le mutue relazioni spaziali tra oggetti geometrici quali la connessione, l'adiacenza, l'inclusione).

È importante, seppur nell'ambito di un'introduzione generalizzata, sottolineare come i modelli di dati correttamente impiegati da un GIS sono due:

- **Modello dati vettoriale**: in questo modello ciascuna entità territoriale di interesse viene rappresentata mediante punti, linee, poligoni o combinazioni più complesse di questi elementi base. La georeferenziazione (fondamentale per il confronto e la giusta sovrapposizione dell'informazione territoriale) delle varie entità fisiche avviene associando a ciascun elemento base la corrispondente posizione geografica; quindi un punto è memorizzato come coppia di coordinate (x;y), una linea essendo costituita da un'insieme di punti è memorizzata come serie ordinata di coordinate, le aree infine vengono codificate con una serie di coordinate relative ai segmenti di linea che racchiudono un poligono.

- **Modello dati raster**: nel modello dati raster l'area geografica analizzata viene invece rappresentata mediante una griglia regolare suddivisa in tante piccole celle (dette anche pixel) di uguale dimensione (rappresentazione matriciale).

Ad ogni cella è associato un unico valore il quale codifica in forma alfanumerica un attributo associato alla porzione di area definita dalla cella stessa; ovviamente in questo modo a zone del territorio aventi le stesse caratteristiche, relativamente all'attributo considerato, corrispondono celle di ugual valore.

In particolare AdB-ToolBox è un software GIS sviluppato nell'ambito di un progetto concretizzato dalla Direzione Generale della Tutela del Territorio e delle Risorse Idriche del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM) attraverso la creazione del Sistema Cartografico Cooperante.

L'applicazione, accanto alle funzionalità tipiche dei Sistemi Informativi Geografici, rende disponibili anche funzionalità specifiche:

- ***“Analisi Geomorfologiche”***: consente la generazione di una serie di strati informativi connessi alle caratteristiche geomorfologiche del territorio.
- ***“Analisi Idrologiche”***: permette la realizzazione di analisi idrologiche.
- ***“Analisi Topografiche”***: consente di effettuare elaborazioni connesse alla topografia territoriale, quali ad esempio estrazione di sezioni trasversali, profili longitudinali ecc.
- ***“Strumenti Raster”***: permette la gestione ed il trattamento di dati di tipo raster.

Inoltre, nell'ambito del progetto europeo PARAMount, il Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali (TeSAF) dell'Università di Padova ha sviluppato e implementato nel software Adb-ToolBox una serie di "tools" (strumenti) tra cui uno interamente dedicato all'analisi idrologica: **HydroModel** (Gregoretto, 2011).

L'HydroModel contiene una serie di routine che attraverso quattro fasi operative permette di giungere alla simulazione di un idrogramma di piena.

Le quattro fasi sono:

- **Fase di pre-processamento 1 (TerrainPro):** creazione del DEM (Digital Elevation Model) relativo allo spartiacque (watershed) definito in funzione della sezione di chiusura del bacino partendo dal DEM depittato (ossia idrologicamente privo di depressioni) dell'intera area oggetto di analisi.
- **Fase di pre-processamento 2 (GeoPro):** definizione delle mappe raster delle direzioni di deflusso e dei tempi di scorrimento che saranno utilizzate dal modello di simulazione per la propagazione della portata liquida alla sezione di chiusura del bacino.
- **Costruzione del Curve Number:** costruzione della mappa dei gruppi idrologici e, mediante sovrapposizione con l'uso del suolo, determinazione della mappa del CN secondo il metodo del Soil Conservation Service (1972).
- **Idrogramma di piena:** simulazione e calcolo dell'idrogramma liquido di piena.

Fase di pre-processamento 1: TerrainPro

La prima fase per la definizione del modello idrologico del bacino si basa sull'utilizzo delle funzionalità messe a disposizione del modulo TerrainPro in Adb-ToolBox. Dati i limiti di calcolo del software idrologico, i dati del DEM o DTM, forniti dalla Provincia Autonoma di Trento (fonte: <http://www.lidar.provincia.tn.it>) e ricavati dal volo LiDAR del 2009, sono stati riaggregati passando dalla dimensione delle celle pari 1x1 m ad una di 2x2 m.

Calcolo del DEM privo di depressioni

Con questa operazione si ricava il DEM idrologicamente privo di depressioni per il bacino idrografico del rio Rì, idoneo al funzionamento dei modelli numerici che simulano il deflusso superficiale che però non sono in grado di considerare effetti come quello del carsismo. La funzione **DEM DEPIT**, del modulo TerrainPro, elimina dal DEM o DTM iniziale le singole celle o gli aggregati di più celle (pits) a quota inferiore rispetto alle circostanti: infatti, le depressioni avendo una quota altimetrica inferiore rispetto a quella dei pixel posti al contorno, isolano dalla sezione di chiusura determinate porzioni di bacino con conseguenti problemi legati alla definizione del deflusso che genera la portata di piena. Il depittaggio del DEM può essere effettuato attraverso due differenti algoritmi:

- **algoritmo antipits di scavo:** individua tra le otto celle presenti al contorno della cella pit, quella con la quota altimetrica minore e successivamente innalza la quota altimetrica del pixel depresso fino ad un valore leggermente inferiore (<0.001 m) alla quota minima rilevata al contorno. Quindi, considerando una finestra

di 500x500 pixel, l'algoritmo procede col ricercare la cella "solver" posta ad una quota minore e verso la quale la pendenza è massima. Infine si abbassa il valore di quota altimetrica delle celle comprese tra la "pit" e il "solver" creando, attraverso lo scavo di questo canale fittizio, una via superficiale del deflusso verso la sezione di chiusura;

- **algoritmo antipits di riempimento:** questo algoritmo opera in modo opposto al precedente cioè identificata tra le otto celle presenti al contorno della cella pit quella con la quota altimetrica minore, procede con l'incrementare l'attributo altimetrico della zona depressa fino ad una quantità superiore (>0.001 m) rispetto al valore minimo rilevato al contorno.

Area drenata 1 (upslope area 1)

Attraverso la funzione **Upslope Area 1** del modulo TerrainPro si va ad individuare la superficie drenata dal reticolo idrografico relativa all'intera area analizzata, sfruttando il modello unidirezionale di flusso D8. Si tratta di un tool ottimizzato per facilitare l'estrazione dello spartiacque del bacino idrografico.

Estrazione dello spartiacque

Utilizzando la funzione **Spartiacque** (sempre presente all'interno del modulo TerrainPro) e utilizzando il DEM privo di depressioni si procede all'identificazione del "watershed" (ossia lo spartiacque) del bacino idrografico in funzione della sezione di chiusura considerata (per il rio Rì corrisponde alla briglia n° 13).

Fase di pre-processamento 2: GeoPro

La seconda fase di pre-processamento si basa sull'utilizzo delle funzionalità messe a disposizione del modulo GeoPro.

Area drenata 2 (upslope area 2)

Questa funzione partendo dal DEM depittato del watershed determina per ciascuna cella la direzione di deflusso, l'area contribuente e la lunghezza dei percorsi di flusso fino alla sezione di chiusura del bacino idrografico.

L'individuazione delle *direzioni di flusso* per ciascun pixel può essere effettuata mediante quattro differenti modelli:

- 1. D8 Classic (single flow):** si tratta di un modello di flusso di tipo unidirezionale basato su un algoritmo che computa la pendenza tra la cella considerata e gli otto pixel presenti al suo contorno, come il rapporto tra la differenza di quota e la distanza che separa i centri delle celle. Di conseguenza la direzione del flusso corrisponde alla direzione per la quale è associata la massima pendenza sulle 8 possibili direzioni separate a 45°.
- 2. D8 Facets:** è un metodo "single flow" come il D8 Classic. L'azimuth di deflusso viene calcolato con le stesse modalità del D_{∞} ma forzato ad assumere un valore multiplo di 45°.

3. **Multiple Flow**: si tratta di un modello di flusso multidirezionale. In questo caso per ciascuna cella l'algoritmo identifica tante direzioni di flusso quante sono le celle (tra le otto che contornano quella considerata) aventi una quota altimetrica minore, suddividendo il flusso in funzione del gradiente topografico. Questo significa che maggiore è la pendenza, associata a una determinata direzione, maggiore sarà la quantità di flusso scambiata nella direzione stessa e viceversa.
4. **D Infinito (D_{∞})**: questo modello considera le otto facce triangolari ottenute collegando i centri delle celle che appartengono a un Kernel (gruppo di celle) centrato sul pixel analizzato. I tre vertici di ogni faccia triangolare definiscono in modo univoco un piano con pendenza specifica, di conseguenza la direzione con la massima pendenza rappresenta la direzione di flusso. Questo modello, al pari del Multiple Flow, risponde in maniera efficace alle condizioni reali del bacino; a differenza del modello multidirezionale ammette un livello di dispersione del flusso limitato. Per questi motivi il modello D_{∞} , assieme al modello D8, è uno dei più utilizzati nelle analisi idrologiche.

Per quanto riguarda invece la definizione della *superficie drenata contribuyente* relativa ad ogni singola cella del watershed viene effettuata in modo automatico mediante la somma progressiva, lungo le direzioni di flusso (Fig. B.1), dei pixel compresi tra la cella che origina il flusso e la cella considerata. La superficie drenata per il bacino del rio Rì calcolata sulla base del modello D8 e MultiFlow è rappresentata nelle figure B.2, B.3.

La “*Flow Distance*”, o lunghezza dei percorsi di flusso, viene calcolata collegando i centri delle celle adiacenti fra loro lungo le direzioni di flusso assumendo, come unità di misura, le dimensioni dei pixel. Nei modelli multidirezionali (multiflow, D_{∞}) la lunghezza dei percorsi di flusso è calcolata come media pesata delle lunghezze di tutti i possibili percorsi.

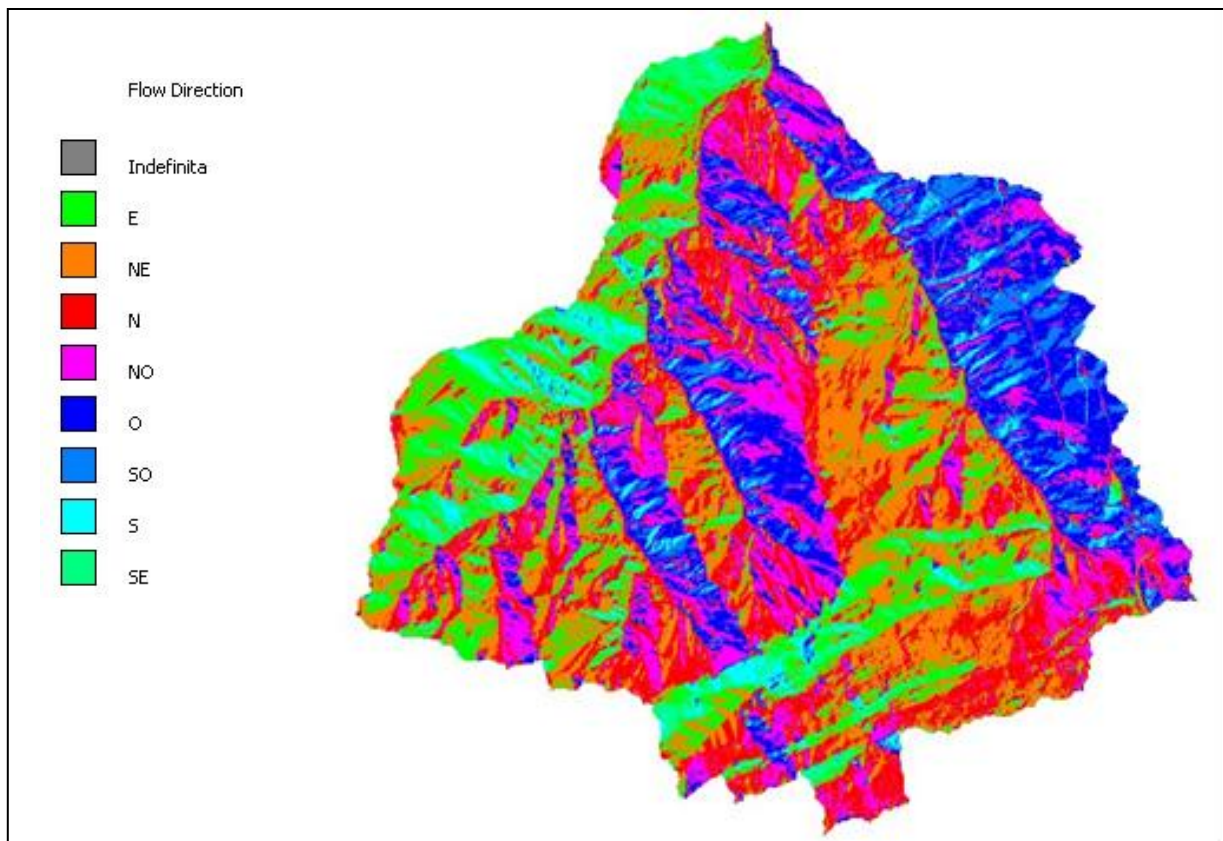


Fig. B.1 direzioni di deflusso per il bacino del rio Rì con il modello D8 (celle 2x2 m).

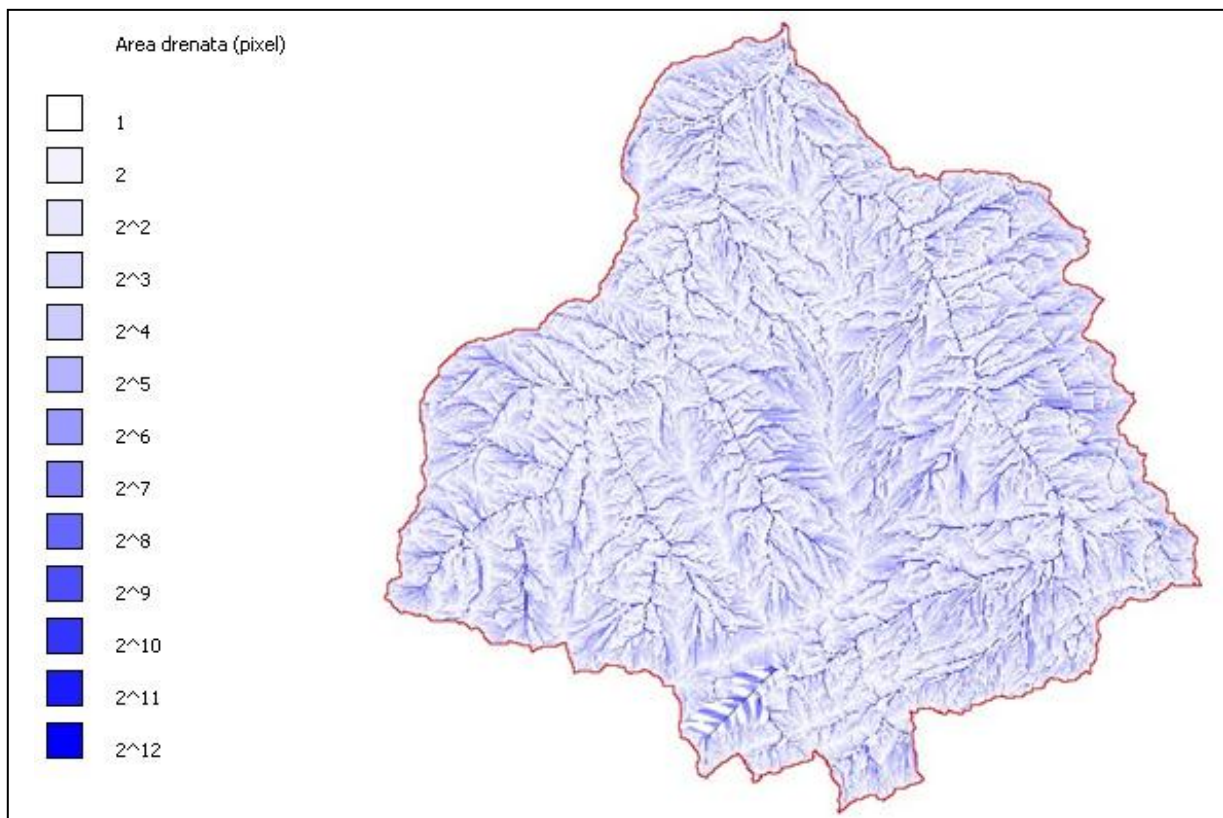


Fig. B.2 Area drenata per il bacino del rio Rì con il modello D8 (celle 2x2 m).

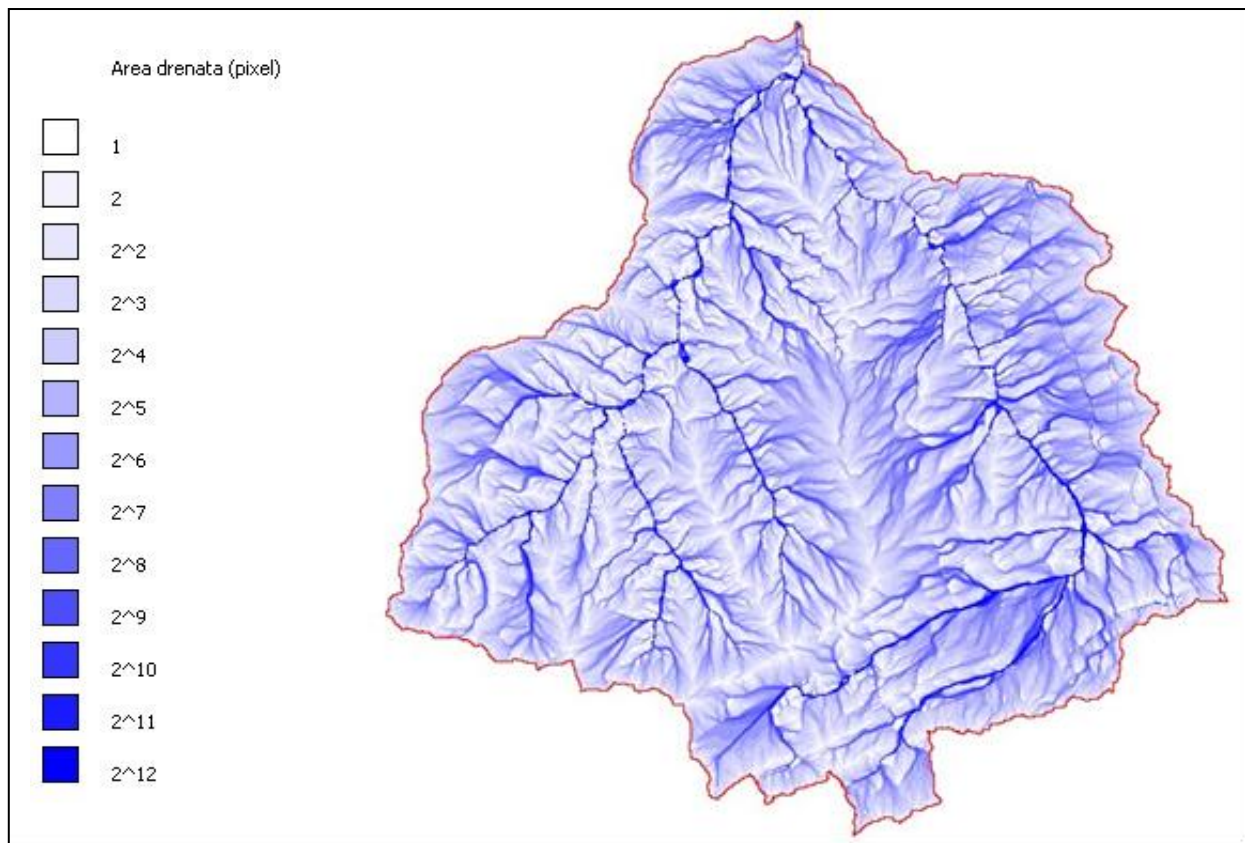


Fig. B.3 Area drenata per il bacino del rio Rì con il modello MultiFlow (celle 2x2 m).

Tempi di propagazione del deflusso

Attraverso la funzione di **Routing** (facente parte del modulo GeoPro) è possibile determinare i tempi di propagazione del deflusso diretto (*routing times*) sul versante e sul reticolo idrografico, dovuti al fatto che la precipitazione efficace “*Pe*” (ossia la frazione di precipitazione totale che alimenta realmente il deflusso diretto) necessita di un certo lasso di tempo per poter raggiungere la sezione di chiusura del bacino.

Tra i dati di input necessari al calcolo dei tempi di propagazione, i file raster della direzione di deflusso e dell’area drenata vengono utilizzati dal software per la determinazione dei percorsi di flusso, mentre il file raster dell’uso del suolo viene utilizzato per suddividere i percorsi di flusso su versante in tanti segmenti quante sono le regioni territoriali omogenee nell’uso e nella copertura del suolo. Questo aspetto consente di differenziare i tempi di propagazione del deflusso su versante in base al tipo di copertura o uso del suolo.

Tra i file di output di questa fase, il software elabora il reticolo idrografico di sintesi (Drain Network): nella Fig. B.4 viene riportato il reticolo idrografico sintetico e quello definito mediante foto-interpretazione e adottato come reticolo ufficiale dalla Provincia di Trento.

Per il bacino del rio Rì è stata utilizzata un’area di soglia, che determina il passaggio dal deflusso di versante al deflusso su reticolo, pari a 5000 m². Questo valore di soglia può essere determinato con varie metodologie più o meno complesse. In questo caso si è utilizzato un metodo empirico di confronto tra il reticolo sintetico estratto e il reticolo ufficiale della Provincia. Il valore di soglia è stato posto pari al valore per cui il reticolo sintetico era in grado di descrivere completamente il reticolo idrografico ufficiale. Naturalmente questa

ipotesi ha portato ad avere un reticolo sintetico più sviluppato di quello ufficiale. Il successivo controllo, effettuato mediante il confronto tra il reticolo idrografico sintetico e l'ortofoto del 2008, ha consentito di verificare che il maggiore sviluppo del reticolo sintetico in realtà descrive bene la situazione reale, caratterizzata da numerosi canali ed impluvi in grado di produrre deflusso superficiale canalizzato. In conclusione, le aree di soglia individuate possono ben rappresentare la situazione reale dei bacini considerati. Altri file di output di questa routine sono:

- il “*Routing network*” cioè la mappa raster dei tempi di propagazione del deflusso superficiale lungo il reticolo idrografico;
- il “*Routing slope*” cioè la mappa raster dei tempi di propagazione del deflusso lungo i versanti;
- il “*Flow velocity*” cioè il file raster che rappresenta la velocità di propagazione del deflusso.

In figura B.5, B.6 e B.7 sono riportate le cartografie dei suddetti file raster ottenuti per il bacino del rio Rì.

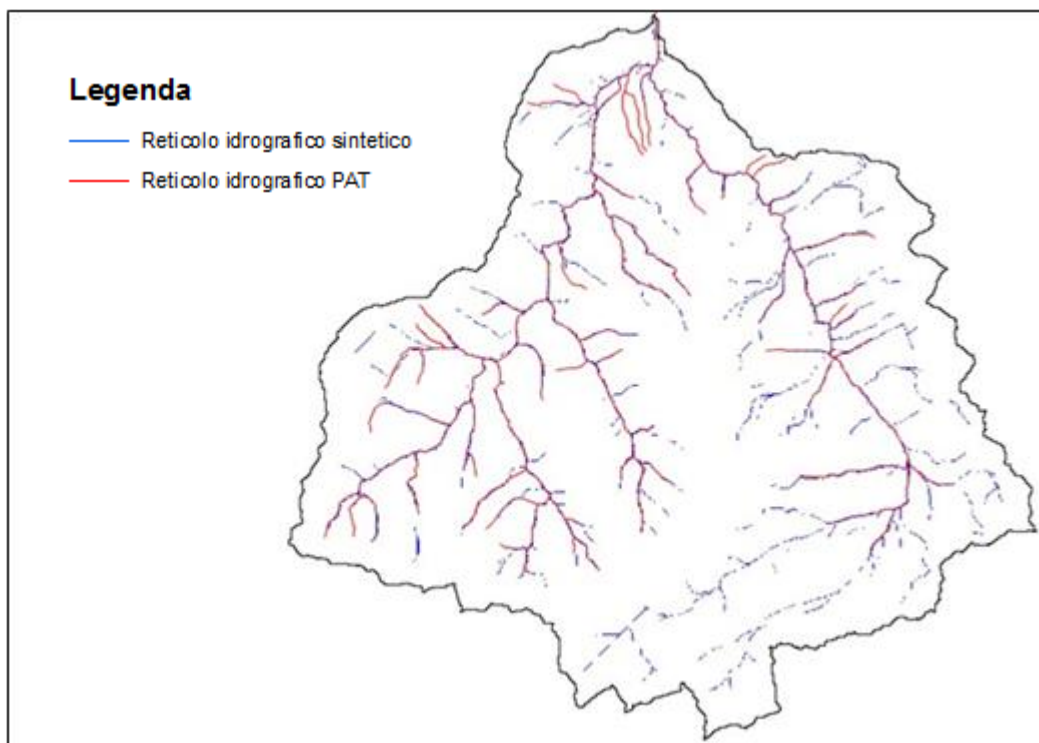


Fig. B.4 Reticolo sintetico per il bacino del rio Rì (area di soglia 5000 m²).

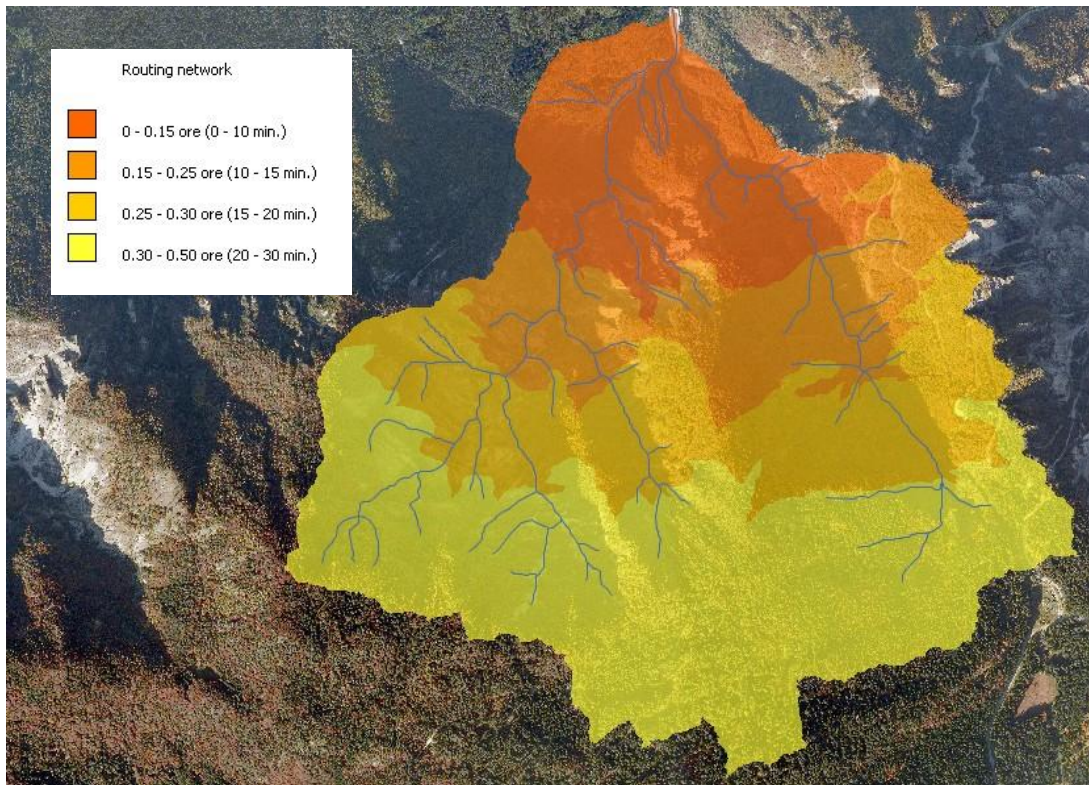


Fig. B.5 Carta dei tempi di propagazione del deflusso lungo il reticolo (routing network) per il bacino del rio Rì (celle 2x2 m)

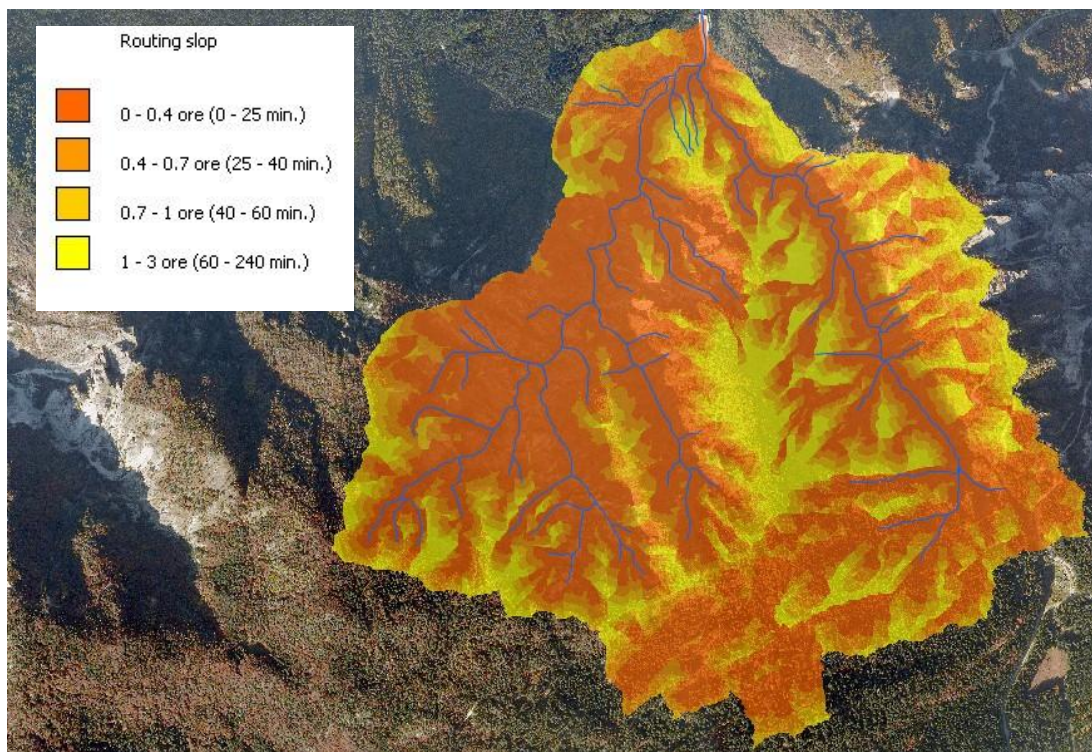


Fig. B.6 Carta dei tempi di propagazione del deflusso lungo il versante (routing slope) per il bacino del rio Rì (celle 2x2 m).

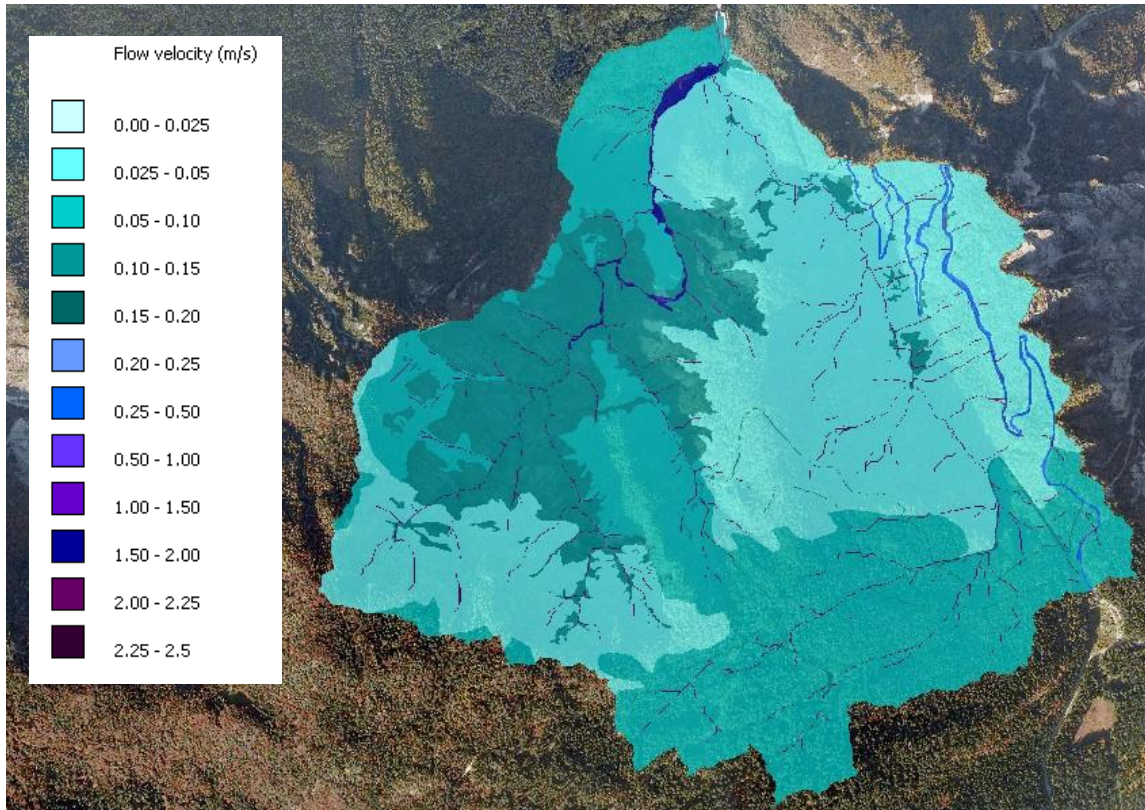


Fig. B.7 Carta della flow velocity per il bacino del rio Rì (celle 2x2 m).

Costruzione del Curve Number

Il modello idrologico utilizzato si basa sulla metodologia del “CN-SCS” ovvero del Soil Conservation Service sviluppata dal Ministero dell’Agricoltura Americano nel 1972 e poi rivisto più volte fino, all’ultima versione corretta e modificata del 2009. In questo metodo, per poter simulare l’idrogramma liquido alla sezione di chiusura è necessario calcolare il valore di precipitazione efficace, P_e , che determina il deflusso superficiale: P_e risulta proporzionale alla precipitazione cumulata lorda P depurata dalle perdite iniziali per assorbimento I_a . Le perdite iniziali I_a sono definite dal rapporto fra il volume specifico infiltrato F e il volume specifico di saturazione del terreno S .

In particolare il volume specifico di saturazione S dipende dalla natura del terreno e dall’uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro CN (Curve Number), secondo la relazione:

$$S = S_0 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right) \quad (1)$$

S_0 è un fattore di scala (pari a 254 mm, ovvero 10 inches) mentre, il parametro CN è compreso teoricamente fra 0 e 100: CN vale 0 quando tutta la precipitazione si infiltra e vale 100 quando tutta la precipitazione si trasforma in deflusso superficiale. In realtà, però, dalle sperimentazioni effettuate, l’intervallo di variazione del CN è compreso fra 20 e 99. Di conseguenza, il modello di formazione del deflusso utilizza un solo parametro, S ovvero CN, per descrivere il processo di assorbimento. Si potrà quindi calcolare il deflusso P_e secondo la relazione (2) nella quale c è il coefficiente di deflusso:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S} \quad \text{sostituendo le perdite iniziali si ottiene} \quad P_e = \frac{(P - cS)^2}{P - cS + S} \quad (2)$$

Il valore del CN per il bacino del Rio Rì è stato calcolato seguendo la procedura proposta nell’ambito del progetto europeo PARAMount (Gregoretto & Degetto, 2012), che si basa sulle seguenti fasi operative:

1. costruzione della carta di uso del suolo.
2. costruzione della carta dei gruppi idrologici.
3. calcolo della mappa del CN.

Costruzione della carta d'uso del suolo

Per prima cosa è necessario costruire la carta d'uso del suolo in formato vettoriale per l'area oggetto di studio nella quale ad ogni tipologia d'uso viene assegnato un codice numerico e una descrizione secondo quanto stabilito dal progetto Corine Land Cover varato dal Consiglio delle Comunità europee nel 1985 e, successivamente, aggiornato e giunto fino ad un grado di dettaglio del quarto livello. Nel caso in questione, però, si è preferito utilizzare un livello di dettaglio pari al terzo perchè ritenuto adeguato per caratterizzare idrologicamente il bacino del rio Rì.

Ottenuta la carta d'uso del suolo vettoriale è necessario procedere, per ogni tipologia, all'assegnazione di codici interi riconosciuti dai tools sviluppati (Tab. B.1 e B.2) e alla trasformazione in formato raster della mappa.

Costruzione della carta dei gruppi idrologici

I gruppi idrologici sono definiti sulla base della velocità di infiltrazione e trasmissione dell'acqua all'interno del suolo, che dipendono da: granulometria dei grani, dimensione dei pori, tensione superficiale, tessitura e struttura del suolo, conduttività idraulica, condizioni iniziali di saturazione (*Antecedent Moisture Condition*) e dalla pendenza.

Per poter redigere la carta dei gruppi idrologici è necessario disporre delle seguenti cartografie dell'area analizzata: mappa pedologica, geolitologica, delle caratteristiche geotecniche dei terreni, delle pendenze e degli affioramenti rocciosi. Successivamente, tramite sovrapposizione tra le mappe (*overlay*) è possibile identificare tutte le combinazioni e le caratteristiche dello strato di suolo superficiale che viene interessato dal deflusso sottosuperficiale e con l'utilizzo delle tabelle B.1, B.2 e B.3 è possibile costruire la mappa dei gruppi idrologici (Tab. B.4; Fig. B.8).

Tab. B.1 Tabella per l'identificazione del gruppo idrologico in funzione dell'infiltrazione e permeabilità.

| Gruppo idrologico | Tasso di infiltrazione in condizioni sature | Tasso di infiltrazione (cm/h) | Tasso iniziale di infiltrazione potenziale (mm/h) | Tasso asintotico di infiltrazione potenziale (mm/h) | Permeabilità (cm ²) |
|-------------------|---|-------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| A | Molto elevato | 0.762 - 1.143 | 250 | 25.4 | 10 ⁻⁷ - 10 ⁻² |
| B | Moderato | 0.381 - 0.762 | 200 | 12.7 | 10 ⁻⁹ - 10 ⁻⁷ |
| C | Basso | 0.127 - 0.381 | 125 | 6.3 | 10 ⁻¹¹ - 10 ⁻⁹ |
| D | Molto basso | 0.000 - 0.127 | 76 | 2.5 | 10 ⁻¹⁴ - 10 ⁻¹¹ |

Tab. B.2 Identificazione del gruppo idrologico in funzione della conducibilità idrica e profondità.

| Gruppo idrologico | Tasso di conducibilità idrica | Conducibilità idrica in condizioni di saturazione | Deflusso potenziale | Drenaggio | Profondità del suolo |
|-------------------|-------------------------------|--|---------------------|-------------------|--|
| A | Alto | Profondità suolo > 1.0 m : $4 \cdot 10^{-5}$ | Basso e molto basso | Buono e eccessivo | Suoli profondi |
| B | Moderato | Profondità suolo < 0.5 m : $1 \cdot 10^{-5} - 4 \cdot 10^{-5}$ Profondità suolo > 0.5 m : $4 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-5}$ | Moderatamente basso | Moderato | Suoli a moderata profondità |
| C | Basso | Profondità suolo < 0.5 m : $1 \cdot 10^{-6} - 1 \cdot 10^{-6}$ Profondità suolo > 0.5 m : $4 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$ | Moderatamente alto | Cattivo | Suoli superficiali o suoli profondi con uno strato impermeabile |
| D | Molto basso | Profondità suolo < 1.0 m : $< 1 \cdot 10^{-6}$ Profondità suolo > 1.0 m : $< 4 \cdot 10^{-7}$ | Alto e molto alto | Molto cattivo | Suoli superficiali o suoli profondi con uno strato impermeabile superficiale |

Tab. B.3 Identificazione del gruppo idrologico in funzione della tessitura.

| Gruppo Idrologico | Tessitura 1 | Tessitura 2 | Indicazioni geo-litologiche |
|-------------------|--|---|---|
| A | Ghiaie e sabbie (>90%) Limo e argilla (<10%) Tessitura: medio-grossolana con scheletro | Suoli ghiaiosi, sabbiosi-ghiaiosi e sabbiosi. Possono ricadere in questa categoria: limo argilloso, sabbia argillosa, terra grassa con buona struttura o con scheletro >35% | Rocce altamente fratturate, detriti e ciottoli su pendenze moderate, tifi inconsistenti, sabbia, gesso, cenere, calcare non compatto, rocce frammentate più o meno cementate. |
| B | Ghiaie e sabbie (50-90%) Limo e argilla (10-20%) Tessitura: medio-grossolana | Suoli sabbiosi e argillosi. Possono ricadere in questa categoria: terre grasse limo argilloso, limo, suoli sabbiosi e argillosi con buona struttura o con scheletro >35% | Rocce piuttosto frammentate, depositi glaciali su pendenze ridotte, conglomerati, sabbie cementate e brecce. |
| C | Sabbie (<50%) Limo (>10%) Argilla e colloidali (20-40%) Tessitura: medio-fina | Terre grasse, suoli limosi e argillosi, sabbiosi e argillosi, argillosi con basso contenuto organico. Possono inoltre rientrare: suoli sabbiosi e argillosi, limosi e argillosi argille con buona struttura o con scheletro >35% | Rocce fratturate, rocce sedimentarie compatte, marne, arenaria, pomice, detriti e ciottoli su forti pendenze, calcare dolomitico compatto. |
| D | Sabbie (<50%) Limo (<10%) Argilla strutturata e omogenea (>40%) Tessitura: fina | Suoli argillosi e limoso argillosi. Sono suoli argilloso rigonfiabili. Ricadono in questa categoria tutti i suoli con strato superficiale impermeabile (profondità <0.5m) o quelli con elevato e permanente strato d'acqua (prof. <0.6m). Affioramenti rocciosi, ghiaione con relativo strato su strato impermeabile sottile a forte pendenza | Rocce leggermente fratturate, rocce ignee, scisti, rocce metamorfiche, micascisti, quarziti, scisti e filladi. |

Secondo il metodo SCS-CN i gruppi idrologici sono quattro:

- *Gruppo A*: suoli a bassa capacità di deflusso con elevata propensione all'infiltrazione anche se completamente saturi (es: sabbie e ghiaie profonde ben drenate) con notevole conducibilità idrica;
- *Gruppo B*: suoli con moderata infiltrazione se saturi, discretamente drenati e profondi con tessitura medio-grossolana e conducibilità idrica media;
- *Gruppo C*: suoli a tessitura medio-fine con bassa infiltrazione se saturi caratterizzati dalla presenza di uno strato che inibisce la percolazione verticale e con conducibilità idrica bassa;
- *Gruppo D*: suoli a elevata capacità di deflusso, poco profondi e ricchi di argilla con conducibilità idrica molto bassa.

Tab. B.4 Percentuale dei gruppi idrologici del bacino del rio Rì.

| Gruppo idrologico | Area (km ²) | Percentuale (%) |
|-------------------|-------------------------|-----------------|
| A | 0.08 | 2.7 |
| B | 2.71 | 90 |
| C | 0.22 | 7.3 |
| D | 0 | 0 |

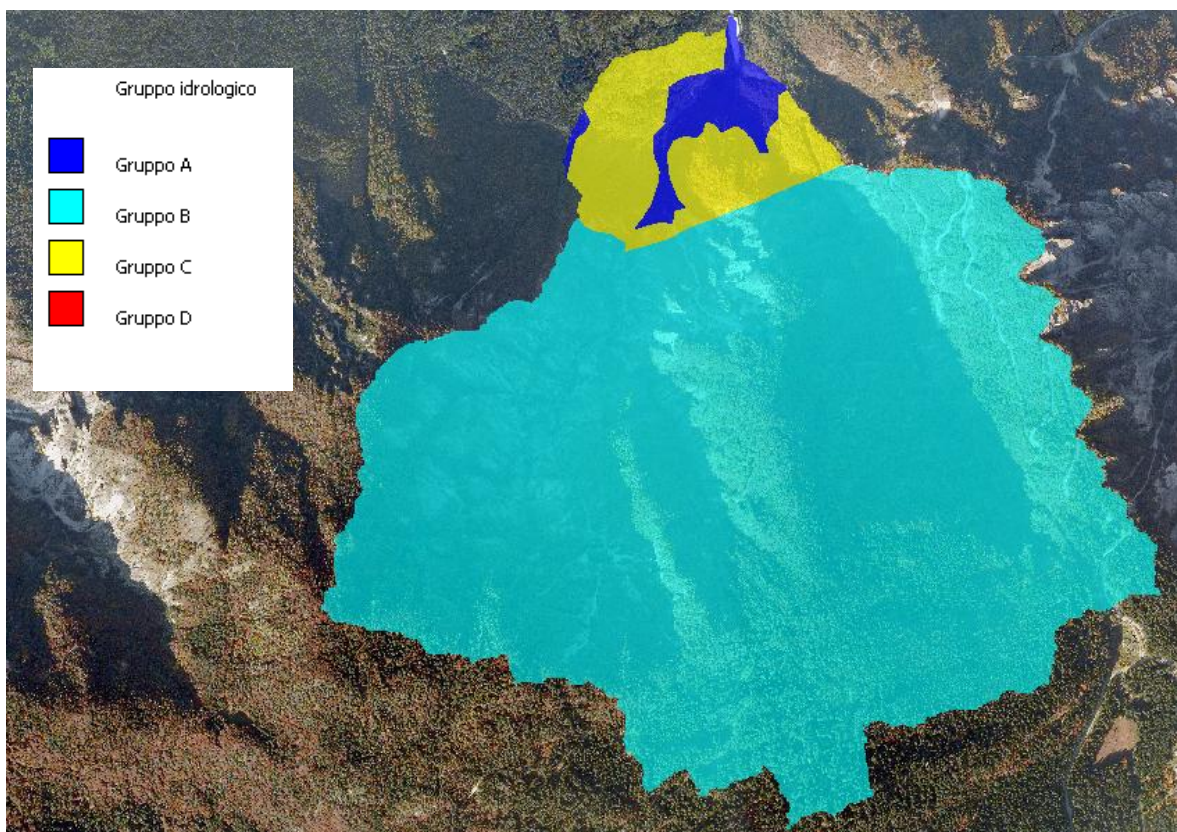


Fig. B.8 Carta dei gruppi idrologici del bacino de rio Rì (celle 2x2 m).

Definizione del Curve Number

Il valore del CN è ottenuto per riclassificazione della mappa ottenuta dalla sovrapposizione (*overlay*) della mappa di uso del suolo e dei gruppi idrologici (Fig. B.9).

Il tool è presente in AdB-ToolBox usando la routine “*curve number*” presente in “*HydroModel*”. La tabella di riclassificazione che assegna ad ogni combinazione un valore di CN è quella realizzata per l’ambito alpino nel progetto PARAMount (Gregoretto & Degetto, 2012) riferita ad una condizione di saturazione iniziale AMC (*Antecedent Moisture Condition*) normale (AMC-II). Questo valore potrà, se necessario, essere automaticamente convertito ad una condizione di saturazione iniziale secca (AMC-I) oppure umida (AMC-III) in funzione dell’altezza di precipitazione caduta nei cinque giorni precedenti l’evento considerato.

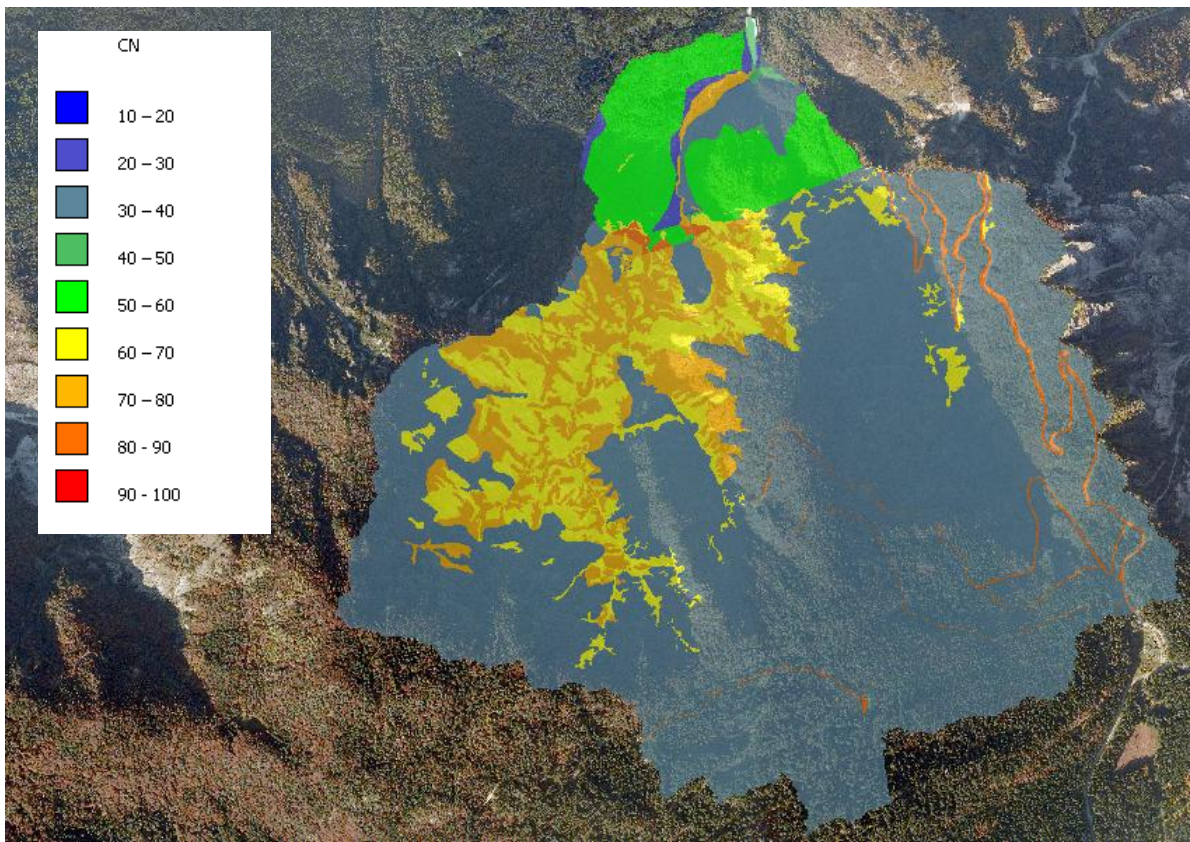


Fig. B.9 Carta del Curve Number del bacino de rio Rì (celle 2x2 m).

Idrogramma di piena

Gli idrogrammi di piena sono riferiti alle sei piene aventi un volume di deflusso maggiore nel periodo di tempo considerato (Agosto 2004-Agosto 2013) (Fig. B.10, Fig. B.11, Fig. B.12, Fig. B.13, Fig. B.14, Fig. B.15):

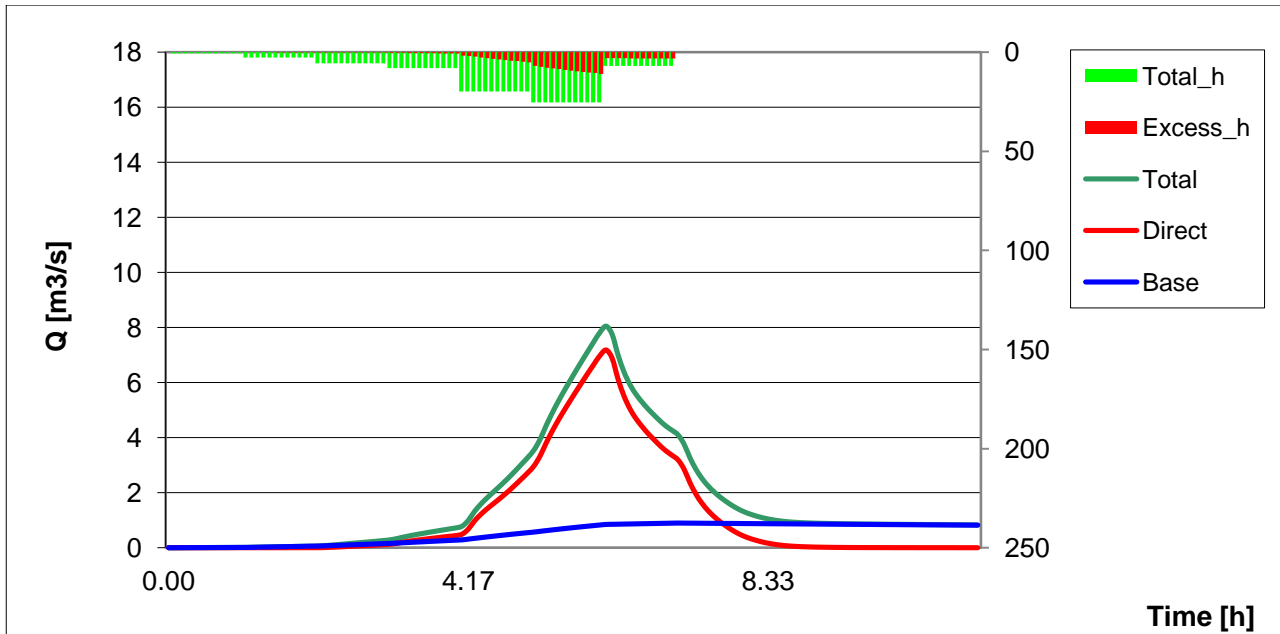


Fig. B.10 Idrogramma per la piena del 1/11/2004.

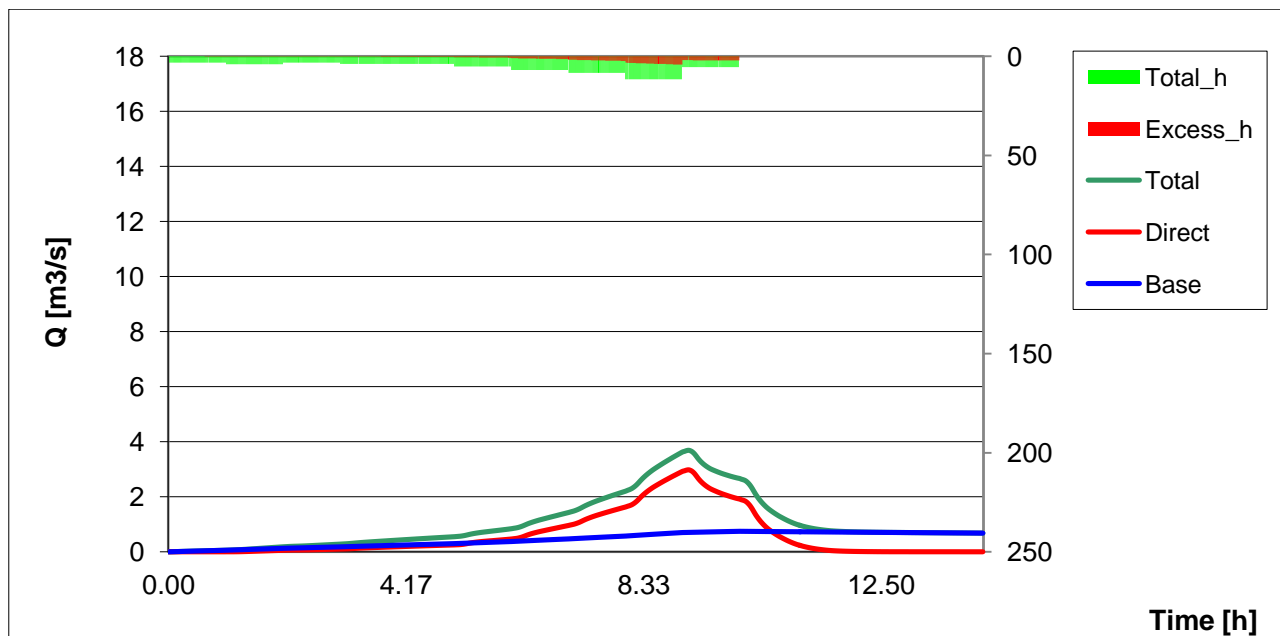


Fig. B.11 Idrogramma per la piena del 3/10/2005.

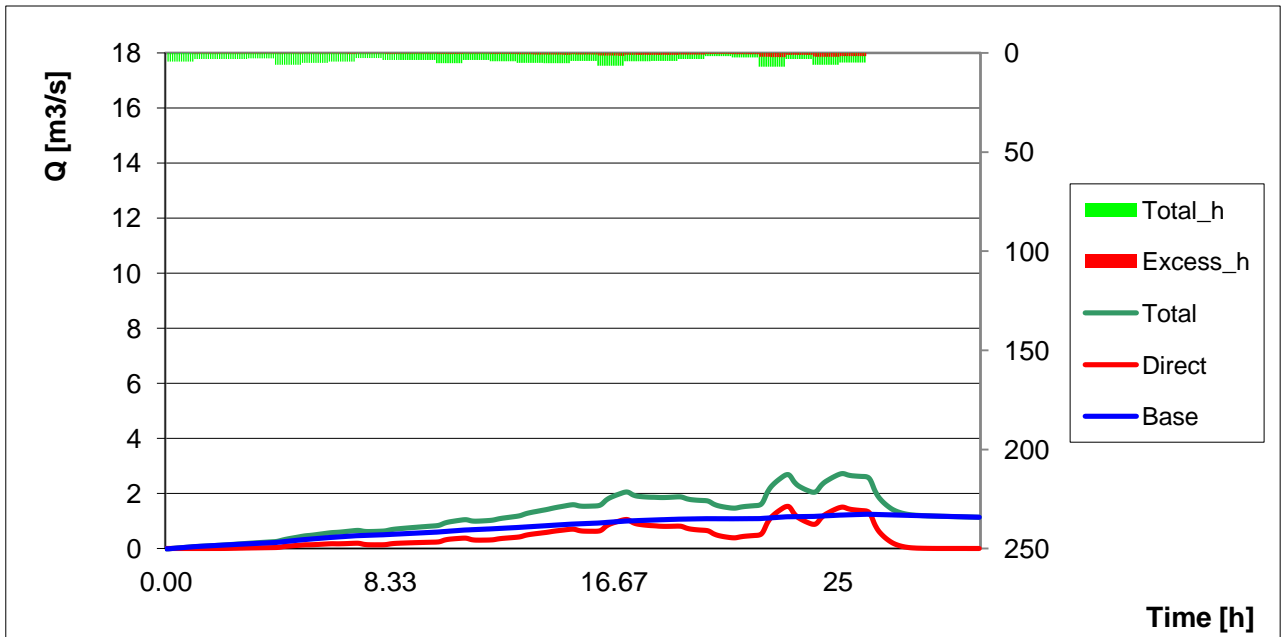


Fig. B.12 Idrogramma per la piena del 23-24/11/2007.

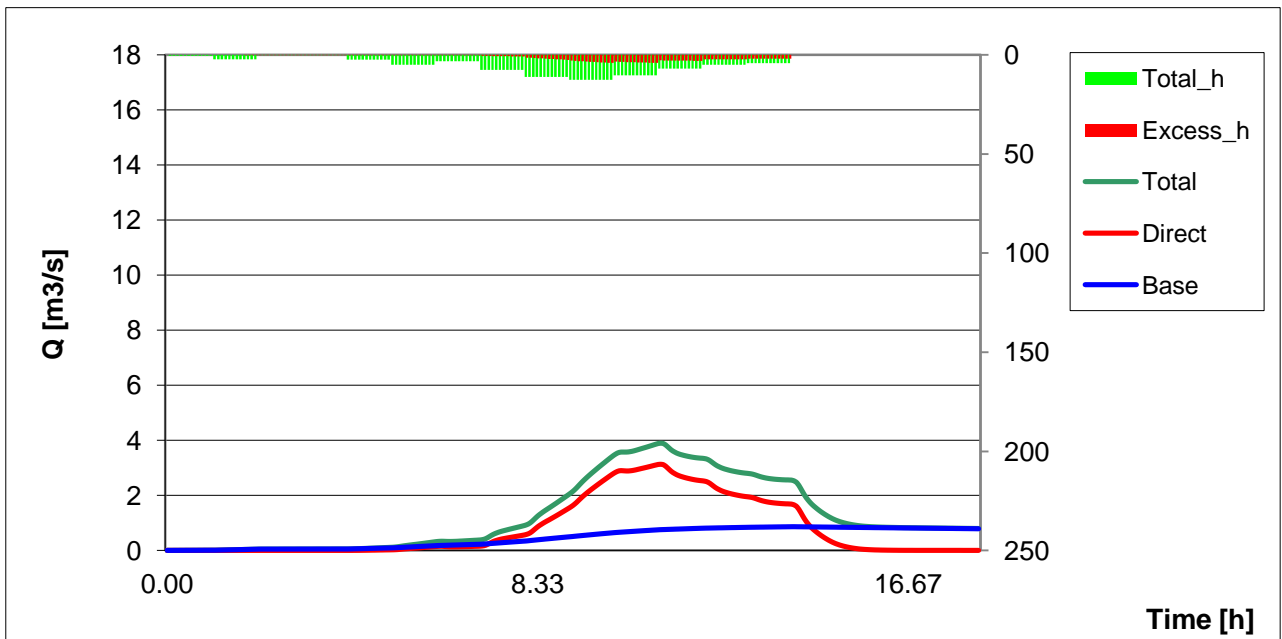


Fig. B.13 Idrogramma per la piena del 4/11/2008.

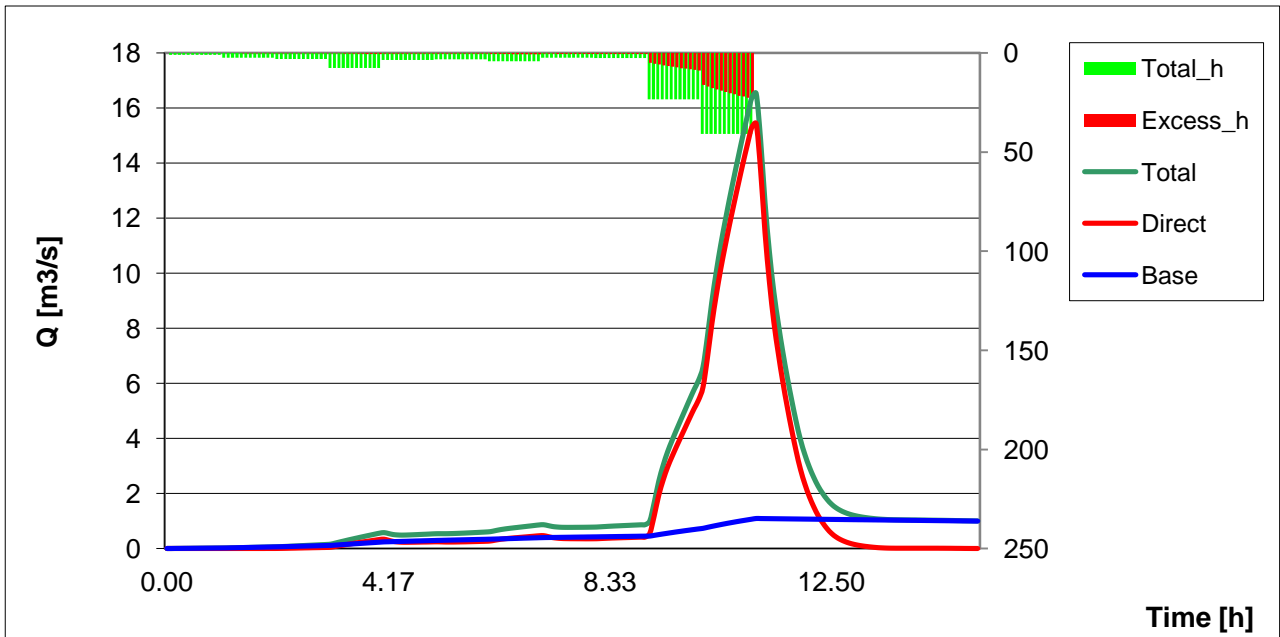


Fig. B.14 Idrogramma per la piena del 14-15/08/2010.

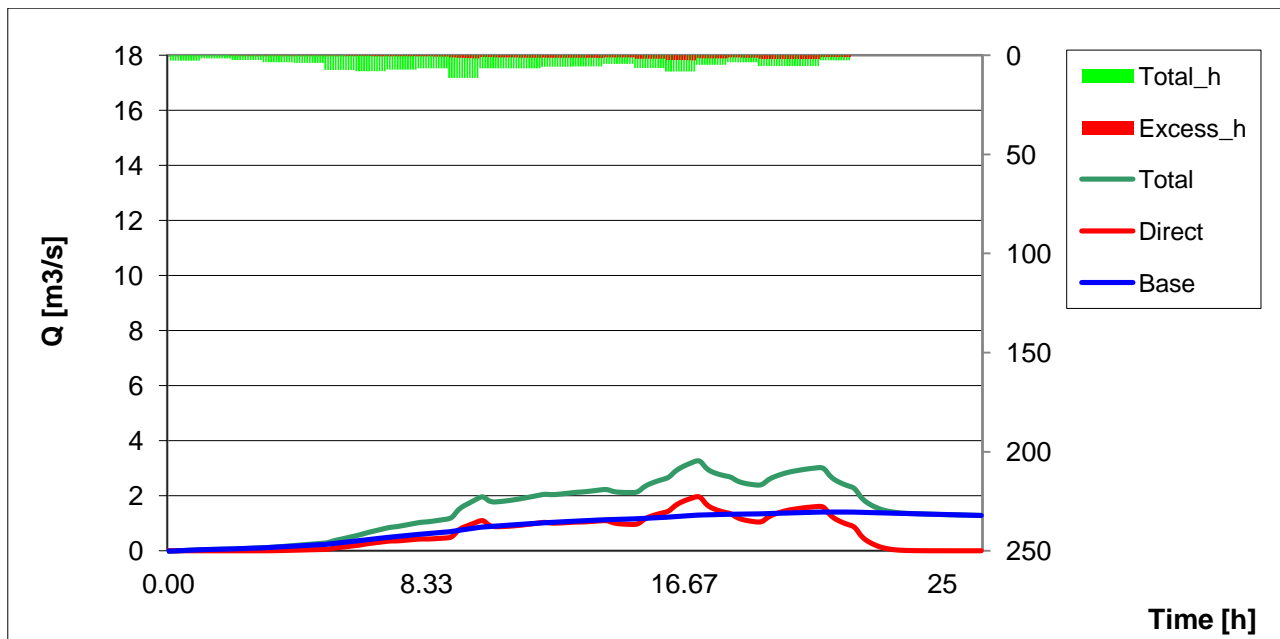


Fig. B.15 Idrogramma per la piena del 31/10/2010-1/11/2010.