



**PROGETTO
AMBIENTE**

STUDIO ASSOCIATO DI INGEGNERIA

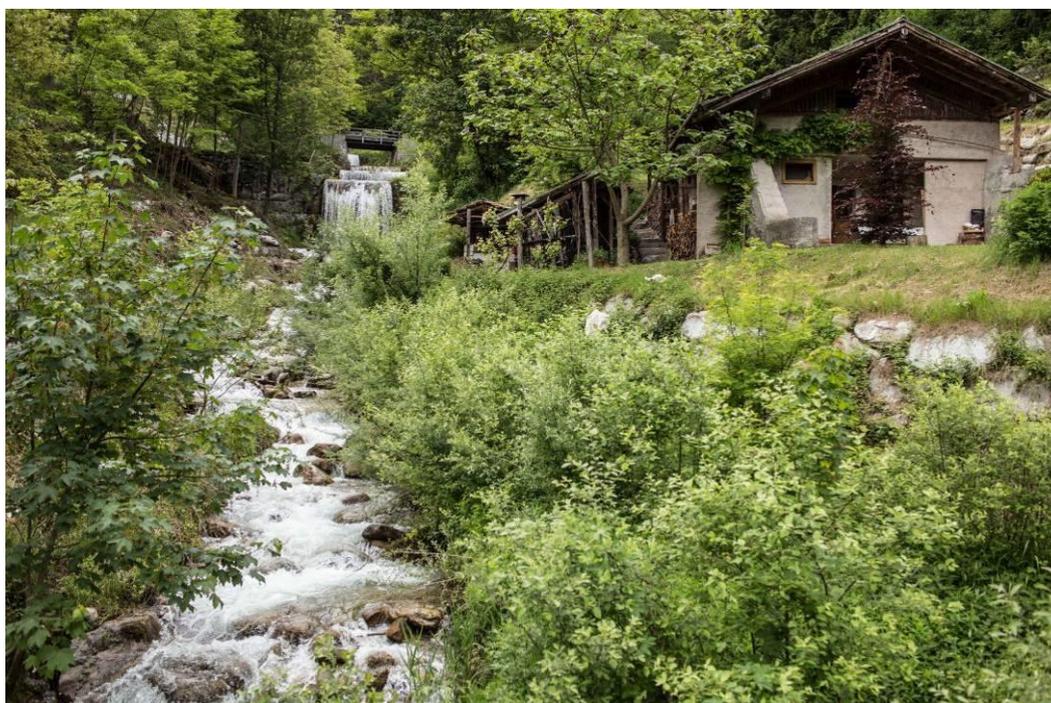
Corso Buonarroti, 43/2 - 38122 Trento - tel 0461/262819 fax 178/6069391
P.I. 02021940222 - www.progettoambiente.tn.it - info@progettoambiente.tn.it

COMUNE DI TRE VILLE

PROVINCIA DI TRENTO

COMMITTENTE: MICHELE BALLARDINI

**RICHIESTA VARIANTE AL P.R.G.
DEL COMUNE DI TRE VILLE
- P.ED. 6 E PARTICELLE LIMITROFE NEL C.C. DI PREORE -**



RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

					<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROV. DI TRENTO</p> <p><i>Matteo Giuliani</i> dott. ing. MATTEO GIULIANI</p> <p>ing. civile e ambientale, industriale e dell'informazione iscriz. Albo N°2459 - Sez. A degli ingegneri</p> </div>			
1	Revisione	GLN	GLN	20/12/2018				
0	Emissione	GLN/DNA	GLN	01/07/2013			LINGUA	PAGINE
REV	DESCRIZIONE	EMESSO	APPROV.	DATA			I	38

SIGLA 156_C_R1-1_Relazione compatibilità idraulica_rio Manez.doc

Questo documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato in tutto o in parte senza il consenso scritto di questo studio (legge 22 aprile 1941, n 633-art 2575 e segg. c.c.)



Indice

1	Oggetto	4
2	Descrizione del progetto	5
3	Inquadramento del fenomeno idrogeologico	7
4	Inquadramento generale del bacino e del corso d'acqua	10
5	Analisi idrologica	18
6	Modellazione idraulica	24
6.1	Dati di input.....	24
6.1.1	Geometria	24
6.1.2	Condizioni al contorno	26
6.1.3	Idrogrammi di piena	26
6.1.4	Parametri idraulici	27
6.2	Risultati della modellazione idraulica 1D.....	28
7	Pericolosità idraulica.....	34
8	Uso del suolo, Vulnerabilità e Rischio Idraulico.....	35
9	Conclusioni.....	37
10	Bibliografia.....	38

1 Oggetto

Il presente documento rappresenta la relazione di compatibilità idraulica relativa alla **richiesta di variazione del P.R.G. del comune di Tre Ville** in corrispondenza della p.ed 6 dello stesso comune catastale e particelle limitrofe.

L'intervento in oggetto ricade allo stato attuale in un'area classificata, secondo il PGUAP, come area a bosco e pascolo e soggetta a moderata pericolosità geologica e moderato rischio idrogeologico R1; ciò deriva dal fatto che a pochi metri dalla particella catastale n°6 in esame scorre il rio Manez, affluente di sinistra del fiume Sarca.

La richiesta di variazione del P.R.G., con cambio d'uso del suolo delle seguenti particelle (vedasi Figura 2.1):

- p.ed. 6, pp.ff. 353/2 e 353/3 da area a prato di montagna ad area residenziale;
- p.f. 1464, parte della p.f. 350/2 e parte della p.ed 5 da prato di montagna a verde privato;

determina una conseguente variazione del rischio idrogeologico che raggiungerebbe il valore R3.

Obiettivo del presente studio di compatibilità idraulica è l'analisi idrologico-idraulica del tratto del rio Manez nei pressi dell'edificio sulla p.ed. 6 del C.C. di Preore, al fine di rivalutare il pericolo di esondazione dello stesso e determinare conseguentemente il nuovo valore del rischio idrogeologico nella zona di interesse.

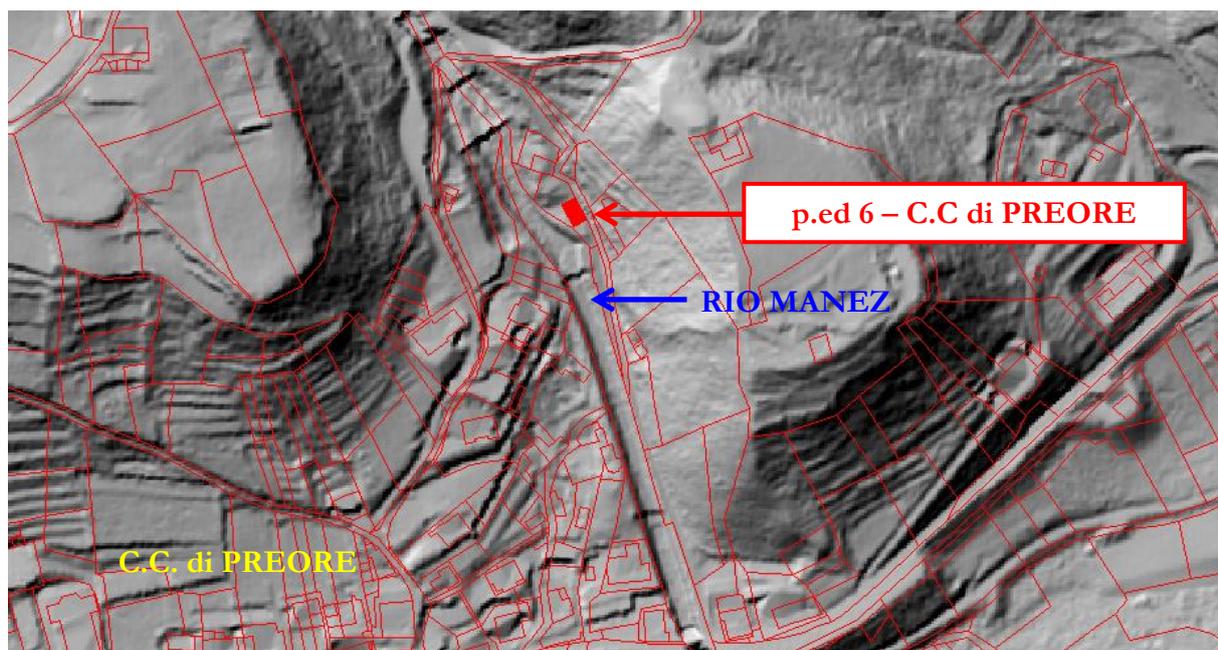


Figura 1.1: Inquadramento della p.ed. 6 del C.C. di Preore (Prov. di Trento) oggetto della ristrutturazione edilizia.

2 Descrizione del progetto

In data 08 febbraio 2018, il proponente del progetto, sig. Michele Ballardini, ha inoltrato al Comune di Tre Ville istanza di modifica del P.R.G. richiedendo il cambio di destinazione d'uso del suolo delle seguenti particelle (vedasi Figura 2.1):

- p.ed. 6, pp.ff. 353/2 e 353/3 da area a prato di montagna ad area residenziale;
- p.f. 1464, parte della p.f. 350/2 e parte della p.ed 5 da prato di montagna a verde privato.



Figura 2.1: Estratto della carta catastale del comune di Preore con indicazione dell'area interessata dalla variante al P.R.G.

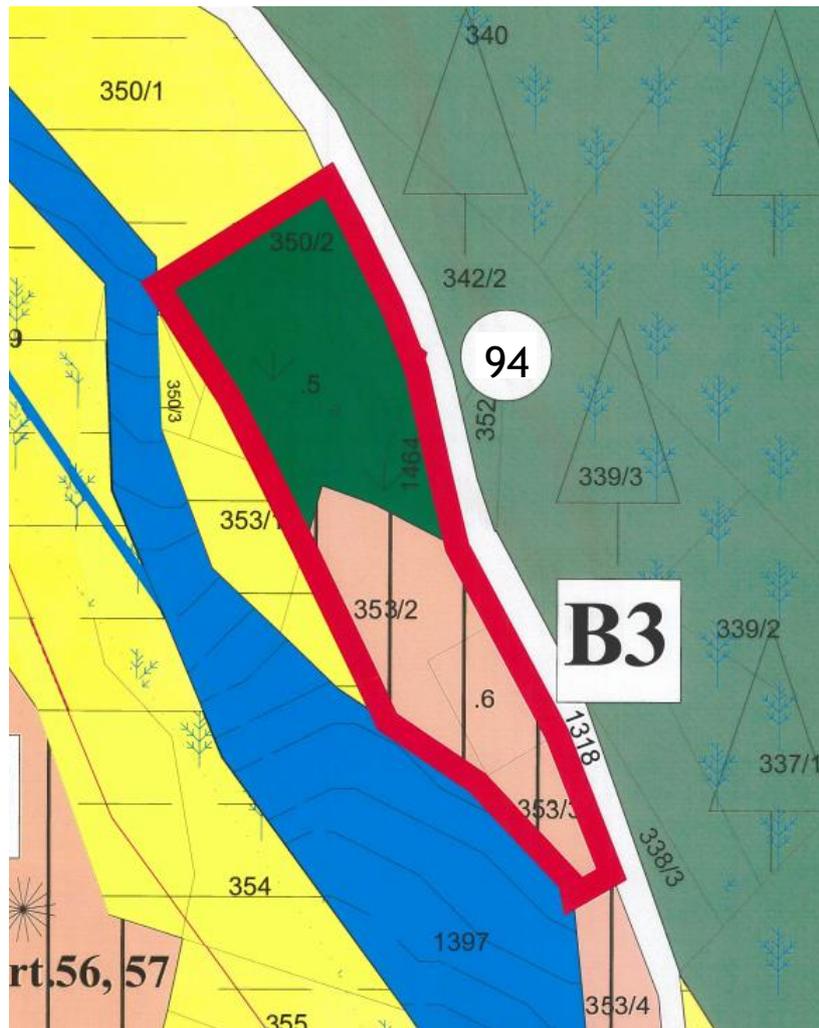


Figura 2.2: Stralcio della Variante al PRG per l'area interessata.

3 Inquadramento del fenomeno idrogeologico

Vengono di seguito riportati gli estratti della carta del valore d'uso del suolo (Figura 3.1), della carta della pericolosità idrogeologica (Figura 3.2) e di quella del rischio idrogeologico (Figura 3.3) estratte dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque (PGUAP) della Provincia di Trento.

L'area occupata dalla p.ed.6 e limitrofe del C.C. di Preore è indicata attualmente come area a bosco e pascolo. Dal punto di vista del pericolo e del rischio idrogeologico la particella non è soggetta a esondazione ma rientra in un area a moderata pericolosità geologica e moderato rischio idrogeologico.

Per quanto riguarda invece il rischio medio e moderato, l'Art. 18 – Aree a rischio medio e moderato (R2 e R1) delle Norme di Attuazione del PGUAP prevede che *la definizione degli interventi ammissibili nelle aree a rischio idrogeologico medio, contrassegnate R2, e moderato, contrassegnate R1, è demandata ai piani regolatori generali dei comuni, che vi provvedono mediante approfondimenti a scala locale riferiti anche alle possibili alternative di localizzazione delle previsioni urbanistiche nel loro insieme.*

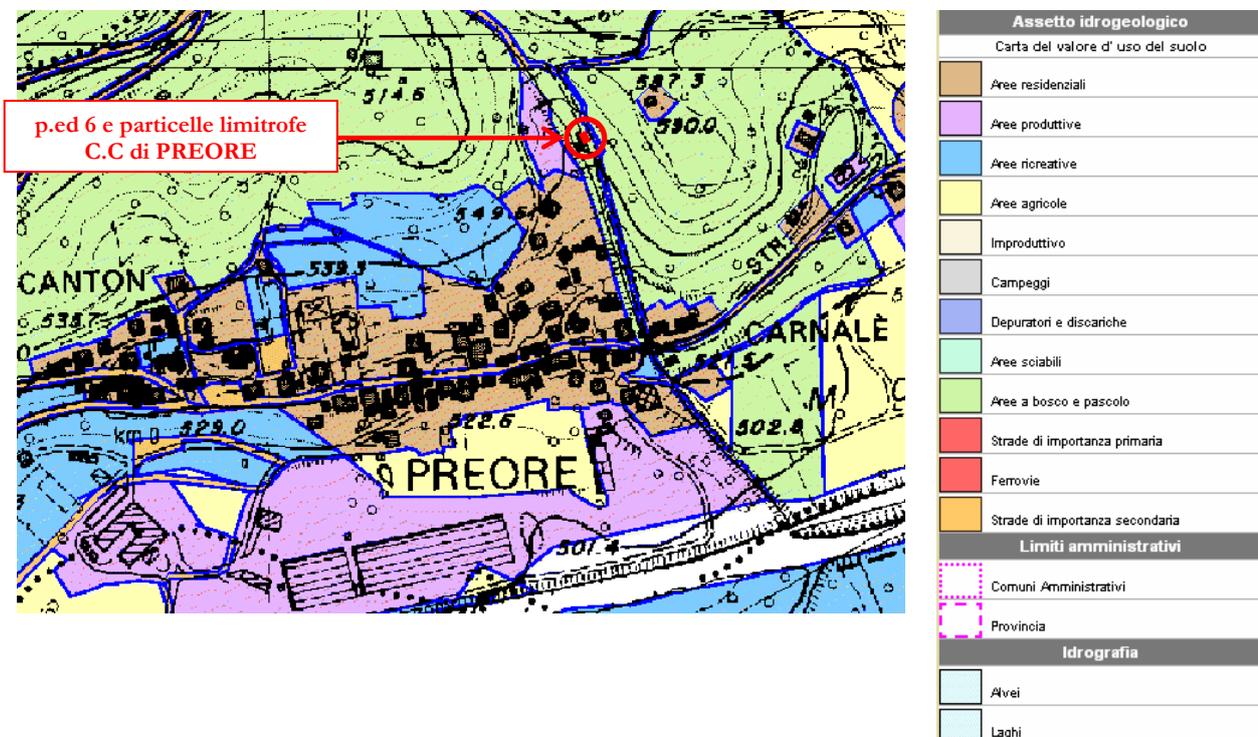


Figura 3.1: Estratto della Carta de valore d'Uso del Suolo (PGUAP). Il cerchio rosso indica l'area oggetto dell'analisi nel comune di Tre Ville.

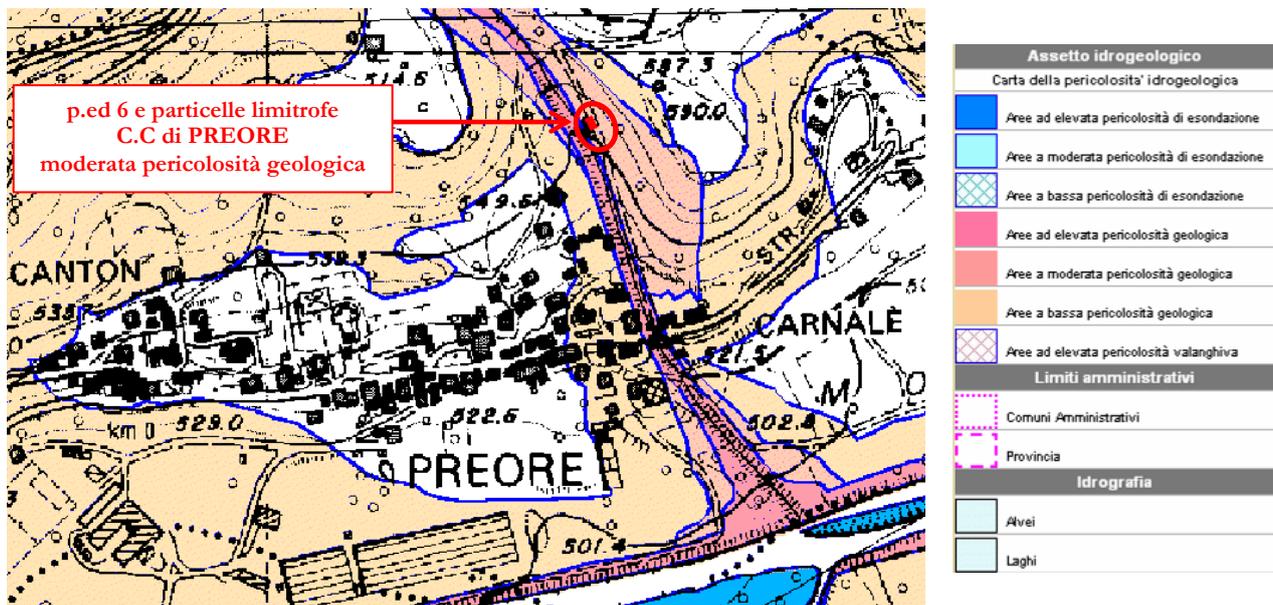


Figura 3.2: Estratto della Carta della Pericolosità Idrogeologica (PGUAP). Il cerchio rosso indica l'area oggetto dell'analisi nel comune di Tre ville.

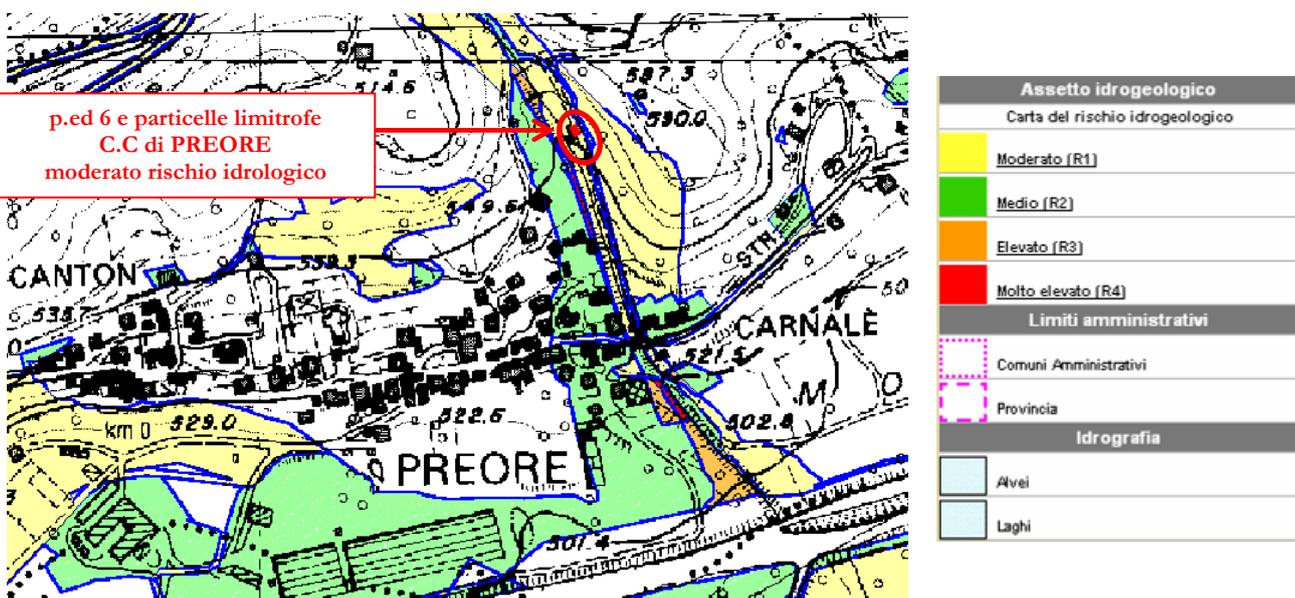


Figura 3.3: Estratto della Carta del Rischio Idrogeologico (PGUAP). Il cerchio rosso indica l'area oggetto dell'analisi nel comune di Tre Ville.

Dal momento che il progetto di ristrutturazione edilizia determina una variazione del rischio idrogeologico da R1 a R3 bisogna far riferimento all'Art.17 - Interventi consentiti nelle aree R3 delle Norme di Attuazione del PGUAP, che prevede:

Nelle aree a rischio idrogeologico elevato - contrassegnate R3 nella cartografia di piano -, a condizione che con apposito studio di compatibilità si analizzino dettagliatamente le condizioni di rischio e si definiscano gli accorgimenti costruttivi di



Relazione di compatibilità idraulica

carattere strutturale, localizzativo e architettonico per la realizzazione degli interventi nonché quelli per la loro utilizzazione atti a tutelare l'incolumità delle persone ed a ridurre la vulnerabilità dei beni, possono essere autorizzati:

- a. gli interventi ammessi nelle aree a rischio idrogeologico molto elevato; in particolare per quelli di cui alla lettera f) del primo comma sono ammessi ampliamenti di volume fino al dieci per cento.*
- b. le opere di infrastrutturazione e le bonifiche agrarie, previa autorizzazione della Provincia;*
- c. gli interventi di trasformazione urbanistica ed edilizia, già previsti dai piani regolatori generali vigenti alla data di entrata in vigore di questo piano, a condizione che, nel rispetto di quanto disposto dal primo comma dell'articolo 19, lo studio di compatibilità di cui all'alinea attesti un grado di rischio non superiore a medio (R2). I Comuni interessati autorizzano detti interventi previo parere favorevole della Provincia.*
- d. le nuove previsioni urbanistiche di interventi di cui alla lettera c), nel rispetto della condizione ivi prevista e previa autorizzazione della Provincia in merito alla compatibilità degli interventi dal punto di vista idrogeologico.*

4 Inquadramento generale del bacino e del corso d'acqua

Nel presente lavoro si fa riferimento al bacino imbrifero del rio Manez chiuso in corrispondenza della p.ed. 6 del C.C. di Preore, posta in sinistra idrografica lungo il rio a circa 400 m dalla confluenza con il fiume Sarca (Figura 4.1 e Figura 4.2).

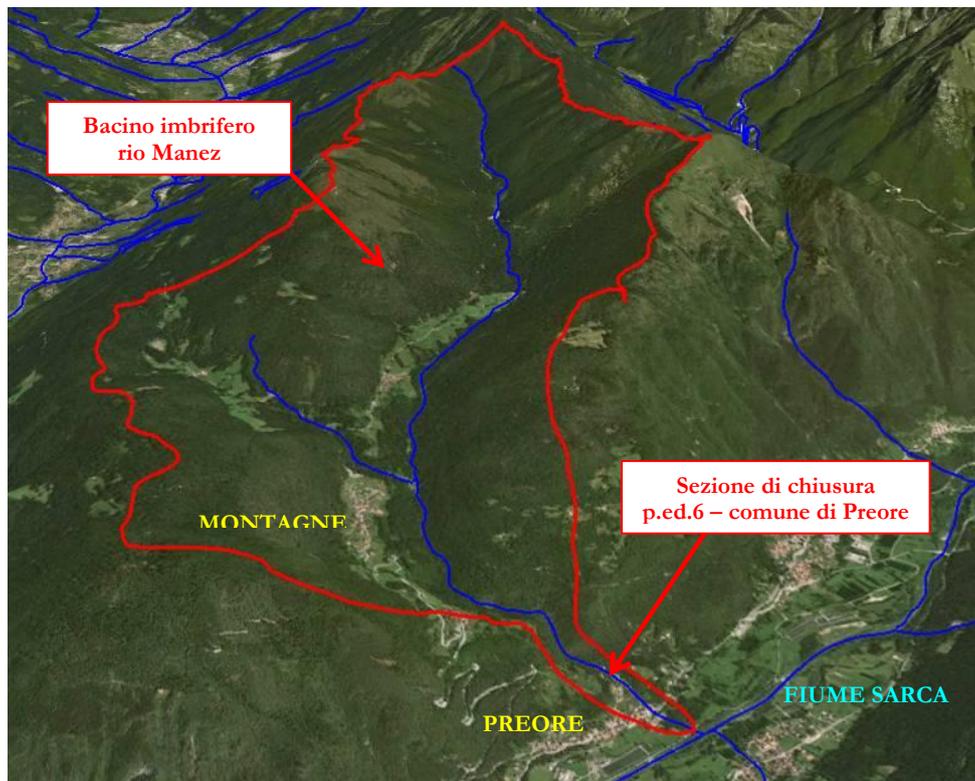


Figura 4.1: Rappresentazione su ortofoto del bacino imbrifero del rio Manez chiuso alla confluenza con il fiume Sarca.

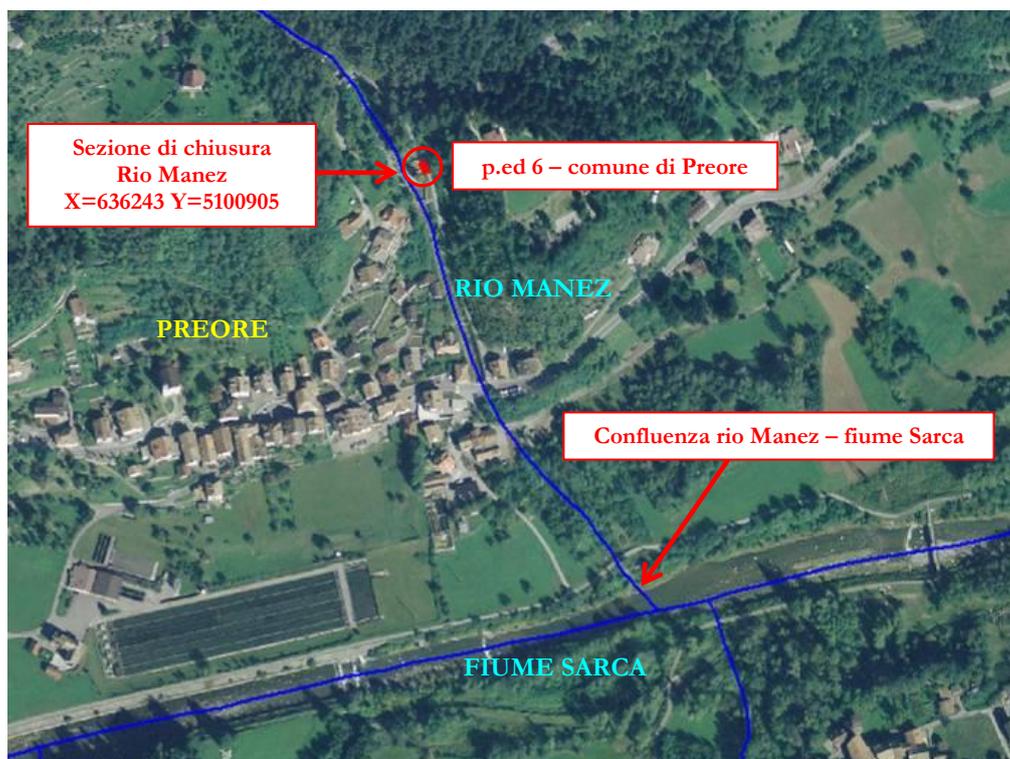


Figura 4.2: Inquadramento su ortofoto della sezione di chiusura del rio Manez in corrispondenza della particella catastale n°6 del Comune Catastale di Preore.

Il rio Menez (Cod. Acqua Pubblica 2091) nasce presso il Passo delle Malghette (1723 m s.l.m.), dalle pendici dei monti Märgole (2054 m s.l.m.) e Tof (2032 m s.l.m.), ed è affluente di destra del fiume Sarca.

Il bacino imbrifero ha un'estensione di circa 12.2 km² ed è prevalentemente ricoperto di boschi di abete rosso, abete bianco e faggio con un fondovalle poco esteso e caratterizzato dalla presenza di due località, Montagne e Binio.

Superficie del bacino [km ²]	12.2
Quota minima [m s.l.m.]	546.12
Quota massima [m s.l.m.]	2032.92
Quota media [m s.l.m.]	1376.52
Pendenza media dei versanti [°]	54.89

Tabella 4.1: Caratteristiche geografiche del bacino del rio Manez, chiuso in corrispondenza della particella catastale n°6 del comune di Tre Ville.

Il tratto del rio oggetto della presente analisi, lungo circa 130 m, è compreso tra il ponte di Via alla Croce e una sezione posta circa 150 m a monte del ponte della strada provinciale SP34 (Figura 4.3).



Figura 4.3: Ortofoto del tratto in esame del rio Manez (i cerchi rossi identificano i ponti di Via alla Croce e della strada provinciale SP34 che delimitano il tratto analizzato).

Il tratto è caratterizzato da una successione di briglie (Figura 4.4, Figura 4.6 e Figura 4.10) ed è stato oggetto nel 2006 di lavori di manutenzione da parte del Servizio Bacini Montani della Provincia di Trento. In tutto il tratto in esame sono visibili le recenti sistemazioni spondali (Figura 4.9, Figura 4.10 e Figura 4.11) ed in particolare la scogliera in massi realizzata in sponda sinistra lungo il tratto del rio adiacente all'area oggetto dell'analisi (Figura 4.9).



Figura 4.4: Vista delle briglie sul rio Manez dal ponte di Via alla Croce (vista verso monte).



Figura 4.5: Vista del rio Manez dal ponte di Via alla Croce (vista verso valle).



Figura 4.6: Vista della briglia sul rio Manez a monte della particella catastale n°6 dalla sponda destra (vista verso monte).

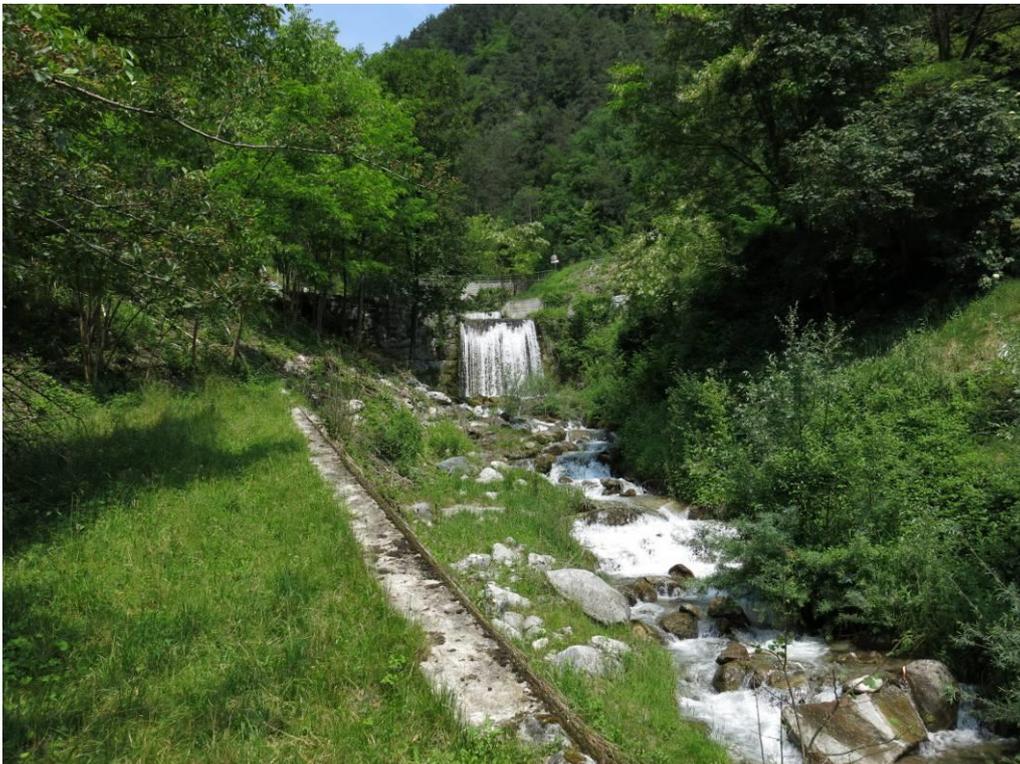


Figura 4.7: Vista del rio Manez dalla sponda destra in prossimità della particella catastale n°6 (vista verso monte).



Figura 4.8: Vista del rio Manez e della particella catastale n°6 dalla sponda destra (vista verso valle).



Figura 4.9: Vista del rio Manez e della particella catastale n°6 dal passaggio pedonale posto qualche metro a valle della particella stessa (vista verso monte).



Figura 4.10: Vista della briglia sul rio Manez in corrispondenza del passaggio pedonale posto qualche metro a valle della particella catastale n°6 (vista verso monte).



Figura 4.11: Vista del rio Manez dal ponte sulla strada provinciale SP34 (vista verso monte).



Per quanto riguarda l'inquadramento del bacino idrografico relativamente a fenomeni franosi ed erosivi si fa riferimento al *Progetto Speciale "per la messa in sicurezza del territorio" - Individuazione e studio delle aree a rischio di alluvionamento sul conoide del Rio Manez - Preore (TN)*, redatto dalla dott. geol. Franca Bazzanella nel 2003 su incarico del Servizio Bacini Montani della Provincia di Trento [7].

Da questo studio sono state estratte delle considerazioni, riportate di seguito, riguardanti i fenomeni franosi ed erosivi rilevati lungo l'asta e sui versanti del rio Manez.

Il bacino del Rio Manez non presenta aree di dissesto in atto di particolare estensione ed entità, anche se va rilevato che i sottobacini, spesso impostati su faglia, possono presentare situazioni di intensa fratturazione del substrato con conseguenti fenomeni erosivi e produzione di materiale detritico movimentabile. La porzione medio-alta del bacino è infatti caratterizzata da un'estesa copertura di detriti di falda.

Il pendio a NE dell'abitato di Preore, in sinistra idrografica, fu interessato da un fenomeno franoso in occasione dell'evento del 1906, ... causato dallo scalzamento al piede da parte del rio in piena. Quest'area fu quindi sottoposta ad interventi di sistemazione, con rimodellamento del versante. Attualmente si osservano deformazioni dei muretti a secco presenti nel tratto inferiore del pendio particolarmente acclive, riconducibili a fenomeni di spinta a tergo dei manufatti da parte delle acque di filtrazione.

Lo studio conclude che *nel complesso, comunque, non si tratta di un bacino caratterizzato da evidentissimi fenomeni di instabilità se non in alcune situazioni molto localizzate. Ci si può quindi attendere che il contributo di queste aree al trasporto solido potenziale possa essere limitato, nel complesso, al massimo a 10.000 m³.*

Contributi maggiori potrebbero essere possibili solo in caso di riattivazione di antichi dissesti ormai pseudo-stabilizzati e non più rilevabili da ricognizione in campo. C'è da dire, però, come la situazione sistematoria del bacino e la copertura vegetale nettamente migliore rispetto all'evento del 1906, dovrebbe potenzialmente scongiurare questa possibilità.



5 Analisi idrologica ¹

L'analisi idrologica ha per obiettivo la definizione delle onde di piena di progetto del rio Manez per un tempo di ritorno di 30, 100 e 200 anni, come previsto dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche [5]. La portata al colmo verrà in seguito utilizzata come una delle condizioni al contorno della modellazione idrodinamica a moto permanente del tratto in esame.

Il contributo liquido del bacino montano viene stimato attraverso l'applicazione di un modello idrologico distribuito afflussi-deflussi denominato PieniTN attualmente in uso presso il Servizio Bacini Montani della Provincia Autonoma di Trento, sviluppato dal Dipartimento TESAF dell'Università di Padova e dall'AIDI (Associazione italiana di Idronomia) [4]; i valori dei parametri cinematici del modello afflussi-deflussi e di suddivisione delle piogge (Curve Number) sono stati specificatamente tarati sul territorio provinciale ([2] e [3]).

Il modello di afflussi-deflussi necessita dei seguenti dati in ingresso:

- il modello digitale del terreno per definire la direzione di deflusso, l'area contribuyente, il reticolo idrografico;
- la carta del CN;
- i parametri cinematici della propagazione dell'onda di piena ossia la velocità media sul versante e nel canale di norma rispettivamente pari a 0.02 m/s e 2 m/s [2];
- lo ietogramma di progetto a blocchi alterni o Chicago; la durata critica della pioggia viene valutata attraverso il metodo "trial and error", cioè per tentativi, attraverso il confronto della portata al colmo della piena per esecuzioni del modello con precipitazioni di durata diversa. La precipitazione viene costruita a partire dalle curve di possibilità pluviometrica, ottenute mediante analisi statistica, secondo la distribuzione di probabilità di Gumbel, delle piogge intense registrate dalla Provincia Autonoma di Trento sino al 2004.

Lo ietogramma di progetto, come è stato detto in precedenza, è del tipo a blocchi alterni o Chicago; tale forma dello ietogramma si può considerare rappresentativa degli eventi meteorici che interessano i bacini montani di modesta estensione (fino a 200 km²).

La curva di possibilità pluviometrica che fornisce, per un fissato tempo di ritorno (T_r), l'altezza di pioggia (h) in funzione della durata (t_p) dell'evento pluviometrico è definita tramite la seguente equazione:

¹ La determinazione dell'idrogramma di progetto è stata eseguita dal Servizio Bacini Montani della Provincia Autonoma di Trento.

$$h = a (t_p)^n$$

Per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica è necessario fare riferimento ai dati di pioggia rilevati in stazioni pluviometriche situate nelle vicinanze della zona oggetto di studio: più esteso è il periodo durante il quale si sono effettuate osservazioni sistematiche delle grandezze d'interesse e maggiore sarà l'affidabilità dei risultati ottenuti dalla loro elaborazione statistica. La metodologia statistica per la determinazione dei parametri a e n della curva si fonda sulla ricerca preliminare della distribuzione di probabilità che meglio si adatta ai dati di pioggia della serie storica.

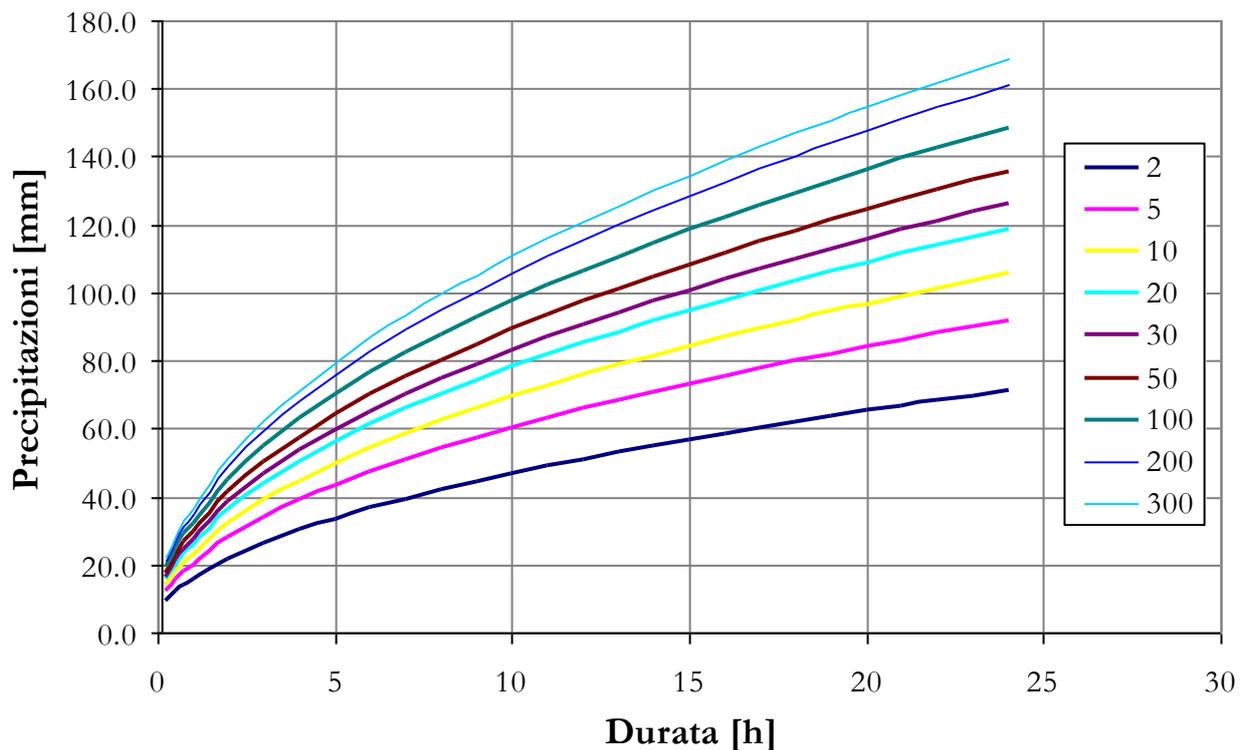


Figura 5.1: Curve di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno relative al bacino del rio Manez.

Dall'implementazione del codice di calcolo PieneTN si sono ottenute le onde di piena per tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni riportate in Figura 5.2; a ciascuna piena corrisponde il valore di portata al colmo e la massima portata per unità di superficie di Tabella 5.1.

	Tr 30	Tr 100	Tr 200
AMC	2.887	3.125	3.257
CN apparente	60.1	63.9	66.0
Q [m³/s]	14.39	18.74	21.55
u [m ³ /s/km ²]	1.18	1.54	1.77

Tabella 5.1. Portate al colmo della piena per vari tempi di ritorno e relative portate per unità di superficie; AMC=antecedent mixture condition.

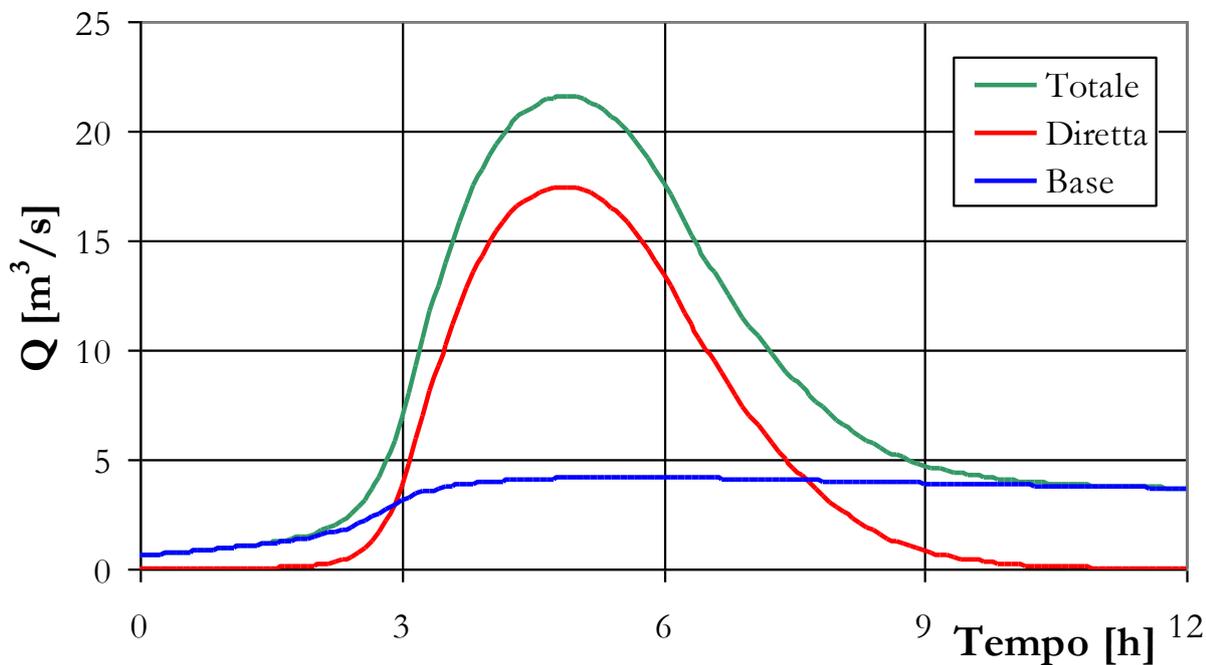


Figura 5.2: Idrogramma di piena per un evento con tempi di ritorno 200 anni, rio Manez.

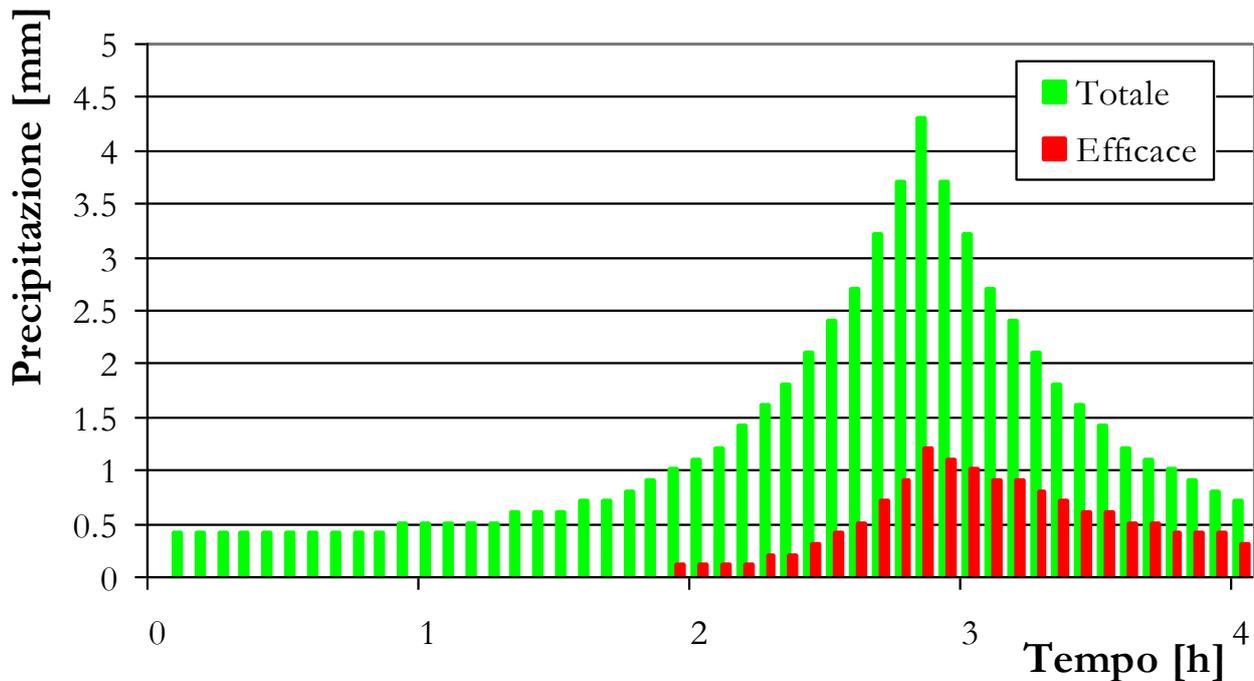


Figura 5.3: Ietogramma di progetto utilizzato per la determinazione dell'idrogramma di piena (TR200). Ptot indica la pioggia totale, Pexc la pioggia efficace.

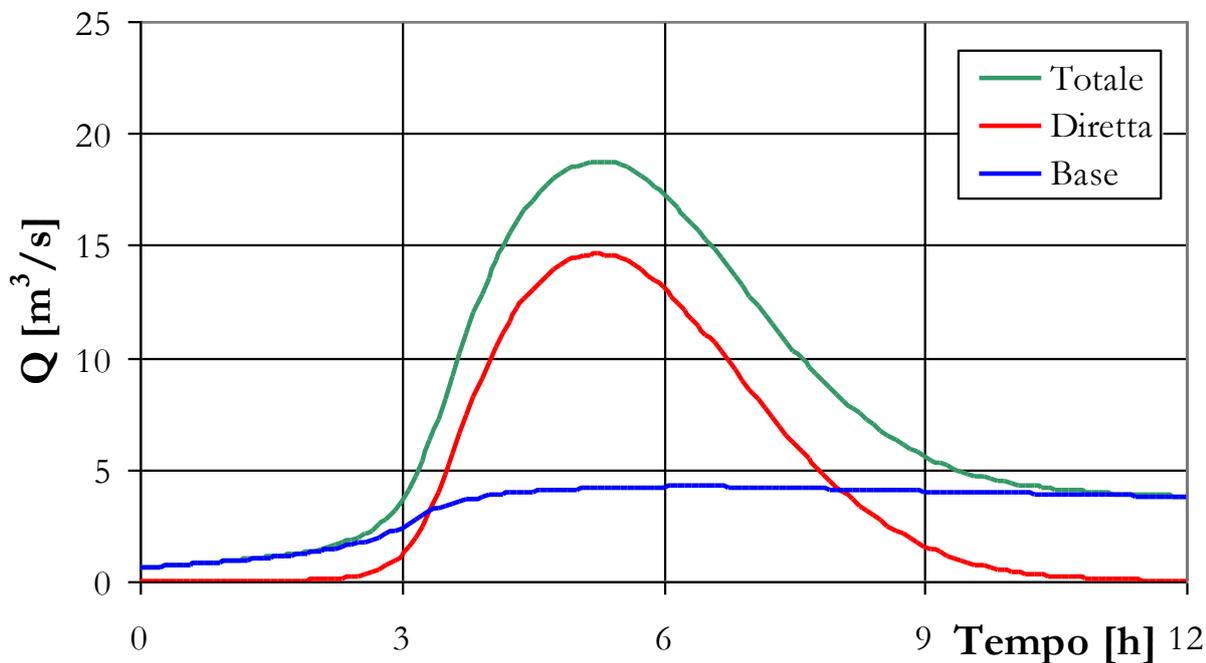


Figura 5.4: Idrogramma di piena per un evento con tempi di ritorno 100 anni, rio Manez.

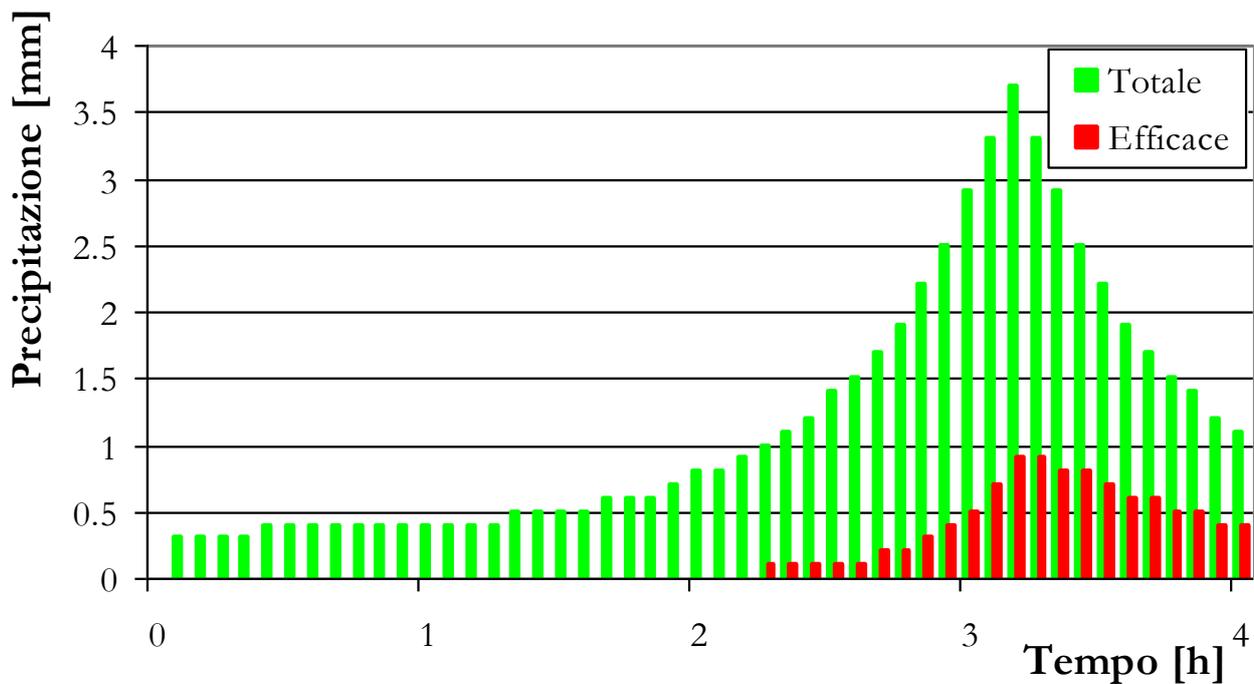


Figura 5.5: Ietogramma di progetto utilizzato per la determinazione dell'idrogramma di piena (TR100). Ptot indica la pioggia totale, Pexc la pioggia efficace.

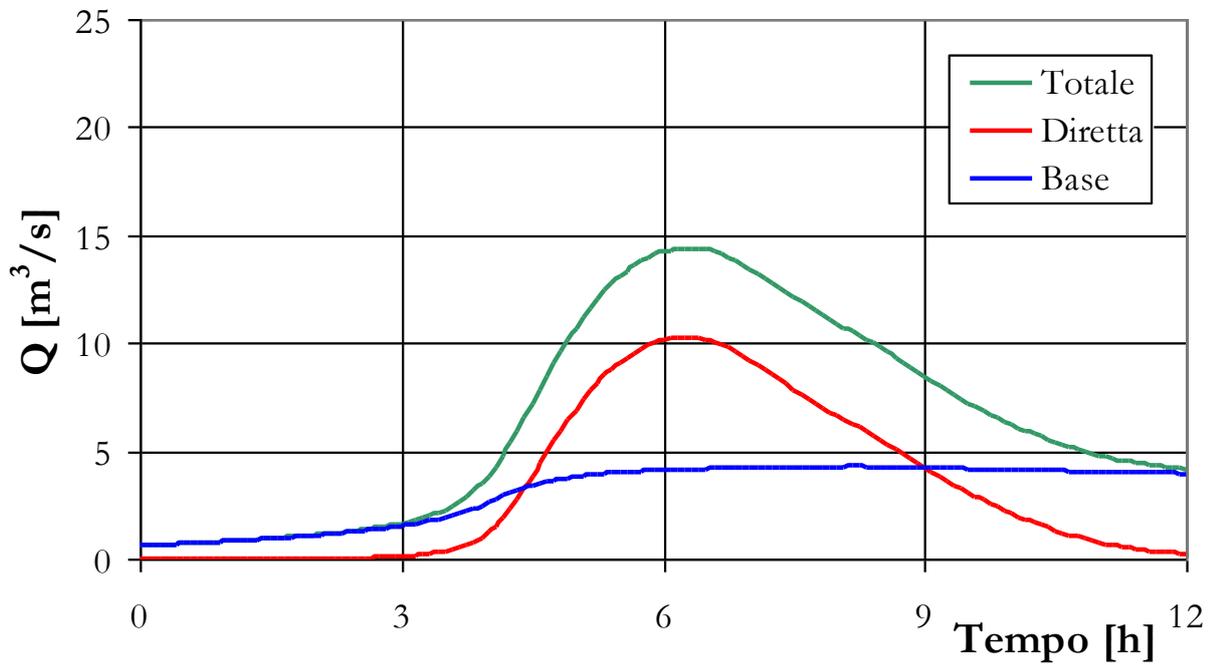


Figura 5.6: Idrogramma di piena per un evento con tempi di ritorno 30 anni, rio Manez.

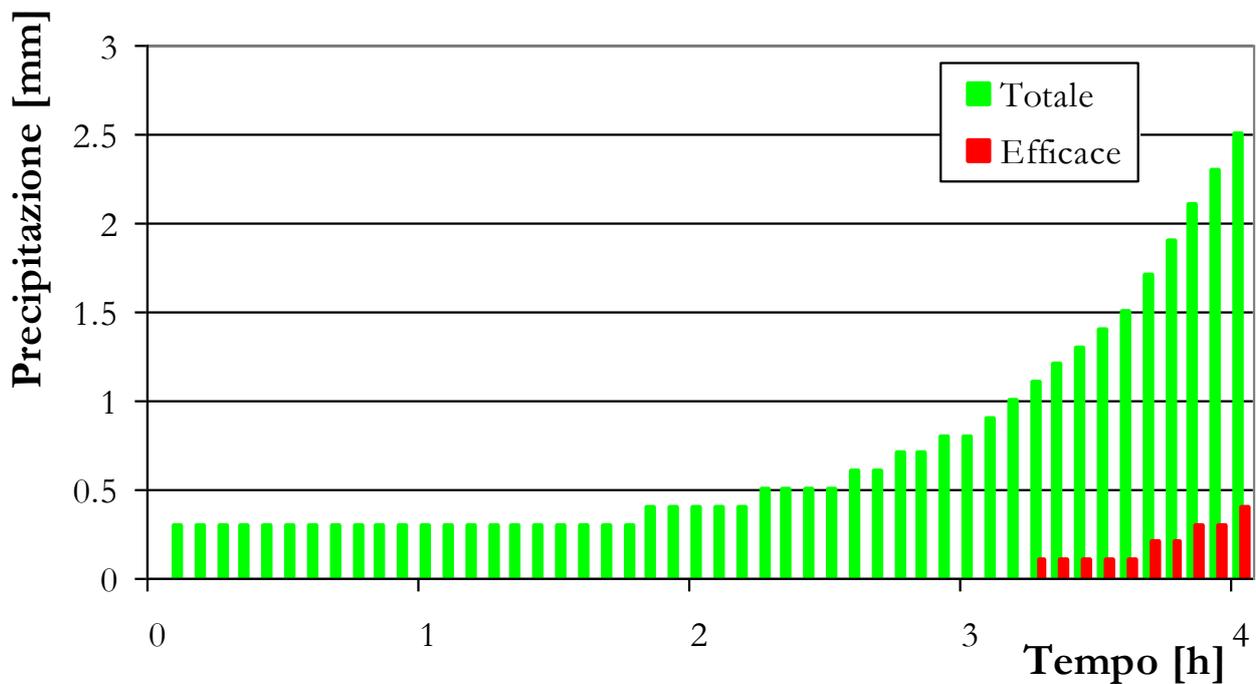


Figura 5.7: Ietogramma di progetto utilizzato per la determinazione dell'idrogramma di piena (TR30). Ptot indica la pioggia totale, Pexce la pioggia efficace.



Al fine di tenere conto nell'analisi dei deflussi di piena anche del potenziale trasporto solido a questi collegato, nel paragrafo 6.1.3 si applicherà un coefficiente moltiplicativo al valore di portata al picco.

Nelle analisi eseguite nello studio *Progetto Speciale "per la messa in sicurezza del territorio" - Individuazione e studio delle aree a rischio di alluvionamento sul conoide del Rio Manez - Preore (TN)* [7], sopra citato, sono state valutate anche le portate di piena con un modello afflussi-deflussi analogo a quello utilizzato attualmente dal Servizio Bacini. Tale analisi è stata eseguita dal dott. Silvio Grisotto e ha portato a valori di portata al picco significativamente superiori a quelli sopra presentati. La portata derivata dall'analisi idrologica è stata poi incrementata di circa il 20% al fine di ottenere la portata volumetrica complessiva comprensiva anche del trasporto solido.

In estrema sintesi i valori di picco stimati per la portata liquida e per la portata liquida-solida per diversi tempi di ritorno riportata nello studio [7] sono quelli riportati in Tabella 5.2.

	Tr 50	Tr 100	Tr 200
Portata liquida al picco $Q_{\text{liquida}} [\text{m}^3/\text{s}]$	22.573	25.444	28.247
Portata liquida-solida al picco $Q_{\text{liquida} + \text{solida}} [\text{m}^3/\text{s}]$	27.373	30.855	34.254

Tabella 5.2. Portata liquida e portata liquida-solida al colmo della piena per vari tempi di ritorno (*Progetto Speciale "per la messa in sicurezza del territorio" - Individuazione e studio delle aree a rischio di alluvionamento sul conoide del Rio Manez - Preore (TN)*).



6 Modellazione idraulica

Il tratto di corso d'acqua in esame viene implementato in un codice di calcolo monodimensionale al fine di valutarne il campo di moto e di evidenziarne le eventuali criticità di natura idraulica. Le analisi saranno eseguite a moto permanente e fondo fisso con il software Hec-Ras dell'U.S. Army Corps of Engineers per i tempi di ritorno di 30, 100 e 200 anni.

Le grandezze fisiche necessarie all'implementazione del modello numerico sono:

- la geometria dell'alveo;
- parametri idraulici (resistenza al moto);
- le condizioni al contorno di monte (tra cui vi sono gli idrogrammi di piena), di valle e nelle eventuali sezioni intermedie di controllo.

6.1 Dati di input

6.1.1 Geometria

La geometria dell'alveo è stata definita attraverso 16 sezioni estrapolate dal modello tridimensionale del terreno, ottenuto tramite rilievo Lidar che definisce la quota del terreno in una griglia quadrata di lato 1 m. Il tratto di corso d'acqua oggetto dell'analisi è lungo circa 130 m ed è delimitato a monte dal ponte di Via alla Croce e a valle da una sezione posta circa 145 m a monte del ponte sulla strada provinciale SP34 (Figura 6.1).

Lungo questo tratto sono presenti 3 briglie, di cui due a monte (sezioni 15 e 12) e una a valle del tratto d'alveo adiacente alla particella catastale n°6 (sezione 3).

In Tabella 6.1 sono riportate per ogni sezione del modello le principali caratteristiche geometriche.

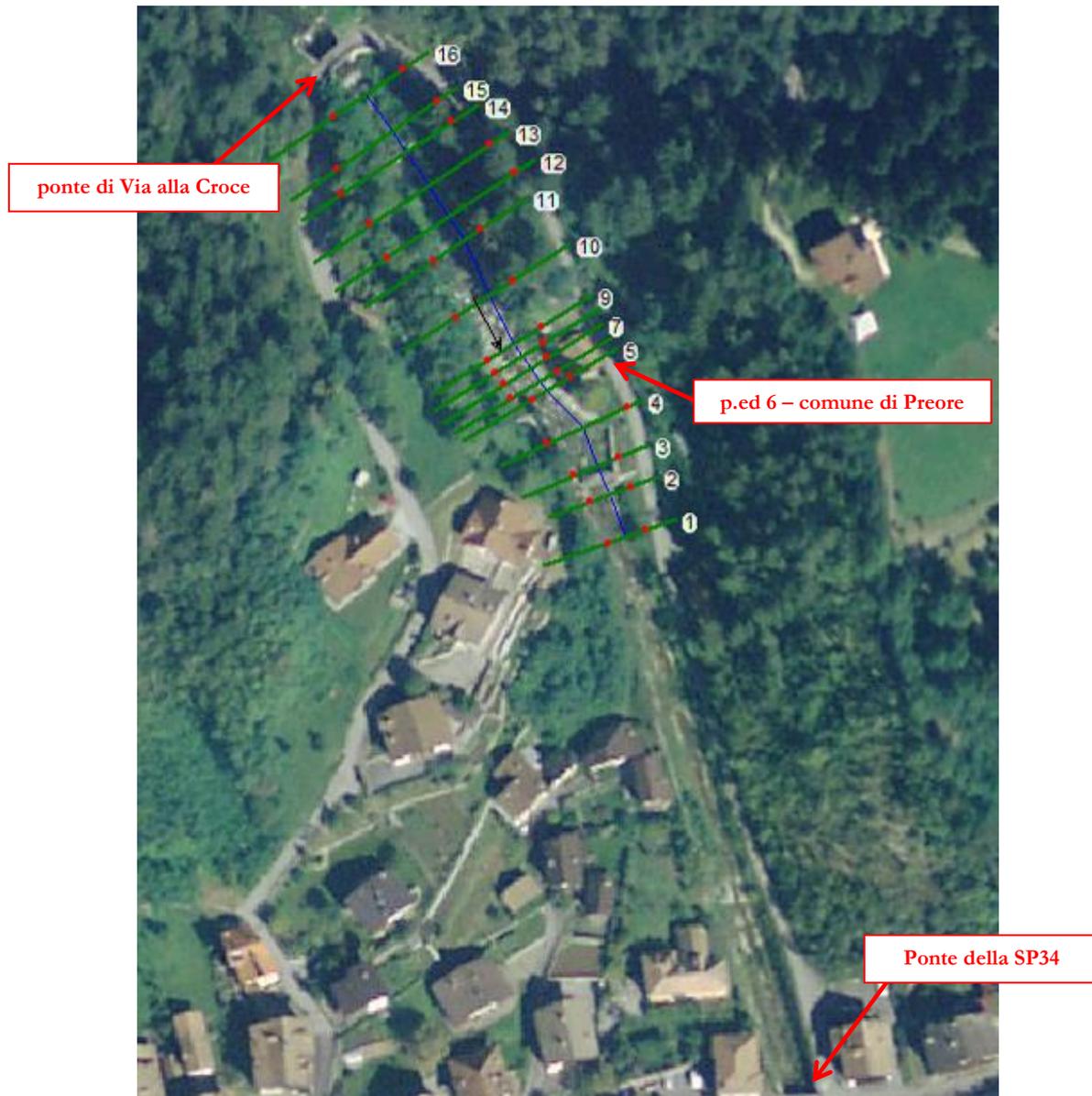


Figura 6.1: Posizione planimetrica delle sezioni inserite nel modello numerico.

River Sta	Cum Ch Len	Length Chnl	Min Ch El	Bank El Left	Bank El Right
(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
16	128.74	11.23	568.08	573.40	573.50
15	117.52	6.03	567.55	572.66	573.64
14	111.48	10.11	564.14	570.77	573.05
13	101.38	9.26	562.92	569.58	569.35
12	92.11	7.12	562.65	567.61	568.16
11	85.00	15.03	557.14	561.37	560.55
10	69.96	13.69	554.31	559.66	558.74
9	56.28	3.60	551.80	557.11	555.19



8	52.68	3.55	551.30	554.15	554.59
7	49.13	4.15	550.57	553.15	553.80
6	44.98	2.90	549.98	552.76	553.01
5	42.08	12.65	549.58	553.01	551.87
4	29.43	10.24	547.93	552.14	550.43
3	19.19	7.91	546.89	549.48	548.66
2	11.28	11.28	543.96	546.81	547.06
1			541.73	544.33	545.17

Tabella 6.1: Caratteristiche geometriche del tratto in esame. River Sta = N° sezione del corso d'acqua; Cum Ch Len=distanza progressiva delle sezioni; Length Chnl= distanza relativa tra le sezioni; Min Ch Elev= quota minima della sezione; Levee Elev Left= quota dell'argine in sinistra idrografica; Levee Elev Elev= quota dell'argine in destra idrografica. La numerazione delle sezioni in Hec-Ras avviene da valle verso monte.

6.1.2 Condizioni al contorno

A monte e a valle del tratto in oggetto, vista la “cilindricità” dell'alveo intesa in senso idraulico, si può porre la condizione di moto localmente uniforme con pendenza del fondo rispettivamente pari a 4.7% e 26.6%.

6.1.3 Idrogrammi di piena

La simulazione a moto permanente viene eseguita imponendo nella sezione iniziale la portata liquida al colmo di ciascuna piena di progetto, risultante dall'analisi idrologica (cap.5), incrementata a favore di sicurezza del 20% per tenere conto dell'eventuale trasporto solido, dato che si tratta di un corso d'acqua con notevole pendenza. Tale coefficiente di incremento è inoltre stato utilizzato anche nello studio del *Progetto Speciale “per la messa in sicurezza del territorio” - Individuazione e studio delle aree a rischio di alluvionamento sul conoide del Rio Manez - Preore (TN)*.

Le portate al colmo usate nelle simulazioni sono le seguenti:

Tempo di ritorno [anni]	$Q_{\max \text{ progetto}} [\text{m}^3/\text{s}]$
200	25.86
100	22.49
30	17.27

Tabella 6.2: Portata al colmo delle piene del rio Manez incrementate del 20% per tenere conto del trasporto solido.

Nell'analisi idrologica contenuta nel *Progetto Speciale “per la messa in sicurezza del territorio” - Individuazione e studio delle aree a rischio di alluvionamento sul conoide del Rio Manez - Preore (TN)* la portata liquida-solida al colmo della piena per un tempo di ritorno di 200 anni risulta pari a 34.25 m³/s (Tabella 5.2), nettamente superiore ai 25.86 m³/s della Tabella 6.2. Pertanto, si è ritenuto opportuno in via cautelativa eseguire una simulazione a moto permanente anche con una portata di progetto pari a 34.25 m³/s.

In sintesi le portate di progetto utilizzate nella modellazione idraulica sono riportate in Tabella 6.3 con indicazione del codice della simulazione.

Codice simulazione	Tempo di ritorno [anni]	$Q_{\max \text{ progetto}} [\text{m}^3/\text{s}]$
PF1	200	34.25
PF2	200	25.86
PF3	100	22.49
PF4	30	17.27

Tabella 6.3: Portata di progetto usate nella modellazione idraulica con indicazione del codice della simulazione corrispondente.

6.1.4 Parametri idraulici

La resistenza al moto della sezione viene espressa attraverso il coefficiente di scabrezza di Manning n . La scelta dei valori del parametro è stata fatta sulla base delle indicazioni riportate nella letteratura scientifica [1] [6] e nel manuale di Hec-Ras, nonché grazie alle valutazioni granulometriche di campo e all'analisi delle strutture morfologiche caratteristiche del fondo.

In particolare si è assegnato un valore di $0.05 \text{ m}^{-1/3}\text{s}$ ($k_s=20 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$) dal momento che la generica sezione del tratto di corso d'acqua in esame è caratterizzata da ciottoli e massi di grandi dimensioni, nonché da vegetazione erbacea e arbustiva sulle sponde (Figura 6.2).

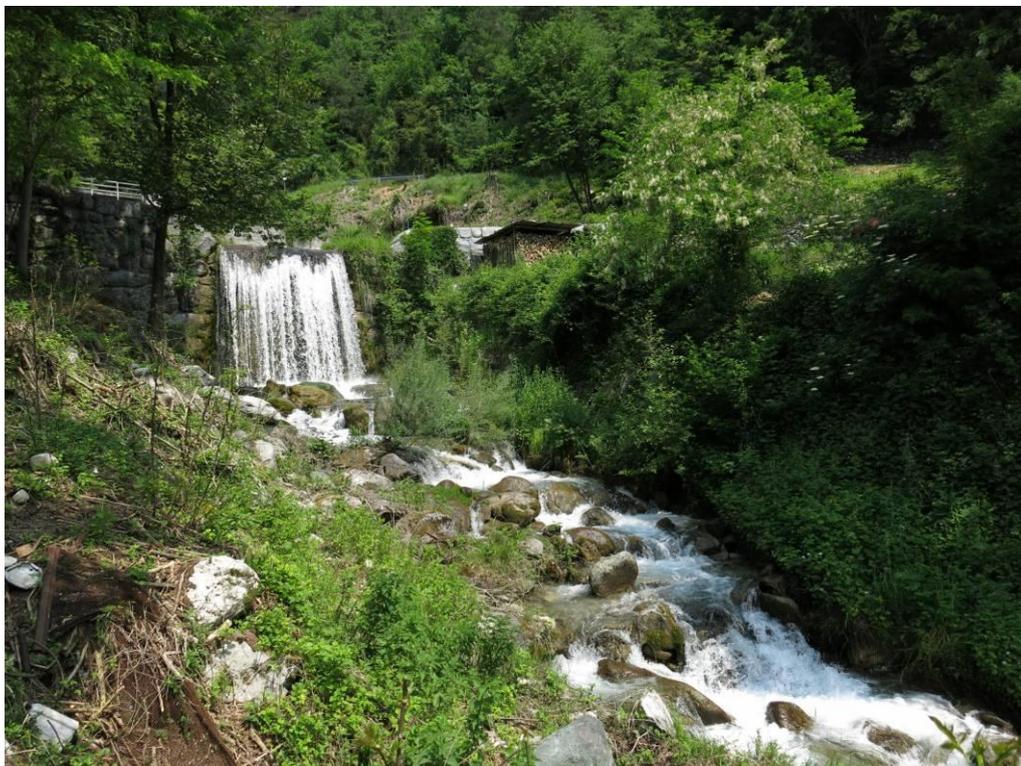


Figura 6.2: Vista dell'alveo nel tratto di corso d'acqua in esame.



6.2 Risultati della modellazione idraulica 1D

Tutto il tratto oggetto dell'analisi è stato implementato in un unico modello matematico, inserendo la geometria delle sezioni rilevate. Nelle Figura 6.3 vengono mostrati i profili del campo di moto ottenuti dalle simulazioni con il codice Hec-Ras in corrispondenza delle sezioni utilizzate nell'analisi, mentre in Tabella 6.5 ÷ Tabella 6.8 sono riportati i valori delle principali grandezze idrodinamiche per i quattro scenari analizzati.

L'analisi idraulica dimostra che l'alveo del rio Manez è in grado di convogliare le portate di progetto senza tracimazione arginale, come si osserva in Figura 6.4 ÷ Figura 6.7 dove vengono mostrate alcune sezioni ritenute significative con l'indicazione del livello idrico nel corso degli eventi di piena di progetto. Nella peggiore delle situazioni per un tempo di ritorno di 200 anni (scenari PF1 e PF2) il franco arginale è pari rispettivamente a 1.41 e 1.54 m in corrispondenza della sezione più sfavorita del tratto d'alveo adiacente all'area in esame (Tabella 6.4).

In corrispondenza della sezione 7, punto di maggior vicinanza tra l'edificio e il rio Manez, è stata misurata in loco l'altezza della sponda che, con una pendenza 3:2, risulta pari a circa 3 m a conferma dell'estrapolazione dal Lidar.

Scenario	sezione	Quota superficie libera [m s.l.m.]	Quota sponda sinistra [m s.l.m.]	Franco arginale [m]
PF1	8	552.26	554.15	1.89
	7	551.74	553.15	1.41
	6	551.09	552.76	1.67
	5	550.70	553.01	2.31
PF2	8	552.13	554.15	2.02
	7	551.61	553.15	1.54
	6	550.96	552.76	1.8
	5	550.56	553.01	2.45

Tabella 6.4: Calcolo del franco arginale nel tratto di maggior interesse per gli scenari PF1 e PF2 maggiormente gravosi.

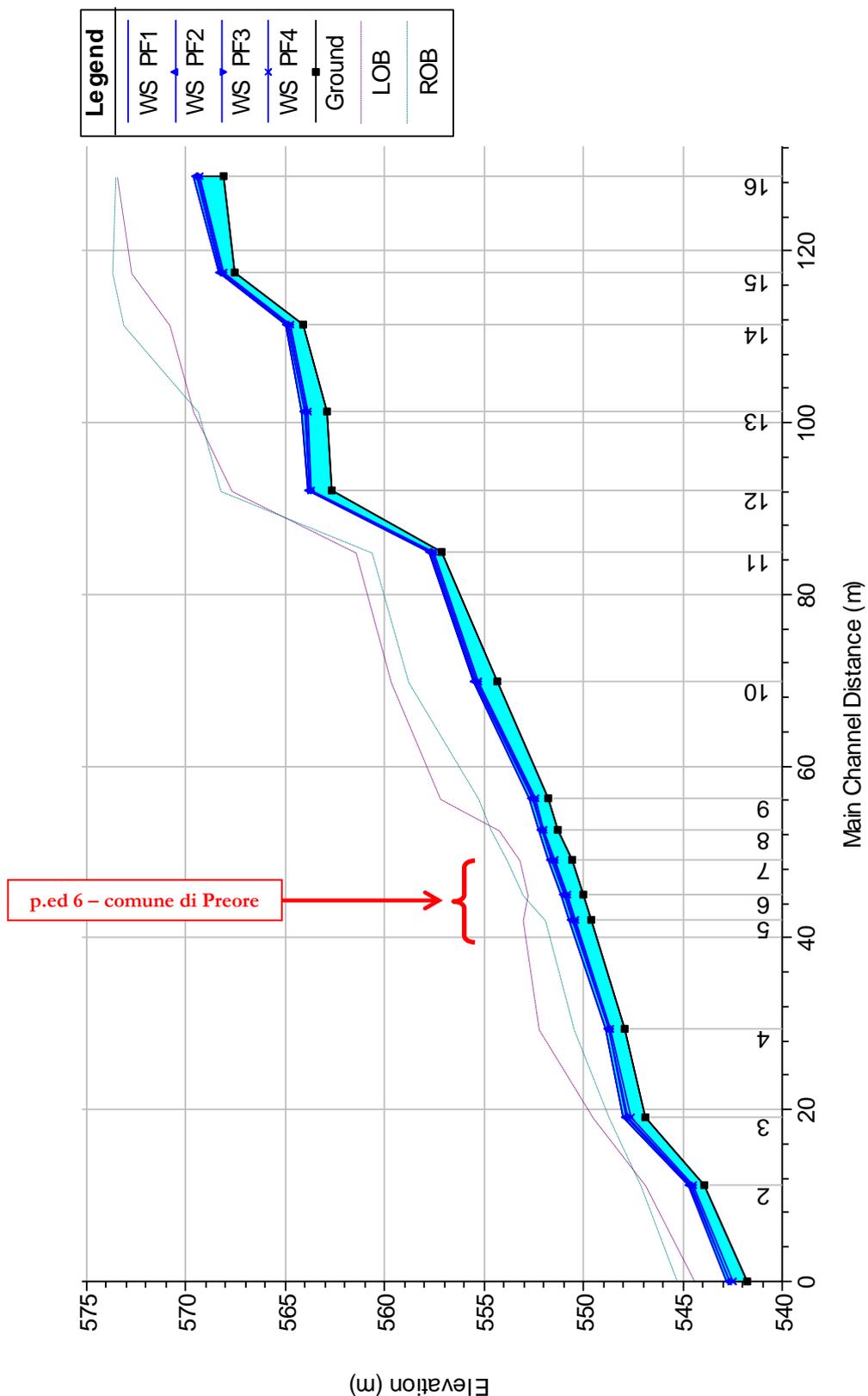


Figura 6.3: Andamento del pelo libero e profilo arginale nel tratto in esame per i diversi scenari analizzati. *WS*=quota della superficie libera per i diversi TR, *Crit*= quota del livello critico per i diversi TR, *LOB*= quota della sponda sinistra; *ROB*= quota della sponda destra.



Relazione di compatibilità idraulica

River Sta	Q totale (m ³ /s)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Crit W.S. (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude
16	34.25	128.74	568.08	569.77	569.61	0.047013	3.66	1.29
15	34.25	117.52	567.55	568.67	568.34	0.126486	4.63	2.01
14	34.25	111.48	564.14	565.63	565.01	0.407585	7.64	3.50
13	34.25	101.38	562.92	564.54	564.17	0.126195	4.79	1.99
12	34.25	92.11	562.65	564.00	563.88	0.058732	3.08	1.37
11	34.25	85.00	557.14	558.54	557.78	0.896964	9.97	5.04
10	34.25	69.96	554.31	556.07	555.57	0.150864	5.78	2.23
9	34.25	56.28	551.80	553.33	552.73	0.190316	6.55	2.51
8	34.25	52.68	551.30	552.83	552.26	0.157490	6.20	2.30
7	34.25	49.13	550.57	552.30	551.74	0.151497	6.14	2.23
6	34.25	44.98	549.98	551.65	551.09	0.151745	6.17	2.25
5	34.25	42.08	549.58	551.25	550.70	0.148535	6.09	2.23
4	34.25	29.43	547.93	549.28	548.85	0.182816	5.52	2.42
3	34.25	19.19	546.89	548.33	547.98	0.077848	4.73	1.64
2	34.25	11.28	543.96	545.46	544.76	0.324974	7.74	3.22
1	34.25		541.73	543.43	542.81	0.165488	6.59	2.36

Tabella 6.5. Grandezze idrodinamiche del tratto in esame per l'evento di piena con TR 200 anni – scenario PF1.
River Sta= N°sezione del corso d'acqua; *Cum Ch Len*= distanza progressiva della sezione misurata a partire dalla sez. terminale; *Min Ch Elev*= quota del fondo alveo; *Crit WS*= quota dell'altezza critica s.l.m.; *WS Elev*= quota della superficie libera s.l.m.; *Min Lev El*= quota minima della sommità degli argini dx e sx s.l.m.; *EG Slope*= pendenza della linea dell'energia; *Vel Chnl*= velocità nel canale; *Froude*= numero di Froude della corrente.

River Sta	Q totale (m ³ /s)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Crit W.S. (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude
16	25.86	128.74	568.08	569.59	569.47	0.047012	3.32	1.27
15	25.86	117.52	567.55	568.54	568.25	0.132832	4.25	2.01
14	25.86	111.48	564.14	565.47	564.89	0.359300	7.48	3.31
13	25.86	101.38	562.92	564.39	564.03	0.133564	4.62	2.02
12	25.86	92.11	562.65	563.89	563.81	0.051621	2.68	1.26
11	25.86	85.00	557.14	558.35	557.68	1.225827	9.93	5.68
10	25.86	69.96	554.31	555.87	555.42	0.140270	5.46	2.14
9	25.86	56.28	551.80	553.11	552.59	0.215894	6.19	2.62
8	25.86	52.68	551.30	552.60	552.13	0.162598	5.69	2.30
7	25.86	49.13	550.57	552.08	551.61	0.151546	5.61	2.20
6	25.86	44.98	549.98	551.43	550.96	0.151816	5.65	2.21
5	25.86	42.08	549.58	551.02	550.56	0.148426	5.53	2.19
4	25.86	29.43	547.93	549.12	548.76	0.171012	4.97	2.30
3	25.86	19.19	546.89	548.11	547.82	0.079508	4.34	1.62
2	25.86	11.28	543.96	545.25	544.63	0.378278	7.39	3.38
1	25.86		541.73	543.19	542.67	0.159396	5.96	2.28

Tabella 6.6. Grandezze idrodinamiche del tratto in esame per l'evento di piena con TR 200 anni – scenario PF2.
River Sta= N°sezione del corso d'acqua; *Cum Ch Len*= distanza progressiva della sezione misurata a partire dalla sez. terminale; *Min Ch Elev*= quota del fondo alveo; *Crit WS*= quota dell'altezza critica s.l.m.; *WS Elev*= quota della superficie libera s.l.m.; *Min Lev El*= quota minima della sommità degli argini dx e sx s.l.m.; *EG Slope*= pendenza della linea dell'energia; *Vel Chnl*= velocità nel canale; *Froude*= numero di Froude della corrente.



Relazione di compatibilità idraulica

River Sta	Q totale (m ³ /s)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Crit W.S. (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude
16	22.49	128.74	568.08	569.51	569.41	0.047012	3.16	1.25
15	22.49	117.52	567.55	568.48	568.20	0.136260	4.07	2.01
14	22.49	111.48	564.14	565.40	564.83	0.386587	7.33	3.40
13	22.49	101.38	562.92	564.30	563.97	0.123515	4.55	1.95
12	22.49	92.11	562.65	563.84	563.77	0.050892	2.58	1.24
11	22.49	85.00	557.14	558.27	557.64	1.427339	9.88	6.01
10	22.49	69.96	554.31	555.79	555.37	0.136934	5.18	2.09
9	22.49	56.28	551.80	553.01	552.53	0.222313	5.95	2.63
8	22.49	52.68	551.30	552.51	552.08	0.161233	5.40	2.27
7	22.49	49.13	550.57	551.98	551.55	0.150698	5.35	2.17
6	22.49	44.98	549.98	551.33	550.89	0.151480	5.39	2.19
5	22.49	42.08	549.58	550.92	550.51	0.147331	5.27	2.16
4	22.49	29.43	547.93	549.05	548.72	0.166526	4.73	2.25
3	22.49	19.19	546.89	548.02	547.75	0.080721	4.16	1.62
2	22.49	11.28	543.96	545.15	544.58	0.407693	7.22	3.46
1	22.49		541.73	543.09	542.61	0.155734	5.66	2.24

Tabella 6.7. Grandezze idrodinamiche del tratto in esame per l'evento di piena con TR 100 anni – scenario PF3.
River Sta= N°sezione del corso d'acqua; *Cum Ch Len*= distanza progressiva della sezione misurata a partire dalla sez. terminale; *Min Ch Elev*= quota del fondo alveo; *Crit WS*= quota dell'altezza critica s.l.m.; *WS Elev*= quota della superficie libera s.l.m.; *Min Lev El*= quota minima della sommità degli argini dx e sx s.l.m.; *EG Slope*= pendenza della linea dell'energia; *Vel Chnl*= velocità nel canale; *Froude*= numero di Froude della corrente.

River Sta	Q totale (m ³ /s)	Cum Ch Len (m)	Min Ch El (m)	Crit W.S. (m)	W.S. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Froude
16	17.27	128.74	568.08	569.39	569.29	0.047035	2.94	1.23
15	17.27	117.52	567.55	568.34	568.13	0.143496	3.75	2.01
14	17.27	111.48	564.14	565.26	564.73	0.445188	7.05	3.56
13	17.27	101.38	562.92	564.17	563.88	0.112666	4.13	1.84
12	17.27	92.11	562.65	563.75	563.69	0.041761	2.38	1.13
11	17.27	85.00	557.14	558.13	557.58	1.951144	9.93	6.78
10	17.27	69.96	554.31	555.63	555.27	0.132908	4.73	2.03
9	17.27	56.28	551.80	552.85	552.44	0.234765	5.52	2.64
8	17.27	52.68	551.30	552.34	551.99	0.157417	4.88	2.20
7	17.27	49.13	550.57	551.81	551.45	0.149097	4.88	2.12
6	17.27	44.98	549.98	551.16	550.79	0.151147	4.94	2.15
5	17.27	42.08	549.58	550.76	550.41	0.145319	4.81	2.11
4	17.27	29.43	547.93	548.93	548.65	0.160220	4.29	2.16
3	17.27	19.19	546.89	547.86	547.64	0.082222	3.83	1.61
2	17.27	11.28	543.96	544.99	544.49	0.473605	6.91	3.64
1	17.27		541.73	542.91	542.51	0.147868	5.11	2.15

Tabella 6.8. Grandezze idrodinamiche del tratto in esame per l'evento di piena con TR 30 anni – scenario PF4.
River Sta= N°sezione del corso d'acqua; *Cum Ch Len*= distanza progressiva della sezione misurata a partire dalla sez. terminale; *Min Ch Elev*= quota del fondo alveo; *Crit WS*= quota dell'altezza critica s.l.m.; *WS Elev*= quota della superficie libera s.l.m.; *Min Lev El*= quota minima della sommità degli argini dx e sx s.l.m.; *EG Slope*= pendenza della linea dell'energia; *Vel Chnl*= velocità nel canale; *Froude*= numero di Froude della corrente.

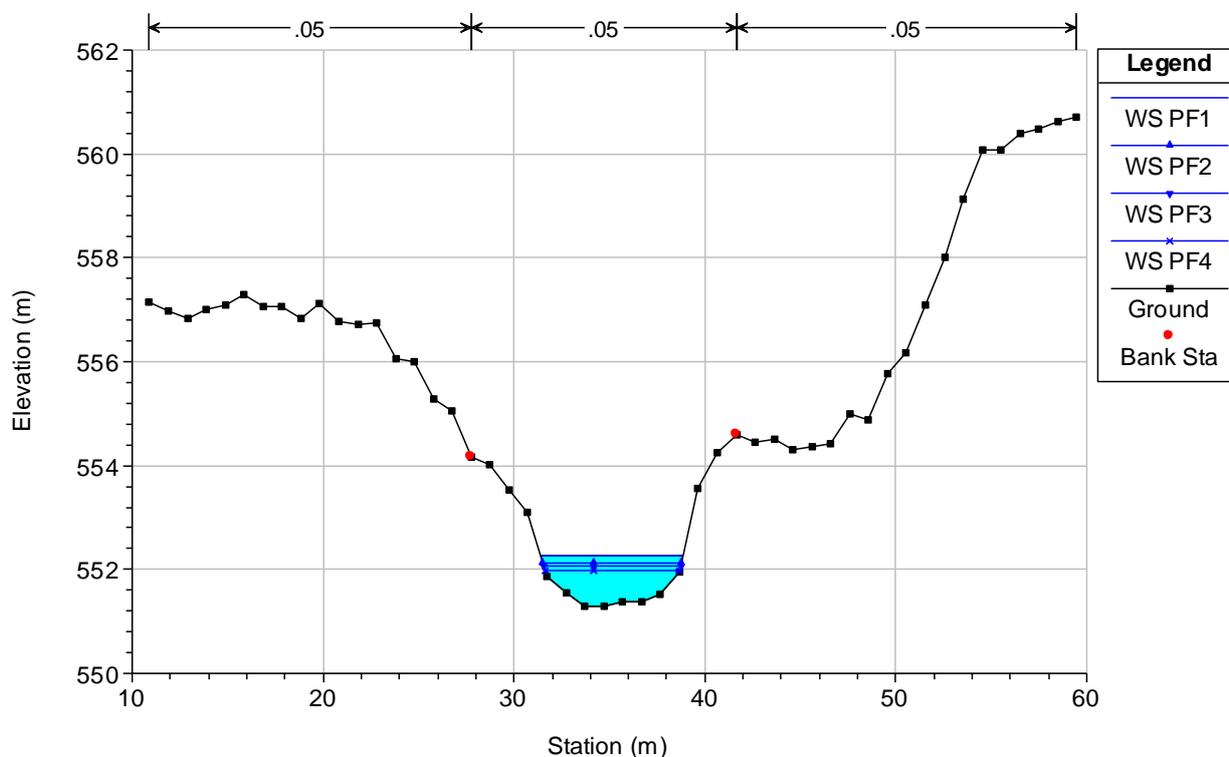


Figura 6.4. Sezione 8 del corso d'acqua con indicata la quota del pelo libero per i vari scenari analizzati.

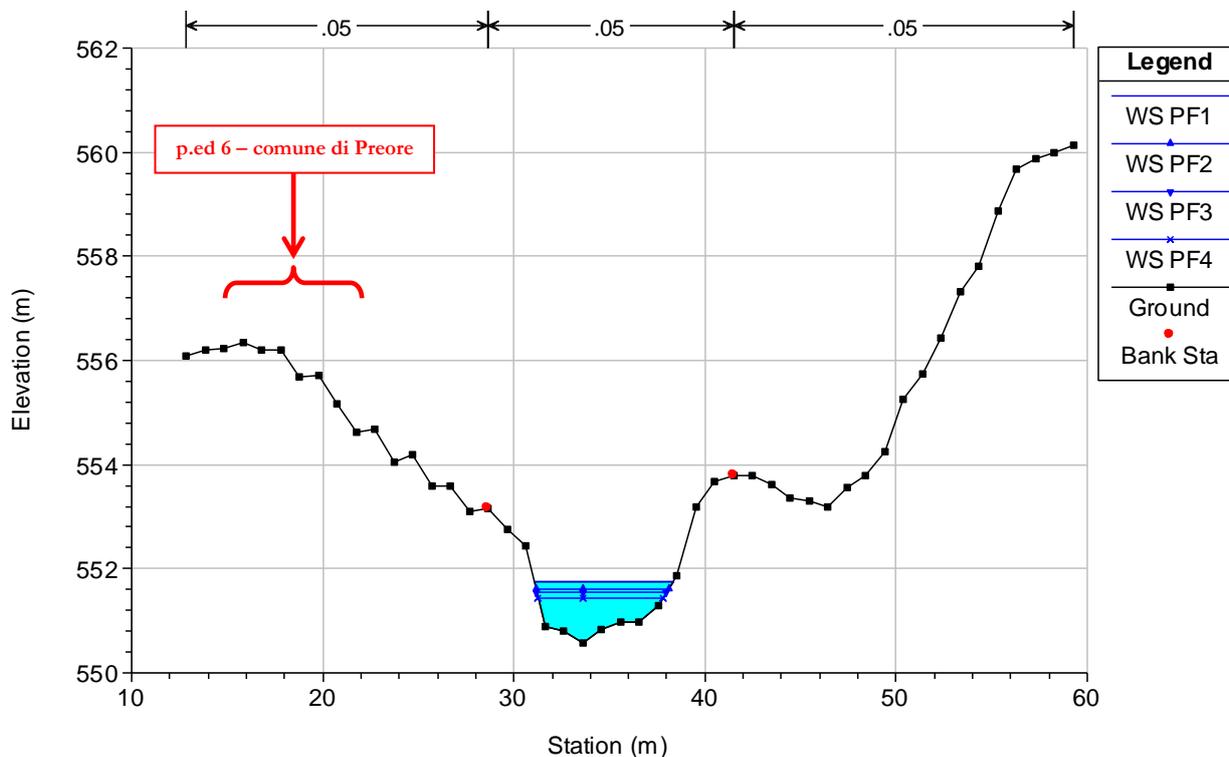


Figura 6.5. Sezione 7 del corso d'acqua con indicata la quota del pelo libero per i vari scenari analizzati.

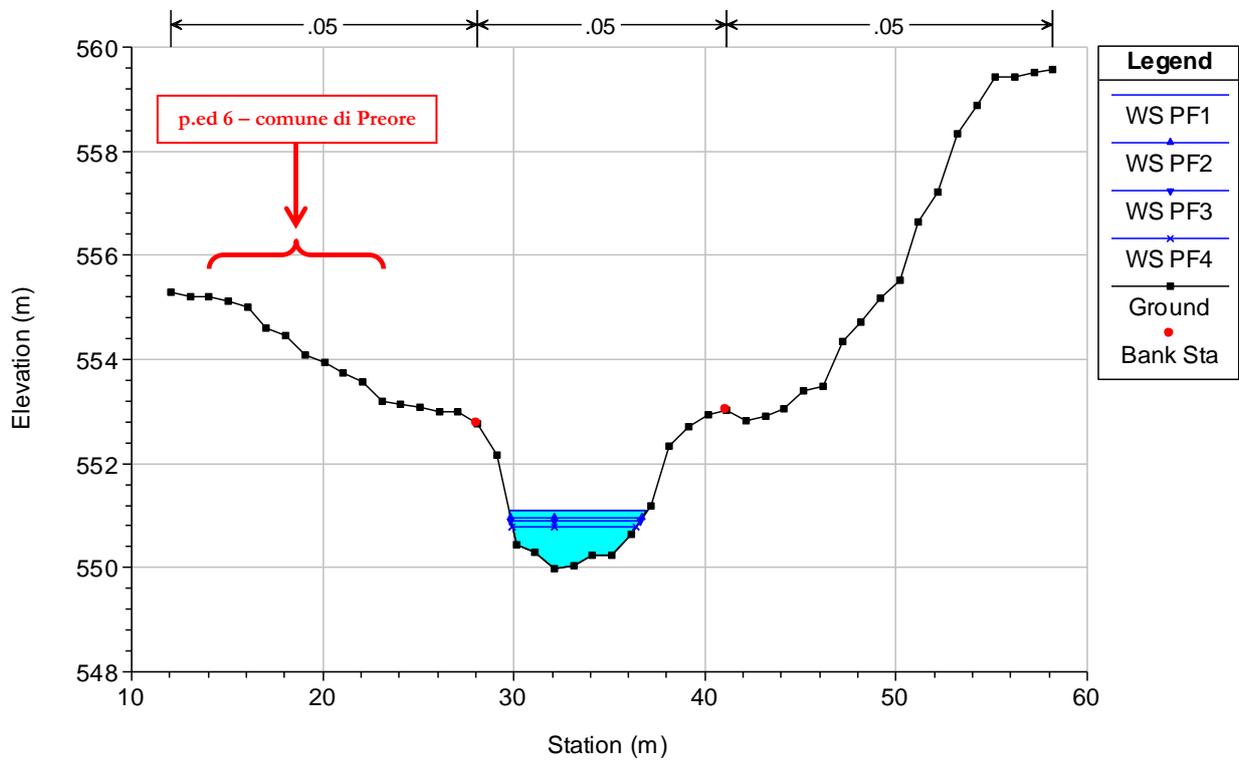


Figura 6.6. Sezione 6 del corso d'acqua con indicata la quota del pelo libero per i vari scenari analizzati.

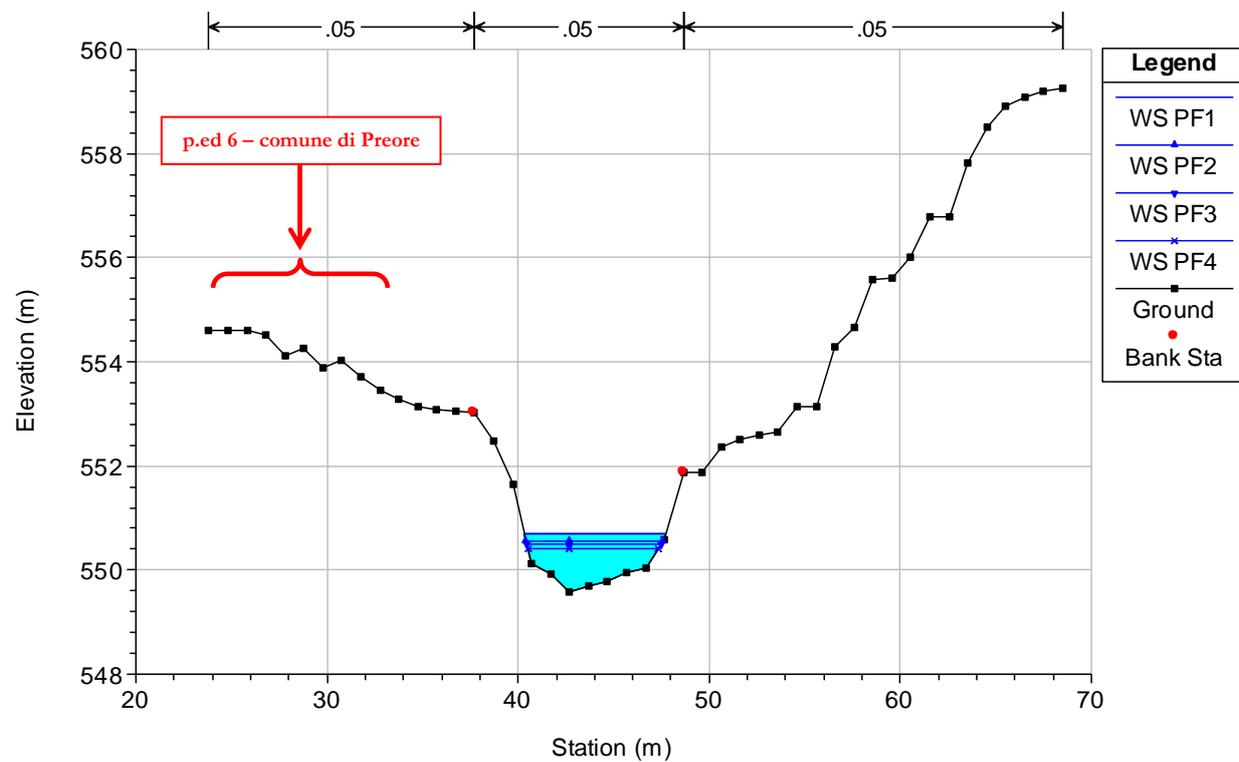


Figura 6.7. Sezione 5 del corso d'acqua con indicata la quota del pelo libero per i vari scenari analizzati.



7 Pericolosità idraulica

La modellazione idraulica (par. 6.2) mostra che, per le portate di progetto, non si verificano tracimazioni del corso d'acqua. Le sezioni con il minor franco idraulico non destano particolari preoccupazioni con un'altezza della corrente prossima agli 80 cm ed un franco arginale minimo prossimo a 1.40 m nel peggiore degli scenari (portata al colmo della piena con tempo di ritorno di 200 anni pari a $34.25 \text{ m}^3/\text{s}$).

Sulla base dell'esito della modellazione numerica, la pericolosità idraulica dell'area oggetto dell'analisi nel comune di Tre Ville è da considerarsi trascurabile.

Tuttavia, accanto alla modellazione matematico-numerica, eseguita considerando un idrogramma di piena incrementato del 20% per tenere conto del contributo del trasporto solido, si preferisce assegnare alla particella catastale in esame un grado di pericolo residuo basso, al fine di considerare a favore di sicurezza una possibile esondazione riferita a un intasamento della sezione legata a fenomeni di trasporto solido molto intenso (colata detritica) o legata al trasporto di materiale flottante, come previsto dal documento allegato alla Delibera della G.P. n. 2759 del 22/12/2006.

Le simulazioni eseguite mostrano delle velocità della corrente presso l'edificio in esame prossime a 5 m/s. In tali situazioni il flusso di piena ha una notevole capacità erosiva; l'evenienza di una possibile erosione spondale è stata scongiurata dalla recente realizzazione di una scogliera in massi di notevoli dimensioni realizzata proprio sulla sponda destra lungo l'area in esame ove è localizzata la p.ed n. 6 (vedasi Figura 4.9).



8 Uso del suolo, Vulnerabilità e Rischio Idraulico

In questo capitolo si procede alla valutazione dei valori di uso del suolo e della vulnerabilità, finalizzati alla determinazione del rischio idraulico.

In base ai valori di uso del suolo riportati nella parte IV del PGUAP e alle nuove classi di uso del suolo pianificato, definiti dal Servizio Urbanistica e Tutela del Paesaggio, la p.ed. 6 e limitrofe del C.C. di Preore in seguito alla ristrutturazione edilizia in progetto diventano area residenziale, che è identificata con la classe ABI e valore di uso del suolo pari a 1 (Tabella 8.1).

Nel PGUAP la vulnerabilità dell'area, ossia l'esposizione all'evento calamitoso, è stata assunta costante e pari all'unità dato che non era possibile reperire informazioni sull'intero territorio provinciale per la valutazione puntuale di tale parametro. Tuttavia l'art. 19 del PGUAP, modificato con la Del. G.P. 1387 introduce la possibilità di considerare anche la vulnerabilità quale parametro per la determinazione del rischio, ai fini dell'applicazione del comma 1 degli art. 16 (interventi consentiti nelle aree R4) e 17.

<i>Classi di uso del suolo</i>		<i>ABI</i>	<i>VIAPRI</i>	<i>FERR</i>	<i>CAM</i>	<i>PROD</i>	<i>RIC</i>	<i>DEP</i>	<i>SCI</i>	<i>VIASEC</i>	<i>AGRI</i>	<i>BOS</i>	<i>IMP</i>
<i>Classi di pericolo</i>	<i>PESI</i>	1	0,93	0,93	0,9	0,57	0,45	0,4	0,33	0,48	0,23	0,15	0,02
<i>Elevato</i>	1	1	0,93	0,93	0,90	0,57	0,45	0,4	0,33	0,48	0,23	0,15	0,02
<i>Medio</i>	0,8	0,8	0,74	0,74	0,72	0,46	0,36	0,32	0,26	0,38	0,18	0,12	0,01
<i>Basso</i>	0,4	0,4	0,37	0,37	0,36	0,23	0,18	0,16	0,13	0,19	0,09	0,06	0,01

Tabella 8.1: Valori di rischio in funzione delle classi di uso del suolo con vulnerabilità pari a 1.

In base ai risultati dell'analisi del fenomeno e le osservazioni sopra esposte si può rivalutare il rischio idraulico dell'area eventualmente interessata da flussi di materiale solido e liquido in sinistra idrografica:

$$R = P \cdot v \cdot V = 0.4$$

$V = 1.0$ (valori di uso del suolo presenti nell'area);

$v = 1.0$ (vulnerabilità);

$P = 0.4$ (pericolosità idraulica residua bassa).



Classe di rischio	Range	Descrizione
R0	≥ 0 e ≤ 0.1	Rischio trascurabile
R1	> 0.1 e ≤ 0.2	Rischio moderato
R2	> 0.2 e ≤ 0.5	Rischio medio
R3	> 0.5 e ≤ 0.9	Rischio elevato
R4	> 0.9 e ≤ 1.0	Rischio molto elevato

Tabella 8.2: Classi di rischio previste dal PGUAP.

Il nuovo grado di rischio dell'area in esame è medio pari a R2, come da Tabella 8.2.



9 Conclusioni

La presente relazione di compatibilità idraulica ha permesso di giungere alle seguenti conclusioni:

- per i quattro scenari analizzati, non si verificano tracimazioni arginali del rio Manez;
- a seguito della modellazione numerica il grado di pericolosità idraulica dell'area oggetto di intervento è stimato come pericolo residuo basso, evidenziando che non può essere del tutto esclusa l'erosione dovuta ad eventuali intasamenti della sezione del rio Manez;
- il cambio di uso del suolo, da area a prato di montagna ad area residenziale e verde privato, unitamente alla rivalutazione della pericolosità idraulica permette di assegnare un nuovo grado di rischio all'area in esame: da rischio elevato R3 (considerando l'area di interesse come area residenziale e a verde privato) a rischio medio R2.

Vista l'abbondanza di vegetazione arbustiva localizzata in particolare lungo la sponda sinistra del tratto d'alveo sistemato con scogliera adiacente alla particella catastale n°6 (Figura 4.8 e Figura 4.9), si suggerisce di eseguire periodicamente un'adeguata pulizia dell'argine allo scopo di mantenere libera la sezione di deflusso.



10 Bibliografia

- [1] Armanini A., Principi di idraulica fluviale (seconda edizione), Eds. Bios , Cosenza, 2005.
- [2] Associazione Italiana di Idronomia, Calibrazione a scala provinciale della funzione di generazione del deflusso (parametro CN), Relazione tecnico scientifica preliminare, 2003.
- [3] Associazione Italiana di Idronomia, Calibrazione dei parametri cinematici del modello afflussi-deflussi, Relazione tecnico scientifica, 2003.
- [4] Cazorzi et al, Hydrogrid: manuale per l'utente, Dipartimento TESAF, Università degli Studi di Padova, 2002.
- [5] Provincia Autonoma di Trento, Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche, 2005.
- [6] Chow Ven Te, Open channel hydraulics, McGraw-Hill Book Co. Inc., 1953.
- [7] F. Bazzanella, Progetto Speciale “per la messa in sicurezza del territorio” - Individuazione e studio delle aree a rischio di alluvionamento sul conoide del Rio Manez - Preore (TN), Servizio Bacini Montani PAT, 2003.