



COMUNE DI BORGO A MOZZANO

Provincia di LUCCA



STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO DEL TORRENTE PEDOGNA A SUPPORTO DELLA QUINTA VARIANTE AL REGOLAMENTO URBANISTICO DEL COMUNE DI BORGO A MOZZANO

STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO

Committente:

COMUNE DI BORGO A MOZZANO

CODICE ELABORATO

ANNO	LIVELLO	ID.PROG.	TIPO	NUMERO
2019	IDR	BGM	REL	001

Oggetto dell'elaborato:

Relazione idrologico-idraulica

SCALA

-

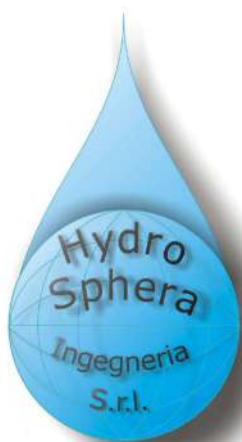
DATA PRIMA EMISSIONE

Ottobre 2019

DATA EMISSIONE REVISIONE

-

Progettazione:



H.S. INGEGNERIA srl

Via A. Bonistalli 12
50053 Empoli (FI)
Tel. e Fax 0571-725283
e.mail info@hsingegneria.it
web www.hsingegneria.it
P.IVA 01952520466

Dott. Ing. SIMONE POZZOLINI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze n.4325

Dott. Ing. PAOLO PUCCI

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze n.4824

Collaboratori:

Ing. Pina Nicoletta De Cicco

00	Prima emissione progetto preliminare	PD-SP-CC	PP-SP	PP-SP	Ottobre 2019
REVISIONE	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DATA

FILE:

Il presente elaborato è di esclusiva proprietà, a norma di legge, dei professionisti incaricati. E' vietata la riproduzione, anche parziale, o il trasferimento a terzi senza specifica autorizzazione scritta.

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

INDICE GENERALE

1. PREMESSA.....	2
2. RELAZIONE IDROLOGICA.....	3
2.1. <i>Inquadramento dell'area di studio.....</i>	<i>3</i>
2.2. <i>Caratteristiche geomorfologiche dei bacini in studio.....</i>	<i>6</i>
2.3. <i>Definizione degli afflussi.....</i>	<i>8</i>
2.3.1. <i>Curve di possibilità pluviometrica.....</i>	<i>8</i>
2.3.2. <i>Ietogrammi di progetto e fattori di ragguaglio all'area.....</i>	<i>12</i>
2.4. <i>Le perdite di bacino: il metodo CN.....</i>	<i>13</i>
2.5. <i>Trasformazione afflussi netti – deflussi: l'idrogramma unitario di Clark.....</i>	<i>18</i>
2.6. <i>Propagazione dei deflussi: il metodo Muskingum-Cunge.....</i>	<i>20</i>
2.7. <i>Risultati della modellazione idrologica: gli idrogrammi di piena.....</i>	<i>23</i>
2.7.1. <i>Confronti con eventi critici noti o con studi pregressi.....</i>	<i>29</i>
2.7.2. <i>Confronti con i risultati derivati dall'applicazione dell'idrogramma standard SCS.....</i>	<i>31</i>
3. RELAZIONE IDRAULICA.....	33
3.1. <i>Modello matematico a moto vario monodimensionale.....</i>	<i>33</i>
3.2. <i>Modello di calcolo a moto vario bidimensionale.....</i>	<i>34</i>
3.3. <i>Caratteristiche geometriche del modello idraulico.....</i>	<i>36</i>
3.4. <i>Parametri di scabrezza e coefficienti di perdita concentrata.....</i>	<i>37</i>
3.5. <i>Criteri di modellazione di ponti.....</i>	<i>39</i>
3.6. <i>Condizioni al contorno ed idrogrammi di piena.....</i>	<i>39</i>
3.7. <i>Impostazioni di calcolo.....</i>	<i>40</i>
3.8. <i>Scenari di calcolo.....</i>	<i>41</i>
3.9. <i>Risultati delle modellazioni idrauliche.....</i>	<i>41</i>
4. ALLEGATI.....	42

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

1. PREMESSA

La presente indagine idrologica ed idraulica è redatta ai fini dell'aggiornamento del quadro conoscitivo della pericolosità idraulica degli strumenti urbanistici del Comune di Borgo a Mozzano (LU).

Nello specifico il corso d'acqua oggetto di studio è il Torrente Pedogna, affluente di destra del fiume Serchio. Questo torrente nasce dal monte Prana, nel comune di Camaiore (LU) e sfocia nel fiume Serchio in località Diecimo (Borgo a Mozzano, LU), dopo aver percorso una lunghezza complessiva di circa 15.5 Km.

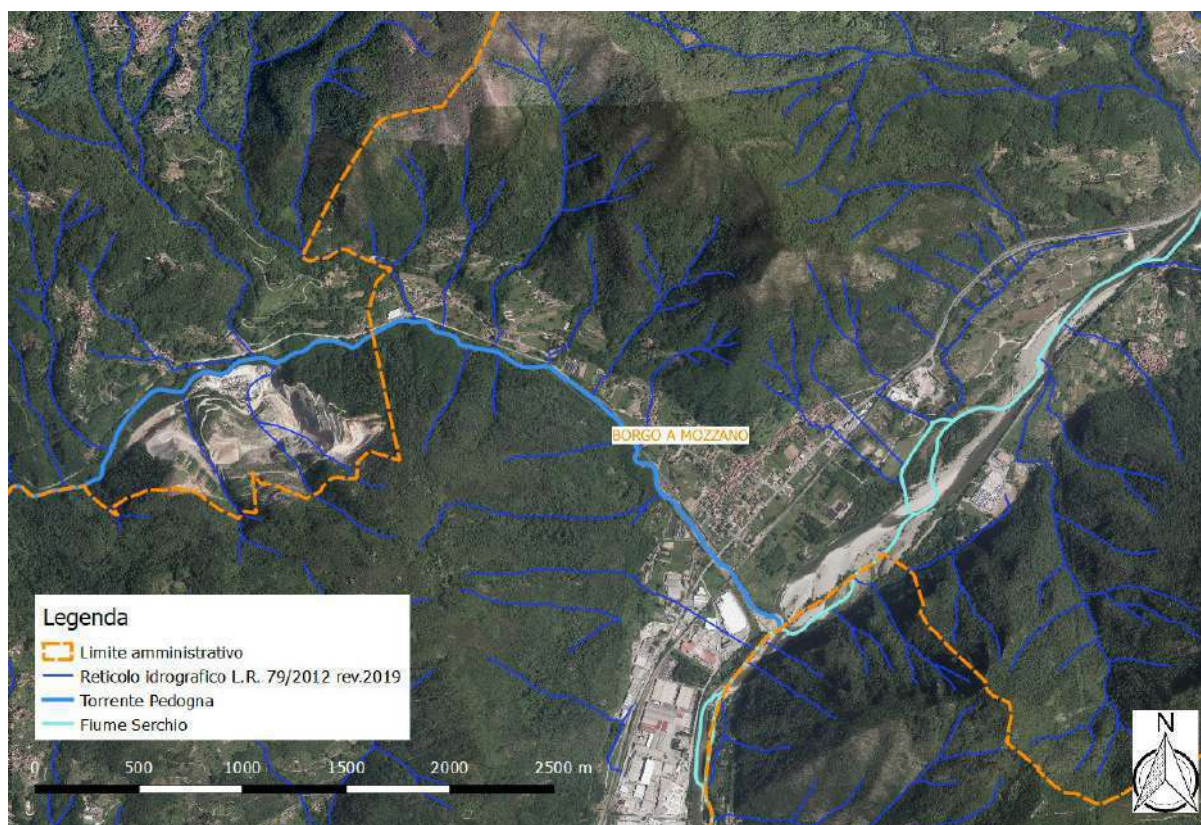


Figura 1: Inquadramento del reticolo idrografico oggetto di studio.

La modellazione idrologica ai fini della determinazione degli idrogrammi di piena è stata eseguita con l'ausilio del software HEC-HMS v. 4.3 (Hydrologic Modeling System). HEC-HMS è un software sviluppato dal US Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center e rappresenta uno standard di riferimento a livello internazionale.

Il modello idrologico implementato è di tipo semi distribuito. Ad ogni bacino è stato fornito in ingresso uno ietogramma di pioggia, considerato di forma triangolare. Il comportamento dei bacini in esame è stato modellato per diverse durate di pioggia e per tempi di ritorno di 30 e 200 anni. La pioggia netta è stata calcolata utilizzando il metodo SCS Curve Number del Soil Conservation Service. La trasformazione afflussi netti – deflussi è stata effettuata con il modello di Clark. I deflussi in uscita dai singoli sottobacini vengono propagati verso valle con il metodo di Muskingum-Cunge, fino ad ottenere gli idrogrammi di piena nelle sezioni di interesse.

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

Gli idrogrammi di piena determinati in sede di analisi idrologica sono stati utilizzati per implementare le simulazioni idrauliche con il software HEC-RAS v. 5.0.7., dell' Hydrologic Engineering Center. Nel presente studio è stato realizzato un modello idraulico misto 1D/2D, con la modellazione 1D dell'alveo inciso e la modellazione 2D delle aree di esondazione.

2. RELAZIONE IDROLOGICA

Scopo della presente indagine idrologica è quello di provvedere alla stima delle portate trentennali e duecentennali del torrente Pedogna.

Nei paragrafi seguenti, una volta definite le principali caratteristiche geomorfologiche dei bacini oggetto di studio, vengono riportati i fondamenti teorici dei metodi di calcolo alla base della modellazione condotta. Vengono inoltre riportati i parametri adottati per la modellazione idrologica ai fini della stima delle portate di piena.

2.1. Inquadramento dell'area di studio

Il bacino idrografico oggetto di studio è quello del Torrente Pedogna, incluso nei comuni di Pescaglia, Camaione e Borgo a Mozzano; esso presenta una superficie pari a 46.36 km².

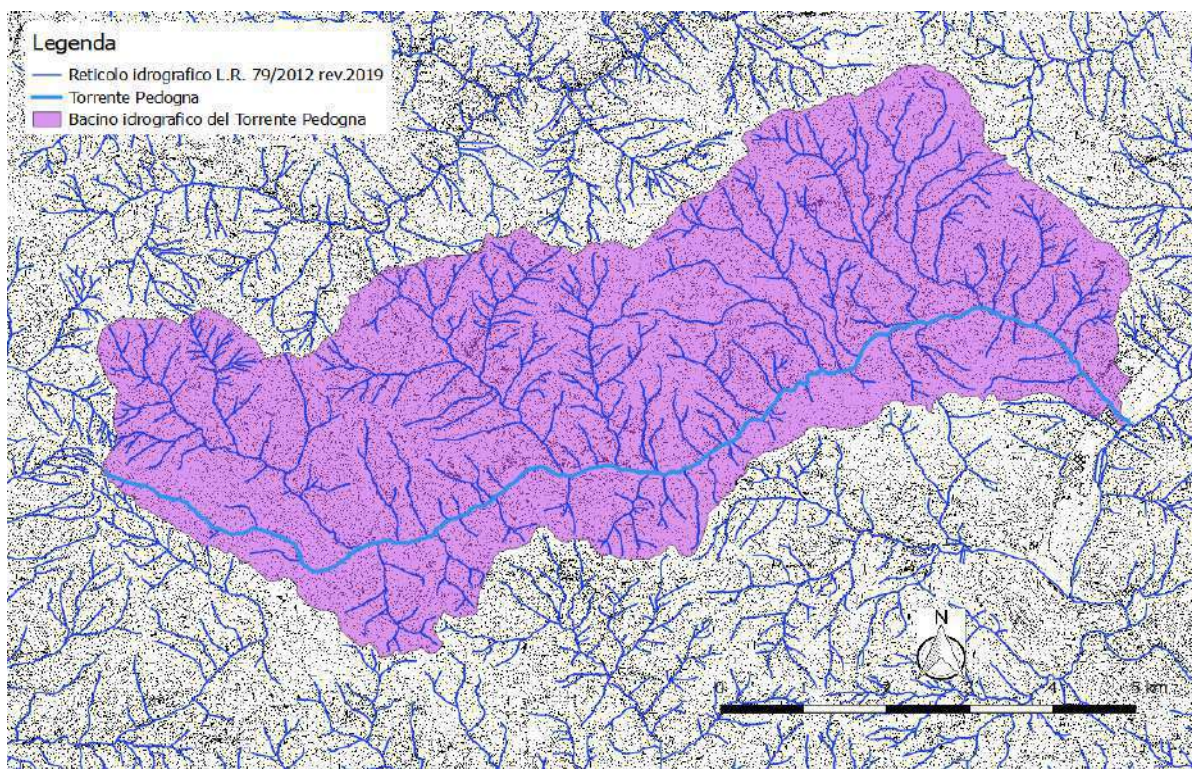


Figura 2: Bacino idrografico del Torrente Pedogna.

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

Ai fini della modellazione idrologica, il bacino idrografico complessivo è stato suddiviso in diversi sottobacini evidenziati in Figura 3.

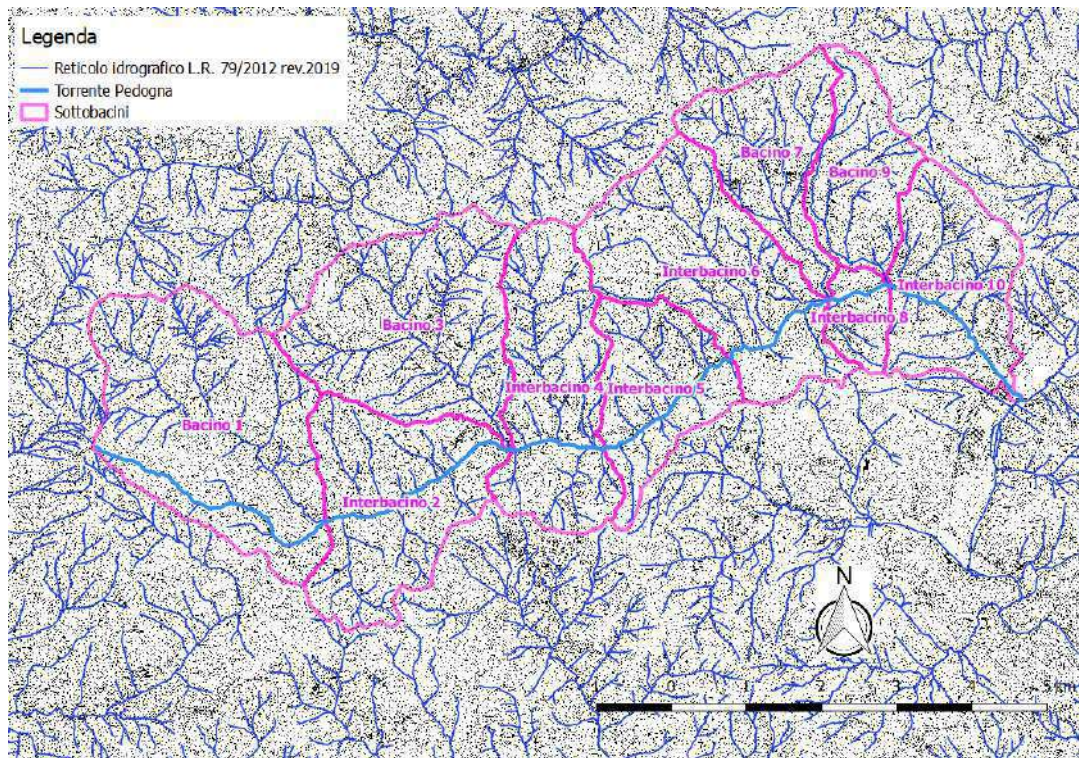


Figura 3: Suddivisione in sottobacini.

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

La seguente figura riporta lo schema del modello idrologico semidistribuito realizzato con HMS.



Figura 4: Planimetria di modellazione del Bacino del Torrente Pedogna in HEC-HMS.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

2.2. Caratteristiche geomorfologiche dei bacini in studio

Le caratteristiche geomorfologiche dei bacini idrografici sono state determinate sulla base della Carta Tecnica Regionale e del modello digitale del terreno 10 x 10 della Regione Toscana.

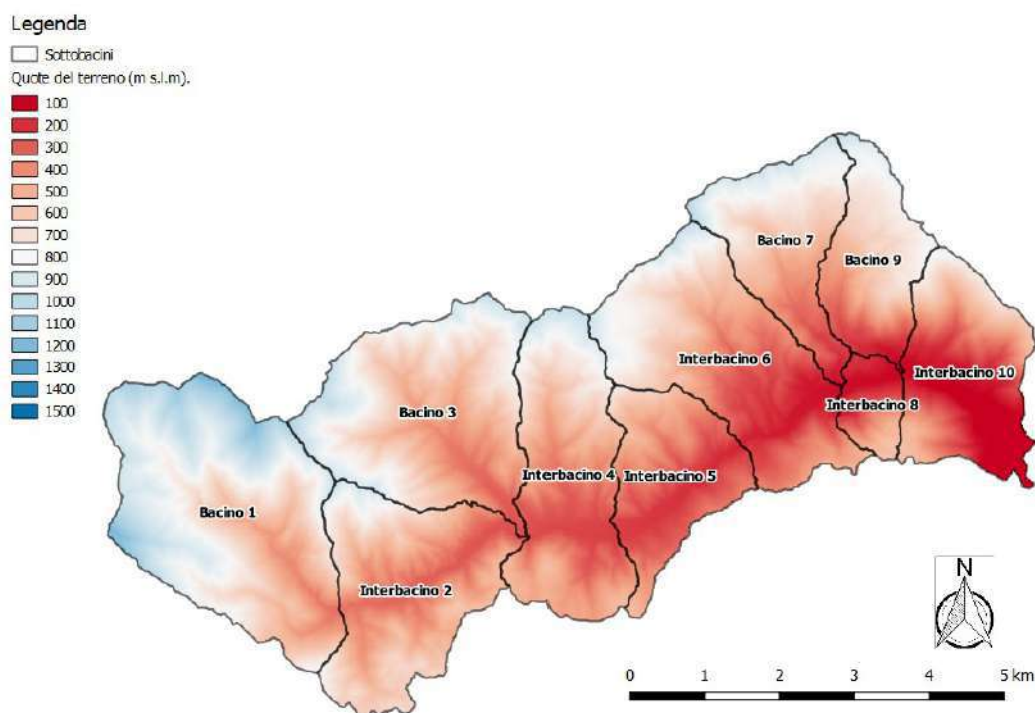


Figura 5: Suddivisione in sottobacini su base DTM.

Nella tabella seguente si riportano, per ciascuno dei sottobacini, le principali caratteristiche geomorfologiche; in essa, A indica l'area del bacino, L la lunghezza dell'asta principale, Lmax è la lunghezza del massimo percorso idraulico, Zmax, Zmin e Zmed rispettivamente la quota massima, minima e media del terreno, P la pendenza media del bacino.

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

Bacino 1	Area (Km²)	L (Km)	L max (Km)	Z max (m s.l.m.)	Z min (m s.l.m.)	Z med (m s.l.m.)	P (m/m)
Bacino 1	8.28	4.76	4.76	1230.38	346.34	776.09	0.60
Interbacino 2	5.30	3.06	4.44	963.25	263.72	519.43	0.59
Bacino 3	6.58	3.93	3.93	1080.72	265.59	644.53	0.57
Interbacino 4	5.09	1.23	3.73	975.12	230.71	501.36	0.49
Interbacino 5	3.37	2.28	3.15	768.15	176.92	357.86	0.45
Interbacino 6	6.28	1.81	4.67	992.89	129.11	484.16	0.45
Bacino 7	3.46	3.61	3.61	1004.31	129.37	618.28	0.46
Interbacino 8	0.99	0.88	2.03	590.28	109.17	297.77	0.51
Bacino 9	2.91	4.08	4.08	956.21	109.59	573.53	0.44
Interbacino 10	4.10	2.53	3.97	841.36	61.82	322.55	0.50

Tabella 1: Caratteristiche geomorfologiche dei sottobacini.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

2.3. Definizione degli afflussi

2.3.1. Curve di possibilità pluviometrica

La stima delle piogge intense è stata effettuata con riferimento alle curve di possibilità pluviometrica dedotte con il modello TCEV nell'ambito dell' "Accordo di Collaborazione Scientifica RT-UNIFI - Analisi di frequenza regionale delle precipitazioni estreme", di cui alla DGRT 1133/2012, basate sulle elaborazioni dei dati di pioggia aggiornati fino al 2012.

Il modello a doppia componente TCEV interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima relativa agli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, e la seconda agli eventi massimi straordinari, meno frequenti e spesso catastrofici. La distribuzione TCEV ha espressione:

$$P(x) = \exp[-\lambda_1 \exp(-x/\theta_1) - \lambda_2 \exp(-x/\theta_2)],$$

dove $P(x)$ indica la probabilità di non superamento del valore x della generica variabile casuale X mentre λ_i e θ_i ($i=1,2$) sono i quattro parametri (positivi) della distribuzione.

La forma canonica della distribuzione è:

$$P(z) = \exp[-\exp(-z) - \lambda \exp(-z/\theta)], \quad z = (x - \varepsilon_1)/\theta_1;$$

$$\varepsilon_1 = \theta_1 \ln \lambda_1, \quad \theta = \theta_2/\theta_1, \quad \lambda = \lambda_2/(\lambda_1)^{1/\theta};$$

I parametri della distribuzione sono stati stimati seguendo un approccio gerarchico di regionalizzazione.

Attraverso l'analisi di frequenza regionale sono state stimate su tutto il territorio regionale le altezze di pioggia per le durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore ed i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500. Attraverso una regressione lineare sono stati calcolati i parametri delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica a ed n , grazie ai quali è possibile calcolare, per qualsiasi durata, in qualsiasi punto del territorio regionale l'altezza di pioggia per i tempi di ritorno 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 150, 200 e 500. I parametri a ed n forniti sono in formato raster con risoluzione 1kmx1km.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

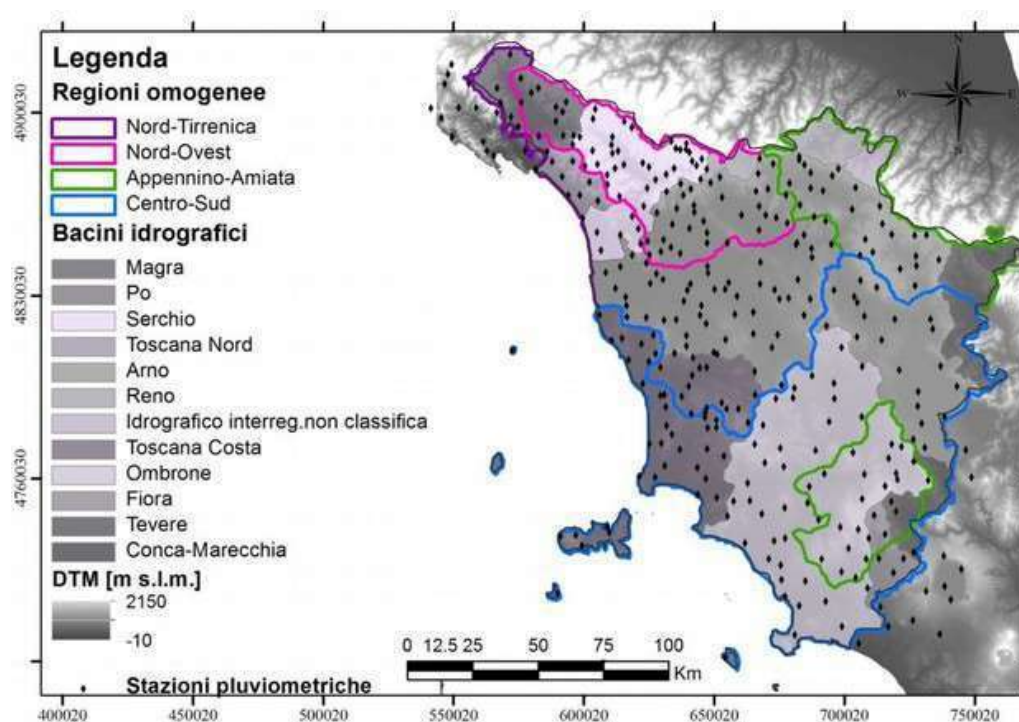


Figura 6: Suddivisione dell'area di studio in regioni omogenee.

I tempi di ritorno presi in considerazione nel presente studio sono pari a 30 e 200 anni, per i quali, per il bacino del Torrente Pedogna chiuso alla foce, a monte dello sbocco nel Fiume Serchio, si hanno i valori dei parametri a ed n riportati in tabella seguente:

Tempo di ritorno	Parametro a	Parametro n
30 anni	71.64	0.34
200 anni	105.59	0.36

Tabella 2: Valori dei parametri a ed n per tempi di ritorno di 30 e 200 anni.

Le figure seguenti riportano la distribuzione spaziale di tali parametri per i tempi di ritorno suddetti.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

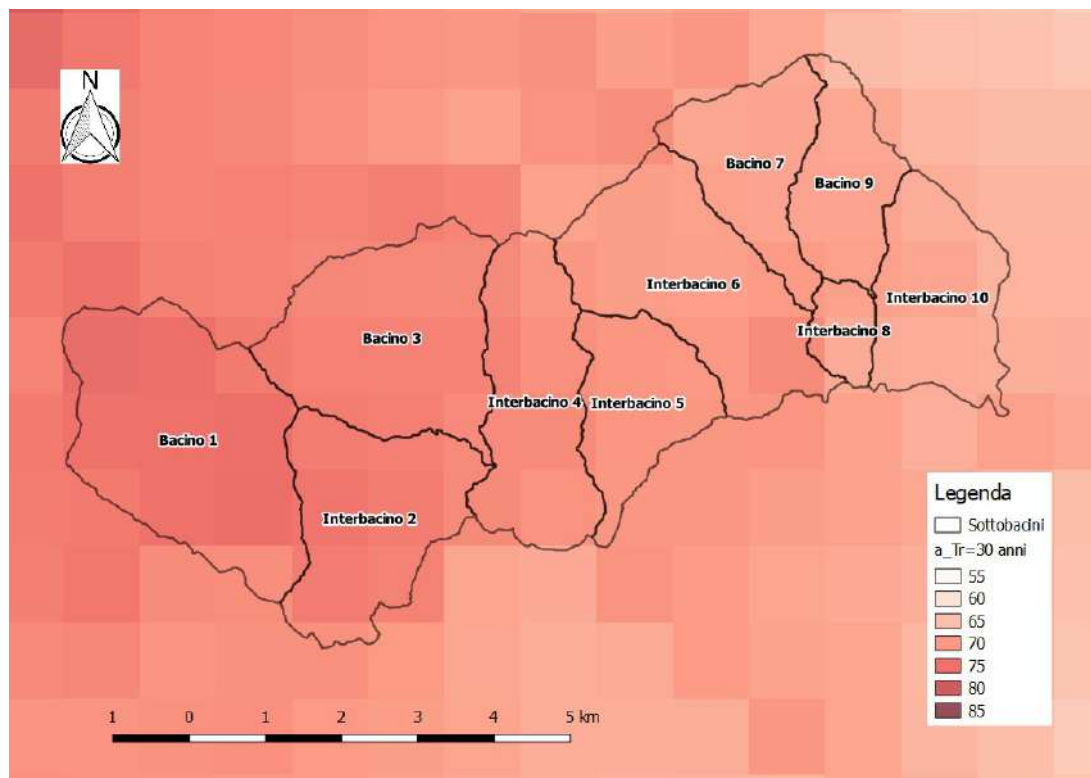


Figura 7: Distribuzione del parametro a per $Tr=30$ anni

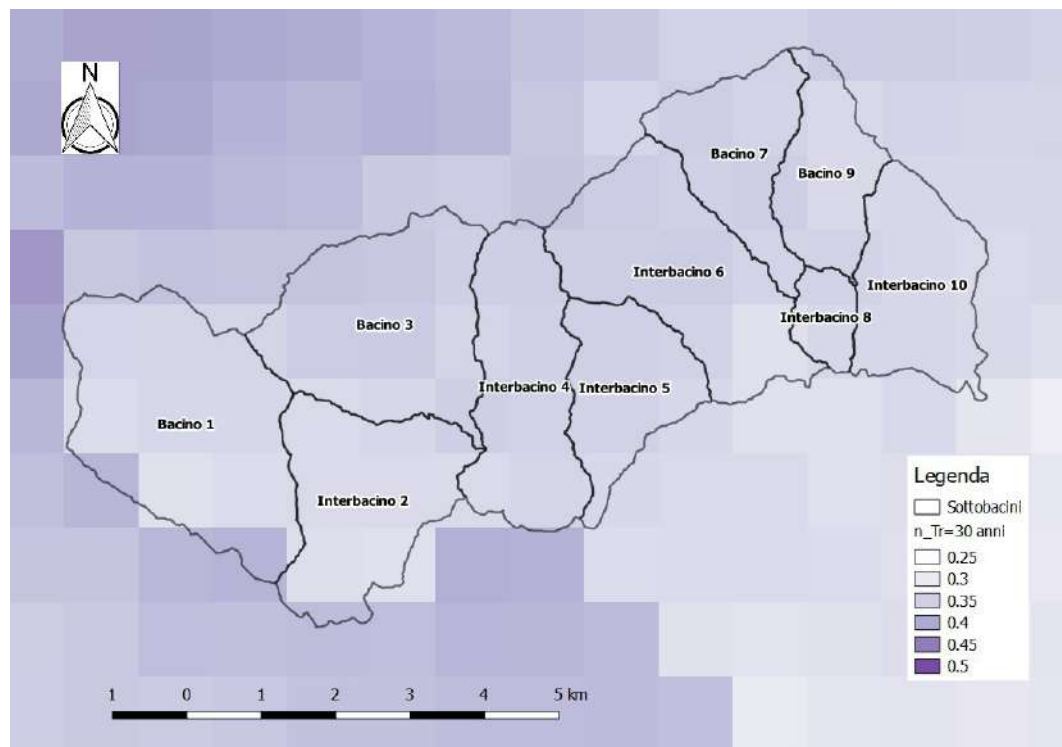


Figura 8: Distribuzione del parametro n per $Tr=30$ anni.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

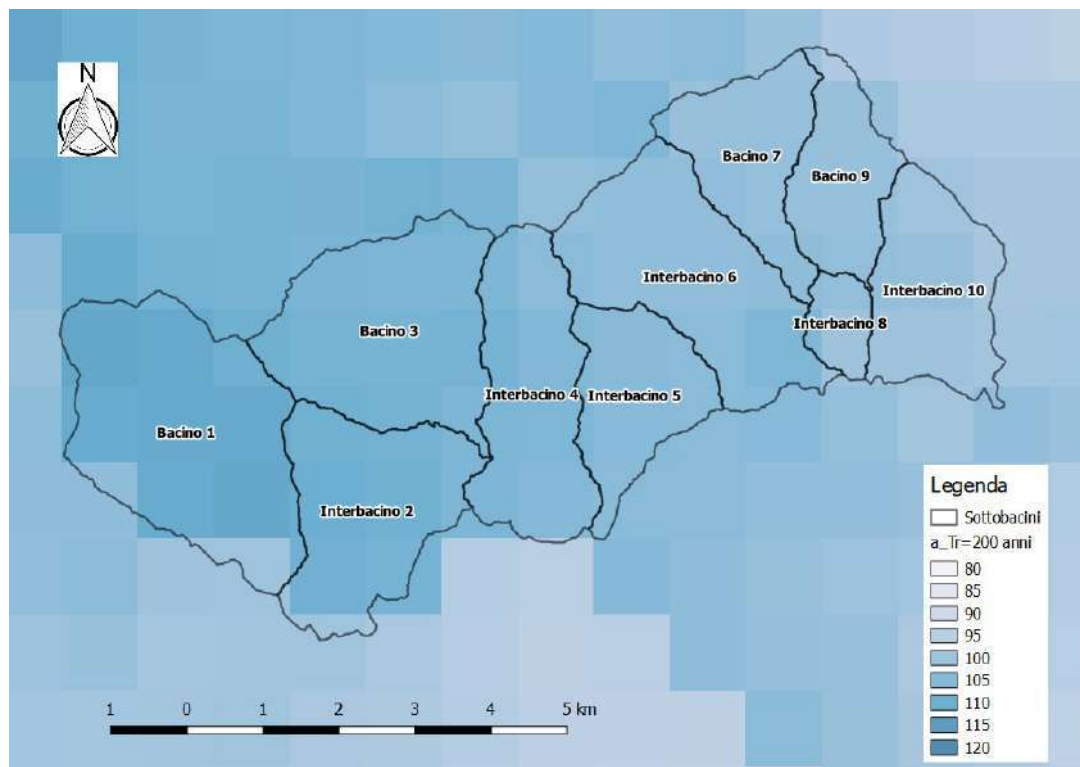


Figura 9: Distribuzione del parametro a per $Tr=200$ anni.

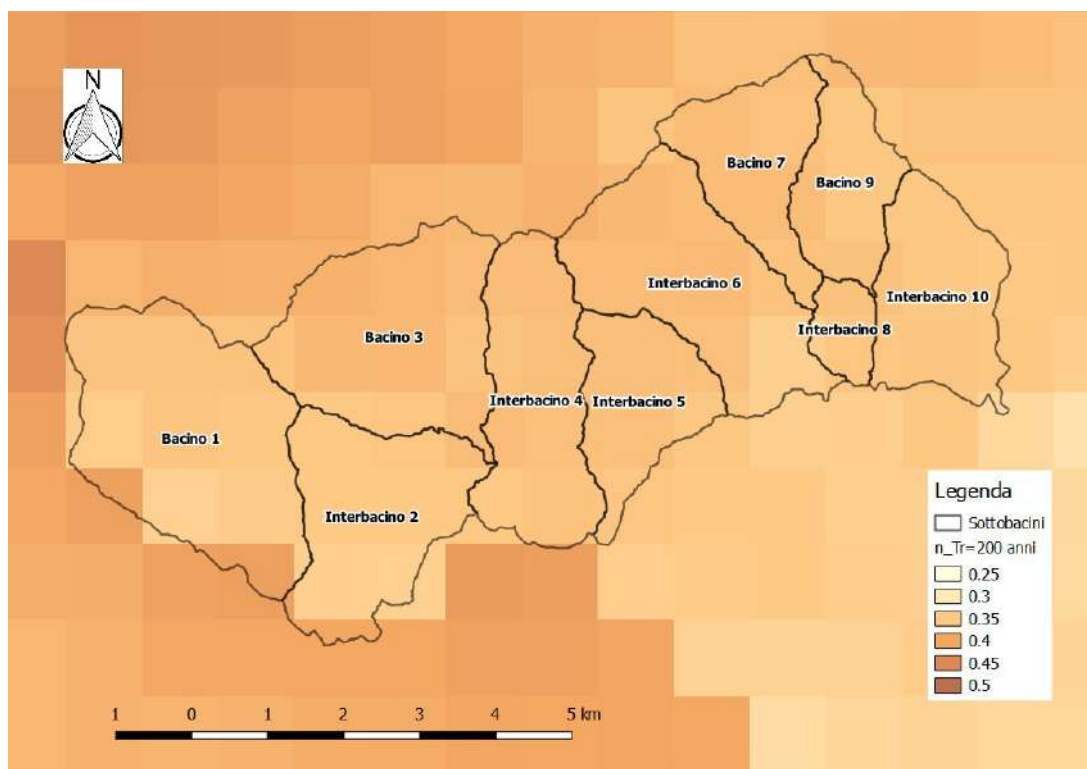


Figura 10: Distribuzione del parametro n per $Tr=200$ anni.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

2.3.2. Ietogrammi di progetto e fattori di ragguaglio all'area

Per la generazione degli idrogrammi di piena si sono presi in esame ietogrammi triangolari a picco centrato. Sono state considerate più durate di pioggia, in modo da valutare il comportamento del bacino a fronte di diverse sollecitazioni meteoriche. In particolare si sono prese in esame piogge di durata pari a 2, 3, 4, 5 e 6 ore.

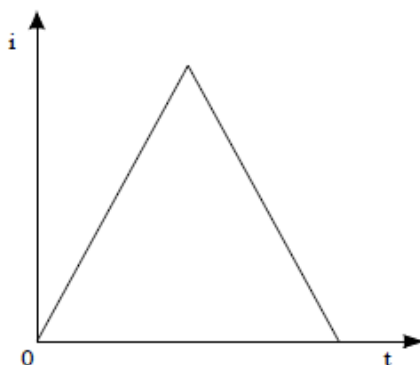


Figura 11: ietogramma di progetto triangolare a picco centrato.

Considerando che l'area del bacino è superiore a 30 Km² si è applicato un fattore di ragguaglio areale alle precipitazioni. In particolare si è fatto riferimento alla relazione sviluppata da V.Milano, S.Pagliara, E Di Carlo, A.Morelli, "La spazializzazione delle piogge sui bacini dell'Arno e del Serchio e sul territorio italiano", Dipartimento di Ingegneria Civile Università di Pisa, ed. ETS (2001), per cui si ha che:

$$ARF = (0.45 + 0.17 \cdot \log_{10} t) + (0.45 - 0.1 \cdot \log_{10} t) \cdot \exp(-A/1000)$$

con ARF fattore di ragguaglio areale, t durata della precipitazione (h) ed A area del bacino (Km²).

La tabella seguente riporta i valori del fattore di ragguaglio ARF e delle altezze di pioggia ragguagliate per le diverse durate e tempi di ritorno presi in esame.

t(h)	A(Km ²)	ARF	h ₃₀ (mm)	h ₂₀₀ (mm)
2	46.36	0.902	81.8	122.2
3	46.36	0.915	95.3	143.5
4	46.36	0.924	106.1	160.8
5	46.36	0.932	115.4	175.6
6	46.36	0.938	123.5	188.7

Tabella 3: fattori di ragguaglio ed altezze di pioggia ragguagliate

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

2.4. Le perdite di bacino: il metodo CN

Le perdite di bacino sono state valutate con il metodo CN (Curve Number) del SCS (Soil Conservation Service). Il metodo CN si basa sull'equazione di continuità espressa dalla seguente formula:

$$P_{net} = P - S'$$

con P_{net} volume specifico (mm) di pioggia netta, P volume specifico affluito, S' volume specifico infiltrato. Il metodo ipotizza la validità della seguente relazione di proporzionalità:

$$\frac{(S')}{S} = \frac{P_{net}}{(P - I_a)}$$

dove S è il massimo volume d'acqua che il terreno può trattenere in condizioni di saturazione e I_a la perdita iniziale. Combinando le due equazioni precedenti si ottiene:

$$P_{net} = 0 \quad \text{per } P < I_a$$

$$P_{net} = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad \text{per } P > I_a$$

Per la stima di I_a si può far ricorso alla seguente equazione: $I_a = 0.2 S$. La valutazione di S è ricondotta a quella dell'indice CN, secondo la seguente:

$$S = 254 \cdot \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

valida per S espressa in mm.

L'indice CN è un numero adimensionale, compreso tra 0 e 100, funzione della natura del suolo e del tipo di copertura vegetale.

I dati di uso del suolo derivano dal database UCS 2007-2016 della Regione Toscana (USO_E_COPERTURA_DEL_SUOLO_REGIONE_TOSCANA.7z\USO_E_COPERTURA_DEL_SUOLO_REGIONE_TOSCANA\ucs2016_shapefile\ucs_rt.shp), mentre i dati relativi al gruppo idrologico dei suoli derivano dal DB Pedologico regionale (DBPedologico_Regione_Toscana\DBPedologico_Regione_Toscana\dbpedologico_rt.qgs). Per le limitate parti di bacino non coperte dalla cartografia pedologica di dettaglio si è fatto riferimento direttamente alla classificazione idrologica dei suoli riportato nello shp dei CN della Regione Toscana.

Per l'assegnazione del valore a tale parametro si è fatto riferimento alla specifica tabella riportata in "Macroattività B - Modellazione idrologica Attività B2: Modellazione idrologica caso pilota. Implementazione modello distribuito per la Toscana MOBIDIC. Addendum: parametrizzazione HMS" (Università di Firenze, Regione Toscana, 2014). Si è tuttavia effettuata una correzione a tale tabella in merito ai valori assegnati alle aree boscate (codici Corine 311, 312

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

e 313). Nella pubblicazione originale della Regione Toscana i valori di CN associati a tali aree risultano infatti quelli relativi all'uso del suolo "woods, fair hydrologic conditions" di cui alle tabelle del metodo CN redatte dall'USDA Natural Resources Conservation Service (Tabella 9-1, *National Engineering Handbook, part 630 Hydrology, Chapter 9: Hydrologic Soil Cover complexes*). In effetti nell'ambito della metodologia CN con il termine woods si intendono "small isolated groves of trees being raised for farm or ranch use¹", tipologia di uso del suolo che ha un comportamento idrologico diverso rispetto a "Forest-range", di cui allo stesso Chapter 9 del citato *National Engineering Handbook, part 630 Hydrology*. Nella letteratura tecnica sono peraltro presenti più studi che evidenziano la tendenziale sovrastima dei deflussi derivante dall'applicazione del metodo CN alle aree boscate. Ad esempio il software AdBt-ToolBox, sviluppato in Italia a cura del Ministero dell'Ambiente, adotta valori del parametro CN per le aree boscate inferiori a quelli proposti dall'USDA.

Nello spirito di volersi mantenere coerenti con i valori di CN per aree boscate proposti dall'USDA (l'ente che ha sviluppato il metodo stesso del CN) si è provveduto a variare i valori adottati dalla Regione Toscana in corrispondenza delle aree boscate (codici Corine 311, 312 e 313), come da tabella seguente.

	Valori Regione Toscana				Valori USDA			
Corine Livello 3	A	B	C	D	A	B	C	D
Boschi di latifoglie (311)	36	60	73	79	36	48	57	63
Boschi di conifere (312)	36	60	73	79	36	48	57	63
Boschi misti di latifoglie e conifere (313)	36	60	73	79	36	48	57	63

Tabella 4 Parametro CN per le aree boscate. Per la colonna A dei valori USDA si sono assunti gli stessi valori proposti dalla Regione Toscana, in assenza di indicazioni sul *National Engineering Handbook, part 630*

Il valore del parametro CN è inoltre influenzato dalla condizione di umidità del suolo all'istante di inizio della precipitazione. A tal proposito sono state individuate tre classi denominate AMC (Antecedent Moisture Condition) in base ai mm di pioggia che si sono avuti nei 5 giorni precedenti all'evento, come indicato nella seguente tabella:

Classe AMC	Precipitazione nei 5 giorni precedenti all'evento (mm)	
	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 13	< 36
II	13-28	36 - 54
III	> 28	> 54

Tabella 5 classi AMC metodo CN

I valori di CN indicati nella tabella di cui al paragrafo precedente fanno riferimento ad una condizione di umidità del suolo di tipo standard AMC II. Per condizioni iniziali differenti vanno effettuate le opportune correzioni secondo le seguenti relazioni:

¹ "Hydrology training series. Module 104. Runoff Curve Number Computations. Study Guide". USDA, NRCS,1989.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

$$CN(I) = \frac{(4.2 \cdot CN(II))}{(10 - 0.058 \cdot CN(II))}$$

$$CN(III) = \frac{(23 \cdot CN(II))}{(10 + 0.13 \cdot CN(II))}$$

Nel caso in esame si è cautelativamente scelto di fare riferimento al valore del CN nella condizione AMC III.

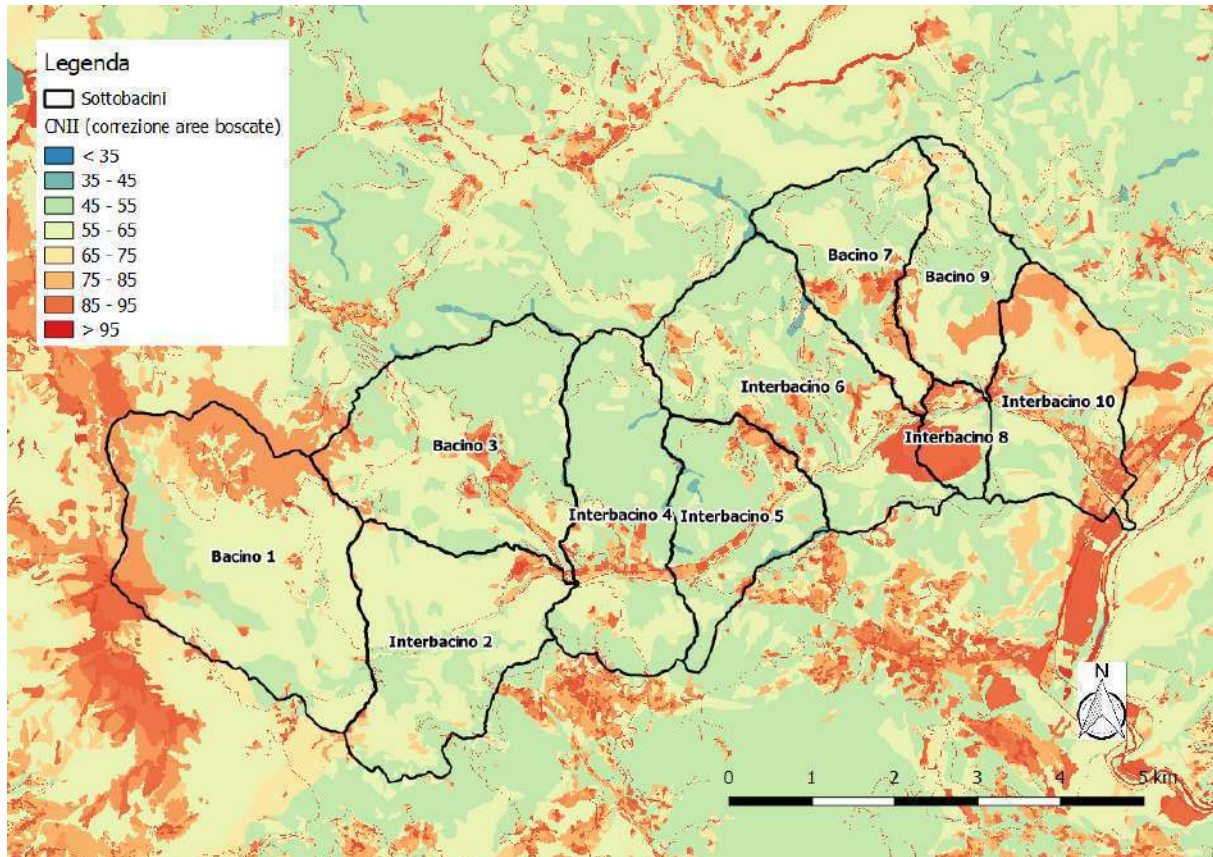


Figura 12: Valori del CNII dell'area di interesse.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

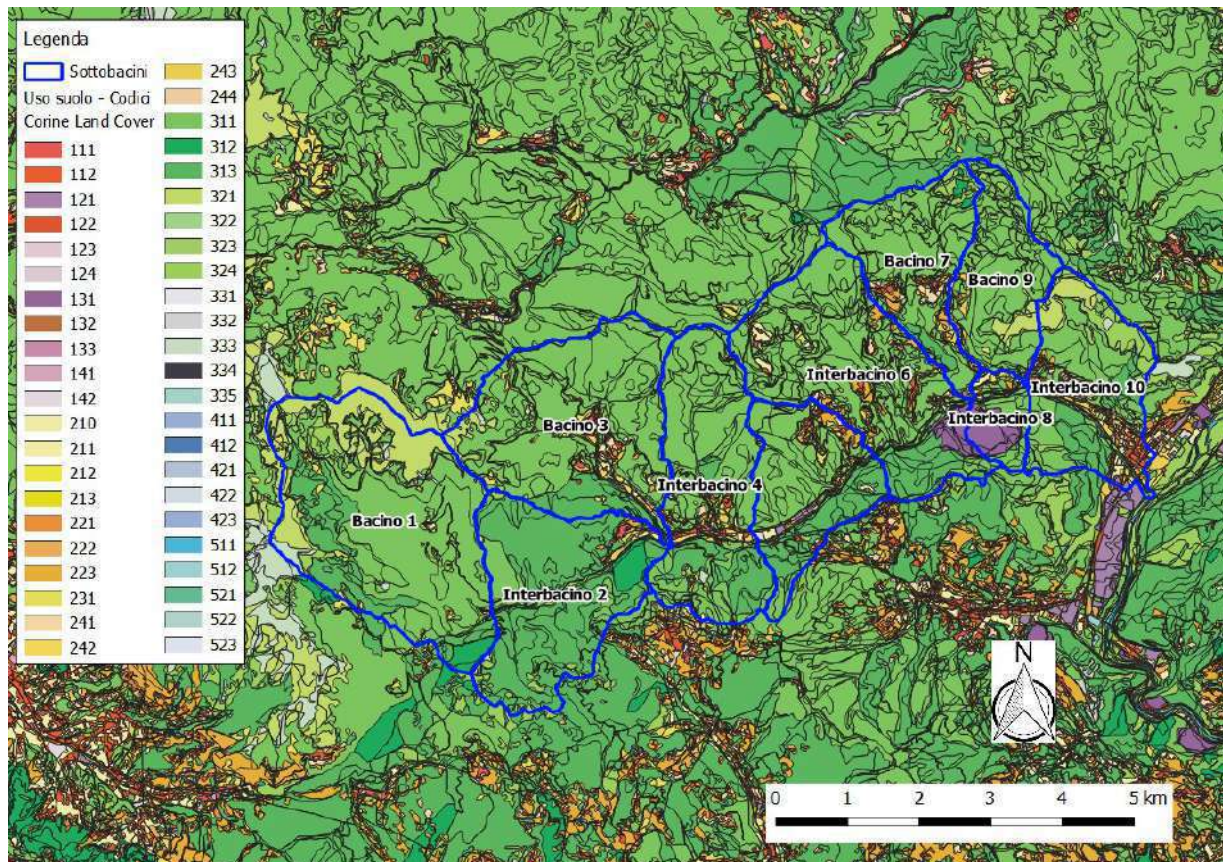


Figura 13: Corine Land Cover per il bacino del Torrente Pedogna.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

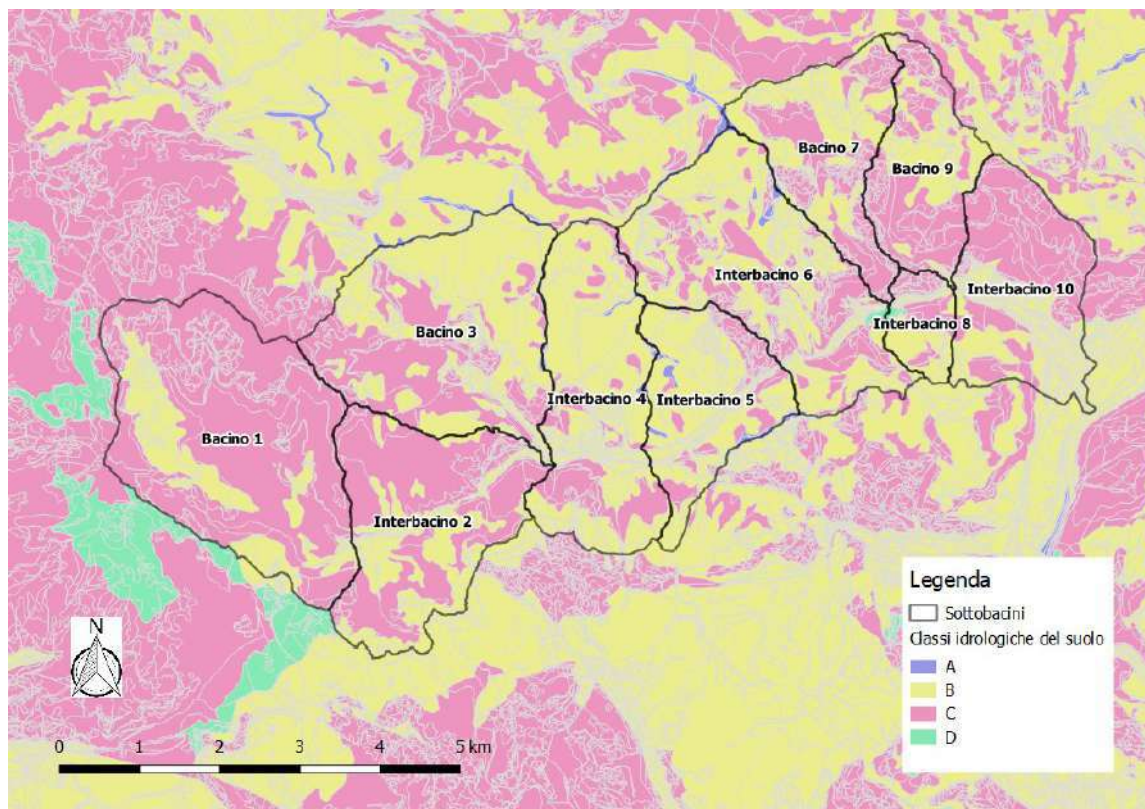


Figura 14: Classi idrologiche del suolo per il bacino del Torrente Pedogna.

La seguente tabella riporta i valori dei CN di calcolo (CN III) adottati per i vari sottobacini:

Bacino	CNIII
Bacino 1	78.57
Interbacino 2	74.40
Bacino 3	74.26
Interbacino 4	72.58
Interbacino 5	73.39
Interbacino 6	75.15
Bacino 7	75.49
Interbacino 8	84.75
Bacino 9	75.46
Interbacino 10	80.16

Tabella 6: valori di CNIII
adottati per ciascun bacino

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

2.5. Trasformazione afflussi netti – deflussi: l'idrogramma unitario di Clark

La definizione dell'idrogramma unitario di Clark nasce dalla considerazione che i fenomeni fisici che governano la trasformazione afflussi-deflussi sono essenzialmente due:

- la traslazione della pioggia netta dal suo punto di origine alla sezione di chiusura del bacino idrografico;
- i fenomeni di invaso e svasso di acqua che avvengono in un bacino soggetto eventi meteorici.

La sua applicazione richiede la definizione del tempo di corrivazione del bacino idrografico e della costante di invaso del serbatoio lineare R , che rappresenta i fenomeni di invaso nel bacino idrografico.

Sulla base degli studi condotti da HEC-USACE, il rapporto $R/(T_c+R)$ assume generalmente un valore costante all'interno di regioni idrologiche omogenee. Tale parametro varia generalmente da valori prossimi a 0.1, tipici per idrogrammi caratterizzati da un ramo ascendente ripido (ad esempio idrogrammi generati da bacini urbani o da bacini ad elevata pendenza media) fino a valori prossimi a 0.7, che si hanno per idrogrammi relativi a bacini agricoli pianeggianti o coperti da boschi, con bassa pendenza media.

La scelta del tempo di corrivazione dei bacini idrografici in studio è stata effettuata attraverso la valutazione di diverse formule empiriche adatte alle caratteristiche dei bacini in esame. In particolar modo sono state considerate le seguenti relazioni:

- Rosso, Bocchiola, De Michele e Pecora:

$$T_c = 0.26L^{0.82}S^{-0.2}(1 + I_a)^{0.13}$$

- Ferro:

$$T_c = 0.675A^{0.5}$$

- Formula regionalizzazione Regione Toscana (A):

$$T_c = \frac{0.32 \cdot (A^{0.5})}{0.6}$$

in cui: L indica la lunghezza dell'asta principale, A l'area del bacino, S la pendenza media del bacino, I_a le perdite di infiltrazione iniziali. I valori forniti dalle diverse formule sono stati confrontati tra loro e con il valore del tempo di corrivazione stimato attraverso il metodo della somma dei tempi di percorrenza dei diversi percorsi idraulici. Tale metodo si basa sulla considerazione che il tempo di corrivazione di un bacino risulta pari alla somma dei tempi di percorrenza (T_p) dei vari tratti definiti attraverso il percorso idraulico più lungo, calcolati come:

$$T_c = \sum T_{pi} = \sum \frac{l_i}{V_i}$$

La velocità per ogni tratto è stata calcolata utilizzando la formula di Manning per il deflusso in

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

canali e corsi d'acqua e la formula dell'*overland flow* per il moto delle particelle d'acqua sui versanti

In definitiva si è assunto nei calcoli il valore medio risultante dalle formule sopra citate, ritenuto rappresentativo per i bacini in studio e riportato nella seguente tabella:

Bacino	Tc (h)				Σ Tpi
	Rosso et al.	Ferro	R. Toscana	Tc medio (h)	
Bacino 1	1.33	1.94	1.53	1.60	2.09
Interbacino 2	1.30	1.55	1.23	1.36	1.55
Bacino 3	1.18	1.73	1.37	1.43	1.82
Interbacino 4	1.18	1.52	1.20	1.30	1.31
Interbacino 5	1.04	1.24	0.98	1.09	1.29
Interbacino 6	1.42	1.69	1.34	1.48	1.42
Bacino 7	1.14	1.26	0.99	1.13	1.64
Interbacino 8	0.65	0.67	0.53	0.62	0.66
Bacino 9	1.27	1.15	0.91	1.11	1.77
Interbacino 10	1.17	1.37	1.08	1.21	1.35

Tabella 7: tempi di corrivazione calcolati con le formule considerate e i valori medi adottati nella modellazione afflussi-deflussi. Si riporta a confronto anche il valore di Tc calcolato come somma dei tempi di percorrenza.

Per la stima della costante di invaso R si sono posti a confronto i valori derivanti dalle relazioni di Sabol (1988), Kim (2015) e Yoon e Park (2002), di seguito riportate:

- Sabol (1988):

$$R = \frac{T_c}{1.46 - 0.0867(L^2/A)}$$

- Kim (2015):

$$R = 0.093 \frac{A^{0.238}}{S^{0.387}}$$

- Yoon-Park (2002):

$$R = 1.625 \frac{A^{0.0710} \cdot L^{0.118}}{S^{0.1085}}$$

in cui L è la lunghezza dell'asta principale (Km), A l'area del bacino (Kmq), S (-) la pendenza media del bacino.

Si riportano nella Tabella 8 i valori della costante R calcolati per ciascun bacino con le diverse formule considerate:

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

Bacino	R (h)		
	Sabol (1988)	Kim (2015)	Yoon-Park (2002)
Bacino 1	1.31	0.19	2.15
Interbacino 2	1.04	0.17	1.97
Bacino 3	1.14	0.18	2.05
Interbacino 4	0.91	0.18	1.73
Interbacino 5	0.82	0.17	1.79
Interbacino 6	1.05	0.20	1.82
Bacino 7	1.00	0.17	1.89
Interbacino 8	0.44	0.12	1.49
Bacino 9	1.15	0.16	1.89
Interbacino 10	0.91	0.17	1.85

Tabella 8: Valori della costante di invaso R calcolati con le diverse formule considerate.

Per ogni relazione si è calcolato il corrispondente valore del rapporto $R/(T_c+R)$. Considerando che i bacini in studio presentano forte pendenza si è adottata per la stima di R la formula di Kim, che fornisce valori del rapporto suddetto variabili tra 0.1 e 0.2, in linea con le caratteristiche fisiche del bacino in esame. Le altre formule esaminate portano invece a valori più alti del rapporto $R/(T_c+R)$, ritenuti non applicabili per il caso in esame.

Di seguito vengono riportati in tabella i valori dei tempi di corrivazione e delle costanti di invaso calcolati e adottati per ogni sottobacino, unitamente ad i relativi rapporti $R/(T_c+R)$:

Bacino	T_c (h)	R (h) – Kim (2015)	$R/(R+T_c)$
Bacino 1	1.60	0.187	0.10
Interbacino 2	1.36	0.170	0.11
Bacino 3	1.43	0.181	0.11
Interbacino 4	1.30	0.182	0.12
Interbacino 5	1.09	0.171	0.14
Interbacino 6	1.48	0.198	0.12
Bacino 7	1.13	0.170	0.13
Interbacino 8	0.62	0.120	0.16
Bacino 9	1.11	0.165	0.13
Interbacino 10	1.21	0.171	0.12

Tabella 9: Valori dei parametri del modello afflussi-deflussi di Clark adottato per i sottobacini del Torrente Pedogna.

2.6. Propagazione dei deflussi: il metodo Muskingum-Cunge

Per la stima della propagazione dei deflussi negli elementi "reach" si è adottato il metodo di

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

Muskingum-Cunge. Tale modello si basa sull'equazione di continuità e sull'approssimazione parabolica delle equazioni complete di De Saint Venant.

I coefficienti del metodo vengono calcolati sulla base delle caratteristiche geometriche medie dei vari tratti per mezzo delle seguenti relazioni:

$$k = \frac{\Delta x}{c} \quad X = \frac{1}{2} \cdot \left(1 - \frac{Q}{BS_0 c \Delta x} \right) \quad c = \frac{dQ}{dA}$$

in cui Δx è l'intervallo di discretizzazione spaziale, Δt il passo temporale di calcolo, c la celerità di traslazione dell'onda, S_0 la pendenza di fondo ed A l'area liquida.

Per ognuno degli elementi di tipo "reach" inseriti nel modello, è stato necessario definire la lunghezza L , coincidente con la lunghezza dell'asta principale, la pendenza media I_L , il numero di Manning n per l'alveo inciso e per le sponde, e la forma della sezione.

Tratto	Bacino	L_{tot} (m)	I_L (m/m)	n channel ($s/m^{1/3}$)	tipo sezione	LB n ($s/m^{1/3}$)	RB n ($s/m^{1/3}$)
R2	Interbacino 2	3064.35	0.026	0.07	Eight Point	0.12	0.12
R4	Interbacino 4	1233.86	0.025	0.07	Eight Point	0.12	0.12
R5	Interbacino 5	2280.75	0.022	0.07	Eight Point	0.12	0.12
R6	Interbacino 6	1805.37	0.024	0.07	Eight Point	0.12	0.12
R8	Interbacino 8	876.16	0.021	0.07	Eight Point	0.12	0.12
R10	Interbacino 10	2527.11	0.018	0.07	Eight Point	0.12	0.12

Tabella 10: caratteristiche degli elementi di tipo reach.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

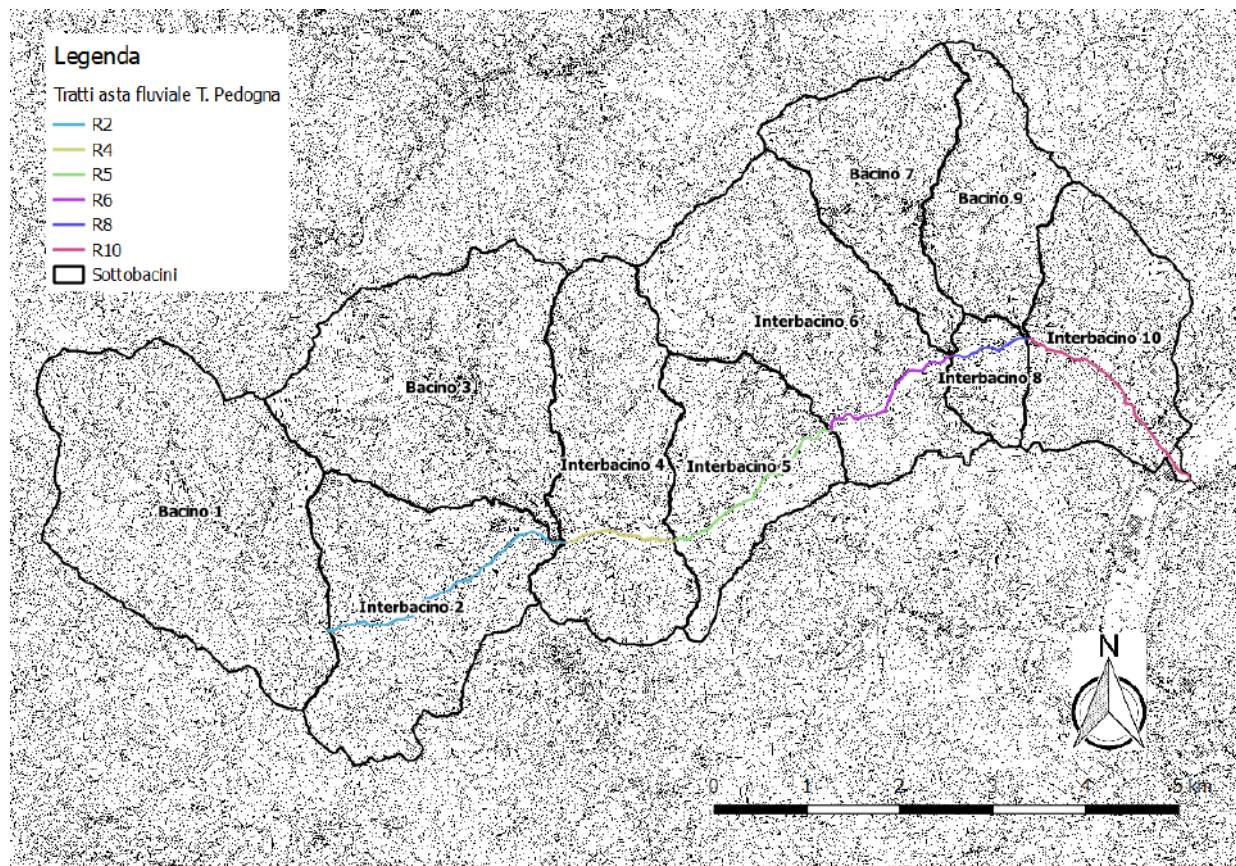


Figura 15: Planimetria dei reach modellati in HEC-HMS.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

2.7. Risultati della modellazione idrologica: gli idrogrammi di piena

Sulla base di quanto sopra esposto, è stato implementato il modello idrologico dell'area di studio.

In generale, le simulazioni idrologiche sono individuate da un codice nella forma IT_Trxxx_Tpyyh, dove IT sta ad indicare che si sono impiegati ietogrammi triangolari, xxx indica il tempo di ritorno in anni ed yy la durata di pioggia espressa in ore.

La tabella seguente contiene un riepilogo delle portate massime che si verificano in ciascuno dei sottobacini considerati per ciascun tempo di ritorno e per ogni durata di pioggia:

simulazione	Q (mc/s)									
	BAC-1	INTERB-2	BAC-3	INTERB-4	INTERB-5	INTERB-6	BAC-7	INTERB-8	BAC-9	INTERB-10
IT_TR030_TP02.0H	57.01	33.34	39.73	29.72	22.47	38.38	25.17	12.72	21.35	35.67
IT_TR030_TP03.0H	62.56	36.14	43.79	32.43	23.26	42.51	25.84	11.32	21.83	35.86
IT_TR030_TP04.0H	61.62	35.45	43.28	31.96	22.43	42.13	24.78	10.16	20.89	33.96
IT_TR030_TP05.0H	59.07	33.98	41.66	30.74	21.34	40.60	23.49	9.26	19.78	31.90
IT_TR030_TP06.0H	56.23	32.39	39.81	29.39	20.27	38.81	22.23	8.53	18.72	29.99
IT_TR200_TP02.0H	110.35	68.24	81.68	62.52	46.28	77.95	50.26	22.27	42.63	66.82
IT_TR200_TP03.0H	116.62	70.73	85.95	65.00	46.04	82.57	49.77	19.54	42.05	65.30
IT_TR200_TP04.0H	112.76	67.95	83.14	62.64	43.55	80.13	46.92	17.40	39.57	61.01
IT_TR200_TP05.0H	106.97	64.37	79.03	59.49	40.96	76.28	44.01	15.78	37.08	56.84
IT_TR200_TP06.0H	101.09	60.85	74.88	56.35	38.58	72.31	41.35	14.49	34.82	53.12

Tabella 11: Portate massime per ogni durata nei diversi sottobacini, per $Tr=30$ anni e 200 anni

Le seguenti tabelle riportano invece un riepilogo delle portate massime che si verificano in corrispondenza dei principali nodi di confluenza della rete (di cui si riporta l'ubicazione planimetrica in Figura 16) per ciascun tempo di ritorno e per ogni durata di pioggia:

simulazione	Q (mc/s)						
	J1-2	J2-3-4	J4-5	J5-6	J6-7	J8-9	OUTLET
IT_TR030_TP02.0H	57.01	125.17	152.60	166.25	214.70	228.16	246.05
IT_TR030_TP03.0H	62.56	138.62	169.55	187.61	246.31	266.57	290.63
IT_TR030_TP04.0H	61.62	137.88	168.84	188.01	248.89	271.66	297.81
IT_TR030_TP05.0H	59.07	133.16	163.26	182.42	242.21	265.41	291.76
IT_TR030_TP06.0H	56.23	127.45	156.37	174.95	232.71	255.70	281.51

Tabella 12: Portate massime per ogni durata nei nodi di modellazione, per $Tr=30$ anni

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

simulazione	Q (mc/s)						
	J1-2	J2-3-4	J4-5	J5-6	J6-7	J8-9	OUTLET
IT_TR200_TP02.0H	110.35	251.70	310.11	342.64	452.41	487.16	531.98
IT_TR200_TP03.0H	116.62	267.42	329.65	367.23	487.34	530.71	581.92
IT_TR200_TP04.0H	112.76	260.12	320.99	359.16	478.15	523.26	574.77
IT_TR200_TP05.0H	106.97	247.83	306.09	343.35	457.87	502.35	552.34
IT_TR200_TP06.0H	101.09	234.97	290.43	326.26	435.57	478.59	526.46

Tabella 13: Portate massime per ogni durata nei nodi di modellazione, per $Tr=200$ anni

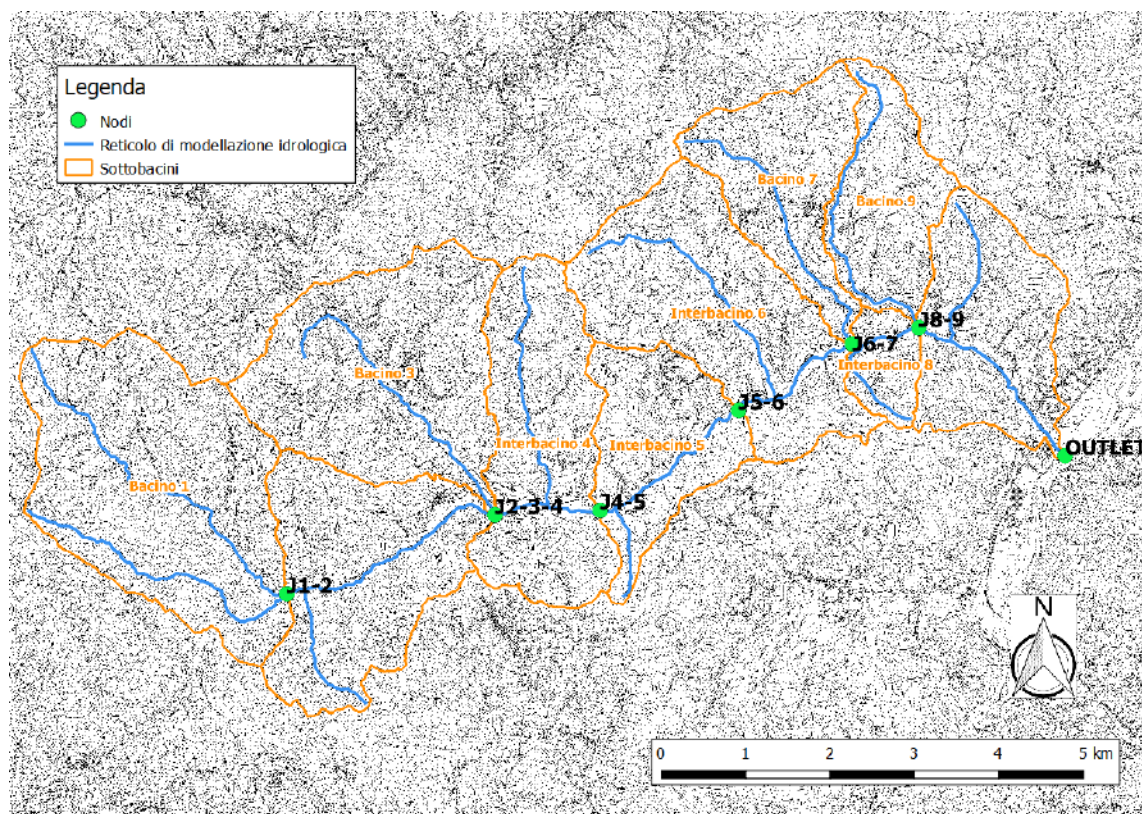


Figura 16: Nodi di confluenza della modellazione idrologica.

Di seguito si riportano gli idrogrammi in uscita dai nodi rappresentativi del modello idrologico, prima per $Tr=30$ anni e poi per $Tr=200$ anni, per ogni durata di pioggia.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

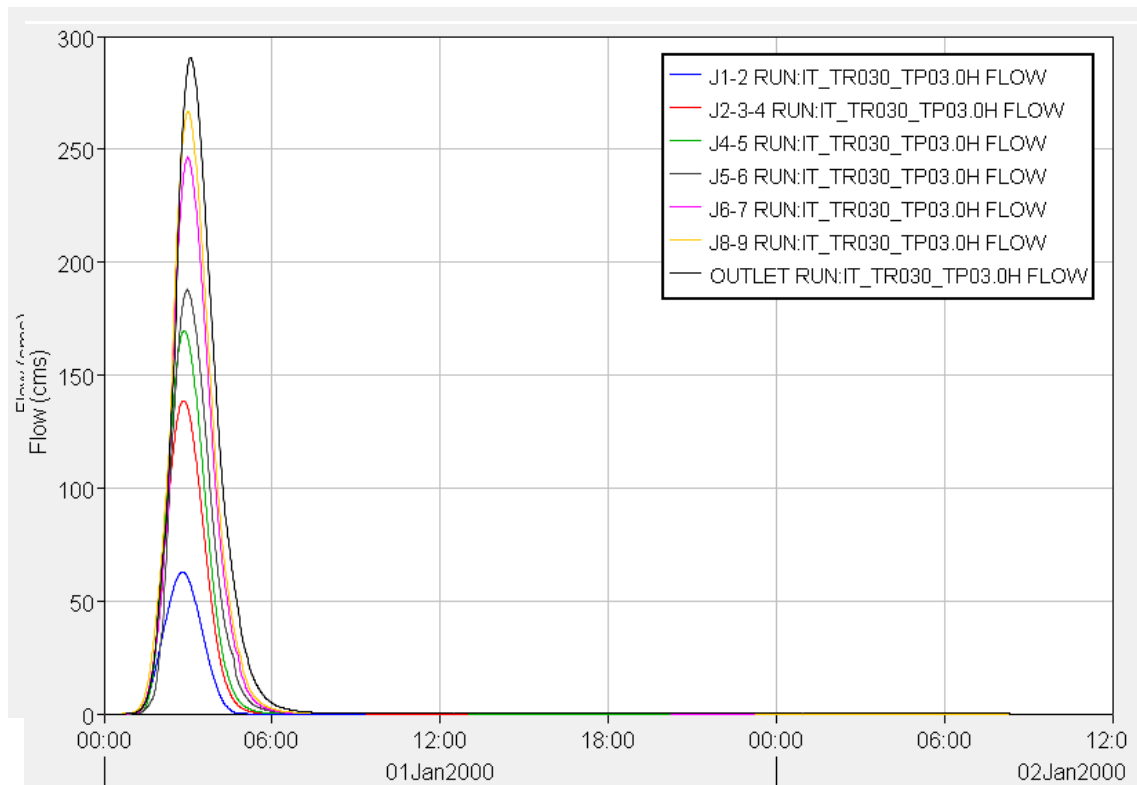


Figura 18: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=30$ anni e durata 3h

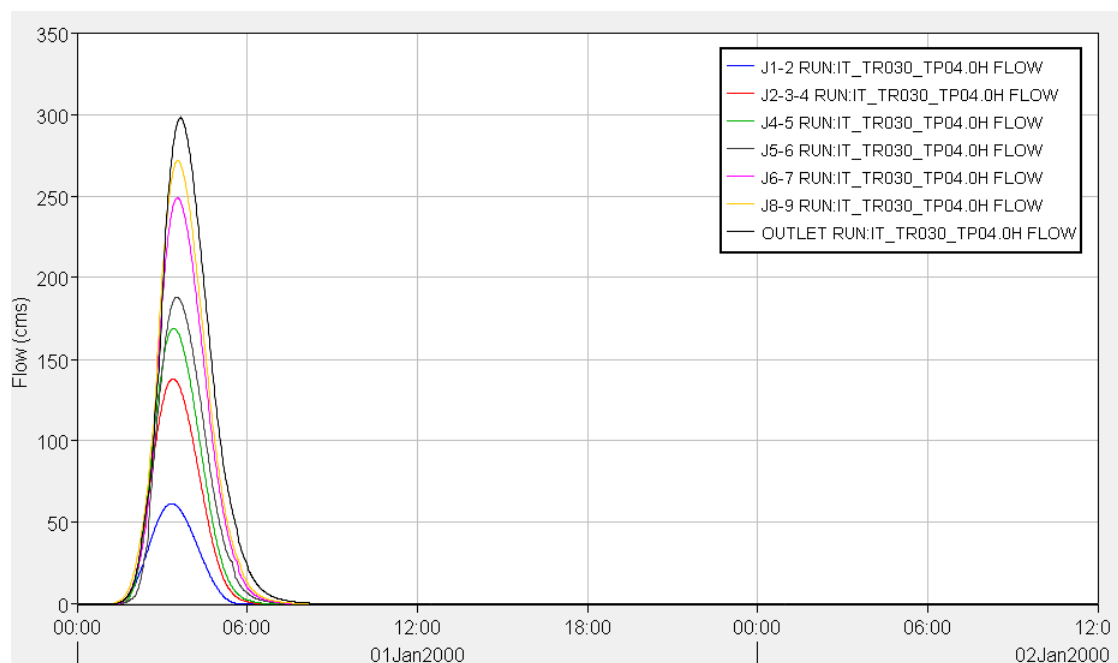


Figura 19: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=30$ anni e durata 4h

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

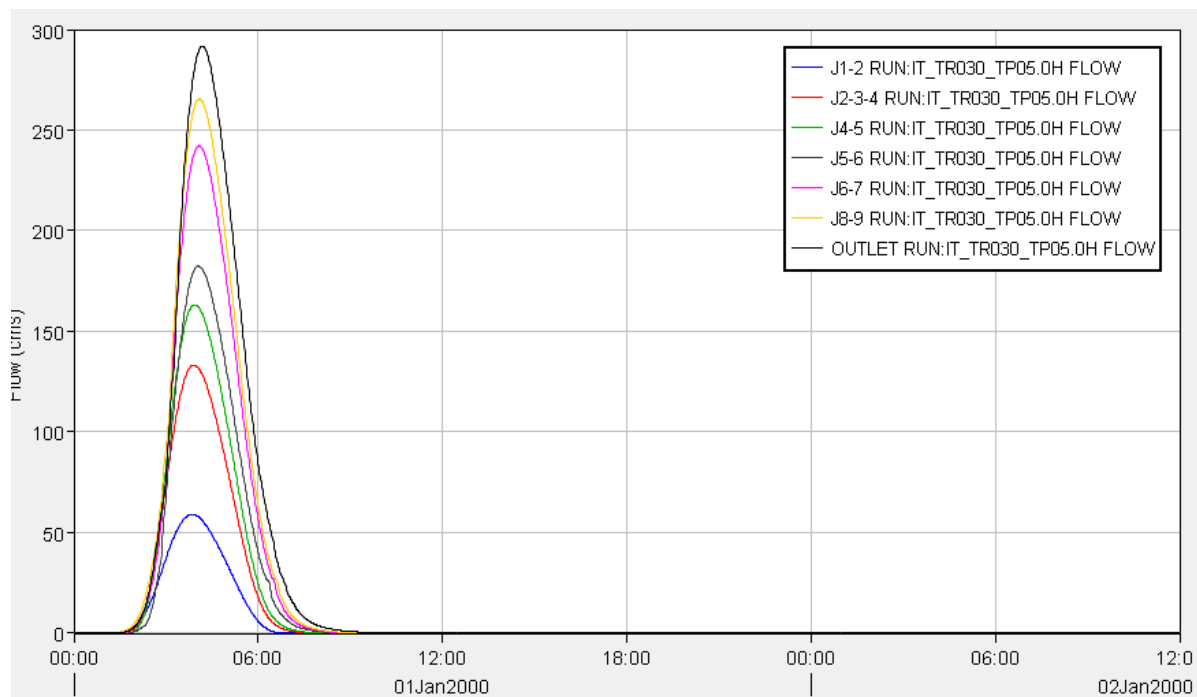


Figura 20: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=30$ anni e durata 5h

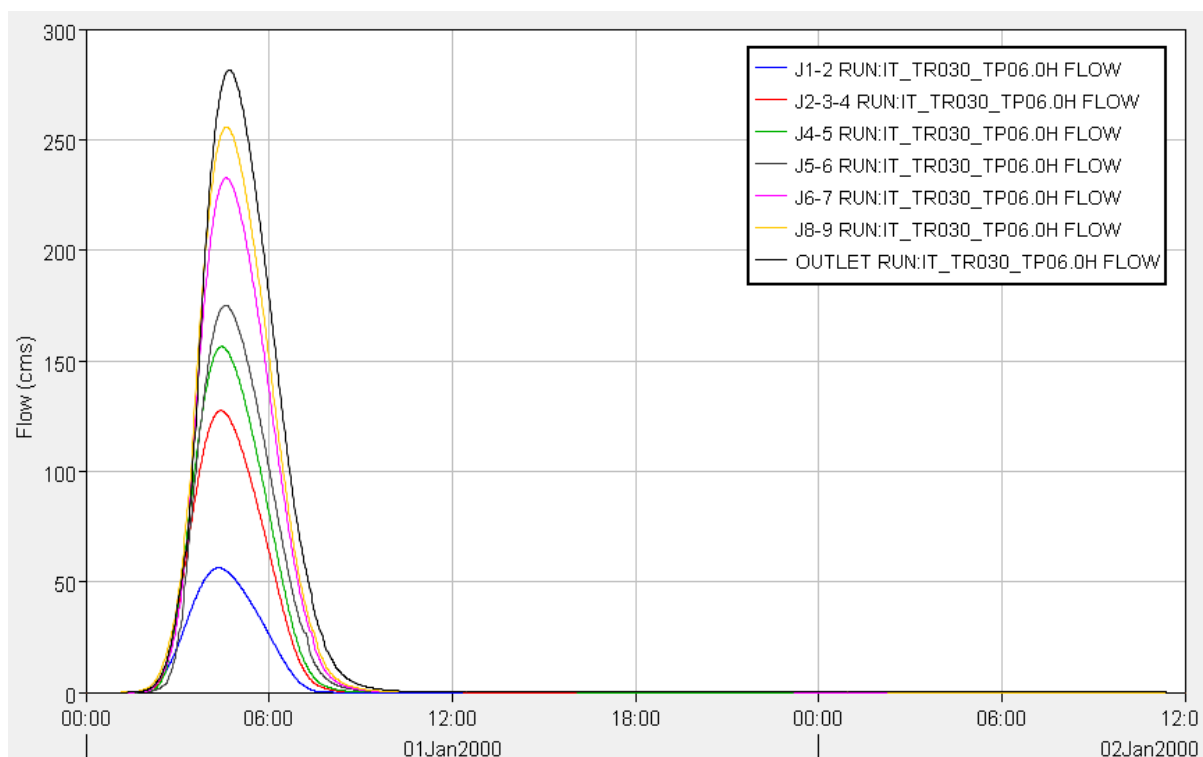


Figura 21: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=30$ anni e durata 6h

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

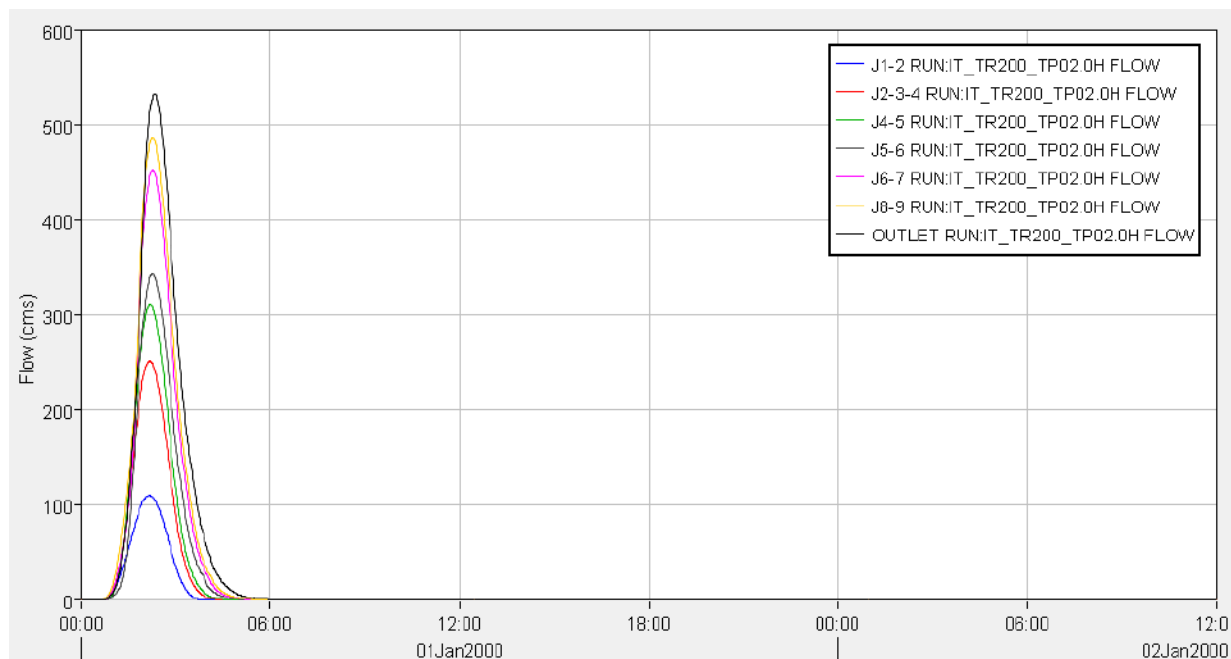


Figura 22: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=200$ anni e durata 2h

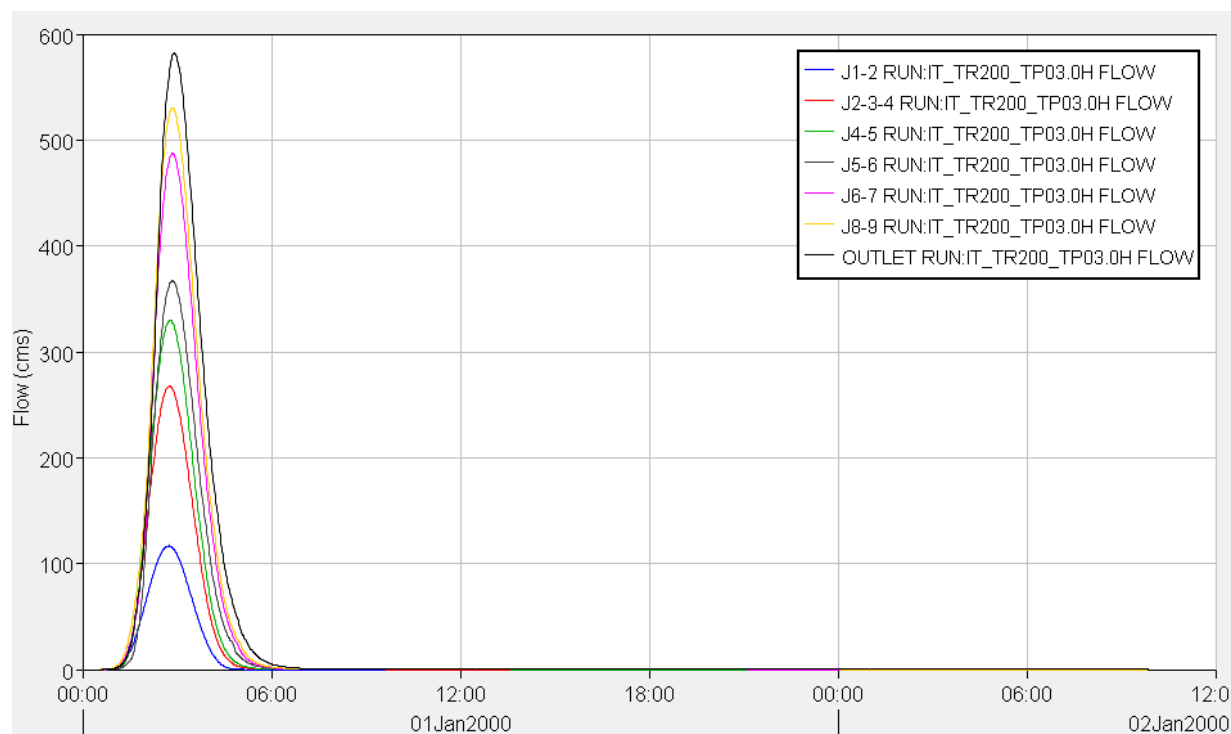


Figura 23: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=200$ anni e durata 3h

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

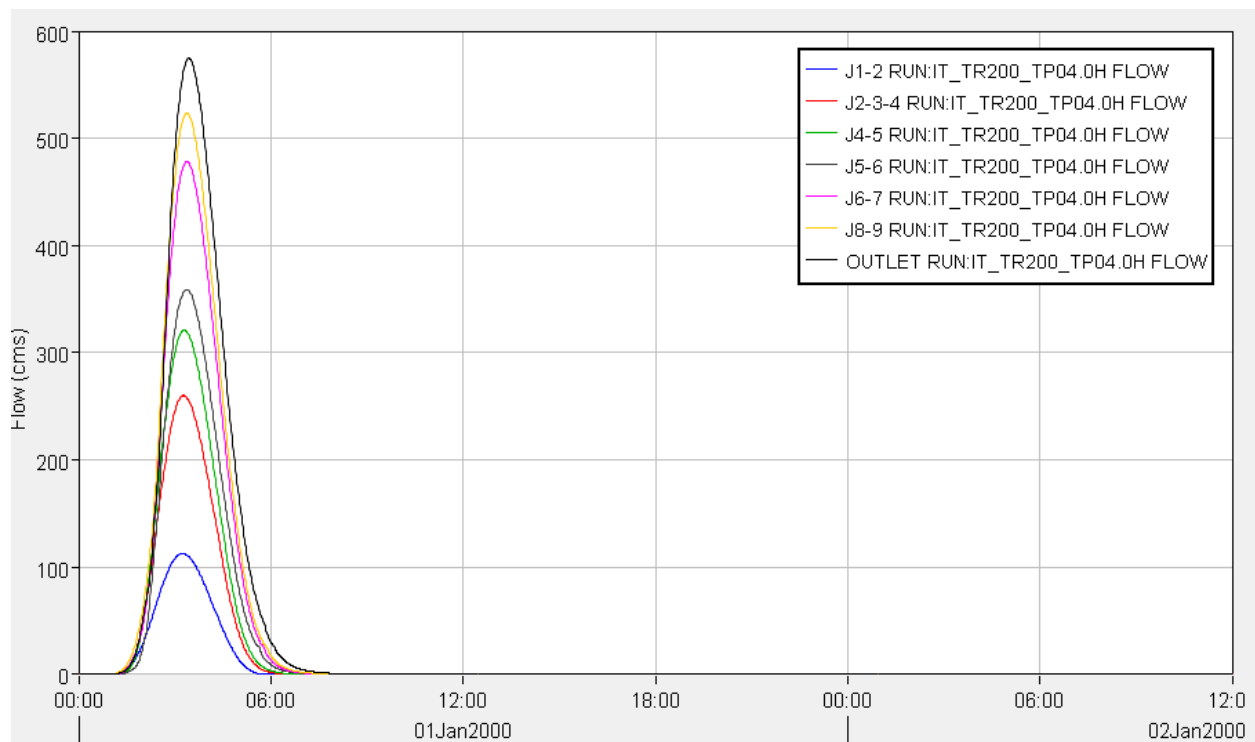


Figura 24: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=200$ anni e durata 4h

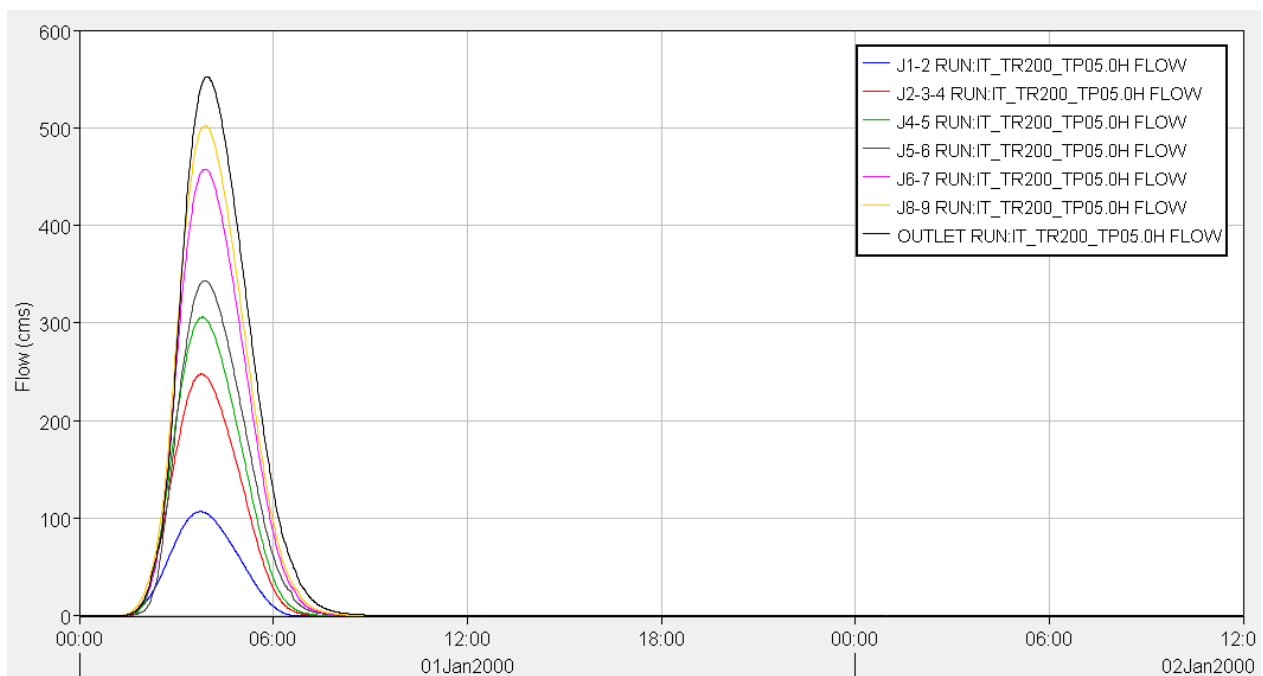


Figura 25: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=200$ anni e durata 5h

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

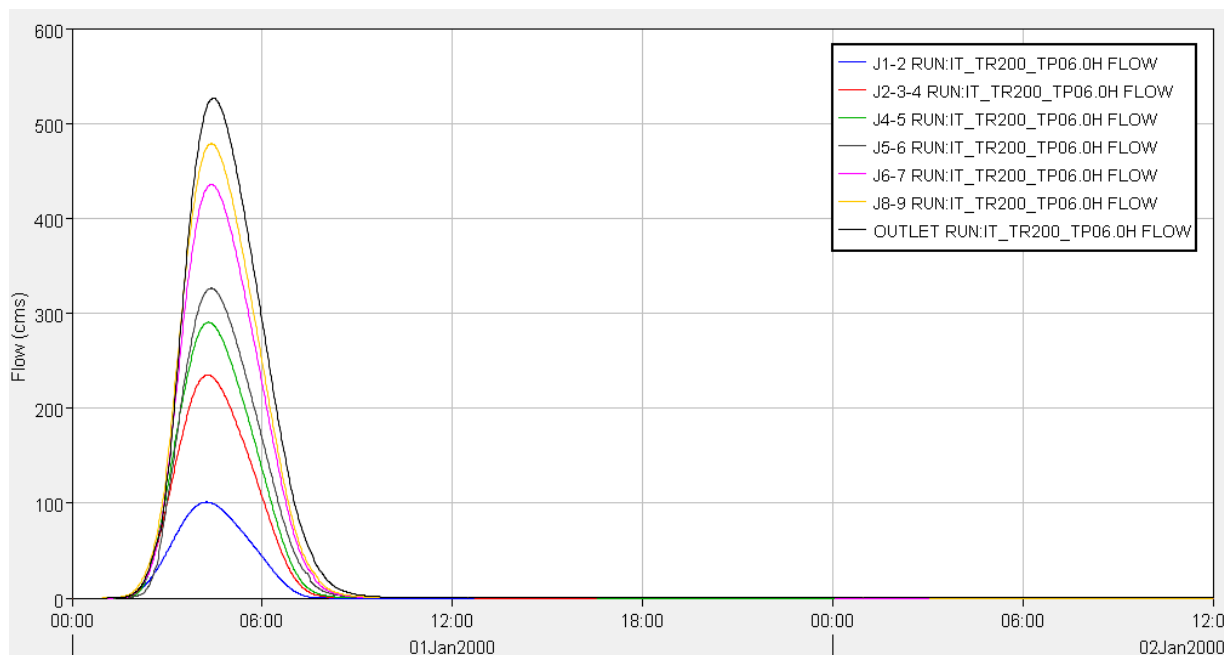


Figura 26: Idrogrammi delle portate dei sottobacini per $Tr=200$ anni e durata 6h

2.7.1. Confronti con eventi critici noti o con studi pregressi

Per il corso d'acqua in esame non sono presenti eventi di piena per cui si abbiano a disposizione dati da utilizzare ai fini di taratura del modello.

Le portate di calcolo sono state tuttavia valutate qualitativamente con i dati di letteratura riportati nella documentazione a corredo della "Variante generale funzionale all'adeguamento del PAI del fiume Serchio al Piano di Gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico dell'Appennino Settentrionale" (Progetto di Piano adottato con Decr. S.G. n.39 del 12/6/2018) e in particolare all'allegato 5 alla Disciplina di Piano "Linee guida per le attività di approfondimento conoscitivo delle condizioni di pericolosità in contesti di particolare fragilità idraulica e idro-geomorfologica". I grafici seguenti mostrano i risultati di studi idrologici condotti a scala regionale o di bacino.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

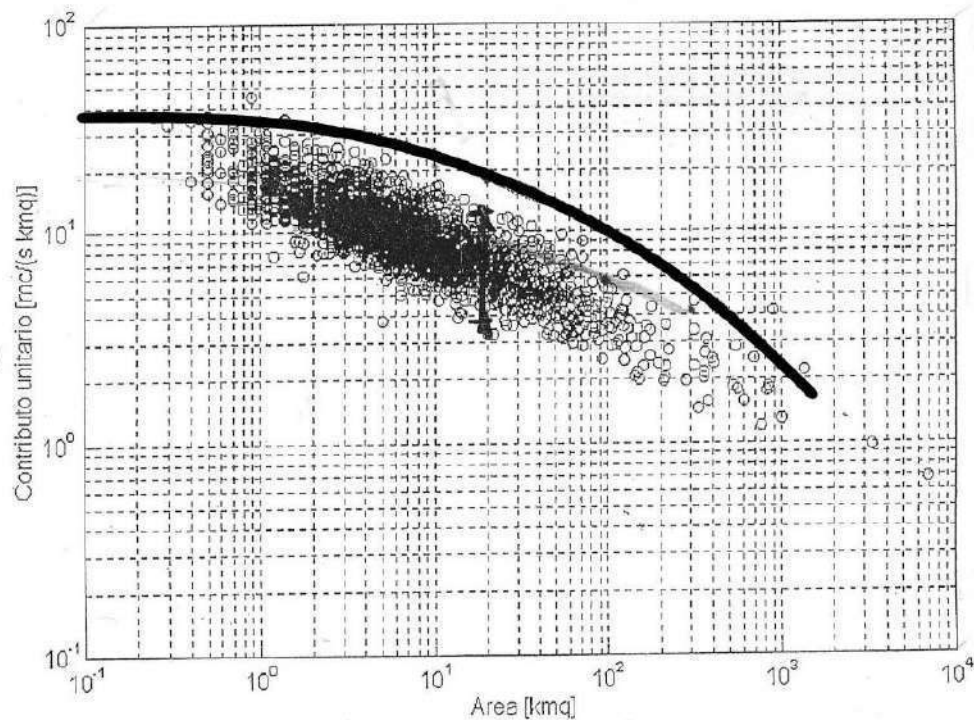


Figura 27: Distribuzione dei valori calcolati per la massima portata duecentennale unitaria in funzione dell'area di bacino (o) e curva inviluppo elaborata dall'ex-Servizio Idrografico (linea continua).
[Grafico estratto dalla documentazione del lavoro: "Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana", sistema Al.To, Regione Toscana (1996)]

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

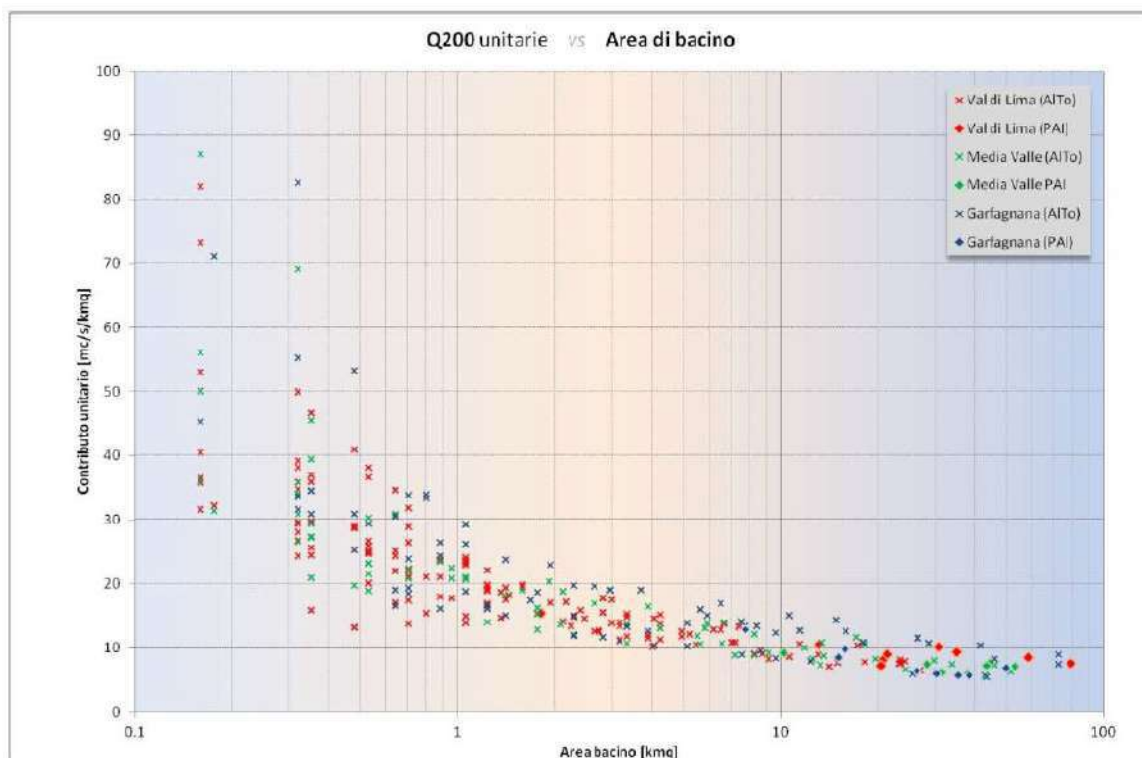


Figura 28: Distribuzione dei valori calcolati per la massima portata duecentennale unitaria per bacini inferiori a 100 kmq del bacino del Serchio
[dati ricavati dalla "Regionalizzazione delle portate di piena in Toscana" (sistema Al.To) e dal P.A.I.]

La tabella seguente riporta le portate massime trentennali e duecentennali per il bacino complessiva del Pedogna, con i relativi contributi unitari di piena.

	Tr30	Tr200
Q_{max} (mc/sec)	297.8	581.9
A(kmq)	46.36	46.36
$u((mc/s)/Kmq)$	6.42	12.55

Tabella 14: contributi unitari di piena torrente Pedogna

Come si nota i valori trovati risultano in linea con le previsioni dei grafici sopra riportati.

2.7.2. Confronti con i risultati derivati dall'applicazione dell'idrogramma standard SCS

Ai fini di effettuare un'analisi di sensitività sui valori delle portate di picco trovate, si riportano nella tabella seguente i valori massimi di portata ai nodi di confluenza della rete (per la cui

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

ubicazione planimetrica si rimanda alla Figura Figura 16) per tempo di ritorno 30 e 200 anni e diverse durate, derivati dall'applicazione dell'idrogramma di Clark a confronto con quelli derivati dall'applicazione dell'idrogramma standard SCS nella sua versione standard (fattore di picco 484). I parametri relativi alla definizione delle piogge e delle perdite idrologiche restano chiaramente invariati.

L'idrogramma del Soil Conservation Service (SCS) americano è un idrogramma adimensionale definito in base all'analisi di idrogrammi di piena in uscita dalla sezione di chiusura di numerosi bacini idrografici strumentati, di dimensioni grandi e piccole. Per la sua definizione è necessario specificare il fattore di picco e il tempo di ritardo, assunto pari a 0.6 Tc (per i valori di Tc si rimanda a quanto riportato in Tabella 9).

		Q (mc/s)						
<i>simulazione</i>		J1-2	J2-3-4	J4-5	J5-6	J6-7	J8-9	OUTLET
IT_TR030_TP02.0H	SCS	50.53	110.41	134.27	146.44	189.09	201.41	217.77
	Clark	57.01	125.17	152.60	166.25	214.70	228.16	246.05
IT_TR030_TP03.0H	SCS	55.01	122.92	150.47	166.81	219.30	237.99	260.84
	Clark	62.56	138.62	169.55	187.61	246.31	266.57	290.63
IT_TR030_TP04.0H	SCS	55.04	124.31	152.51	170.28	225.73	246.85	271.74
	Clark	61.62	137.88	168.84	188.01	248.89	271.66	297.81
IT_TR030_TP05.0H	SCS	53.70	122.01	149.90	167.85	223.22	245.13	270.36
	Clark	59.07	133.16	163.26	182.42	242.21	265.41	291.76
IT_TR030_TP06.0H	SCS	51.89	118.37	145.52	163.23	217.59	239.40	264.24
	Clark	56.23	127.45	156.37	174.95	232.71	255.70	281.51
IT_TR200_TP02.0H	SCS	97.53	222.20	273.65	303.06	399.20	429.85	470.97
	Clark	110.35	251.70	310.11	342.64	452.41	487.16	531.98
IT_TR200_TP03.0H	SCS	102.88	237.49	293.30	328.05	436.41	476.68	524.38
	Clark	116.62	267.42	329.65	367.23	487.34	530.71	581.92
IT_TR200_TP04.0H	SCS	101.26	235.24	290.91	326.62	435.78	478.13	526.77
	Clark	112.76	260.12	320.99	359.16	478.15	523.26	574.77
IT_TR200_TP05.0H	SCS	97.78	228.00	282.17	317.40	424.07	466.20	513.82
	Clark	106.97	247.83	306.09	343.35	457.87	502.35	552.34
IT_TR200_TP06.0H	SCS	93.77	219.20	271.42	305.64	408.67	449.76	495.72
	Clark	101.09	234.97	290.43	326.26	435.57	478.59	526.46

Tabella 15: Valori massimi di portata ai nodi di modellazione della rete derivati dall'applicazione dell'idrogramma di Clark e dell'idrogramma standard SCS, per Tr=30 anni e Tr=200 anni e diverse durate analizzate.

Il confronto tra i risultati relativi ad i due diversi metodi di trasformazione afflussi-netti deflussi evidenzia un buon accordo sui valori delle portate di picco.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

3. RELAZIONE IDRAULICA

La modellazione idraulica dei tratti fluviali di interesse per la determinazione delle condizioni di pericolosità idraulica è stata condotta mediante il software HEC-RAS 5.0.7 (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System) prodotto anch'esso dal Corpo degli Ingegneri dell'esercito americano (USACE).

Le simulazioni sono state eseguite in regime di moto vario mono e bidimensionale e sono descritte in dettaglio nel seguito. In particolare, si è proceduto ad implementare un'analisi monodimensionale in alveo e bidimensionale al di fuori dell'alveo inciso.

Per la definizione delle condizioni di pericolosità dell'area sono state effettuate più simulazioni, corrispondenti alle durate di pioggia critiche per i corsi d'acqua in esame, effettuando poi un inviluppo delle aree di esondazione individuate. In particolare si sono simulati gli idrogrammi con le massime portate e quelli generati dalle piogge di durata maggiore rispetto alla pioggia critica, caratterizzati da portate al picco più basse ma volumi globali di deflusso maggiori.

Il tratto oggetto di studio si estende oltre le aree di interesse per la pianificazione comunale, sia per quel che riguarda la modellazione monodimensionale che per quel che riguarda la modellazione bidimensionale, al fine di evitare effetti al contorno.

A seguire si riporta una breve descrizione dei modelli matematici di HEC-RAS, rimandando direttamente ai manuali del software per maggiori dettagli.

3.1. Modello matematico a moto vario monodimensionale

La forma delle equazioni del moto vario (o equazioni di De Saint Venant) utilizzate in HEC-RAS è la seguente:

Equazione di continuità:

$$\frac{(\partial A)}{(\partial t)} + \frac{(\partial(\Phi \cdot Q))}{(\partial x_c)} + \frac{(\partial[(1-\Phi) \cdot Q])}{(\partial x_f)} = 0$$

Equazione di conservazione della quantità di moto:

$$\frac{(\partial Q)}{(\partial t)} + \frac{(\partial(\Phi^2 Q^2 / A_c))}{(\partial x_c)} + \frac{(\partial((1-\Phi)^2 Q^2 / A_f))}{(\partial x_f)} + g A_c \left[\frac{(\partial Z)}{(\partial x_c)} + S_{fc} \right] + g A_f \left[\frac{(\partial Z)}{(\partial x_f)} + S_{ff} \right] = 0$$

con:

$$Q_c = \Phi \cdot Q ; \quad \Phi = (K_c) / (K_c + K_f)$$

I pedici *c* ed *f* nelle equazioni si riferiscono rispettivamente al *main channel* (alveo centrale) ed alle *floodplain* (aree golenali), *Q* rappresenta la portata, *g* l'accelerazione di gravità, *x* l'ascissa, *t* il tempo, *K* la *conveyance* (o fattore di trasporto) della sezione, *Z* la quota del pelo libero (somma della quota di fondo *z* e dell'altezza liquida *y*), *A* l'area liquida, *S_f* la pendenza della linea dell'energia.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

HEC-RAS utilizza generalmente il modello completo delle equazioni di De Saint Venant. Nelle analisi in moto vario le tecniche di soluzione numerica delle equazioni del moto assumono un'importanza maggiore rispetto alle analisi a moto permanente. La soluzione numerica di tali equazioni in regime di corrente lenta è basata su un metodo alle differenze finite di tipo implicito a quattro punti, noto in letteratura come *box scheme*. Dalla discretizzazione alle differenze finite delle equazioni del moto applicate ad un tratto di corso d'acqua, e dall'applicazione delle condizioni al contorno, risulta un sistema lineare di N equazioni in N incognite, con N pari a 2 volte il numero di sezioni in cui è stato suddiviso il corso d'acqua meno le sezioni in cui sono state assegnate le condizioni al contorno. Tale sistema deve essere risolto ad ogni successivo istante di calcolo. Il sistema di equazioni lineari viene risolto con metodo iterativo, utilizzando l'algoritmo *skyline*, specificatamente pensato per la soluzione dei problemi di moto vario nelle reti a pelo libero.

Nel caso di corrente mista lenta o veloce HEC-RAS utilizza la tecnica *Local Partial Inertia* (LPI), mediante la quale si passa gradualmente dalla soluzione delle equazioni complete del moto alla soluzione del modello parabolico delle equazioni del moto vario. Il modello parabolico viene applicato dal programma soltanto nei tratti di corso d'acqua in cui si ha un numero di Froude maggiore di un valore soglia definibile dall'utente (generalmente si assume $Fr=1$, corrispondente al passaggio della corrente attraverso lo stato critico). Il modello matematico riesce così a garantire una buona stabilità di calcolo anche nei tratti interessati da corrente veloce o mista, pur mantenendo un'adeguata accuratezza di calcolo.

Per ulteriori dettagli sulle equazioni e gli algoritmi di calcolo si rimanda alla manualistica di HEC-RAS ed in particolare all'Hydraulic Reference Manual.

3.2. Modello di calcolo a moto vario bidimensionale

Il modello matematico bidimensionale utilizza le equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto, che vengono risolte con uno schema ai volumi finiti.

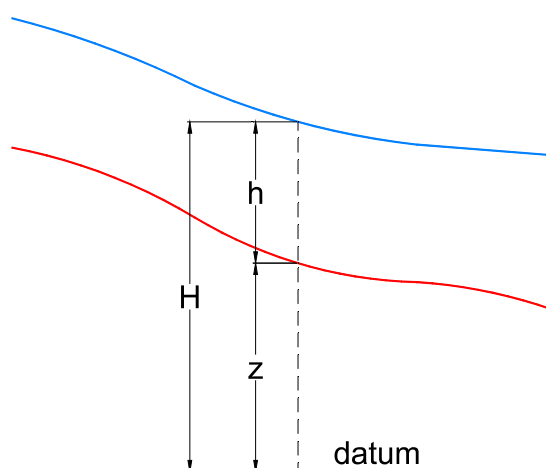


Figura 29: Sistema di riferimento di Hec-Ras 2D: la quota del terreno è indicata con $z(x,y)$ l'altezza idrica con $h(x,y,t)$; la quota del pelo libero con $H(x,y,t) = z(x,y) + h(x,y,t)$

Conservazione della massa: assumendo il fluido incompressibile, l'equazione differenziale della

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

conservazione della massa (continuità) in moto vario è:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(h \cdot u)}{\partial x} + \frac{\partial(h \cdot v)}{\partial y} + q = 0$$

in cui t è il tempo, u e v sono rispettivamente le componenti di velocità lungo le direzioni x ed y e q è la portata in ingresso ed in uscita dovuta a immissioni o uscite di acqua.

Conservazione della quantità di moto: quando la dimensione orizzontale caratteristica dell'area di studio è molto maggiore della dimensione verticale, gli effetti legati alla componente verticale della velocità possono essere trascurati e si può assumere una distribuzione idrostatica delle pressioni, a partire dalle equazioni di Navier-Stokes. In tali ipotesi e nell'ipotesi di densità del fluido costante, l'equazione di conservazione della quantità di moto assume la seguente forma:

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial u}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial y} = -g \cdot \frac{\partial H}{\partial x} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) - c_f \cdot u + f \cdot v$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \cdot \frac{\partial v}{\partial x} + v \cdot \frac{\partial v}{\partial y} = -g \cdot \frac{\partial H}{\partial y} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) - c_f \cdot v - f \cdot u$$

in cui oltre ai simboli già illustrati, g è l'accelerazione di gravità, ν_t è il coefficiente di viscosità turbolenta, c_f è il coefficiente di attrito al fondo, ed f è il coefficiente di Coriolis.

Utilizzando la formula di Chézy il coefficiente di scabrezza sul fondo è dato da:

$$c_f = \frac{g \cdot |V|}{C^2 \cdot R}$$

in cui g è l'accelerazione di gravità, $|V|$ è il modulo del vettore velocità, C è il coefficiente di Chézy ed R è il raggio idraulico.

Utilizzando la formula di Manning $C = R^{1/6} / n$, in cui n è il coefficiente di scabrezza di Manning, pertanto si ha:

$$c_f = \frac{n^2 \cdot g \cdot |V|}{R^{4/3}}$$

Per la modellazione del campo di moto HEC-RAS utilizza l'approccio batimetrico sub-grid sviluppato da Casulli. Con tale approccio si riesce a sfruttare informazioni topografiche ad alta risoluzione (ad esempio dati Lidar con passo della griglia pari ad 1m) pur utilizzando celle di calcolo a dimensione caratteristica maggiore rispetto alla risoluzione dei dati in ingresso. Per ogni singola cella di calcolo infatti in fase di *pre-processing* viene ricavata la legge di variazione con la quota del pelo libero delle grandezze idrauliche caratteristiche, basandosi sui dati topografici ad alta risoluzione relativi alla cella stessa. Vengono così determinate: curva di vaso della cella, area, contorno bagnato e raggio idraulico su ogni bordo della cella. Tale schema di risoluzione consente di sfruttare al massimo il dettaglio dei dati in ingresso.

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

3.3. Caratteristiche geometriche del modello idraulico

La geometria del modello di calcolo è stata implementata utilizzando i rilievi Lidar disponibili per l'area in esame dal portale della Regione Toscana e dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale. In particolare per la modellazione delle aree di esondazione 2D si è fatto riferimento al DTMI del bacino del Serchio, che è ottenuto dal DSM escludendo, tramite algoritmi automatici e il controllo dell'operatore, la vegetazione, ma mantenendo i fabbricati.

Per quanto riguarda i manufatti presenti in alveo ed i varchi presenti nel rilevato della SP32, sono stati utilizzati i dati a disposizione da studi pregressi (Allegato 4 "*Studio idrologico e idraulico Torrente Pedogna*", S.T.A.I. Architettura e Ingegneria, datato marzo 2018, a supporto della Variante al Regolamento Urbanistico).

Il tratto modellato parte dalla confluenza del Solco Colognara (codice LR 79/2012 TN31163) con il Torrente Pedogna, in prossimità della zona delle cave in località Marocco, e arriva a valle in corrispondenza della piana golenale del Fiume Serchio. Il tratto simulato ha lunghezza complessiva pari a 3253.9 m. Per la traccia delle sezioni di modellazione si è fatto riferimento al file shape "*tracce_sez_Pedogna_valle.shp*" dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Settentrionale, le cui specifiche sono riportate nella nota tecnica di accompagnamento richiesta dal Comune di Borgo a Mozzano con numero di protocollo 3620 del 22/8/2017.

Queste sezioni sono state integrate con ulteriori sezioni nel tratto di monte e con sezioni interpolate, generate da HEC-RAS a partire dalle sezioni di Rilievo Lidar, per una più corretta definizione della geometria del modello.

Il modello idraulico implementato è di tipo 1D/2D: le aree di calcolo bidimensionali sono collegate con l'alveo inciso mediante "lateral structures", modellate con l'opzione weir equations e con coefficienti di deflusso definiti in base alla tabella 3.1 del manuale di HEC-RAS. Le celle di calcolo bidimensionali sono state realizzate tenendo conto di eventuali ostacoli significativi per il deflusso idraulico quali possono essere strade e rilevati, rappresentati per mezzo di "break lines".

Sono stati inseriti in sinistra idraulica due elementi di connessione tra area di modellazione 1D e area di modellazione 2D, corrispondenti ad aperture sul rilevato della SP32, le cui caratteristiche sono state ricavate sulla base delle informazioni da studi pregressi (Allegato 4 "*Studio idrologico e idraulico Torrente Pedogna*", S.T.A.I. Architettura e Ingegneria, datato marzo 2018, a supporto della Variante al Regolamento Urbanistico). Le due connessioni sono rappresentate dall'immissione del Fosso Roncato nel Torrente Pedogna in sinistra idraulica, tra le sezioni 12 e 11, con sezione rettangolare 1.5m x 2.15m e fondo posto a quota di circa 84.4 m s.l.m.; un ingresso carrabile in sinistra idraulica tra le sezioni 8 e 7, di dimensioni 3.0m x 3.5m e fondo posto a quota 75 m s.l.m.

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

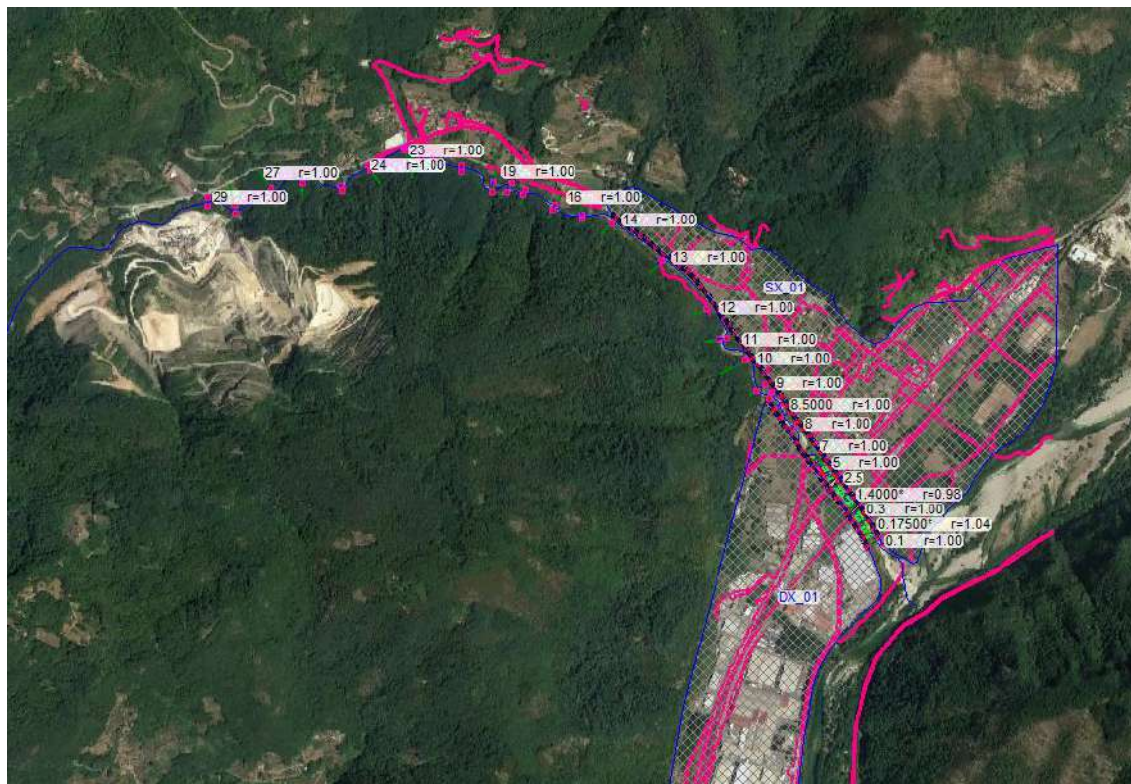


Figura 30: Planimetria di modellazione idraulica.

3.4. Parametri di scabrezza e coefficienti di perdita concentrata

I coefficienti di scabrezza n di Manning sono stati fissati avvalendosi del confronto tra le caratteristiche dei tratti in esame ed altri corsi d'acqua di caratteristiche di scabrezza simili per cui si hanno a disposizione misure di taratura di n , considerando anche la possibilità che la piena possa avvenire in condizioni di non perfetta manutenzione del corso d'acqua. I valori adottati sono riportati nelle sezioni RAS in allegato e nella seguente tabella.

	COEFFICIENTE DI SCABREZZA DI MANNING [s/m ^{1/3}]
Alveo	0.06
Aree golenali	0.07

Tabella 16: valori del coefficiente di Manning nella modellazione 1D.

Il coefficiente di scabrezza delle celle bidimensionali è stato assegnato a partire dall'uso del suolo derivato dal progetto Corine, secondo la seguente tabella di corrispondenza (ripresa da R. Pestana et al., 2013, *Calibration of 2d hydraulic inundation models in the floodplain region of the lower Tagus river*, ESA Living Planet Symposium 2013):

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

Code	Designation	n
111	Continuous urban fabric	0.230
112	Discontinuous urban fabric	0.115
121	Industrial or commercial units	0.230
122	Roads and rail networks and associated land	0.038
124	Airports	0.230
131	Mineral extraction sites	0.104
132	Dump sites	0.115
133	Construction sites	0.115
142	Sport and leisure facilities	0.023
211	Non-irrigated arable land	0.043
212	Permanently irrigated land	0.043
213	Rice fields	0.023
221	Vineyards	0.043
222	Fruit trees and berry plantations	0.043
223	Olive groves	0.043
231	Pastures	0.298
241	Annual crops associated w/permanent crops	0.043
242	Complex cultivation patterns	0.023
243	Agriculture, w/significant natural vegetation	0.058
244	Agro-forestry areas	0.058
311	Broad-leaved forest	0.230
312	Coniferous forest	0.127
313	Mixed forest	0.230
321	Natural grasslands	0.039
322	Moors and heathland	0.058
323	Sclerophyllous vegetation	0.058
324	Transitional woodland-shrub	0.058
331	Beaches, dunes, sands	0.138
332	Bare rocks	0.104
333	Sparsely vegetated areas	0.104
334	Burnt areas	0.104
411	Inland marshes	0.115
511	Water courses	0.035
512	Water bodies	0.035

Tabella 17: valori del coefficiente di scabrezza sulle aree 2D (R. Pestana et al., 2014).

PROGETTO:	ELABORATO:
Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna	Relazione idrologico idraulica

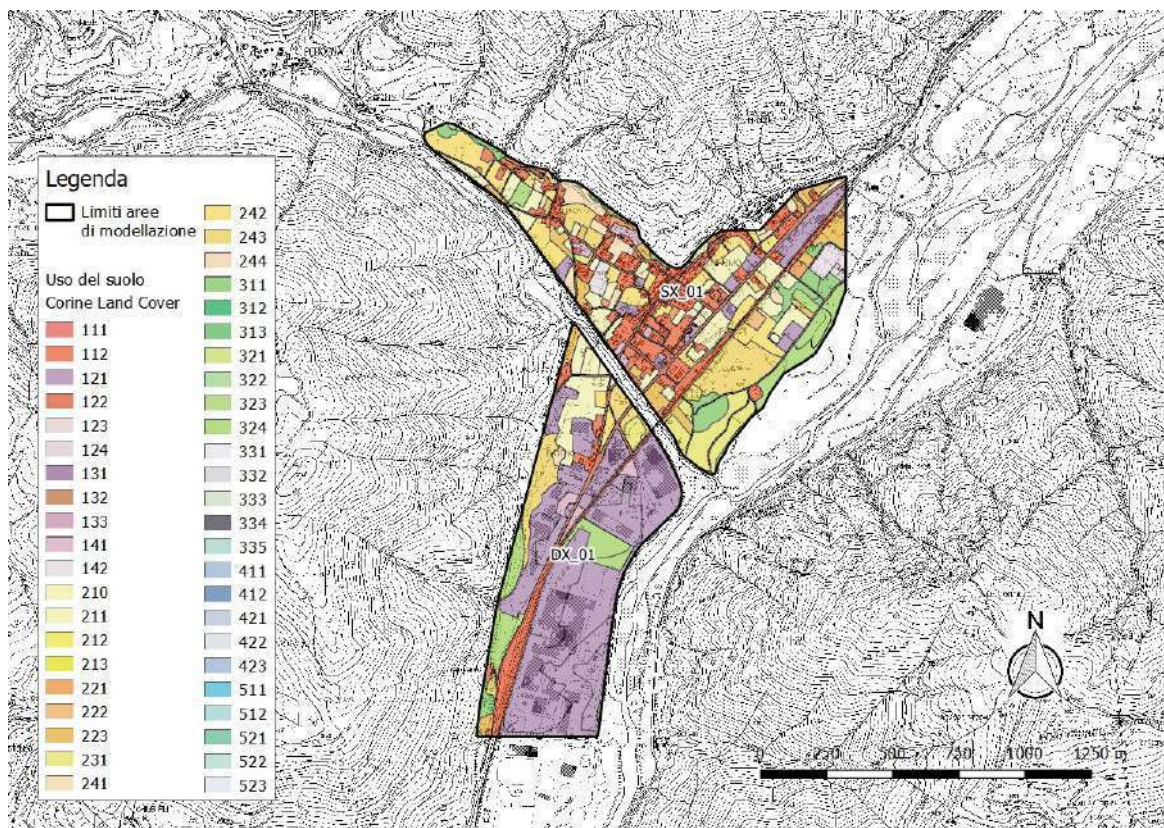


Figura 31: Distribuzione di scabrezza sulle aree 2D.

Sono stati inoltre assegnati i coefficienti di perdita concentrata per contrazione/espansione, rispettivamente pari a 0.1/0.3 per ogni sezione di calcolo ad eccezione di quelle in prossimità di ponti ed attraversamenti in corrispondenza dei quali, sono stati inseriti coefficienti pari a 0.3/0.5.

3.5. Criteri di modellazione di ponti

I ponti sono stati modellati su RAS utilizzando la conservazione dell'energia per le condizioni di low flow (acqua non a contatto con l'impalcato) e l'opzione pressure/weir per le condizioni di high flow (acqua a contatto con l'impalcato), in cui si sono adottati per i coefficienti di deflusso del funzionamento a pressione/stramazzo i valori consigliati dalla FHWA.

3.6. Condizioni al contorno ed idrogrammi di piena

La condizione al contorno di monte è stata impostata specificando gli idrogrammi in ingresso ricavati su HMS come da tabella seguente:

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

Bacino/Junction	Tipologia	Sezioni di assegnazione
J6-7	Ingresso puntuale	Sez 29
Interbacino 8	Ingresso distribuito	Sez 28 – Sez 23
Bacino 9	Ingresso puntuale	Sez 21.5
Interbacino 10	Ingresso distribuito	Sez 21- Sez 4

Tabella 18: Condizioni al contorno di monte.

per la condizione al contorno di valle si è adottata la scala di deflusso a moto uniforme che fornisce allo sbocco valori di quota del pelo libero superiori alla quota di piena del Serchio. I valori delle quote del pelo libero del Serchio per eventi trentennali e duecentennali sono stati forniti direttamente dall'Autorità di Distretto Appennino Settentrionale.

TR evento	durata evento	livello idrometrico	carico energetico totale
<i>[anni]</i>	<i>[h]</i>	<i>[m s.l.m.]</i>	<i>[m s.l.m.]</i>
200	6	68.50	68.96
200	9	68.99	69.42
200	12	69.03	69.46
200	15	68.90	69.34
200	18	68.61	69.06
200	24	68.19	68.68
30	6	66.52	67.02
30	9	66.93	67.57
30	12	67.04	67.68
30	15	67.01	67.65
30	18	66.91	67.55
30	24	66.62	67.12

Tabella 19: valori massimi dei livelli idrometrici e del carico energetico della corrente per il Fiume Serchio alla confluenza con il Torrente Pedogna per diversi eventi simulati negli studi di supporto al P.A.I. (fonte: Autorità Distretto Appennino Settentrionale).

3.7. Impostazioni di calcolo

Le simulazioni sono state effettuate adottando il modello completo di calcolo (Full Momentum) basato sulle equazioni di De Saint Venant sia per la parte 1D che per la parte 2D del dominio di calcolo.

Per la definizione dell'intervallo temporale di calcolo si è adottata l'opzione Adaptive Time Step di RAS, che varia l'intervallo di calcolo in modo da mantenere un valore del numero di Courant

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

compreso tra limiti preimpostati. Nella fattispecie si è adottato un intervallo del numero di Courant variabile tra 0.7 ed 1.7, con intervallo temporale di base pari a 10 secondi.

3.8. Scenari di calcolo

Le simulazioni idrauliche effettuate sono individuate da un codice analogo a quello utilizzato nella corrispondente simulazione idrologica, nella forma IT_Trxxx_Tpyyh, dove IT sta ad indicare che si sono impiegati ietogrammi triangolari in fase di modellazione idrologica, xxx indica il tempo di ritorno espresso in anni ed yy la durata di pioggia espressa in ore. Di seguito si riepilogano le simulazioni di calcolo eseguite, riportate con il nome del corrispondente plan su HEC RAS:

ID PLAN	Tp (ore)	Tr (anni)
IT_Tr030_Tp03h	3	30
IT_Tr030_Tp04h	4	30
IT_Tr030_Tp05h	5	30
IT_Tr030_Tp06h	6	30
IT_Tr200_Tp03h	3	200
IT_Tr200_Tp04h	4	200
IT_Tr200_Tp05h	5	200
IT_Tr200_Tp06h	6	200

Tabella 20: Riepilogo simulazioni di calcolo eseguite.

3.9. Risultati delle modellazioni idrauliche

I risultati dettagliati delle simulazioni RAS effettuate sono riportati in allegato alla presente relazione.

Le simulazioni condotte sono servite come base per la redazione delle cartografie di pericolosità per l'area di studio, ai sensi del D.P.G.R. n.53/R del 25/10/2011 e del PGRA.

Per gli eventi duecentennali sono inoltre state elaborate tavole grafiche con le altezze e le velocità di esondazione nelle aree di interesse, e con le conseguenti combinazioni di magnitudo idrauliche così come determinate ai sensi L.R. 41/2018. La magnitudo è stata definita con riferimento ad i valori massimi di altezza e velocità risultanti in ogni cella di calcolo per i diversi scenari di simulazione considerati.

In allegato alla presente relazione si riporta il dettaglio dei risultati per le schede di variante, in riquadri A4, scala 1:2000.

PROGETTO:	ELABORATO:
<i>Studio idrologico-idraulico del Torrente Pedogna</i>	<i>Relazione idrologico idraulica</i>

4. ALLEGATI

Si riportano a seguire i risultati delle simulazioni eseguite.

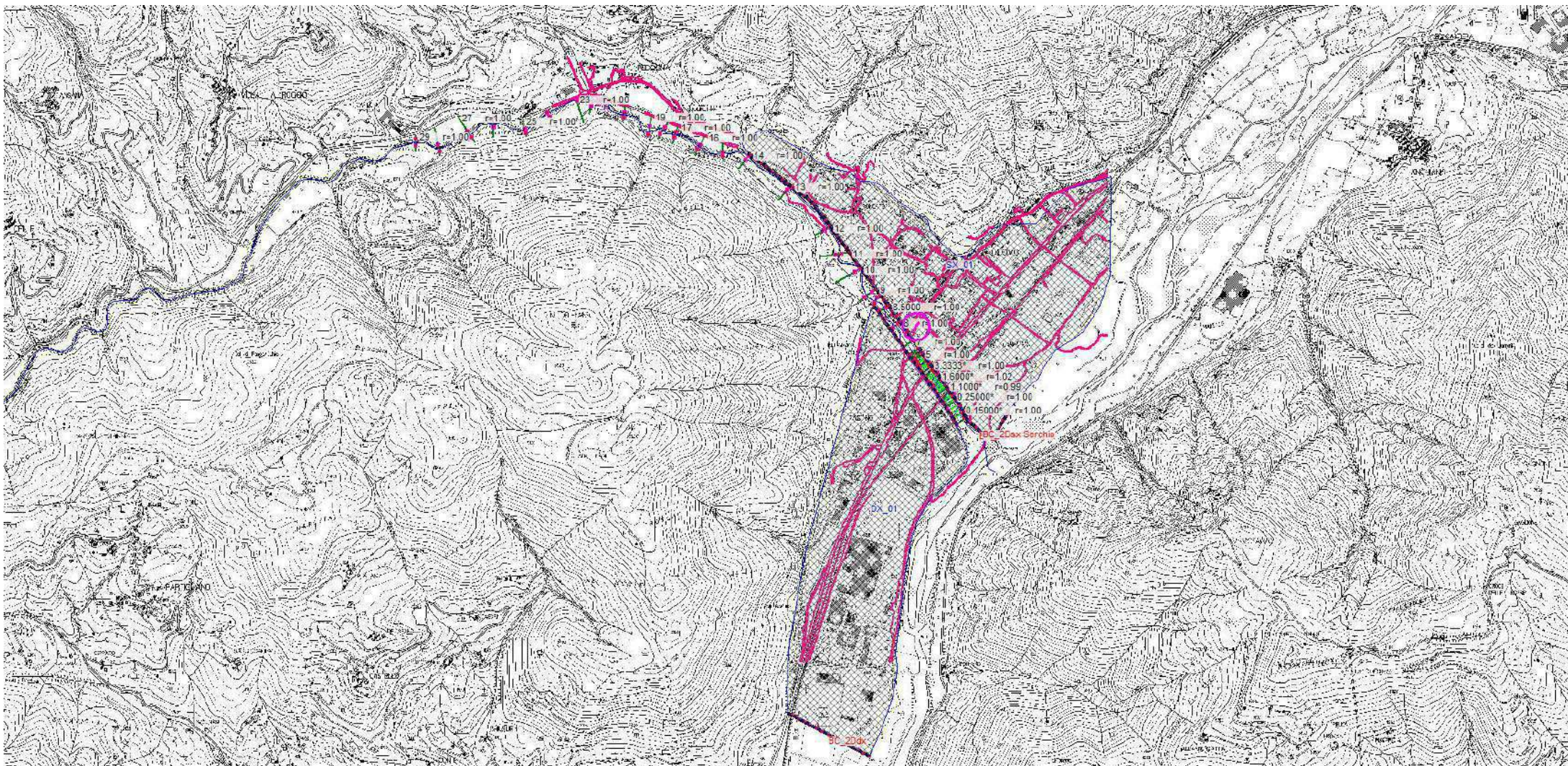
Allegato 1:

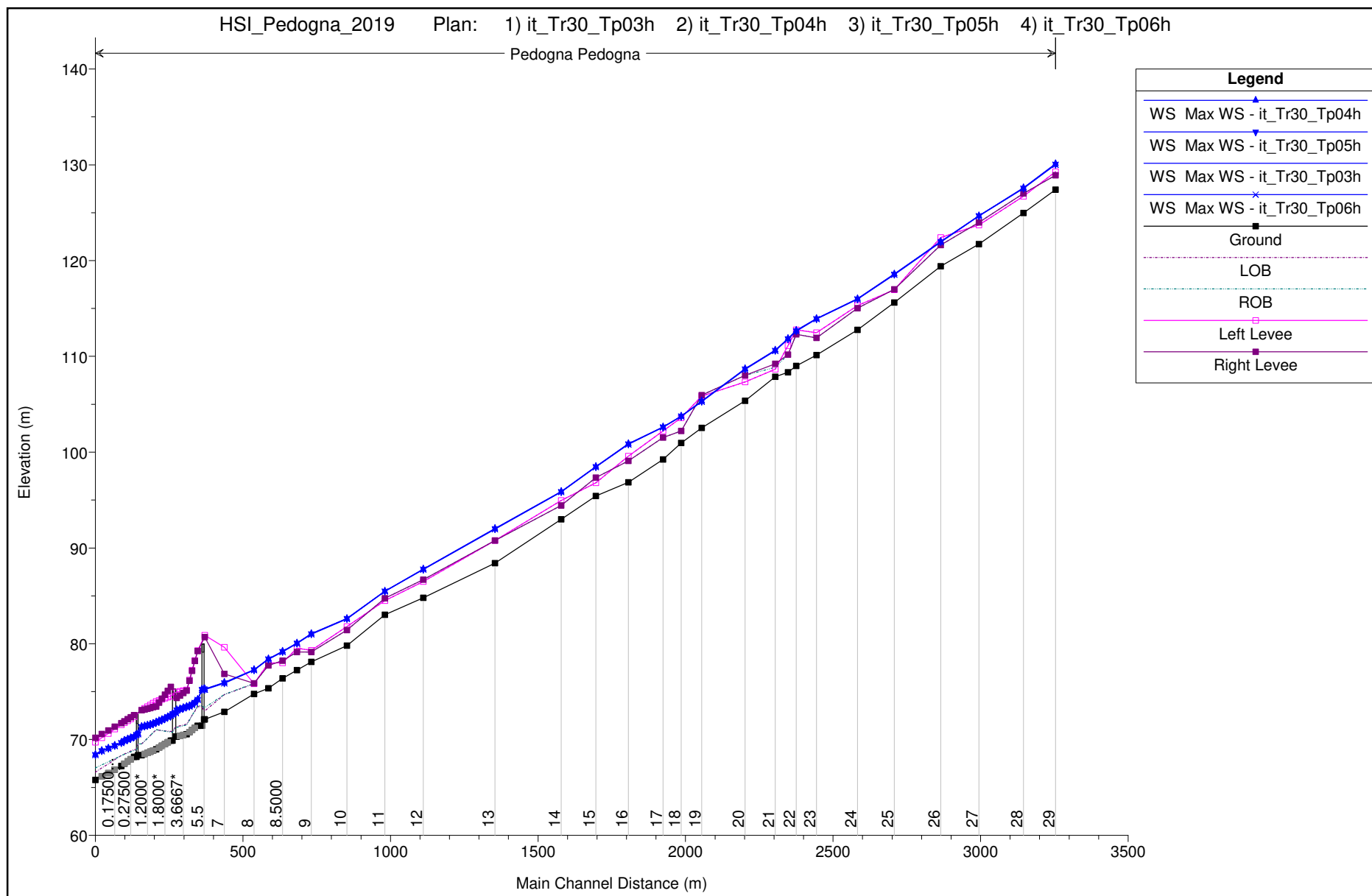
Risultati RAS:

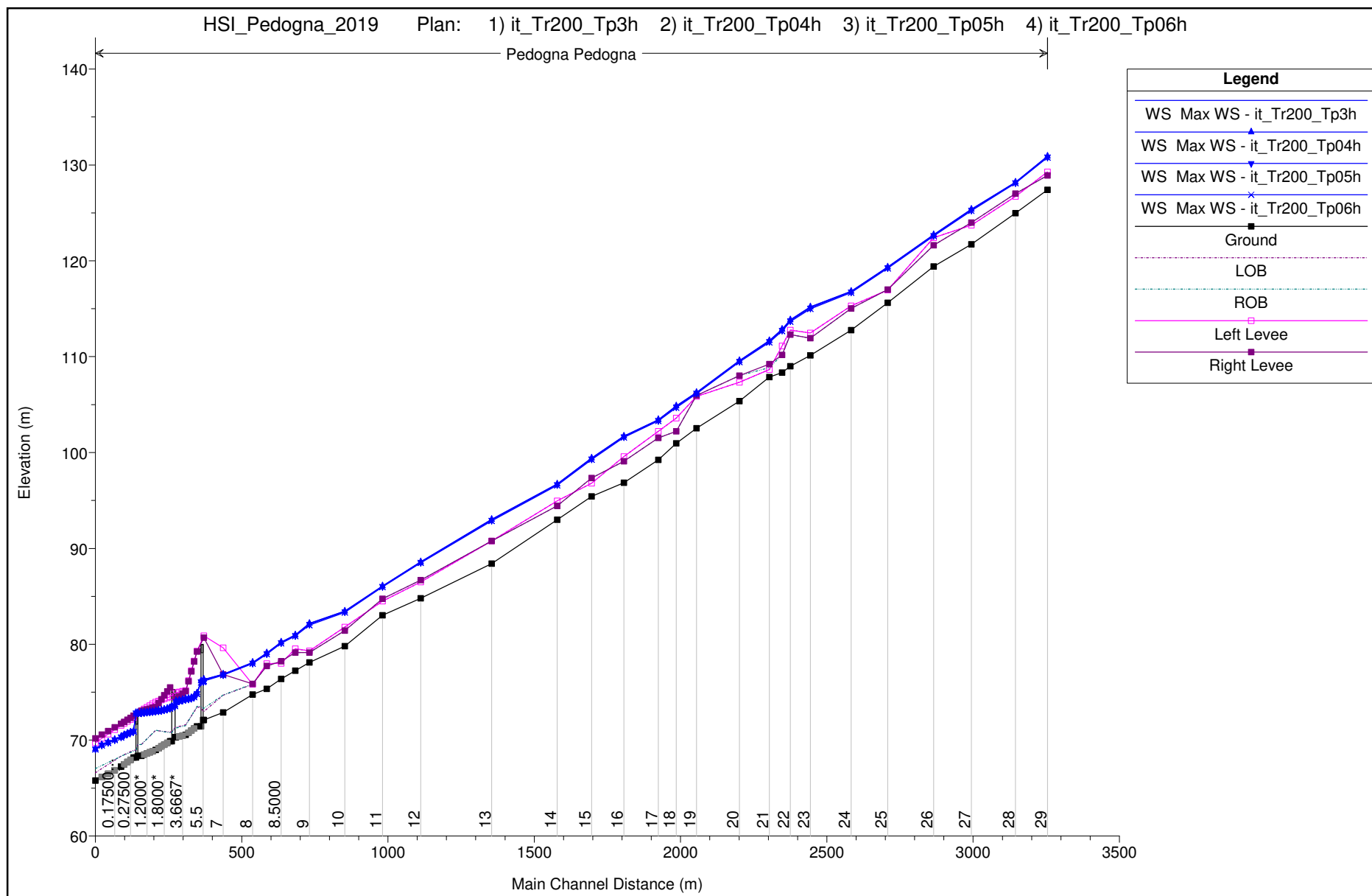
- I. Planimetria di modellazione;
- II. Profili Tr30 e Tr200;
- III. Sezioni di calcolo RAS;
- IV. Tabelle numeriche.

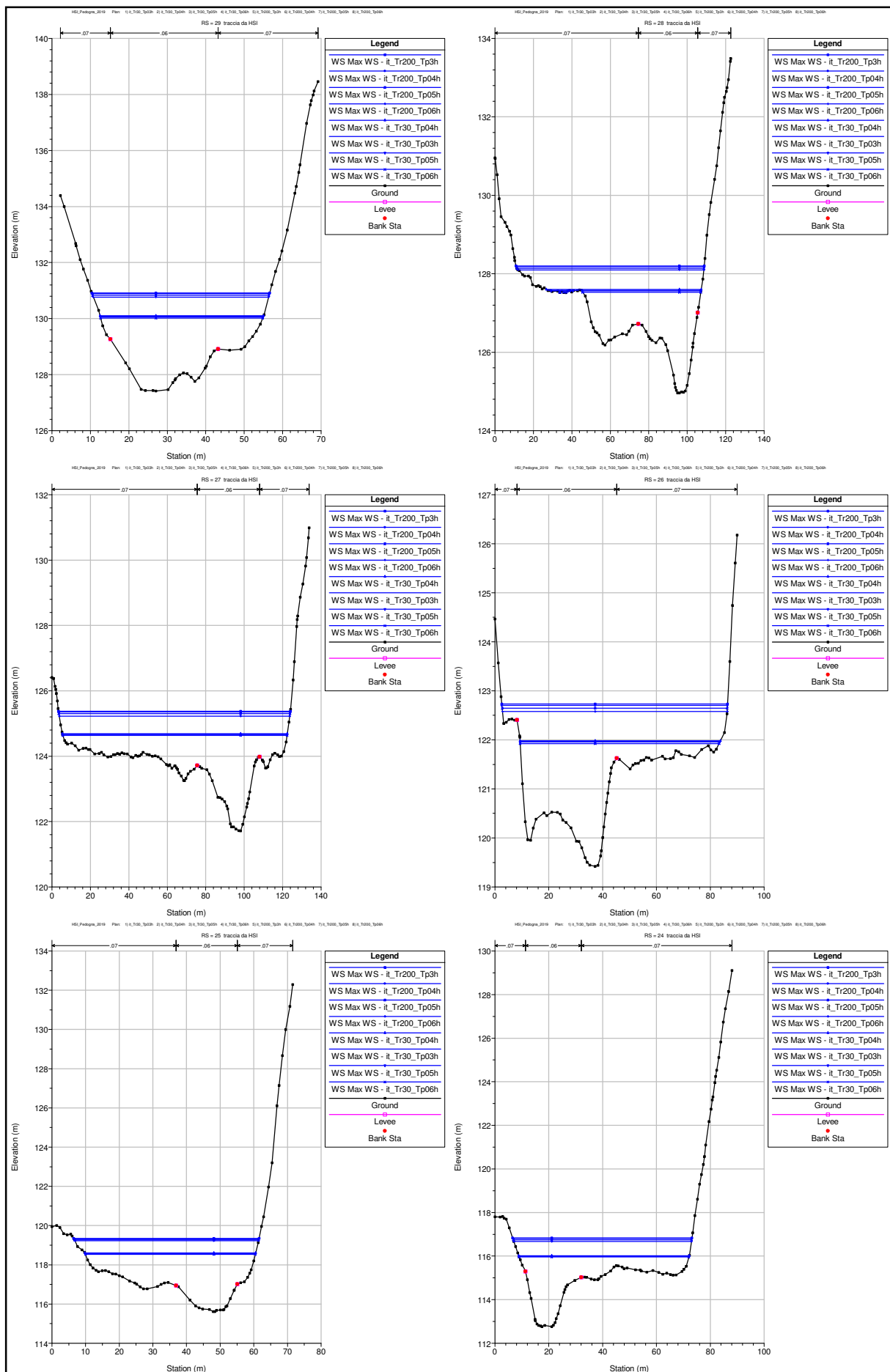
Allegato 2 (formato A3, scala 1:10000):

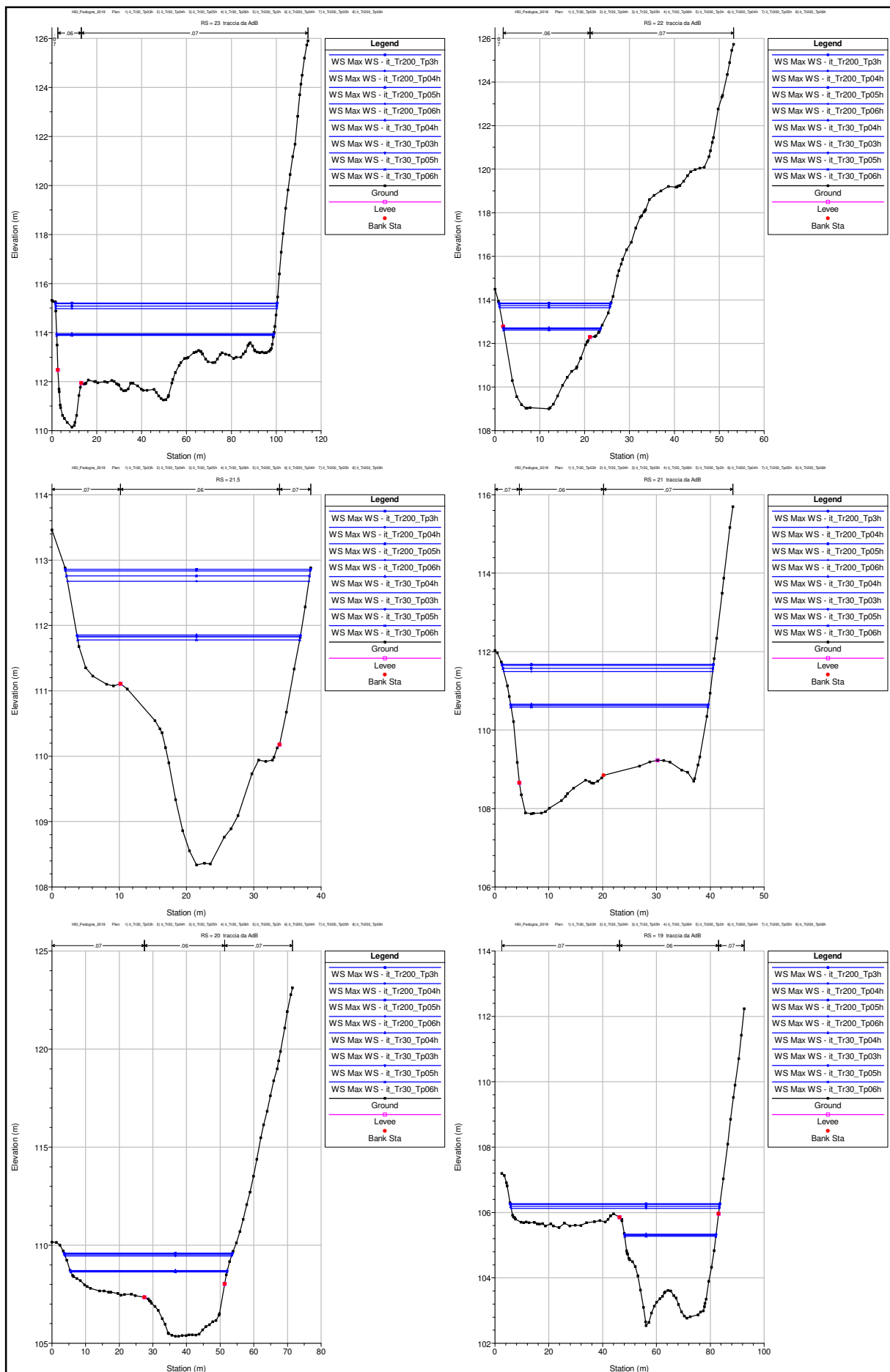
- I. Planimetria aree di esondazione per Tr 30 e Tr200;
- II. Planimetria altezze liquide Tr200;
- III. Planimetria velocità di esondazione Tr200
- IV. Planimetria magnitudo idraulica.

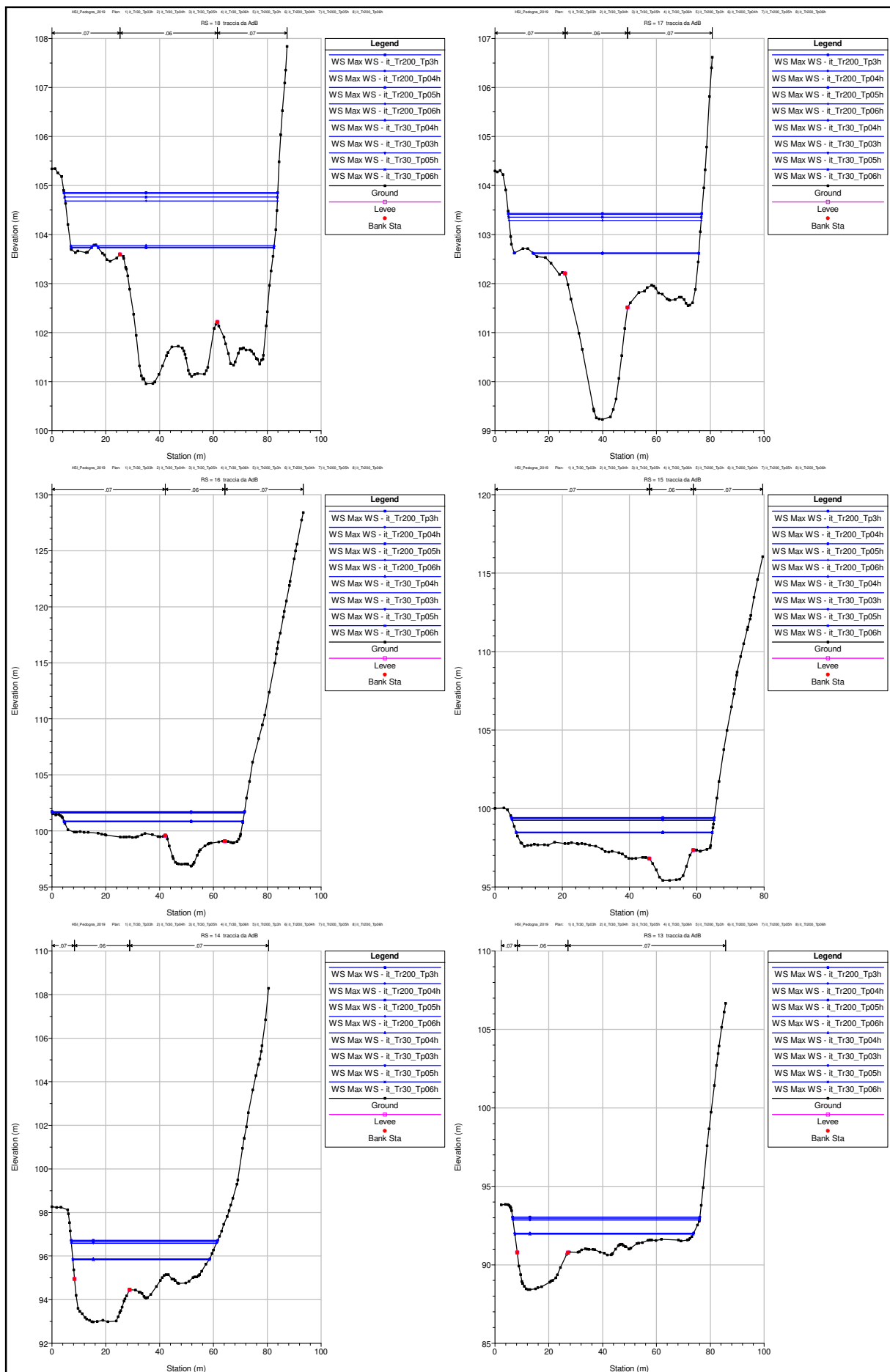


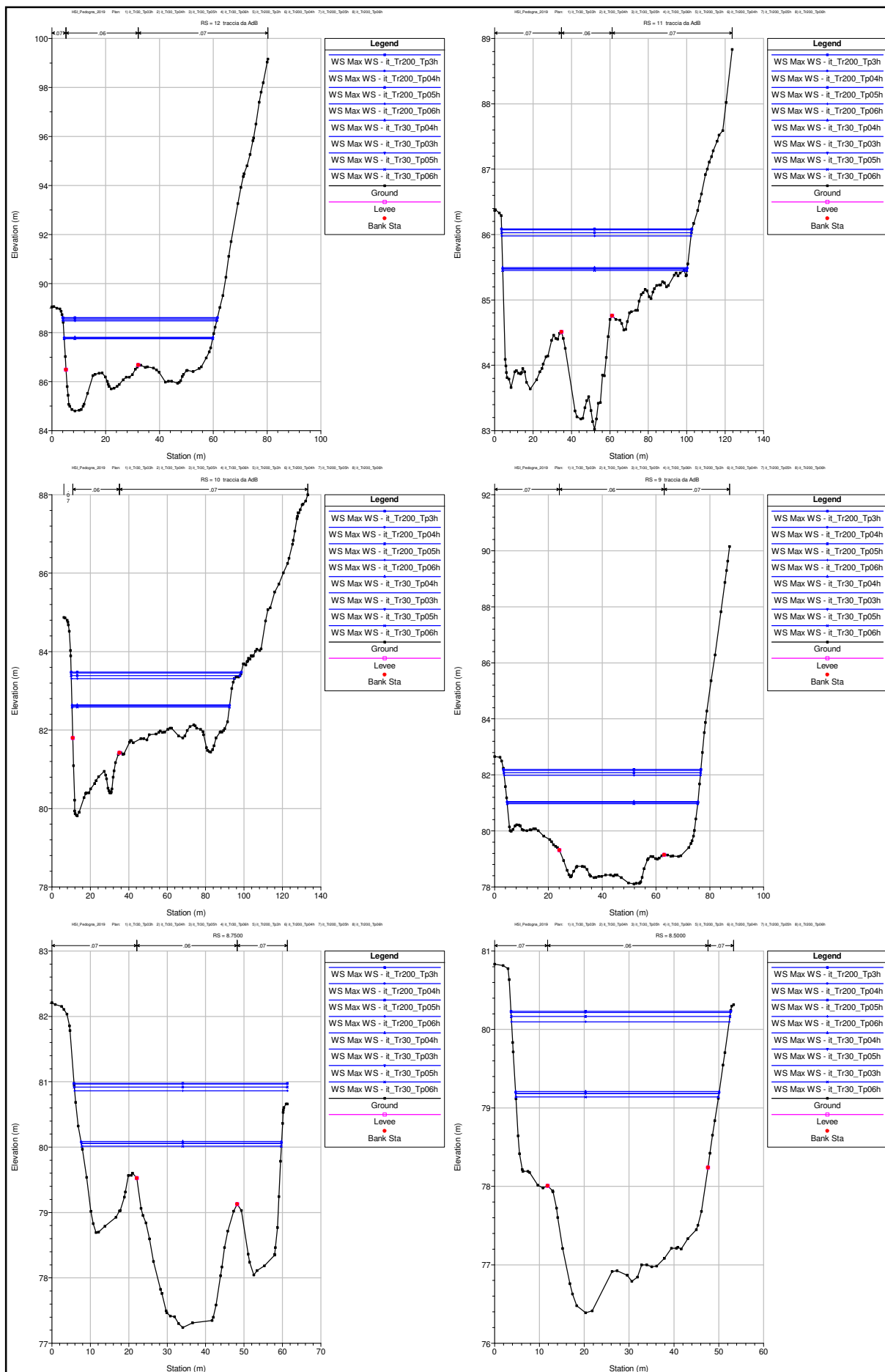


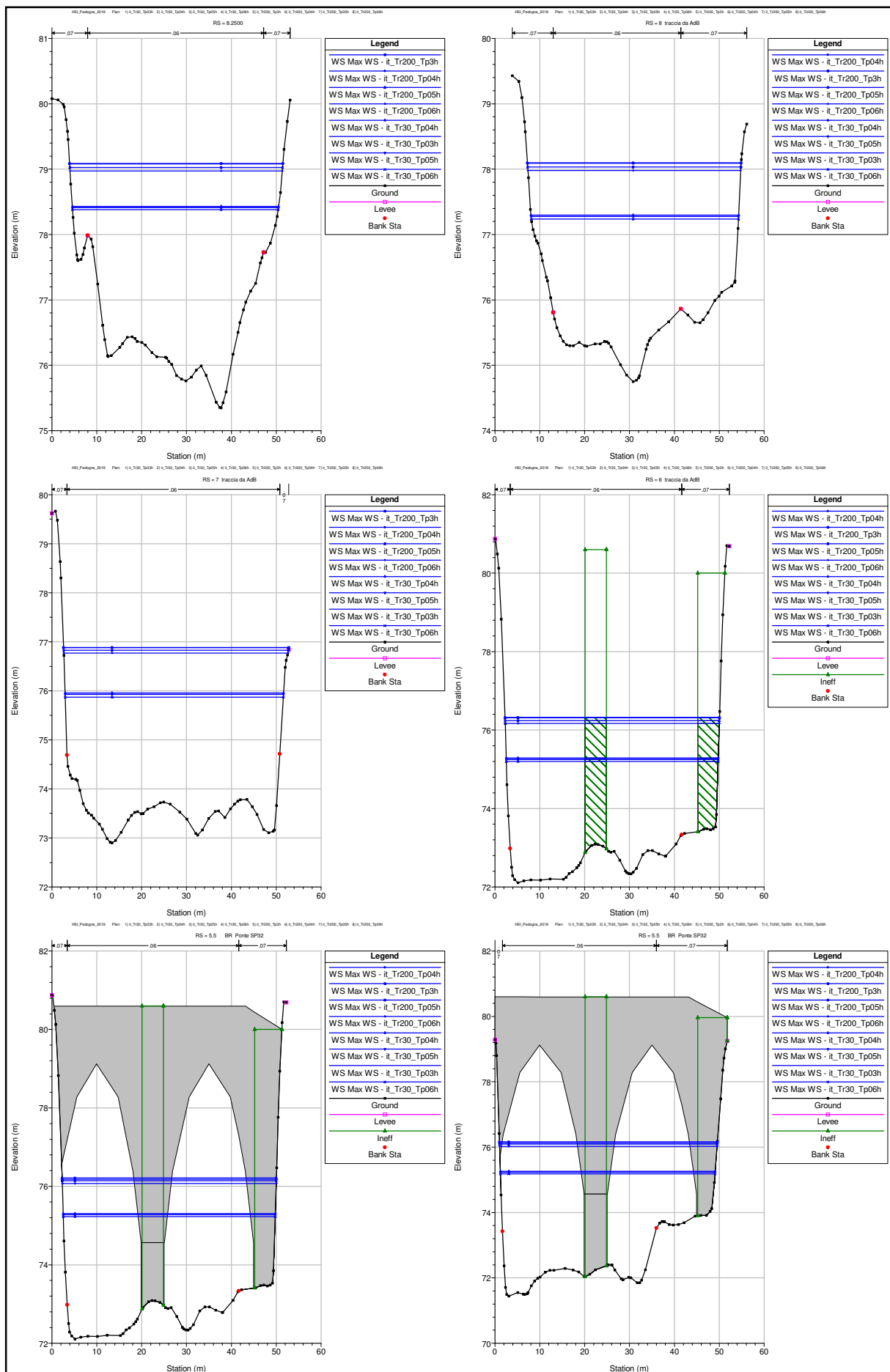


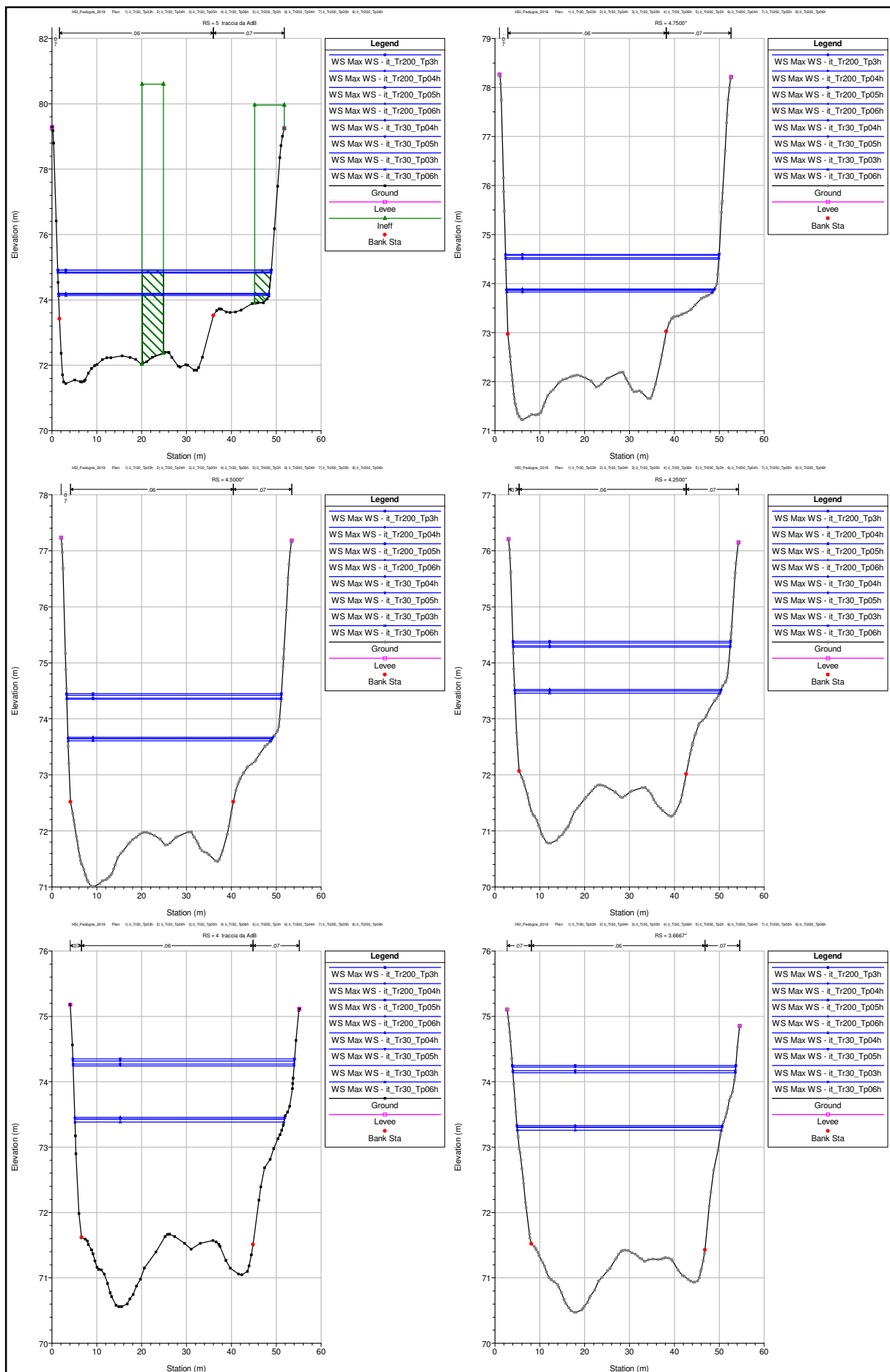


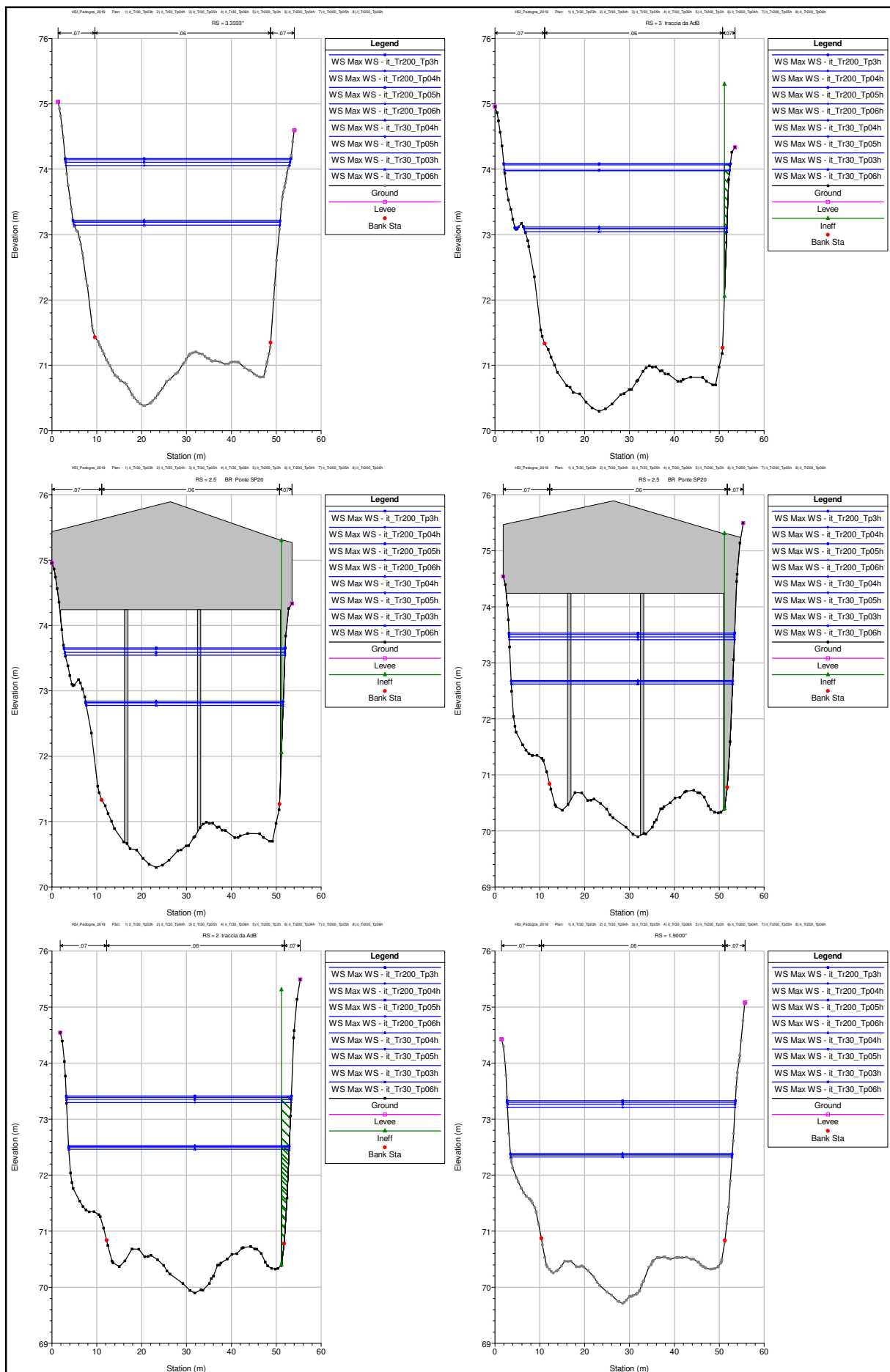


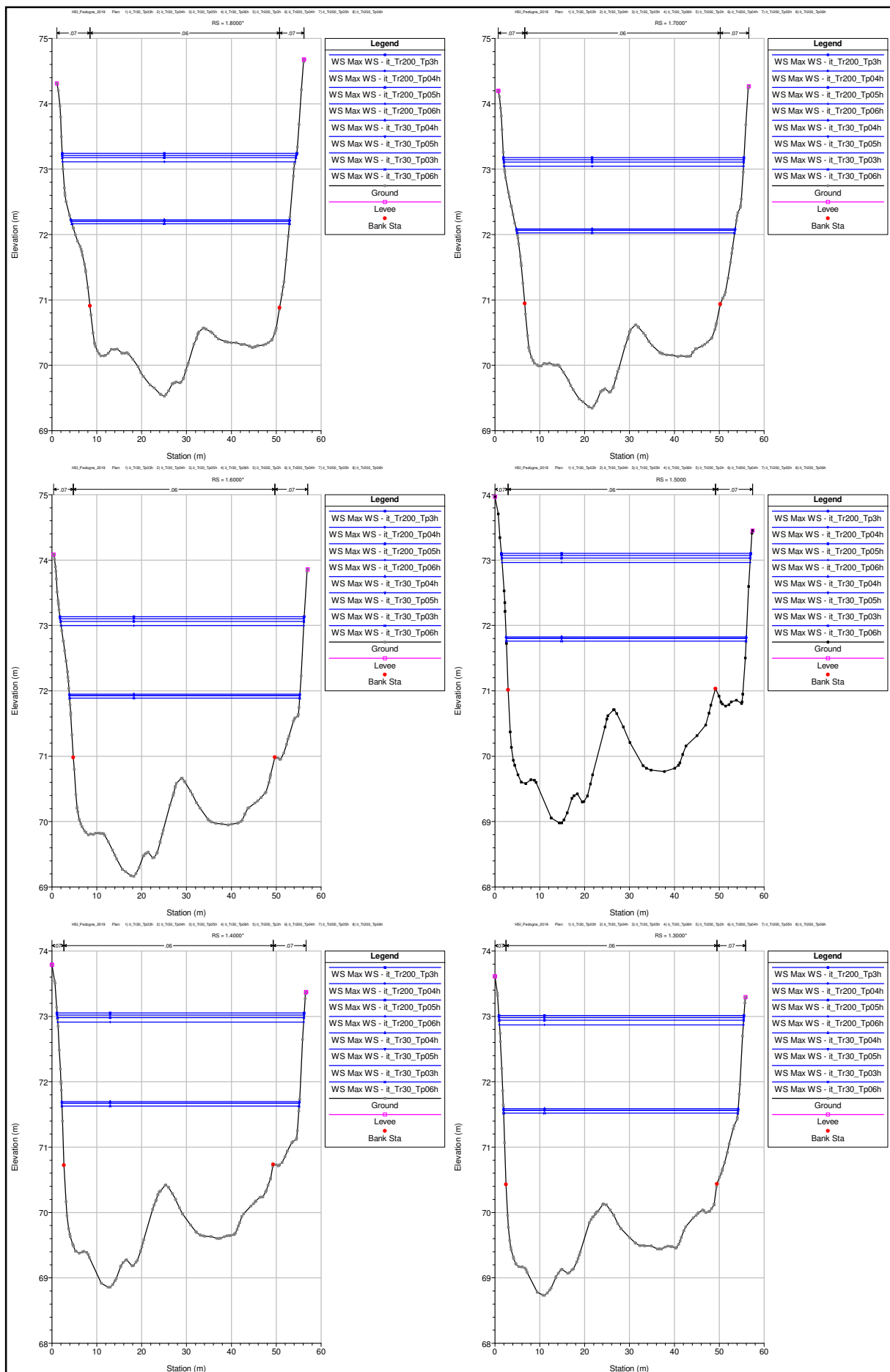


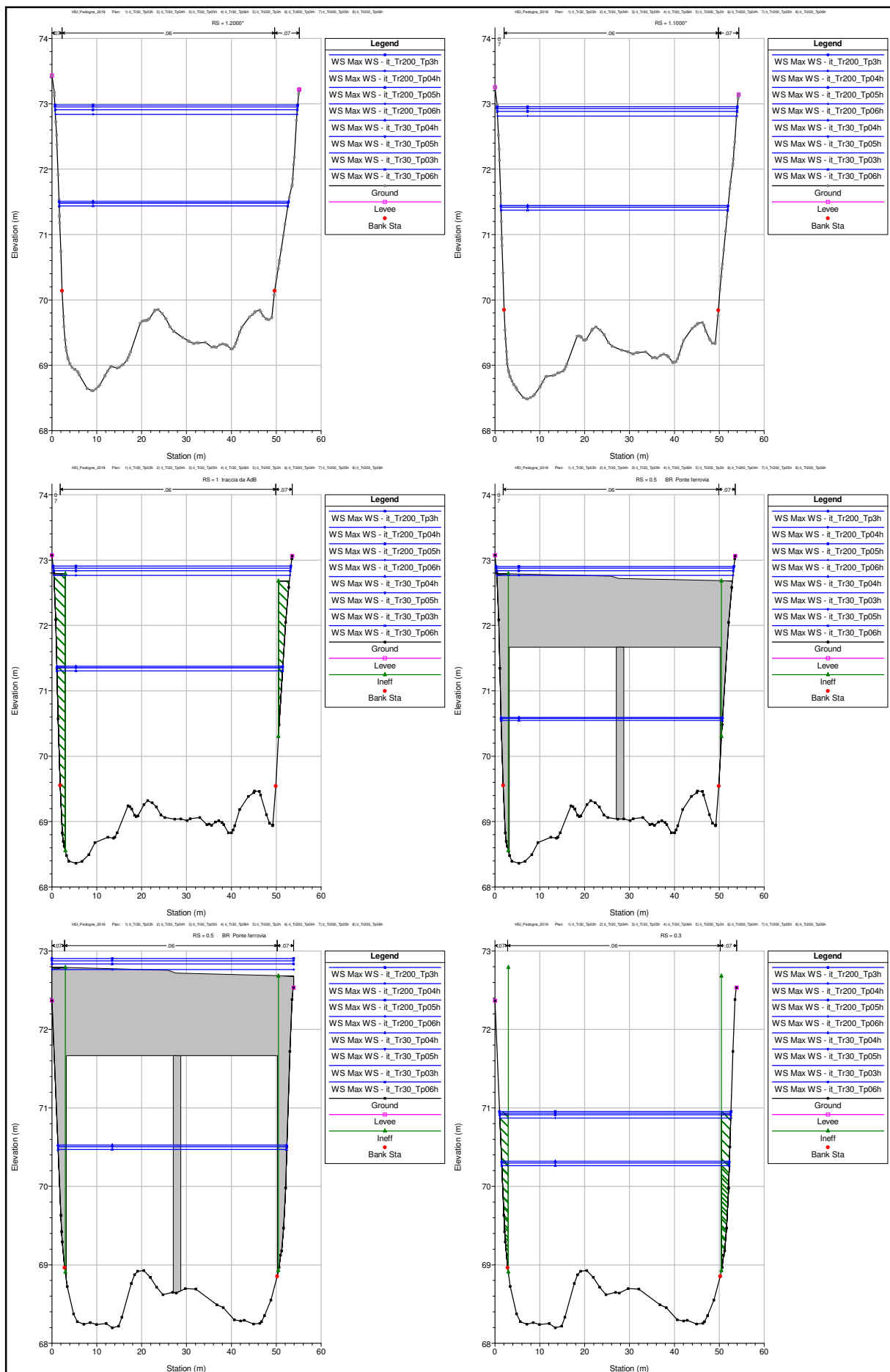


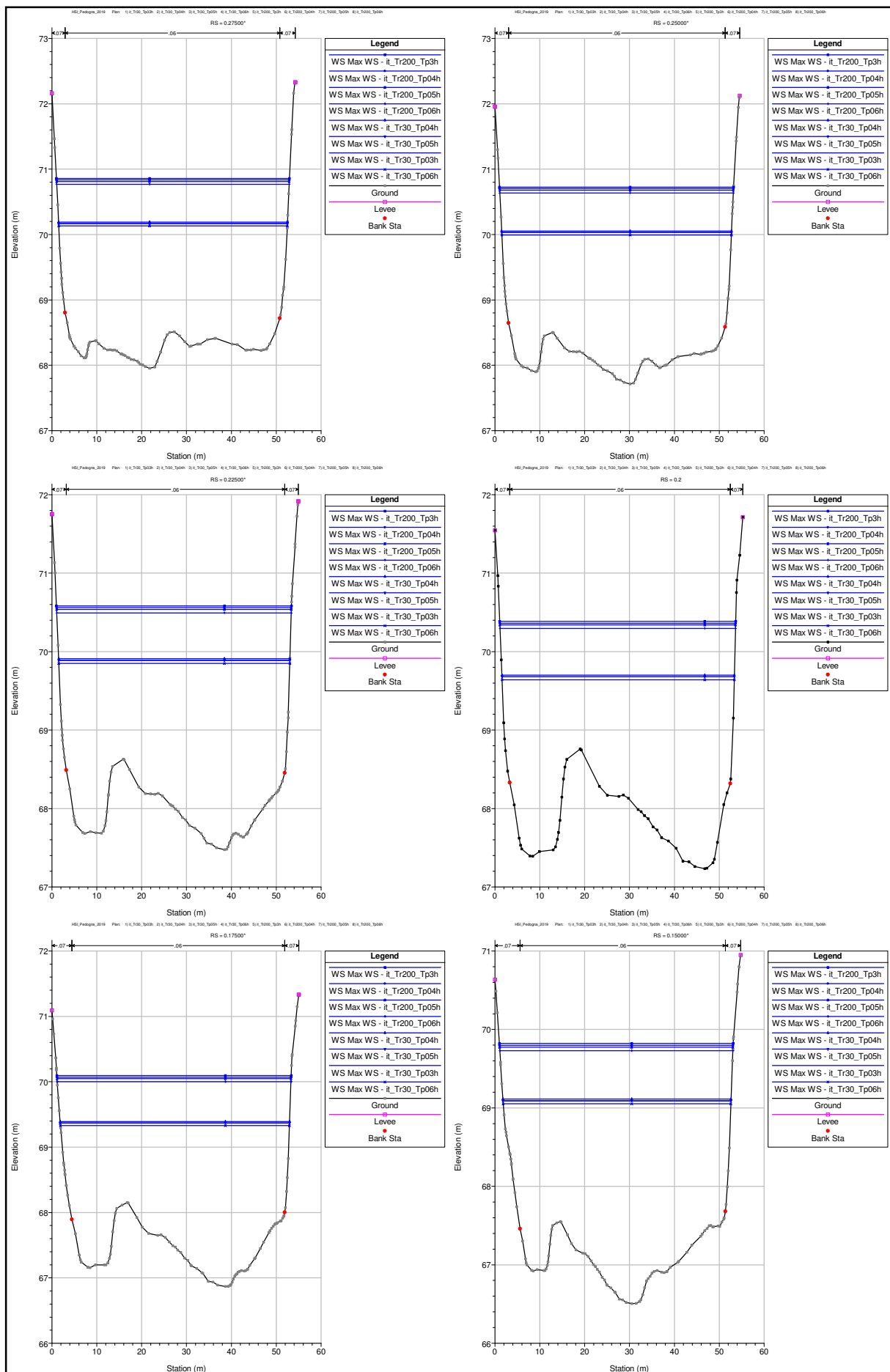


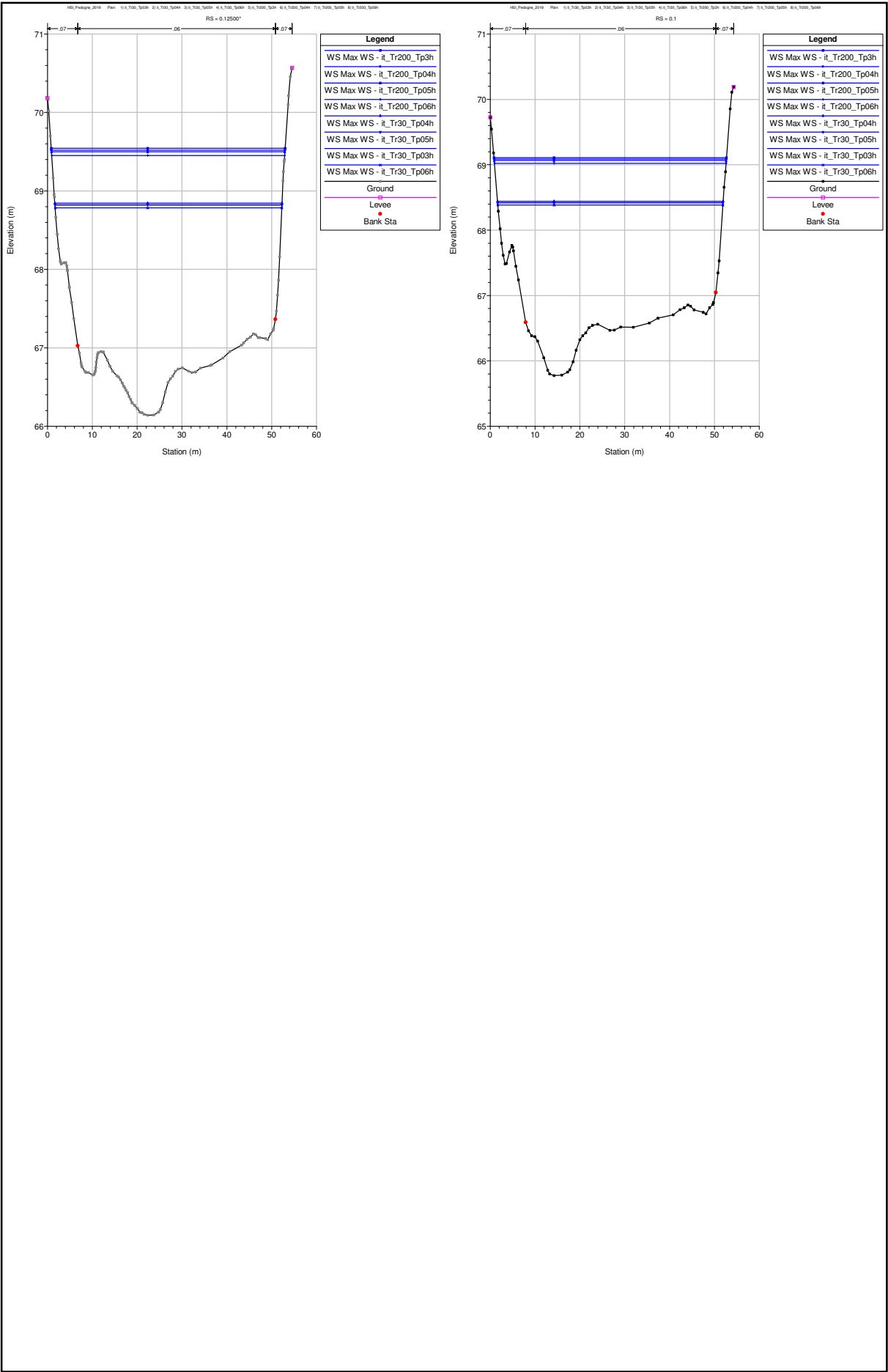
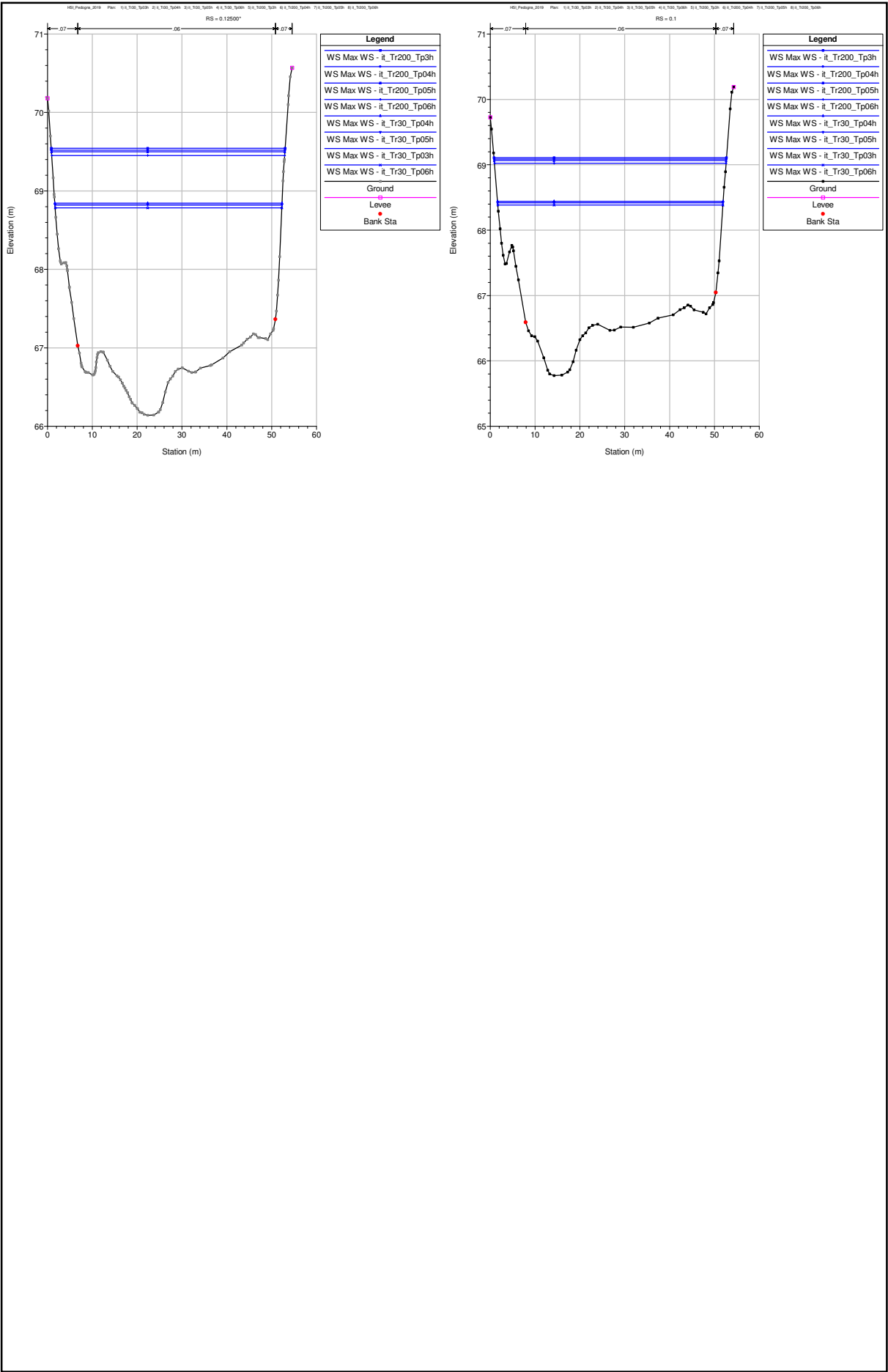












HEC-RAS River: Pedogna Reach: Pedogna Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pedogna	29	Max WS	it_Tr30_Tp03h	246.31	127.41	130.08		130.78	0.020851	3.86	70.17	42.45	0.86
Pedogna	29	Max WS	it_Tr30_Tp04h	248.89	127.41	130.10		130.80	0.020499	3.85	71.08	42.56	0.85
Pedogna	29	Max WS	it_Tr30_Tp05h	242.21	127.41	130.06		130.76	0.020812	3.83	69.42	42.37	0.86
Pedogna	29	Max WS	it_Tr30_Tp06h	232.71	127.41	130.02		130.69	0.020715	3.77	67.67	42.17	0.85
Pedogna	29	Max WS	it_Tr200_Tp3h	487.34	127.41	130.91	130.92	132.11	0.023265	5.12	107.17	46.28	0.96
Pedogna	29	Max WS	it_Tr200_Tp04h	478.15	127.41	130.89	130.89	132.06	0.023088	5.07	106.07	46.17	0.96
Pedogna	29	Max WS	it_Tr200_Tp05h	457.87	127.41	130.83	130.82	131.96	0.022751	4.97	103.51	45.90	0.94
Pedogna	29	Max WS	it_Tr200_Tp06h	435.57	127.41	130.77	130.74	131.85	0.022458	4.86	100.52	45.59	0.94
Pedogna	28	Max WS	it_Tr30_Tp03h	246.30	124.96	127.58	127.50	128.14	0.025577	3.63	79.57	78.07	0.91
Pedogna	28	Max WS	it_Tr30_Tp04h	248.89	124.96	127.60	127.50	128.22	0.028060	3.84	81.58	80.49	0.96
Pedogna	28	Max WS	it_Tr30_Tp05h	242.21	124.96	127.56	127.48	128.12	0.025548	3.61	78.51	72.21	0.91
Pedogna	28	Max WS	it_Tr30_Tp06h	232.71	124.96	127.53	127.44	128.07	0.025439	3.55	76.32	63.25	0.91
Pedogna	28	Max WS	it_Tr200_Tp3h	487.32	124.96	128.20	128.35	129.06	0.028016	4.73	136.15	97.83	1.01
Pedogna	28	Max WS	it_Tr200_Tp04h	478.14	124.96	128.18	128.33	129.04	0.027987	4.70	134.39	97.70	1.01
Pedogna	28	Max WS	it_Tr200_Tp05h	457.86	124.96	128.14	128.28	128.98	0.028044	4.64	130.26	97.41	1.00
Pedogna	28	Max WS	it_Tr200_Tp06h	435.56	124.96	128.10	128.23	128.91	0.027815	4.56	125.97	96.65	1.00
Pedogna	27	Max WS	it_Tr30_Tp03h	247.22	121.72	124.68		124.99	0.013287	2.86	118.75	116.91	0.67
Pedogna	27	Max WS	it_Tr30_Tp04h	250.11	121.72	124.69		125.00	0.013292	2.87	119.75	116.97	0.67
Pedogna	27	Max WS	it_Tr30_Tp05h	243.51	121.72	124.67		124.98	0.013268	2.85	117.51	116.84	0.67
Pedogna	27	Max WS	it_Tr30_Tp06h	234.03	121.72	124.64		124.95	0.013219	2.81	114.27	116.61	0.67
Pedogna	27	Max WS	it_Tr200_Tp3h	489.33	121.72	125.38		125.75	0.011241	3.26	201.87	120.67	0.65
Pedogna	27	Max WS	it_Tr200_Tp04h	480.46	121.72	125.36		125.73	0.011250	3.24	199.37	120.56	0.65
Pedogna	27	Max WS	it_Tr200_Tp05h	460.24	121.72	125.30		125.67	0.011419	3.22	192.76	120.29	0.65
Pedogna	27	Max WS	it_Tr200_Tp06h	437.87	121.72	125.22		125.60	0.011940	3.22	183.65	119.90	0.67
Pedogna	26	Max WS	it_Tr30_Tp03h	248.01	119.42	121.97	122.10	122.70	0.027998	3.87	72.73	74.35	0.95
Pedogna	26	Max WS	it_Tr30_Tp04h	251.14	119.42	121.98	122.11	122.71	0.027955	3.88	73.57	74.46	0.95
Pedogna	26	Max WS	it_Tr30_Tp05h	244.63	119.42	121.96	122.09	122.68	0.028021	3.85	71.85	74.23	0.95
Pedogna	26	Max WS	it_Tr30_Tp06h	235.17	119.42	121.92	122.05	122.64	0.028146	3.81	69.27	73.89	0.95
Pedogna	26	Max WS	it_Tr200_Tp3h	491.03	119.42	122.73	122.80	123.59	0.023391	4.45	132.97	83.91	0.92
Pedogna	26	Max WS	it_Tr200_Tp04h	482.43	119.42	122.70	122.78	123.56	0.023633	4.44	130.82	83.84	0.92
Pedogna	26	Max WS	it_Tr200_Tp05h	462.27	119.42	122.64	122.72	123.50	0.024198	4.42	125.79	83.68	0.93
Pedogna	26	Max WS	it_Tr200_Tp06h	439.87	119.42	122.58	122.67	123.43	0.024834	4.39	120.19	83.49	0.94
Pedogna	25	Max WS	it_Tr30_Tp03h	248.95	115.62	118.59		119.11	0.014491	3.66	86.78	50.73	0.74
Pedogna	25	Max WS	it_Tr30_Tp04h	252.39	115.62	118.61		119.13	0.014477	3.67	87.63	50.79	0.74
Pedogna	25	Max WS	it_Tr30_Tp05h	245.97	115.62	118.58		119.10	0.014453	3.64	86.14	50.68	0.74
Pedogna	25	Max WS	it_Tr30_Tp06h	236.53	115.62	118.54		119.04	0.014368	3.59	84.03	50.53	0.73
Pedogna	25	Max WS	it_Tr200_Tp3h	493.05	115.62	119.35		120.28	0.018870	4.98	127.25	55.12	0.88
Pedogna	25	Max WS	it_Tr200_Tp04h	484.81	115.62	119.33		120.25	0.018729	4.94	126.11	55.01	0.88
Pedogna	25	Max WS	it_Tr200_Tp05h	464.73	115.62	119.28		120.16	0.018394	4.84	123.28	54.80	0.87
Pedogna	25	Max WS	it_Tr200_Tp06h	442.31	115.62	119.22		120.07	0.017953	4.73	120.20	54.58	0.85
Pedogna	24	Max WS	it_Tr30_Tp03h	249.68	112.76	116.00	116.13	116.76	0.024441	4.27	76.20	63.32	0.92
Pedogna	24	Max WS	it_Tr30_Tp04h	253.37	112.76	116.02	116.14	116.78	0.024449	4.29	77.05	63.39	0.92
Pedogna	24	Max WS	it_Tr30_Tp05h	247.03	112.76	115.99	116.12	116.75	0.024422	4.25	75.60	63.27	0.92
Pedogna	24	Max WS	it_Tr30_Tp06h	237.62	112.76	115.96	116.09	116.70	0.024437	4.21	73.35	63.07	0.92
Pedogna	24	Max WS	it_Tr200_Tp3h	494.70	112.76	116.84	116.88	117.77	0.021364	4.95	130.55	66.65	0.91
Pedogna	24	Max WS	it_Tr200_Tp04h	486.71	112.76	116.81	116.83	117.74	0.021458	4.93	128.91	66.55	0.91
Pedogna	24	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.70	112.76	116.75	116.78	117.66	0.021749	4.89	124.65	66.31	0.91
Pedogna	24	Max WS	it_Tr200_Tp06h	444.25	112.76	116.68	116.72	117.58	0.022088	4.85	119.83	66.03	0.91
Pedogna	23	Max WS	it_Tr30_Tp03h	250.40	110.15	113.93		114.09	0.005233	2.42	160.65	96.80	0.43
Pedogna	23	Max WS	it_Tr30_Tp04h	254.37	110.15	113.96		114.11	0.005156	2.41	163.10	96.86	0.43
Pedogna	23	Max WS	it_Tr30_Tp05h	248.17	110.15	113.92		114.07	0.005281	2.42	159.23	96.77	0.43
Pedogna	23	Max WS	it_Tr30_Tp06h	192.65	110.15	113.89		113.99	0.003344	1.92	156.67	96.71	0.34
Pedogna	23	Max WS	it_Tr200_Tp3h	496.40	110.15	115.21		115.38	0.003382	2.43	285.86	98.82	0.37
Pedogna	23	Max WS	it_Tr200_Tp04h	488.76	110.15	115.18		115.35	0.003404	2.43	282.49	98.78	0.37
Pedogna	23	Max WS	it_Tr200_Tp05h	468.84	110.15	115.08		115.25	0.003472	2.42	273.49	98.66	0.37
Pedogna	23	Max WS	it_Tr200_Tp06h	446.37	110.15	114.98		115.14	0.003557	2.41	263.16	98.53	0.37
Pedogna	22	Max WS	it_Tr30_Tp03h	250.39	109.00	112.69	112.69	113.93	0.027954	4.94	51.20	21.66	0.98
Pedogna	22	Max WS	it_Tr30_Tp04h	254.36	109.00	112.71	112.71	113.97	0.028027	4.97	51.72	21.73	0.98
Pedogna	22	Max WS	it_Tr30_Tp05h	248.17	109.00	112.68	112.67	113.91	0.027860	4.92	50.95	21.63	0.97
Pedogna	22	Max WS	it_Tr30_Tp06h	238.79	109.00	112.62	112.60	113.82	0.027580	4.84	49.78	21.47	0.97
Pedogna	22	Max WS	it_Tr200_Tp3h	496.38	109.00	113.85	114.20	116.04	0.030849	6.62	78.51	24.98	1.09
Pedogna	22	Max WS	it_Tr200_Tp04h	488.74	109.00	113.82	114.16	115.98	0.030783	6.57	77.74	24.91	1.09
Pedogna	22	Max WS	it_Tr200_Tp05h	468.83	109.00	113.74	114.05	115.83	0.030623	6.46	75.71	24.73	1.08
Pedogna	22	Max WS	it_Tr200_Tp06h	446.37	109.00	113.65	113.92	115.65	0.030440	6.33	73.37	24.52	1.07
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr30_Tp03h	250.36	108.34	111.83	111.89	112.84	0.026395	4.54	59.17	33.18	0.97
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr30_Tp04h	254.35	108.34	111.86	111.91	112.87	0.026321	4.56	59.87	33.25	0.97
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr30_Tp05h	248.16	108.34	111.83	111.87	112.83	0.026282	4.52	58.89	33.15	0.97
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr30_Tp06h	238.78	108.34	111.78	111.83	112.75	0.026228	4.45	57.38	32.99	0.96
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr200_Tp3h	496.31	108.34	112.86	113.02	114.45	0.026172	5.81	94.89	36.47	1.03
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr200_Tp04h	488.69	108.34	112.83	112.99	114.41	0.026149	5.78	93.93	36.42	1.03
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr200_Tp05h	468.80	108.34	112.76	112.90	114.29	0.026158	5.69	91.28	36.19	1.02
Pedogna	21.5	Max WS	it_Tr200_Tp06h	446.34	108.34	112.68	112.82	114.16	0.026164	5.59	88.26	35.92	1.02
Pedogna	21	Max WS	it_Tr30_Tp03h	266.34	107.86	110.64	110.65	111.55	0.026894	4.76	67.70	36.72	0.99
Pedogna	21	Max WS	it_Tr30_Tp04h	271.42	107.86	110.66	110.67	111.58	0.026867	4.79	68.57	36.77	0.99
Pedogna	21	Max WS	it_Tr30_Tp05h	265.32	107.86	110.63	110.65	111.54	0.026894	4.75	67.53	36.71	0.99
Pedogna	21	Max WS	it_Tr30_Tp06h	255.61	107.86	110.59	110.60	111.48	0.026931	4.69	65.88	36.61	0.99
Pedogna	21	Max WS	it_Tr200_Tp3h	530.32	107.86	111.67	111.72	113.10	0.026231	6.00	107.07	39.28	1.04
Pedogna	21	Max WS	it_Tr200_Tp04h	522.96	107.86	111.65	111.70	113.06	0.026231	5.97	106.09	39.21	1.04
Pedogna	21	Max WS	it_Tr200_Tp05h	502.17	107.86	111.57	111.62	112.95	0.026320	5.89	103.18	39.01	1.04
Pedogna	21	Max WS	it_Tr200_Tp06h	478.30	107.86	111.49	111.53	112.83	0.026329	5.79	99.92	38.79	1.03
Pedogna	20	Max WS	it_Tr30_Tp03h	267.75	105.36	108.68		109.30	0.014219	3.69	84.41	46.62	0.73
Pedogna	20	Max WS	it_Tr30_Tp04h	272.86	105.36	108.70		109.33	0.014314	3.72	85.36	46.71	0.73
Pedogna	20	Max WS	it_Tr30_Tp05h	266.76	105.36	108.68		109.30	0.014206	3.68	84.21	46.60	0.72
Pedogna	20	Max WS	it_Tr30_Tp06h	257.00	105.36	108.64		109.24	0.014038	3.62	82.33	46.42	0.72

HEC-RAS River: Pedogna Reach: Pedogna Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pedogna	20	Max WS	it_Tr200_Tp3h	533.15	105.36	109.59		110.64	0.017145	4.93	128.20	50.04	0.84
Pedogna	20	Max WS	it_Tr200_Tp04h	525.74	105.36	109.57		110.61	0.017025	4.90	127.27	49.96	0.83
Pedogna	20	Max WS	it_Tr200_Tp05h	504.83	105.36	109.52		110.52	0.016730	4.81	124.49	49.73	0.82
Pedogna	20	Max WS	it_Tr200_Tp06h	480.84	105.36	109.45		110.41	0.016374	4.69	121.25	49.47	0.81
Pedogna	19	Max WS	it_Tr30_Tp03h	269.78	102.54	105.31	105.33	106.26	0.031001	4.30	62.71	34.01	1.01
Pedogna	19	Max WS	it_Tr30_Tp04h	274.95	102.54	105.34	105.36	106.29	0.030829	4.32	63.60	34.09	1.01
Pedogna	19	Max WS	it_Tr30_Tp05h	268.82	102.54	105.31	105.33	106.25	0.031016	4.30	62.55	34.00	1.01
Pedogna	19	Max WS	it_Tr30_Tp06h	257.84	102.54	105.27	105.27	106.17	0.030462	4.21	61.24	33.88	1.00
Pedogna	19	Max WS	it_Tr200_Tp3h	537.23	102.54	106.27	106.56	107.54	0.027806	5.15	120.12	77.94	1.01
Pedogna	19	Max WS	it_Tr200_Tp04h	529.71	102.54	106.25	106.54	107.51	0.027896	5.14	118.57	77.86	1.01
Pedogna	19	Max WS	it_Tr200_Tp05h	508.70	102.54	106.19	106.49	107.44	0.028220	5.09	114.10	77.61	1.02
Pedogna	19	Max WS	it_Tr200_Tp06h	484.50	102.54	106.13	106.41	107.36	0.028562	5.03	108.90	77.32	1.02
Pedogna	18	Max WS	it_Tr30_Tp03h	270.69	100.96	103.74		104.02	0.008559	2.50	118.47	73.37	0.55
Pedogna	18	Max WS	it_Tr30_Tp04h	275.87	100.96	103.78		104.06	0.008409	2.50	120.97	74.58	0.55
Pedogna	18	Max WS	it_Tr30_Tp05h	269.77	100.96	103.74		104.02	0.008578	2.49	118.07	73.17	0.55
Pedogna	18	Max WS	it_Tr30_Tp06h	258.42	100.96	103.73		103.99	0.007955	2.40	117.60	72.94	0.53
Pedogna	18	Max WS	it_Tr200_Tp3h	539.05	100.96	104.86		105.26	0.007189	3.04	205.04	79.41	0.54
Pedogna	18	Max WS	it_Tr200_Tp04h	531.49	100.96	104.84		105.23	0.007183	3.02	203.16	79.32	0.54
Pedogna	18	Max WS	it_Tr200_Tp05h	510.34	100.96	104.77		105.15	0.007180	2.98	197.68	79.08	0.54
Pedogna	18	Max WS	it_Tr200_Tp06h	486.01	100.96	104.69		105.06	0.007171	2.93	191.33	78.79	0.54
Pedogna	17	Max WS	it_Tr30_Tp03h	277.82	99.23	102.62	102.74	103.43	0.021872	4.27	79.67	61.56	0.89
Pedogna	17	Max WS	it_Tr30_Tp04h	276.64	99.23	102.63	102.71	103.42	0.021406	4.24	80.10	61.94	0.88
Pedogna	17	Max WS	it_Tr30_Tp05h	277.74	99.23	102.62	102.74	103.43	0.021872	4.27	79.65	61.56	0.89
Pedogna	17	Max WS	it_Tr30_Tp06h	277.69	99.23	102.62	102.74	103.43	0.021864	4.27	79.65	61.56	0.89
Pedogna	17	Max WS	it_Tr200_Tp3h	540.71	99.23	103.43	103.54	104.49	0.021584	5.17	136.29	71.88	0.93
Pedogna	17	Max WS	it_Tr200_Tp04h	533.32	99.23	103.41	103.52	104.47	0.021570	5.14	134.95	71.82	0.93
Pedogna	17	Max WS	it_Tr200_Tp05h	511.96	99.23	103.35	103.47	104.39	0.021629	5.09	130.82	71.63	0.92
Pedogna	17	Max WS	it_Tr200_Tp06h	487.55	99.23	103.29	103.40	104.30	0.021691	5.02	126.03	71.41	0.92
Pedogna	16	Max WS	it_Tr30_Tp03h	272.95	96.86	100.86		101.23	0.009398	3.07	115.39	66.45	0.59
Pedogna	16	Max WS	it_Tr30_Tp04h	278.22	96.86	100.88		101.26	0.009379	3.09	117.03	66.52	0.59
Pedogna	16	Max WS	it_Tr30_Tp05h	272.12	96.86	100.85		101.22	0.009397	3.07	115.14	66.44	0.59
Pedogna	16	Max WS	it_Tr30_Tp06h	271.34	96.86	100.82		101.21	0.009856	3.12	113.00	66.36	0.60
Pedogna	16	Max WS	it_Tr200_Tp3h	543.96	96.86	101.72		102.34	0.011436	4.07	174.83	71.57	0.68
Pedogna	16	Max WS	it_Tr200_Tp04h	536.33	96.86	101.71		102.31	0.011383	4.04	173.45	71.55	0.68
Pedogna	16	Max WS	it_Tr200_Tp05h	515.03	96.86	101.65		102.24	0.011263	3.98	169.40	71.51	0.67
Pedogna	16	Max WS	it_Tr200_Tp06h	490.46	96.86	101.58		102.15	0.011083	3.90	164.80	71.46	0.67
Pedogna	15	Max WS	it_Tr30_Tp03h	274.46	95.41	98.49	98.66	99.37	0.027395	4.99	79.19	58.30	0.99
Pedogna	15	Max WS	it_Tr30_Tp04h	279.76	95.41	98.51	98.68	99.39	0.027303	5.00	80.38	58.35	0.99
Pedogna	15	Max WS	it_Tr30_Tp05h	273.66	95.41	98.48	98.66	99.36	0.027389	4.98	79.03	58.29	0.99
Pedogna	15	Max WS	it_Tr30_Tp06h	270.71	95.41	98.46	98.65	99.36	0.028062	5.01	77.73	58.24	1.00
Pedogna	15	Max WS	it_Tr200_Tp3h	546.96	95.41	99.42	99.45	100.47	0.023049	5.63	134.94	60.35	0.96
Pedogna	15	Max WS	it_Tr200_Tp04h	539.39	95.41	99.40	99.43	100.44	0.023089	5.61	133.62	60.30	0.96
Pedogna	15	Max WS	it_Tr200_Tp05h	517.91	95.41	99.33	99.37	100.36	0.023457	5.58	129.36	60.16	0.96
Pedogna	15	Max WS	it_Tr200_Tp06h	493.21	95.41	99.25	99.31	100.27	0.023880	5.54	124.45	59.99	0.97
Pedogna	14	Max WS	it_Tr30_Tp03h	276.02	92.98	95.86		96.56	0.018451	4.09	83.70	50.82	0.82
Pedogna	14	Max WS	it_Tr30_Tp04h	281.39	92.98	95.88		96.59	0.018494	4.12	84.80	50.96	0.82
Pedogna	14	Max WS	it_Tr30_Tp05h	275.28	92.98	95.86		96.56	0.018437	4.09	83.56	50.80	0.82
Pedogna	14	Max WS	it_Tr30_Tp06h	271.54	92.98	95.84		96.54	0.018568	4.08	82.52	50.66	0.82
Pedogna	14	Max WS	it_Tr200_Tp3h	550.21	92.98	96.73	96.71	97.85	0.021060	5.32	129.36	54.48	0.92
Pedogna	14	Max WS	it_Tr200_Tp04h	542.39	92.98	96.71	96.69	97.82	0.020945	5.29	128.33	54.40	0.92
Pedogna	14	Max WS	it_Tr200_Tp05h	521.02	92.98	96.65	96.63	97.73	0.020800	5.21	125.12	54.14	0.91
Pedogna	14	Max WS	it_Tr200_Tp06h	496.13	92.98	96.58	96.55	97.62	0.020534	5.11	121.50	53.85	0.90
Pedogna	13.9			Lat Struct									
Pedogna	13	Max WS	it_Tr30_Tp03h	278.99	88.42	92.00	92.03	92.71	0.015785	4.09	91.29	66.42	0.77
Pedogna	13	Max WS	it_Tr30_Tp04h	284.46	88.42	92.02	92.05	92.73	0.015752	4.11	92.85	66.52	0.77
Pedogna	13	Max WS	it_Tr30_Tp05h	278.38	88.42	91.99	92.03	92.70	0.015792	4.09	91.11	66.41	0.77
Pedogna	13	Max WS	it_Tr30_Tp06h	272.19	88.42	91.96	92.01	92.67	0.016138	4.10	88.60	66.26	0.77
Pedogna	13	Max WS	it_Tr200_Tp3h	556.25	88.42	93.05		93.84	0.013387	4.63	163.16	69.61	0.74
Pedogna	13	Max WS	it_Tr200_Tp04h	547.87	88.42	93.02		93.81	0.013408	4.62	161.35	69.56	0.74
Pedogna	13	Max WS	it_Tr200_Tp05h	526.79	88.42	92.95		93.73	0.013664	4.60	155.95	69.44	0.75
Pedogna	13	Max WS	it_Tr200_Tp06h	501.65	88.42	92.85		93.64	0.013962	4.57	149.53	69.28	0.75
Pedogna	12	Max WS	it_Tr30_Tp03h	282.17	84.81	87.78		88.33	0.019707	3.61	90.81	55.31	0.82
Pedogna	12	Max WS	it_Tr30_Tp04h	287.78	84.81	87.80		88.36	0.019718	3.63	91.94	55.35	0.82
Pedogna	12	Max WS	it_Tr30_Tp05h	281.73	84.81	87.78		88.33	0.019690	3.60	90.74	55.30	0.82
Pedogna	12	Max WS	it_Tr30_Tp06h	274.81	84.81	87.75		88.29	0.019786	3.58	89.17	55.23	0.82
Pedogna	12	Max WS	it_Tr200_Tp3h	562.82	84.81	88.61		89.55	0.021426	4.74	137.40	57.51	0.90
Pedogna	12	Max WS	it_Tr200_Tp04h	554.48	84.81	88.59		89.52	0.021326	4.71	136.30	57.44	0.90
Pedogna	12	Max WS	it_Tr200_Tp05h	533.08	84.81	88.54		89.43	0.021179	4.63	133.20	57.29	0.89
Pedogna	12	Max WS	it_Tr200_Tp06h	507.63	84.81	88.48		89.33	0.020911	4.53	129.63	57.12	0.88
Pedogna	11	Max WS	it_Tr30_Tp03h	279.16	83.02	85.48		85.89	0.017420	3.24	108.97	96.08	0.77
Pedogna	11	Max WS	it_Tr30_Tp04h	284.77	83.02	85.49		85.91	0.017504	3.26	110.41	96.17	0.77
Pedogna	11	Max WS	it_Tr30_Tp05h	278.82	83.02	85.48		85.89	0.017427	3.24	108.86	96.08	0.77
Pedogna	11	Max WS	it_Tr30_Tp06h	270.49	83.02	85.45		85.85	0.017436	3.21	106.28	95.89	0.77
Pedogna	11	Max WS	it_Tr200_Tp3h	557.80	83.02	86.09		86.76	0.020367	4.25	168.40	99.08	0.87
Pedogna	11	Max WS	it_Tr200_Tp04h	549.10	83.02	86.07		86.73	0.020197	4.21	167.07	98.96	0.87
Pedogna	11	Max WS	it_Tr200_Tp05h	528.56	83.02	86.03		86.68	0.020168	4.16	162.85	98.75	0.86
Pedogna	11	Max WS	it_Tr200_Tp06h	503.26	83.02	85.98		86.60	0.020122	4.09	157.59	98.50	0.86
Pedogna	10	Max WS	it_Tr30_Tp03h	280.84	79.81	82.62	82.69	83.25	0.023918	4.00	94.21	82.00	0.89
Pedogna	10	Max WS	it_Tr30_Tp04h	286.51	79.81	82.64	82.71	83.27	0.023796	4.01	95.76	82.06	0.89
Pedogna	10	Max WS	it_Tr30_Tp05h	280.59	79.81	82.62	82.69	83.25	0.023911	4.00	94.16	82.00	0.89
Pedogna	10	Max WS	it_Tr30_Tp06h	270.49	79.81	82.59	82.67	83.21	0.024140	3.97	91.37	81.90	0.89
Pedogna	10	Max WS	it_Tr200_Tp3h	561.25	79.81	83.48		84.21	0.019114	4.51	165.82	88.60	0.85
Pedogna	10	Max WS	it_Tr200_Tp04h	553.61	79.81	83.45		84.18	0.019247	4.50	163.90	88.49	0.85

HEC-RAS River: Pedogna Reach: Pedogna Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pedogna	10	Max WS	it_Tr200_Tp05h	531.85	79.81	83.39		84.12	0.019646	4.48	158.25	87.85	0.85
Pedogna	10	Max WS	it_Tr200_Tp06h	506.42	79.81	83.31		84.02	0.019774	4.41	151.53	84.87	0.85
Pedogna	9	Max WS	it_Tr30_Tp03h	282.35	78.11	81.02		81.27	0.006111	2.36	137.63	70.96	0.48
Pedogna	9	Max WS	it_Tr30_Tp04h	288.11	78.11	81.05		81.30	0.006110	2.38	139.50	71.01	0.48
Pedogna	9	Max WS	it_Tr30_Tp05h	282.23	78.11	81.02		81.27	0.006108	2.36	137.61	70.96	0.48
Pedogna	9	Max WS	it_Tr30_Tp06h	272.08	78.11	80.98		81.22	0.006113	2.33	134.26	70.86	0.48
Pedogna	9	Max WS	it_Tr200_Tp3h	564.43	78.11	82.19		82.57	0.005641	2.94	222.22	73.43	0.49
Pedogna	9	Max WS	it_Tr200_Tp04h	556.80	78.11	82.17		82.53	0.005659	2.93	220.05	73.36	0.49
Pedogna	9	Max WS	it_Tr200_Tp05h	534.92	78.11	82.08		82.44	0.005703	2.90	213.86	73.18	0.49
Pedogna	9	Max WS	it_Tr200_Tp06h	509.37	78.11	81.98		82.33	0.005750	2.85	206.62	72.97	0.49
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr30_Tp03h	282.99	77.24	80.06		80.68	0.019130	3.79	87.55	52.07	0.82
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr30_Tp04h	288.78	77.24	80.08		80.71	0.019043	3.81	88.88	52.17	0.82
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr30_Tp05h	282.90	77.24	80.06		80.68	0.019129	3.79	87.53	52.07	0.82
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr30_Tp06h	272.75	77.24	80.01		80.62	0.019290	3.75	85.17	51.88	0.82
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr200_Tp3h	565.74	77.24	80.98		81.98	0.020027	4.91	137.09	55.54	0.90
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr200_Tp04h	556.60	77.24	80.96		81.94	0.019689	4.86	136.40	55.52	0.89
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr200_Tp05h	536.19	77.24	80.92		81.86	0.019390	4.77	133.78	55.46	0.88
Pedogna	8.7500	Max WS	it_Tr200_Tp06h	510.58	77.24	80.86		81.76	0.018928	4.65	130.59	55.37	0.86
Pedogna	8.65			Lat Struct									
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr30_Tp03h	283.61	76.39	79.18		79.79	0.016333	3.52	84.99	45.34	0.77
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr30_Tp04h	289.45	76.39	79.21		79.82	0.016317	3.54	86.15	45.43	0.77
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr30_Tp05h	283.58	76.39	79.18		79.79	0.016321	3.51	85.00	45.34	0.77
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr30_Tp06h	273.43	76.39	79.14		79.73	0.016325	3.47	83.00	45.18	0.76
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr200_Tp3h	547.55	76.39	80.23		81.15	0.015001	4.39	134.39	49.02	0.79
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr200_Tp04h	539.38	76.39	80.22		81.12	0.014790	4.35	133.69	48.98	0.78
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr200_Tp05h	523.31	76.39	80.17		81.05	0.014704	4.29	131.31	48.81	0.77
Pedogna	8.5000	Max WS	it_Tr200_Tp06h	501.72	76.39	80.10		80.95	0.014627	4.22	127.94	48.58	0.77
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr30_Tp03h	284.22	75.35	78.41		79.00	0.016014	3.41	85.81	45.94	0.75
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr30_Tp04h	290.09	75.35	78.43		79.03	0.016183	3.44	86.66	45.99	0.76
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr30_Tp05h	284.23	75.35	78.41		79.00	0.016017	3.41	85.81	45.94	0.75
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr30_Tp06h	274.08	75.35	78.38		78.94	0.015721	3.34	84.31	45.84	0.74
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr200_Tp3h	548.06	75.35	79.09	79.02	80.27	0.022653	4.88	117.36	47.55	0.94
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr200_Tp04h	540.41	75.35	79.08	79.00	80.23	0.022220	4.82	117.03	47.53	0.93
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr200_Tp05h	524.52	75.35	79.03	78.96	80.16	0.022373	4.78	114.54	47.43	0.93
Pedogna	8.2500	Max WS	it_Tr200_Tp06h	502.92	75.35	78.97	78.88	80.06	0.022030	4.68	112.03	47.32	0.92
Pedogna	8	Max WS	it_Tr30_Tp03h	279.99	74.75	77.28	77.23	78.04	0.024927	4.11	76.22	46.26	0.94
Pedogna	8	Max WS	it_Tr30_Tp04h	285.47	74.75	77.30	77.27	78.07	0.024835	4.13	77.28	46.30	0.94
Pedogna	8	Max WS	it_Tr30_Tp05h	280.04	74.75	77.28	77.24	78.04	0.024908	4.11	76.25	46.26	0.94
Pedogna	8	Max WS	it_Tr30_Tp06h	270.56	74.75	77.24	77.20	77.99	0.025100	4.06	74.38	46.18	0.94
Pedogna	8	Max WS	it_Tr200_Tp3h	514.79	74.75	78.09	78.04	79.23	0.023841	5.06	114.55	47.63	0.97
Pedogna	8	Max WS	it_Tr200_Tp04h	507.90	74.75	78.10	78.03	79.20	0.023053	4.99	114.79	47.64	0.95
Pedogna	8	Max WS	it_Tr200_Tp05h	494.62	74.75	78.03	77.98	79.14	0.023764	4.98	111.75	47.51	0.97
Pedogna	8	Max WS	it_Tr200_Tp06h	476.02	74.75	77.98	77.93	79.05	0.023675	4.91	109.16	47.42	0.96
Pedogna	7	Max WS	it_Tr30_Tp03h	283.95	72.90	75.93		76.23	0.006868	2.46	116.20	48.71	0.50
Pedogna	7	Max WS	it_Tr30_Tp04h	289.68	72.90	75.96		76.27	0.006834	2.47	117.81	48.74	0.50
Pedogna	7	Max WS	it_Tr30_Tp05h	284.14	72.90	75.93		76.24	0.006860	2.46	116.29	48.71	0.50
Pedogna	7	Max WS	it_Tr30_Tp06h	274.54	72.90	75.87		76.17	0.006932	2.43	113.52	48.65	0.50
Pedogna	7	Max WS	it_Tr200_Tp3h	511.49	72.90	76.88		77.39	0.007337	3.17	163.42	50.21	0.55
Pedogna	7	Max WS	it_Tr200_Tp04h	515.95	72.90	76.88		77.40	0.007472	3.20	163.38	50.21	0.55
Pedogna	7	Max WS	it_Tr200_Tp05h	493.43	72.90	76.83		77.32	0.007224	3.11	160.59	50.15	0.54
Pedogna	7	Max WS	it_Tr200_Tp06h	476.47	72.90	76.77		77.25	0.007121	3.05	157.85	49.98	0.54
Pedogna	6	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.05	72.11	75.25	74.45	75.69	0.008552	2.97	98.95	47.24	0.57
Pedogna	6	Max WS	it_Tr30_Tp04h	290.60	72.11	75.29	74.48	75.73	0.008537	2.99	100.17	47.26	0.58
Pedogna	6	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.31	72.11	75.26	74.46	75.69	0.008551	2.97	99.00	47.24	0.58
Pedogna	6	Max WS	it_Tr30_Tp06h	275.83	72.11	75.20	74.41	75.63	0.008560	2.93	96.95	47.21	0.57
Pedogna	6	Max WS	it_Tr200_Tp3h	479.61	72.11	76.31	75.21	76.94	0.007938	3.56	139.12	47.82	0.59
Pedogna	6	Max WS	it_Tr200_Tp04h	482.25	72.11	76.32	75.21	76.95	0.007930	3.57	139.63	47.83	0.59
Pedogna	6	Max WS	it_Tr200_Tp05h	465.59	72.11	76.24	75.16	76.85	0.007981	3.53	136.39	47.78	0.58
Pedogna	6	Max WS	it_Tr200_Tp06h	452.26	72.11	76.17	75.11	76.77	0.008015	3.49	133.82	47.74	0.58
Pedogna	5.5			Bridge									
Pedogna	5	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.05	71.45	74.18	74.26	75.19	0.029309	4.50	66.37	46.92	0.99
Pedogna	5	Max WS	it_Tr30_Tp04h	290.60	71.45	74.20	74.29	75.22	0.029325	4.53	67.24	46.94	0.99
Pedogna	5	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.31	71.45	74.18	74.27	75.19	0.029317	4.50	66.41	46.92	0.99
Pedogna	5	Max WS	it_Tr30_Tp06h	275.83	71.45	74.14	74.22	75.13	0.029453	4.45	64.78	46.88	0.99
Pedogna	5	Max WS	it_Tr200_Tp3h	479.61	71.45	74.92	75.05	76.31	0.027767	5.36	95.33	47.62	1.02
Pedogna	5	Max WS	it_Tr200_Tp04h	482.22	71.45	74.91	75.05	76.33	0.028401	5.41	94.97	47.61	1.03
Pedogna	5	Max WS	it_Tr200_Tp05h	465.59	71.45	74.85	74.99	76.24	0.028387	5.33	92.86	47.56	1.02
Pedogna	5	Max WS	it_Tr200_Tp06h	452.26	71.45	74.82	74.94	76.17	0.027979	5.25	91.56	47.53	1.01
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.13	71.22	73.87	73.83	74.68	0.024367	4.02	73.79	46.24	0.91
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	290.69	71.22	73.89	73.86	74.71	0.024356	4.05	74.80	46.41	0.92
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.40	71.22	73.87	73.82	74.68	0.024360	4.02	73.84	46.25	0.91
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	275.92	71.22	73.83	73.77	74.62	0.024537	3.98	71.93	45.92	0.91
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	479.83	71.22	74.59	74.56	75.69	0.022390	4.75	108.05	47.62	0.92
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	482.37	71.22	74.58	74.57	75.70	0.023094	4.81	107.32	47.60	0.94
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	465.78	71.22	74.53	74.51	75.63	0.023092	4.75	104.87	47.55	0.93
Pedogna	4.7500*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	452.43	71.22	74.50	74.47	75.56	0.022626	4.66	103.57	47.51	0.92
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.24	71.00	73.65	73.55	74.42	0.022858	3.92	75.66	45.55	0.89
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	290.81	71.00	73.67	73.58	74.45	0.022819	3.95	76.70	45.73	0.89
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.52	71.00	73.65	73.55	74.42	0.022854	3.92	75.72	45.56	0.89
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.04	71.00	73.61	73.51	74.36	0.023054	3.88	73.78	45.16	0.89
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.07	71.00	74.45		75.44	0.019178	4.51	113.61	47.91	0.86
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	471.46	71.00	74.42		75.40	0.019226	4.48	112.18	47.87	0.86

HEC-RAS River: Pedogna Reach: Pedogna Profile: Max WS (Continued)

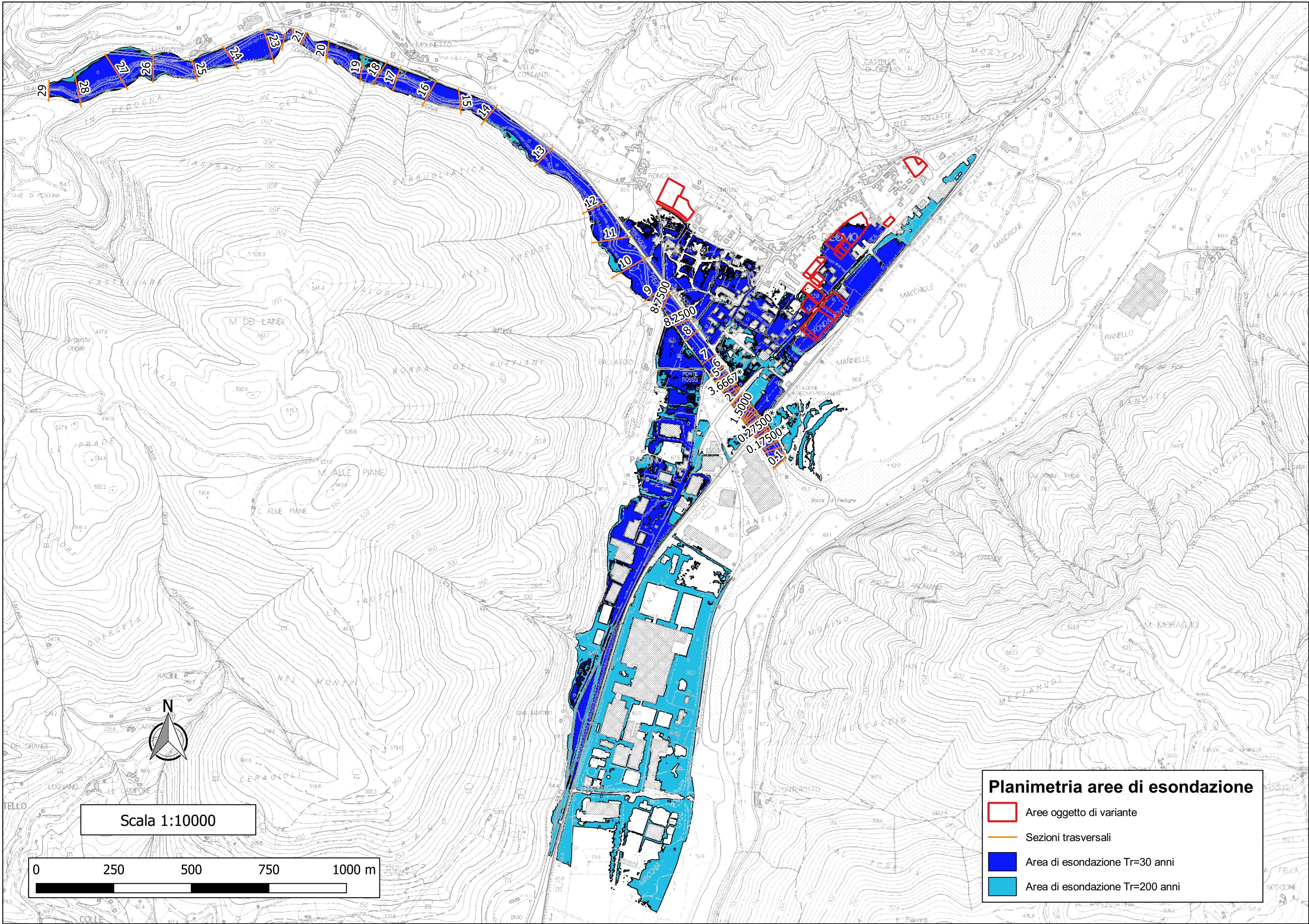
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	455.68	71.00	74.37		75.33	0.019206	4.42	109.75	47.82	0.86
Pedogna	4.5000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	452.66	71.00	74.35		75.31	0.019491	4.43	108.74	47.79	0.87
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.36	70.78	73.50		74.17	0.019059	3.67	80.98	45.92	0.82
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	290.93	70.78	73.53		74.21	0.018975	3.70	82.15	46.05	0.82
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.65	70.78	73.50		74.18	0.019049	3.67	81.05	45.93	0.82
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.17	70.78	73.46		74.12	0.019175	3.63	79.09	45.67	0.82
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.33	70.78	74.38		75.23	0.015129	4.16	123.13	48.51	0.78
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	471.11	70.78	74.35		75.19	0.015128	4.13	121.59	48.47	0.78
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	455.69	70.78	74.30		75.11	0.015046	4.07	119.20	48.39	0.77
Pedogna	4.2500*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	452.89	70.78	74.28		75.09	0.015341	4.09	117.98	48.36	0.78
Pedogna	4	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.48	70.56	73.43		73.97	0.014102	3.31	90.25	46.73	0.72
Pedogna	4	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.06	70.56	73.46		74.01	0.014056	3.33	91.49	46.82	0.72
Pedogna	4	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	70.56	73.43		73.98	0.014098	3.31	90.32	46.73	0.72
Pedogna	4	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	70.56	73.39		73.92	0.014184	3.28	88.19	46.58	0.72
Pedogna	4	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	70.56	74.35		75.05	0.011647	3.81	134.88	49.42	0.69
Pedogna	4	Max WS	it_Tr200_Tp04h	471.88	70.56	74.32		75.01	0.011647	3.78	133.30	49.37	0.69
Pedogna	4	Max WS	it_Tr200_Tp05h	454.22	70.56	74.27		74.94	0.011405	3.70	130.94	49.30	0.68
Pedogna	4	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	70.56	74.24		74.92	0.011737	3.73	129.53	49.25	0.69
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.48	70.47	73.30		73.82	0.012843	3.21	92.34	45.66	0.69
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	70.47	73.33		73.85	0.012814	3.23	93.57	45.80	0.69
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	70.47	73.30		73.82	0.012840	3.21	92.41	45.67	0.69
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	70.47	73.26		73.76	0.012898	3.18	90.30	45.48	0.69
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	70.47	74.25		74.92	0.010699	3.71	137.75	49.82	0.66
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.76	70.47	74.22		74.89	0.010740	3.70	136.49	49.76	0.67
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	453.52	70.47	74.17		74.80	0.010385	3.60	133.93	49.65	0.65
Pedogna	3.6667*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	70.47	74.14		74.79	0.010759	3.63	132.31	49.58	0.66
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.48	70.39	73.19		73.67	0.011573	3.11	95.24	46.09	0.66
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	70.39	73.22		73.71	0.011548	3.13	96.51	46.22	0.66
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	70.39	73.19		73.67	0.011571	3.11	95.31	46.10	0.66
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	70.39	73.14		73.62	0.011604	3.07	93.17	45.84	0.65
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	70.39	74.16		74.80	0.009628	3.59	142.01	50.31	0.63
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	475.90	70.39	74.14		74.77	0.009649	3.58	141.00	50.23	0.63
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	450.93	70.39	74.11		74.69	0.009013	3.43	139.17	50.06	0.61
Pedogna	3.3333*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	70.39	74.05		74.66	0.009646	3.51	136.52	49.82	0.63
Pedogna	3	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.48	70.30	73.09	72.46	73.54	0.010284	2.99	98.14	45.55	0.62
Pedogna	3	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	70.30	73.12	72.48	73.57	0.010280	3.01	99.39	46.21	0.62
Pedogna	3	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	70.30	73.09	72.46	73.54	0.010283	2.99	98.21	45.60	0.62
Pedogna	3	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	70.30	73.04	72.43	73.48	0.010285	2.95	96.12	44.91	0.62
Pedogna	3	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	70.30	74.08	73.22	74.68	0.008634	3.46	146.02	50.55	0.60
Pedogna	3	Max WS	it_Tr200_Tp04h	476.02	70.30	74.07	73.20	74.65	0.008638	3.45	145.11	50.49	0.60
Pedogna	3	Max WS	it_Tr200_Tp05h	455.92	70.30	73.98	73.09	74.55	0.008667	3.40	140.96	50.22	0.60
Pedogna	3	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	70.30	73.97	73.08	74.54	0.008632	3.39	140.59	50.20	0.60
Pedogna	2.5			Bridge									
Pedogna	2	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.48	69.89	72.50		73.03	0.014605	3.30	90.86	49.22	0.73
Pedogna	2	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	69.89	72.53		73.07	0.014611	3.32	91.96	49.24	0.73
Pedogna	2	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	69.89	72.50		73.04	0.014606	3.30	90.92	49.22	0.73
Pedogna	2	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	69.89	72.46		72.98	0.014598	3.25	89.02	49.16	0.72
Pedogna	2	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	69.89	73.41		74.10	0.011871	3.78	134.24	50.20	0.69
Pedogna	2	Max WS	it_Tr200_Tp04h	475.97	69.89	73.39		74.08	0.012006	3.77	132.97	50.18	0.70
Pedogna	2	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.45	69.89	73.35		74.03	0.011989	3.74	131.36	50.14	0.70
Pedogna	2	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	69.89	73.29		73.96	0.012116	3.71	128.59	50.09	0.70
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	69.71	72.36		72.89	0.014467	3.25	91.50	49.40	0.72
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	69.71	72.39		72.92	0.014462	3.28	92.66	49.45	0.72
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	69.71	72.36		72.89	0.014461	3.25	91.58	49.40	0.72
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	69.71	72.32		72.84	0.014467	3.21	89.59	49.30	0.72
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	69.71	73.33		73.97	0.010822	3.63	140.13	50.89	0.66
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	475.92	69.71	73.30		73.94	0.010983	3.63	138.61	50.85	0.67
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.45	69.71	73.27		73.90	0.010956	3.60	136.96	50.81	0.67
Pedogna	1.9000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	69.71	73.21		73.83	0.011104	3.58	133.88	50.73	0.67
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	69.53	72.20		72.74	0.015026	3.26	89.90	48.70	0.73
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	69.53	72.23		72.77	0.015049	3.29	90.99	48.83	0.73
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	69.53	72.20		72.74	0.015028	3.26	89.96	48.71	0.73
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	69.53	72.17		72.69	0.014992	3.22	88.10	48.50	0.73
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	69.53	73.24		73.86	0.010271	3.55	142.45	52.31	0.65
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	475.64	69.53	73.21		73.83	0.010419	3.55	140.84	52.21	0.65
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.44	69.53	73.18		73.79	0.010409	3.52	139.11	52.07	0.65
Pedogna	1.8000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.11	69.53	73.11		73.72	0.010566	3.50	135.85	51.83	0.65
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	69.35	72.06		72.59	0.015088	3.23	90.42	48.68	0.73
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	69.35	72.09		72.62	0.015113	3.25	91.49	48.80	0.73
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	69.35	72.06		72.59	0.015089	3.23	90.48	48.69	0.73
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	69.35	72.03		72.54	0.015056	3.18	88.63	48.50	0.73
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	69.35	73.18		73.75	0.009342	3.41	147.82	53.61	0.62
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	475.37	69.35	73.14		73.72	0.009470	3.41	146.14	53.54	0.62
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.45	69.35	73.11		73.68	0.009492	3.39	144.25	53.47	0.62
Pedogna	1.7000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	69.35	73.04		73.61	0.009662	3.37	140.75	53.34	0.62
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	69.16	71.93		72.43	0.015140	3.18	92.20	51.36	0.73
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	69.16	71.95		72.46	0.015123	3.20	93.37	51.41	0.73
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	69.16	71.93		72.44	0.015140	3.18	92.26	51.37	0.73
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	69.16	71.89		72.38	0.015189	3.14	90.21	51.28	0.72
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	69.16	73.13		73.65	0.008216	3.23	155.94	54.43	0.58
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	475.16	69.16	73.10		73.61	0.008311	3.22	154.25	54.35	0.58
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.45	69.16	73.06		73.57	0.008349	3.20	152.21	54.26	0.58
Pedogna	1.6000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	69.16	73.00		73.50	0.008497	3.19	148.58	54.09	0.58

HEC-RAS River: Pedogna Reach: Pedogna Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	68.98	71.80		72.28	0.014694	3.09	95.60	53.52	0.71
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	68.98	71.83		72.31	0.014626	3.11	96.91	53.55	0.71
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	68.98	71.80		72.28	0.014686	3.09	95.68	53.52	0.71
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	68.98	71.76		72.23	0.014836	3.06	93.39	53.46	0.71
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	68.98	73.10		73.55	0.007101	3.03	166.29	55.57	0.54
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr200_Tp04h	475.07	68.98	73.07		73.52	0.007172	3.02	164.58	55.50	0.54
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.44	68.98	73.03		73.47	0.007213	3.01	162.40	55.43	0.54
Pedogna	1.5000	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	68.98	72.96		73.40	0.007341	2.99	158.59	55.29	0.54
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	68.86	71.67		72.13	0.013699	3.04	96.60	52.96	0.69
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	68.86	71.70		72.16	0.013631	3.05	97.94	53.00	0.69
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	68.86	71.67		72.14	0.013693	3.04	96.68	52.96	0.69
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	68.86	71.63		72.08	0.013849	3.01	94.31	52.89	0.69
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.57	68.86	73.05		73.48	0.006286	2.93	171.16	55.13	0.51
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.96	68.86	73.02		73.44	0.006337	2.92	169.46	55.06	0.51
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.44	68.86	72.98		73.40	0.006372	2.91	167.25	54.98	0.51
Pedogna	1.4000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	68.86	72.91		73.32	0.006472	2.89	163.41	54.84	0.51
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	68.73	71.56		72.00	0.012169	2.93	99.37	52.30	0.65
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	68.73	71.59		72.03	0.012117	2.95	100.73	52.35	0.65
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	68.73	71.56		72.00	0.012170	2.93	99.43	52.31	0.65
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	68.73	71.52		71.94	0.012294	2.90	97.03	52.22	0.66
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.56	68.73	73.01		73.41	0.005519	2.82	176.84	54.64	0.48
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.90	68.73	72.98		73.38	0.005555	2.82	175.16	54.58	0.48
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.45	68.73	72.94		73.33	0.005580	2.80	172.94	54.50	0.48
Pedogna	1.3000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	68.73	72.87		73.26	0.005653	2.78	169.11	54.37	0.48
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	68.61	71.48		71.87	0.010316	2.79	104.07	51.10	0.61
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	68.61	71.51		71.91	0.010292	2.81	105.41	51.17	0.61
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	68.61	71.48		71.88	0.010314	2.79	104.15	51.10	0.61
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	68.61	71.44		71.82	0.010388	2.76	101.76	50.97	0.61
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.56	68.61	72.98		73.35	0.004820	2.71	183.26	54.12	0.45
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.67	68.61	72.95		73.32	0.004837	2.70	181.62	54.06	0.45
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.46	68.61	72.91		73.27	0.004859	2.69	179.39	53.98	0.45
Pedogna	1.2000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	68.61	72.84		73.19	0.004910	2.67	175.56	53.85	0.45
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	68.49	71.42		71.77	0.008540	2.63	110.20	50.60	0.56
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	68.49	71.45		71.80	0.008536	2.65	111.54	50.65	0.56
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	68.49	71.42		71.77	0.008539	2.63	110.27	50.61	0.56
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	68.49	71.37		71.71	0.008573	2.59	107.87	50.52	0.56
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.56	68.49	72.96		73.30	0.004200	2.60	190.28	53.58	0.43
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.50	68.49	72.93		73.26	0.004204	2.59	188.70	53.52	0.43
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.46	68.49	72.88		73.22	0.004221	2.58	186.45	53.43	0.43
Pedogna	1.1000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	68.49	72.81		73.14	0.004253	2.55	182.64	53.30	0.43
Pedogna	1	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	68.36	71.35	70.53	71.68	0.007515	2.55	112.23	50.34	0.53
Pedogna	1	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	68.36	71.38	70.56	71.71	0.007527	2.58	113.49	50.38	0.53
Pedogna	1	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	68.36	71.35	70.54	71.68	0.007515	2.56	112.30	50.34	0.53
Pedogna	1	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	68.36	71.30	70.50	71.63	0.007519	2.52	110.03	50.28	0.53
Pedogna	1	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.25	68.36	72.91	71.18	73.25	0.004130	2.59	187.13	53.03	0.42
Pedogna	1	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.35	68.36	72.88	71.16	73.22	0.004136	2.58	185.57	52.94	0.42
Pedogna	1	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.42	68.36	72.84	71.14	73.17	0.004152	2.57	183.33	52.81	0.42
Pedogna	1	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	68.36	72.77	71.10	73.09	0.003993	2.54	179.68	52.63	0.42
Pedogna	0.5			Bridge									
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	68.20	70.30		70.87	0.018480	3.34	85.49	50.76	0.80
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	68.20	70.32		70.90	0.018480	3.37	86.49	50.78	0.80
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	68.20	70.30		70.87	0.018479	3.34	85.55	50.76	0.80
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	68.20	70.26		70.82	0.018485	3.30	83.83	50.71	0.79
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.25	68.20	70.95		71.82	0.018575	4.12	116.64	51.59	0.84
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.33	68.20	70.93		71.79	0.018625	4.11	115.69	51.56	0.84
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.42	68.20	70.91		71.76	0.018561	4.07	114.64	51.54	0.84
Pedogna	0.3	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	68.20	70.87		71.70	0.018550	4.03	112.69	51.48	0.83
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	67.96	70.17		70.66	0.015159	3.12	93.01	51.02	0.73
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	67.96	70.19		70.69	0.015156	3.15	94.13	51.05	0.73
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	67.96	70.17		70.66	0.015159	3.12	93.07	51.02	0.73
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	67.96	70.13		70.61	0.015167	3.08	91.14	50.97	0.72
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.24	67.96	70.86		71.59	0.015048	3.83	128.46	51.94	0.76
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.28	67.96	70.84		71.57	0.015094	3.81	127.35	51.91	0.76
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.42	67.96	70.81		71.53	0.015059	3.79	126.14	51.88	0.76
Pedogna	0.27500*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	67.96	70.77		71.47	0.015062	3.74	123.89	51.81	0.76
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	67.71	70.03		70.50	0.013904	3.03	95.68	51.24	0.70
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	67.71	70.05		70.52	0.013914	3.06	96.80	51.27	0.70
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	67.71	70.03		70.50	0.013905	3.03	95.74	51.24	0.70
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	67.71	69.99		70.45	0.013899	2.99	93.79	51.19	0.69
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.24	67.71	70.72		71.43	0.013994	3.73	131.56	52.19	0.74
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.23	67.71	70.70		71.40	0.014032	3.72	130.43	52.16	0.74
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.42	67.71	70.68		71.37	0.013994	3.69	129.21	52.13	0.73
Pedogna	0.25000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.12	67.71	70.64		71.31	0.013987	3.65	126.94	52.06	0.73
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.47	67.48	69.89		70.34	0.013731	3.01	96.38	51.53	0.69
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	67.48	69.91		70.37	0.013741	3.03	97.51	51.55	0.69
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	67.48	69.89		70.35	0.013732	3.01	96.44	51.53	0.69
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	67.48	69.85		70.30	0.013726	2.97	94.48	51.48	0.69
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.24	67.48	70.58		71.27	0.013788	3.70	132.54	52.38	0.73
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.14	67.48	70.56		71.25	0.013825	3.69	131.39	52.35	0.73
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.42	67.48	70.54		71.21	0.013792	3.66	130.16	52.31	0.73
Pedogna	0.22500*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.11	67.48	70.49		71.15	0.013790	3.62	127.87	52.26	0.73
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.46	67.23	69.68		70.18	0.016208	3.15	92.11	51.80	0.74

HEC-RAS River: Pedogna Reach: Pedogna Profile: Max WS (Continued)

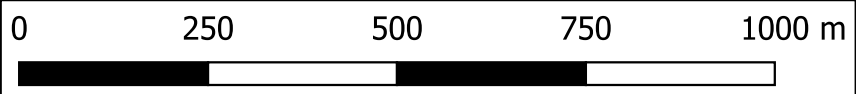
Reach	River Sta	Profile	Plan	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.05	67.23	69.70		70.21	0.016168	3.17	93.27	51.82	0.74
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	67.23	69.68		70.18	0.016198	3.15	92.19	51.80	0.74
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	67.23	69.64		70.13	0.016269	3.11	90.18	51.76	0.74
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.24	67.23	70.39		71.11	0.015299	3.80	128.99	52.60	0.76
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr200_Tp04h	474.10	67.23	70.36		71.08	0.015371	3.79	127.79	52.57	0.76
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.41	67.23	70.34		71.05	0.015347	3.76	126.57	52.54	0.76
Pedogna	0.2	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.11	67.23	70.29		70.99	0.015390	3.72	124.24	52.49	0.76
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.46	66.87	69.37		69.84	0.014027	3.05	95.25	51.14	0.70
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.04	66.87	69.39		69.87	0.014001	3.08	96.45	51.18	0.70
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	66.87	69.37		69.84	0.014021	3.05	95.33	51.14	0.70
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.30	66.87	69.33		69.79	0.014056	3.02	93.29	51.07	0.70
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.24	66.87	70.09		70.79	0.013586	3.71	132.76	52.25	0.73
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	473.96	66.87	70.07		70.76	0.013640	3.70	131.52	52.22	0.73
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.41	66.87	70.05		70.72	0.013607	3.67	130.31	52.19	0.72
Pedogna	0.17500*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.11	66.87	70.00		70.66	0.013625	3.63	127.94	52.12	0.72
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.46	66.50	69.09		69.54	0.012582	2.99	97.74	50.82	0.67
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.04	66.50	69.11		69.57	0.012580	3.02	98.94	50.86	0.67
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	66.50	69.09		69.54	0.012578	3.00	97.82	50.82	0.67
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.29	66.50	69.05		69.49	0.012580	2.96	95.78	50.74	0.67
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.24	66.50	69.82		70.49	0.012576	3.67	135.33	52.12	0.70
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	473.83	66.50	69.80		70.46	0.012607	3.65	134.09	52.07	0.70
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.41	66.50	69.77		70.43	0.012572	3.63	132.89	52.03	0.70
Pedogna	0.15000*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.11	66.50	69.73		70.37	0.012569	3.59	130.51	51.94	0.70
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.46	66.14	68.82		69.27	0.012149	3.00	98.42	50.65	0.66
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.04	66.14	68.84		69.30	0.012162	3.02	99.59	50.70	0.66
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	66.14	68.82		69.27	0.012146	3.00	98.50	50.65	0.66
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.29	66.14	68.78		69.22	0.012120	2.96	96.49	50.57	0.66
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.23	66.14	69.54		70.22	0.012444	3.70	135.58	52.17	0.70
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr200_Tp04h	473.58	66.14	69.52		70.19	0.012453	3.68	134.36	52.12	0.70
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.41	66.14	69.50		70.16	0.012428	3.66	133.15	52.07	0.70
Pedogna	0.12500*	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.11	66.14	69.45		70.10	0.012413	3.61	130.79	51.96	0.70
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr30_Tp03h	285.46	65.77	68.42	68.12	68.96	0.016014	3.30	90.31	50.28	0.75
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr30_Tp04h	291.04	65.77	68.44	68.14	68.99	0.016010	3.32	91.43	50.32	0.75
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr30_Tp05h	285.78	65.77	68.42	68.12	68.96	0.016015	3.30	90.37	50.28	0.75
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr30_Tp06h	276.29	65.77	68.38	68.09	68.91	0.016002	3.25	88.48	50.20	0.75
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr200_Tp3h	480.24	65.77	69.11	68.76	69.90	0.016006	4.03	125.54	51.85	0.79
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr200_Tp04h	473.56	65.77	69.09	68.75	69.87	0.016004	4.01	124.43	51.80	0.79
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr200_Tp05h	466.41	65.77	69.07	68.72	69.84	0.016006	3.98	123.23	51.75	0.79
Pedogna	0.1	Max WS	it_Tr200_Tp06h	453.11	65.77	69.02	68.68	69.78	0.016005	3.94	121.00	51.65	0.79

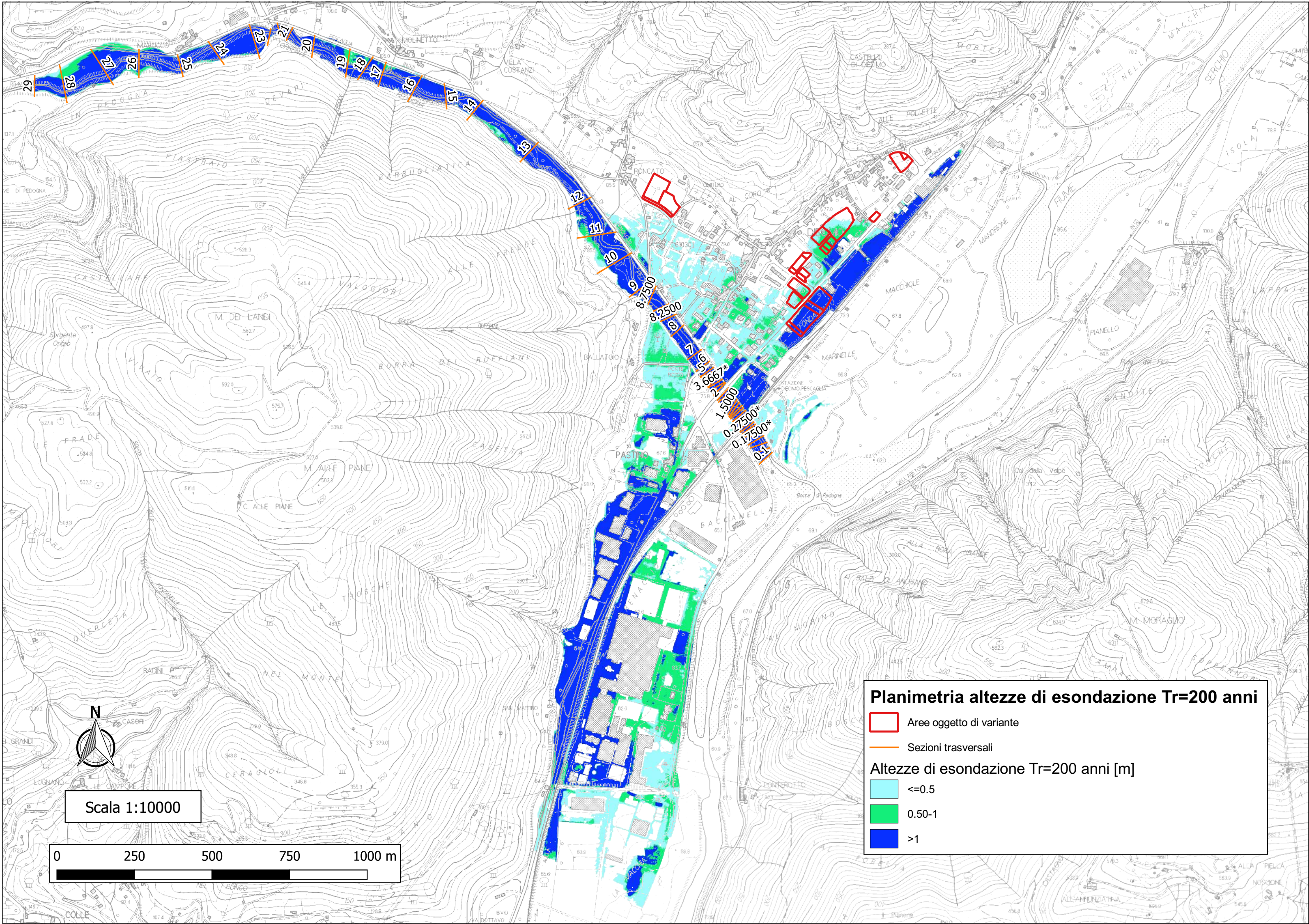


Planimetria aree di esondazione

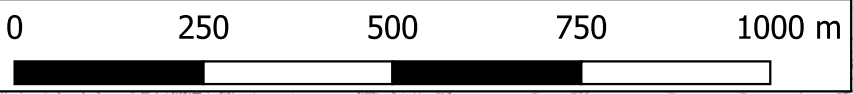
-  Aree oggetto di variante
-  Sezioni trasversali
-  Area di esondazione Tr=30 anni
-  Area di esondazione Tr=200 anni

Scala 1:10000





Scala 1:10000



Planimetria altezze di esondazione Tr=200 anni

 Aree oggetto di variante

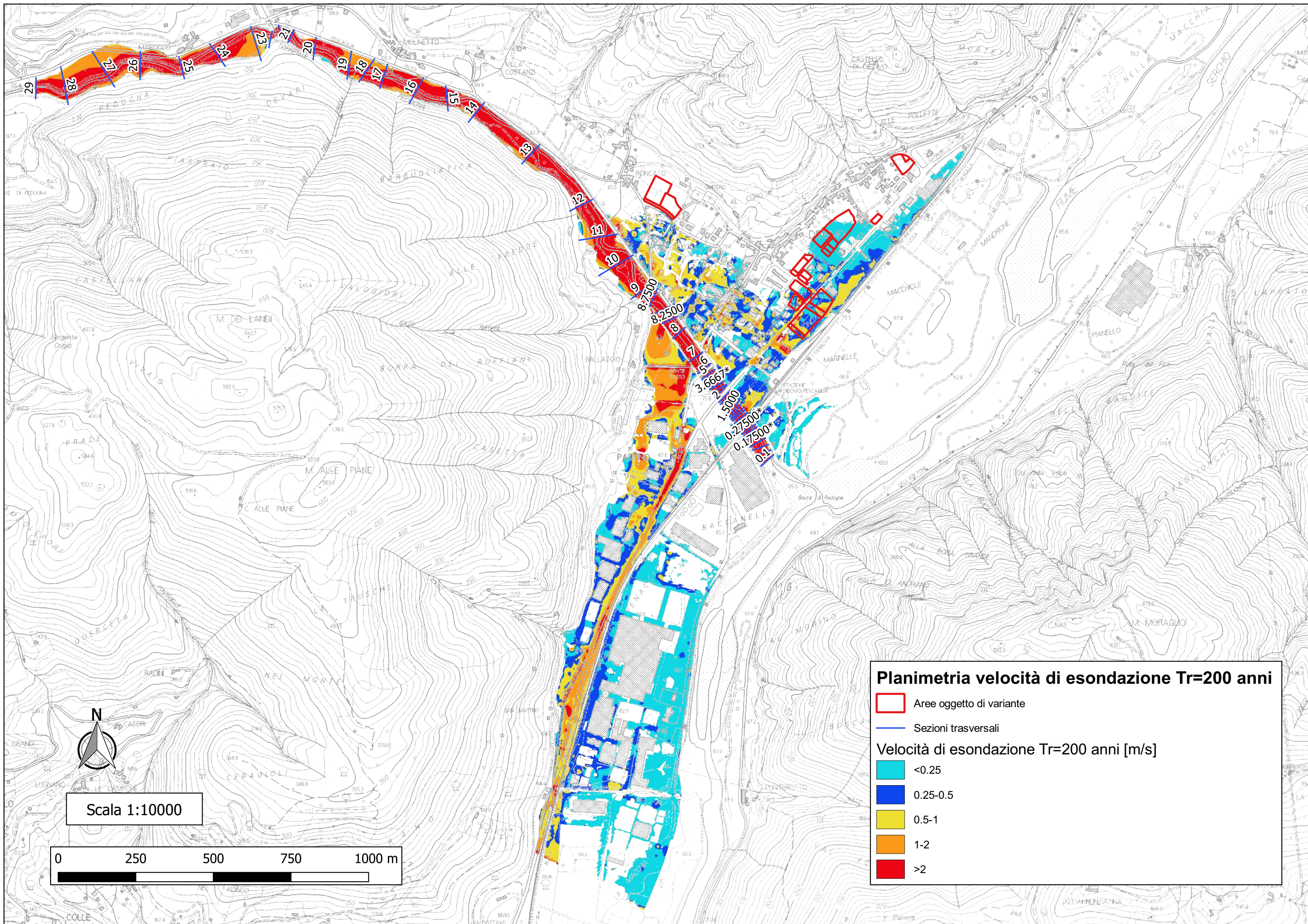
 Sezioni trasversali

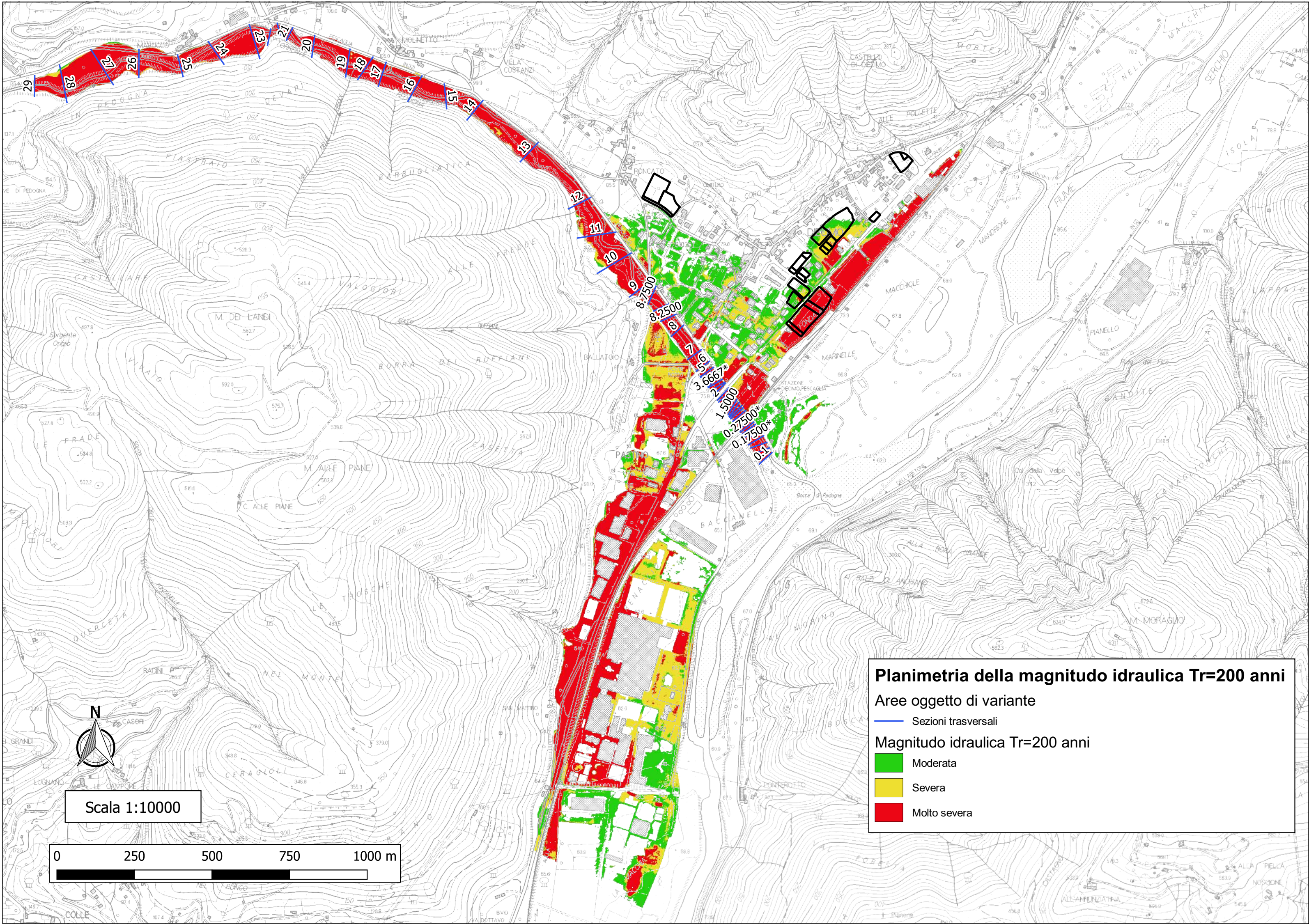
Altezze di esondazione Tr=200 anni [m]

 ≤0.5

 0.50-1

 >1





Planimetria della magnitudo idraulica $Tr=200$ anni

Aree oggetto di variante

— Sezioni trasversali

Magnitudo idraulica $Tr=200$ anni

Moderata

Severa

Molto severa