

Regione Piemonte

Provincia di Torino



COMUNITA' MONTANA DEL PINEROLESE

PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE

VARIANTE STRUTTURALE DI ADEGUAMENTO AL P.A.I.
redatta ai sensi della L.R. 1/2007




COMUNE: USSEAUX

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

COMMITTENTE



RELAZIONE IDRAULICA

Elaborato	Scala	Elaborazione indagini idrauliche (maggio 2012)
2.23	—	Elaborazione integrazioni geomorfologiche e idrauliche (Gennaio 2015)
CODICE: 13009-C182-2		PROGETTO DEFINITIVO Approvato con Decreto del Commissario Straordinario della C. n. 54 del 18/12/2014
REVISIONE	DATA	<i>EDes Ingegneri Associati</i> Dott. Ing. Bartolomeo VISCONTI Dott. Ing. Luca GATTIGLIA
		 Collaborazione: Dott. Geol. Sara CASTAGNA
		 
		EDes Ingegneri Associati P.IVA 10759750010 Corso Peschiera 191, 10141 Torino Tel. +39 011.0262900 Fax. +39 011.0262902 www.edesconsulting.eu edes@edesconsulting.eu

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI TORINO

COMUNITA' MONTANA
VALLI CHISONE, GERMANASCA, PELLICE,
PINEROLESE PEDEMONTANO

VERIFICHE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DA EFFETTUARSI AI
SENSI DELL'ART. 18 COMMA 2 DELLA DELIBERAZIONE N. 1/99
DELL'AUTORITA' DI BACINO PER I COMUNI INSERITI NELLE CLASSI
DI RISCHIO R4

ALTA VAL CHISONE

COMUNE DI USSEAUX
RELAZIONE IDRAULICA

INDICE

1	RISPONDEZZA ALLE OSSERVAZIONI DEL SETTORE OO.PP DIFESA E ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE PIEMONTE	2
2	PREMESSA.....	3
3	METODOLOGIA DI STUDIO	3
4	STUDIO IDROLOGICO	4
4.3.1	METODO RAZIONALE.....	6
4.3.1.1	VALORI DI PORTATA CON IL METODO RAZIONALE.....	8
4.3.2	MODELLO AFFLUSSI – DEFLUSSI.....	10
4.3.2.1	LA SCELTA DELLE PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO.....	11
4.3.2.2	LA VALUTAZIONE DELLA SOTTRAZIONE PER INFILTRAZIONE.....	13
4.3.2.3	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	16
4.3.2.4	PORTATE DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI.....	17
4.3.3	ADOZIONE DEI VALORI DI PORTATA PER LE SUCCESSIVE VERIFICHE.....	23
5	STUDIO IDRAULICO.....	24
6	ANALISI DEGLI INVASI	27
7	ANALISI DEI RISULTATI.....	29
7.2.1	RIO DI FRAISSE	29
7.2.2	IMPLUVI COMPRESI TRA IL RIO DI FRAISSE E RIO DELL'ASSIETTA	30
7.2.3	RIO DELL'ASSIETTA	30
7.2.4	IMPLUVI COMPRESI TRA RIO DELL'ASSIETTA E RIO DELLA ROSSA	30
7.2.5	RIO DELLA ROSSA	31
7.2.6	IMPLUVI COMPRESI TRA RIO DELLA ROSSA E RIO DI USSEAUX.....	31
7.2.7	RIO DI USSEAUX.....	31
8	STUDIO IDRAULICO DI DETTAGLIO DELL'ESONDAZIONE DEL T. CHISONE IN LOCALITA' FRAISSE	35
8.1	INQUADRAMENTO IDRAULICO E MORFOLOGICO DEL TRATTO IN ESAME	35
8.1.1	INQUADRAMENTO GEOMETRICO DELL'ALVEO	38
8.1.2	CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL SEDIME DELL'ALVEO	38
8.1.3	INQUADRAMENTO PAESISTICO ED AMBIENTALE	38
8.1.4	ANALISI MORFOLOGICA DELLO TRATTO IN OGGETTO	39
8.2	ANALISI DEGLI INTERVENTI E DEGLI STUDI EFFETTUATI SULL'AREA	39
8.3	CONCLUSIONI E RIDEFINIZIONE DELLE AREE ESONDABILI.....	41
8.4	ALLEGATO: SOVRAPPOSIZIONE CARTOGRAFICA PROGETTI E STUDI ESISTENTI.....	43

1 RISPONDENZA ALLE OSSERVAZIONI DEL SETTORE OO.PP DIFESA E ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA REGIONE PIEMONTE

Nell'ambito della Variante di PRG di adeguamento al PAI la Regione Piemonte settore OO. PP. Difesa ed Assetto Idrogeologico ha inoltrato alla Comunità montana Valli Chisone e Germanasca il proprio parere di competenza (prot. 48410/14.06 del 29 giugno 2009) sulla base degli elaborati ricevuti con procedimento 111/2006. Nel seguito, facendo riferimento alla suddetta lettera, si è proceduto ad una disamina dei rilievi evidenziati sugli elaborati cercando di dare esauriente risposta per la parte di competenza idraulica.

- per quanto riguarda i toponimi dei rii la revisione apportata agli elaborati ha comportato un nuovo sopralluogo all'intero territorio, il sopralluogo ha avuto tra gli obiettivi anche la definizione del nome degli impluvi ove non fosse riportato sulla CTR. Il risultato della ricerca toponomastica è riportato sulle carte ed in relazione e deriva, dove non presente sulla cartografia ufficiale, da indicazioni recepite in loco.
- Il sopralluogo eseguito ha avuto lo scopo di definire allo stato attuale il tratto terminale dei rii ove non fosse indicato in cartografia. Per completare il quadro idrologico si sono indagati quali rii finissero in canali esistenti e quali in Chisone, inoltre per quei casi ove il fondo alveo è stato rimaneggiato al punto da non essere più visibile si è assegnata comunque una fascia adeguata di dissesto areale ove le acque defluenti dall'alveo inciso vanno a defluire. In alcuni punti i tratti finali degli impluvi non sono stati indicati perché, di fatto non esiste tratto finale, gli impluvi che insistono sulla ex statale 23 da Pourrieres verso Fraisse, sono evidenti fino all'intersezione con la stessa ma sono del tutto assenti a valle.
- Contestualmente sono stati eliminati i "pallini rossi" in corrispondenza di dette intersezioni col piano viario in quanto non esiste alcun attraversamento, si tratta quindi evidentemente di intersezioni critiche ma non di attraversamenti esistenti privi di franco di sicurezza.
- E' stata corretta l'incongruenza relativa al Rio dell'Assietta in quanto nelle precedenti emissioni si teneva conto dell'esecuzione di opere di contenimento e del rifacimento degli attraversamenti, tuttavia negli allegati numerici era stato riemesso il modello non verificato.
- Per quanto riguarda la dinamica dei dissesti legati alla dinamica torrentizia del torrente Chisone in località Fraisse, ed in prossimità dell'area campeggio è stata eseguita un'analisi di dettaglio al fine di ridefinire le aree di pericolosità sulla base degli interventi eseguiti nell'area, gli studi idraulici ad essi correlati e l'analisi degli eventi alluvionali pregressi, (in particolare quello del maggio 2008):

2 PREMESSA

Il presente studio ha per oggetto la verifica di compatibilità idraulica e idrogeologica delle previsioni degli strumenti urbanistici in vigore con le condizioni di dissesto presenti o potenziali rilevate nella cartografia di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Legge 10 maggio 1999, n° 183, art. 17 comma 6 ter), relativamente alle aste dei rii nella porzione urbanizzata del territorio del Comune di Usseaux.

Lo scopo dello studio è fornire all'Amministrazione un quadro delle condizioni di pericolosità idraulica ed idrogeologica delle aree limitrofe alle aste in esame, al fine di verificare e dove possibile definire in maggiore dettaglio le condizioni di criticità individuate nel PAI; infatti le cartografie allegata al citato Piano riportano una indicazione simbolica di pericolosità connessa con le aree oggetto di studio, senza definire in dettaglio, data la scala di restituzione del Piano stesso (1:25.000), una perimetrazione delle aree direttamente interessate dai fenomeni di dissesto.

Allegata al presente studio viene pertanto fornita una cartografia in scala 1:5.000 con l'individuazione delle aree esondabili e dei punti critici dal punto di vista idraulico, redatta sulla base delle risultanze degli studi idrologici ed idraulici e delle verifiche di dettaglio in sito utilizzando la medesima simbologia del PAI. In Particolare metodologia di lavoro, grafie e codici fanno riferimento a quanto indicato negli indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico DGR del 15/7/2002 n° 45-6656 e relativi allegati.

3 METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio è stato condotto secondo la seguente metodologia:

- Acquisizione dei rilievi topografici a terra: Sono state rilevate o acquisite sezioni trasversali nell'area in esame per quanto riguarda il reticolo di deflusso presente nel territorio comunale ed oggetto del presente studio. In particolare i rilievi hanno interessato l'asta del Torrente Chisone puntualmente in quei siti ove il Torrente interferisce con i manufatti di attraversamento o presenta evidenti criticità. Sono state inoltre rilevate le aste dei principali rii di versante e del reticolo minore in considerazione delle priorità legate alla definizione del rischio. In particolare nel rilievo delle problematiche esistenti sul territorio si sono tenuti in conto l'importanza dal punto di vista urbanistico, la gravità del dissesto, l'importanza idrologica delle superfici drenate. Per quanto riguarda l'ubicazione delle sezioni rilevate, indicata nella tavola grafica 2, è stata effettuata in modo da garantire l'acquisizione dei dati geometrici necessari alla modellizzazione idraulica dei fenomeni; in particolare per il comune di Usseaux appaiono importanti i rilievi delle sezioni apicali dei conoidi urbanizzati. Sono stati infine rilevati tutti i manufatti di attraversamento esistenti lungo le aste esaminate per censire in dettaglio l'iterazione dei deflussi con la rete viaria presente sul territorio.
- Studio idrologico dei torrenti e dell'asta dei corsi d'acqua in esame, al fine di determinare i valori delle portate al colmo, con riferimento ai valori corrispondenti a tempi di ritorno 100, 200 e 500 anni.
- Studio idraulico dei rii esteso ai tratti rilevati, oppure localizzato al manufatto. È stato realizzato mediante il codice HEC-RAS che consente il calcolo del profilo idraulico in

moto permanente e la determinazione dei livelli idrometrici nelle diverse ipotesi di calcolo oltre che valutazioni relative al trasporto solido. Per la verifica puntuale di alcuni manufatti ove non sia presente la necessità di descrivere la geometria in maniera più approfondita si sono utilizzate delle formulazioni di moto uniforme.

- Lo studio idraulico dell'asta del Torrente Chisone e dei rii laterali ha inoltre tenuto conto della base conoscitiva fornita dal "Piano di Bacino del Torrente Chisone", redatto su incarico della Comunità Montana Valli Chisone e Germanasca su finanziamento della Provincia di Torino.
- Perimetrazione (ove possibile) delle aree esondabili e definizione delle criticità puntuali sulla base dei risultati numerici del modello Hec Ras, delle verifiche di moto uniforme effettuate, di considerazioni morfologiche e della valutazioni relative al trasporto solido.
- Individuazione delle aree a maggior pericolosità, sulla base dei risultati numerici delle verifiche effettuate, di considerazioni morfologiche e della valutazioni effettuate in seguito a verifiche di dettaglio in loco delle situazioni a maggior criticità.
- Classificazione dei dissesti ai sensi del DGR 15/7/2002 n°45-6656.

4 STUDIO IDROLOGICO

4.1 INQUADRAMENTO GENERALE DELLE AREE OGGETTO DI STUDIO

L'area in esame oggetto di studio è drenata dall'asta principale del torrente Chisone, nel tratto in esame il reticolo minore risulta costituito per lo più dai rii di versante che non presentano un proprio apparato vallivo. Da tale classificazione sono da escludersi il rio dell'Assietta, il Rio della Rossa ed il Rio di Usseaux che risultano di maggiore importanza e sottendono infatti superfici maggiori, tali rii risultano tutti affluenti di sinistra e soprattutto il primo presenta nella parte terminale un evidente conoide antropizzato dall'abitato di Pourrieres. Un altro conoide presente nel territorio comunale risulta quello della frazione Fraisse. I restanti rii presenti sono certamente di minore importanza e sono stati classificati e studiati principalmente per la loro iterazione con la rete viaria. In totale i bacini definiti risultano 20. I manufatti studiati e classificati risultano invece 13.

4.2 METODOLOGIA E CRITERI D'ELABORAZIONE

La determinazione della portata di massima piena di un corso d'acqua in una assegnata sezione richiede di conoscere l'esatto bilancio idrologico del bacino imbrifero sotteso, tenendo conto di un periodo di tempo generalmente molto breve (alcune ore o al massimo pochi giorni) e di una serie di condizioni iniziali ed al contorno numerose e talvolta di difficile determinazione.

Tale bilancio dovrebbe essere valutato per tutti i fenomeni di piena prevedibili, nell'ipotesi di conoscere a priori la distribuzione e l'intensità dei deflussi.

Date le difficoltà intrinseche ad effettuare un rigoroso bilancio idrologico sono state definite da tempo delle metodologie sufficientemente attendibili per determinare dei valori di portata di riferimento utili per i dimensionamenti idraulici delle opere o le verifiche da effettuare.

In sostanza, la mancanza d'osservazioni dirette di portata nel bacino considerato rende indispensabile il ricorso a metodi indiretti per la valutazione delle portate di progetto. I metodi d'uso corrente sono riconducibili a tre gruppi:

formule «regionali» che permettono di calcolare la portata per regressione utilizzando parametri morfometrici e climatici;

metodi deterministici che individuano la portata in funzione della precipitazione d'assegnata durata e probabilità (per esempio, il metodo razionale);

modelli concettuali «afflussi-deflussi» per la determinazione dell'idrogramma conseguente ad assegnate precipitazioni in funzione di parametri morfometrici del bacino, di dati sulla copertura vegetale e sulle caratteristiche del suolo.

Nel seguito si è fatto riferimento ai secondi due metodi indicati, poiché consentono valutazioni più accurate, consone con gli scopi del presente studio; il primo metodo infatti consente, tramite l'utilizzo di formule empiriche o derivate da correlazioni, comunque piuttosto semplificate, di stimare il valore di portata in una data sezione di chiusura a partire da pochi parametri, e risultano attendibili per valutazioni di massima, sia pur piuttosto grezze.

Lo scopo finale dell'indagine idrologica prevede di fornire portate d'assegnata probabilità alla sezione di chiusura dei sottobacini.

Pertanto la metodologia adottata per la valutazione della portata di massima piena nelle sezioni in esame prevede l'elaborazione dei dati disponibili mediante l'impiego di metodi concettualmente diversi tra loro. Tale scelta è dettata dal fine di stimare il valore di massima piena dal confronto critico dei risultati ottenuti.

4.3 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA

Per la determinazione delle portate di massima piena, come detto, si sono utilizzati alcuni diversi metodi di calcolo e successivamente si è operata la scelta in base al raffronto critico dei risultati ottenuti.

I metodi presi in considerazione nel presente studio sono i seguenti:

Elaborazioni di tipo deterministico effettuate secondo il metodo razionale a partire dalle curve di possibilità pluviometrica proposte dal Piano Stralcio per L'Assetto Idrogeologico (PAI) – Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico- ALLEGATO 1 Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica. (Regione Piemonte 2002)

Modello fisico afflussi/deflussi Hec Hms (Hydrologic Engineering Center – U.S. Army Corp).

Ancora prima di entrare nei dettagli di ogni singolo metodo occorre precisare che i tempi di ritorno scelti sono 100, 200 e 500 anni.

Sono stati considerati questi tre valori poiché al primo fanno riferimento un gran numero di formulazioni empiriche nonché la tabella 7.16 del PS45 redatto dall'Autorità di Bacino come valore di portata di riferimento per valutare la non interferenza o la messa in sicurezza delle infrastrutture primarie; il secondo è il valore di riferimento per il tracciamento della fascia B utilizzato nel Piano Stralcio Fasce Fluviali, redatto dall'Autorità di Bacino stessa, e indicato quale valore di calcolo per la verifica e la messa in sicurezza di centri abitati e infrastrutture di rilevante importanza; il terzo è infine un valore di riferimento tipico in caso di opere che richiedono un massimo livello di protezione per le quali una rottura, o un non corretto funzionamento comporti seri rischi di vite umane (ad esempio le dighe).

4.3.1 METODO RAZIONALE

Come indicato in precedenza nel presente paragrafo si procede alla valutazione della portata di piena con tempo di ritorno di 100, 200, 500 anni con riferimento alle curve di possibilità pluviometrica proposte dalla suddetta Direttiva sulla piena di progetto.

Ai fini dell'individuazione dei parametri progettuali di assetto idrogeologico ed idraulico si è fatto riferimento alle curve di possibilità climatica della Tabella 1 della Direttiva. La stazione più vicina alle aree in esame risulta certamente la stazione di Prigelato alla quale si è fatto riferimento.

La curva di possibilità climatica assume la forma seguente:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = rappresenta l'altezza di precipitazione espressa in mm

t = rappresenta la durata della precipitazione espressa in ore

a ed n = rappresentano parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche.

per la suddetta stazione i precedenti parametri assumono i seguenti valori con riferimento ai tempi di ritorno indicati:

TR (anni)	a	n
100	26.51	0.566
200	28.70	0.571
500	31.59	0.576

Sulla base delle curve individuate, la determinazione della portata mediante l'adozione del modello cinematico o di corrivazione, prevede la determinazione del tempo di corrivazione per quanto attiene la modellazione della trasformazione degli afflussi meteorici nel fenomeno di formazione della piena. Tale modello infatti individua come durata critica della precipitazione quella corrispondente ad un tempo pari a quello di corrivazione.

La letteratura fornisce alcune formulazioni per il calcolo del tempo di corrivazione t_c ; per bacini con caratteristiche analoghe a quelle in esame, in termini di estensione e altitudine, si ritiene particolarmente adatta la formulazione proposta da Giandotti:

$$T_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot \sqrt{(H - h)}} \text{ (ore)}$$

dove.

S = rappresenta l'estensione del bacino (Km²)

L = rappresenta la lunghezza dell'asta principale (km)

H = rappresenta l'altitudine media del bacino imbrifero sotteso, (m.s.m).

h = rappresenta la quota della sezione considerata (m.s.m).

Il calcolo della portata di piena deriva dalla seguente formulazione:

$$Q_{max} = C \cdot h \cdot S/tc$$

dove:

c = coefficiente di deflusso

h = altezza di pioggia per un tempo $t = tc$

S = superficie del bacino in Km²

I valori di intensità pluviometrica calcolati per la precipitazione di durata pari al tempo di corrivazione ed i conseguenti valori di portata vengono pertanto riportati nelle seguenti tabelle relative ai bacini considerati: Le sigle BUSS N° fanno riferimento alla tavola di definizione dei sottobacini ed alla corografia. Nel seguito si riassumono inoltre le principali caratteristiche geometriche dei bacini in esame che sono state utilizzate per gli scopi idrologici dello studio.

Al fondo della tabella sono riportate inoltre le caratteristiche dei bacini che derivano dalla somma di più sottobacini.

I coefficienti di deflusso adottati risultano pari a 0.6 in considerazione della copertura presente e dell'estensione dei sottobacini presenti.

SIGLA BACINO	Lunghezze aste principali (km)	Superficie (km²)	Quota media (msm)	Quota sezione di chiusura (msm)	Tempo di corrivazione (ore)
BUSS 1	1.47	0.74	1850	1419	0.34
BUSS 2	1.03	0.11	1800	1433	0.19
BUSS 3	0.92	0.10	1775	1430	0.18
BUSS 4	1.03	0.22	1790	1427	0.22
BUSS 5	0.87	0.13	1690	1422	0.21
BUSS 6	0.64	0.07	1575	1418	0.20
BUSS 7	1.84	1.89	2375	2220	0.83
BUSS 8	2.70	2.93	2225	1810	0.67
BUSS 9	4.24	3.80	2150	1380	0.64
BUSS 10	1.25	0.27	1725	1380	0.26
BUSS 11	1.37	0.18	1750	1380	0.24
BUSS 12	1.81	1.11	1970	1603	0.45
BUSS 13	1.89	0.83	2035	1644	0.41
BUSS 14	2.66	0.78	2014	1485	0.41
BUSS 15	2.17	0.67	1720	1484	0.53
BUSS 16	0.50	0.07	1440	1350	0.24
BUSS 17	0.69	0.11	1450	1349	0.29
BUSS 18	2.51	2.73	2030	1780	0.82
BUSS 19	3.98	3.82	1950	1580	0.90
BUSS 20	2.69	2.60	1650	1210	0.62
BUSS 7 - 8	3.86	4.82	2284	1810	0.84
BUSS 7 - 9	5.80	8.62	2225	1380	0.88
BUSS 13 - 14	2.52	1.60	2025	1485	0.48

SIGLA BACINO	Lunghezze aste principali (km)	Superficie (km²)	Quota media (msm)	Quota sezione di chiusura (msm)	Tempo di corrivazione (ore)
BUSS 13 -16	3.02	2.35	1918	1350	0.56
BUSS 18 - 19	3.46	6.55	1982	1580	0.96
BUSS 18 - 20	5.41	9.15	1887	1210	0.97

4.3.1.1 VALORI DI PORTATA CON IL METODO RAZIONALE

Tempo di ritorno 100 anni

SIGLA BACINO	Precipitazione per Tp=Tc (mm)	Intensità per Tp=Tc (mm/h)	Portata di massima piena m³/s
BUSS 1	14	42	5.2
BUSS 2	10	55	1.0
BUSS 3	10	56	0.9
BUSS 4	11	51	1.8
BUSS 5	11	52	1.1
BUSS 6	11	53	0.6
BUSS 7	24	29	9.1
BUSS 8	21	32	15.4
BUSS 9	21	32	20.4
BUSS 10	12	47	2.1
BUSS 11	12	49	1.4
BUSS 12	17	37	6.9
BUSS 13	16	39	5.4
BUSS 14	16	39	5.1
BUSS 15	19	35	3.9
BUSS 16	12	49	0.6
BUSS 17	13	45	0.8
BUSS 18	24	29	13.1
BUSS 19	25	28	17.7
BUSS 20	20	33	14.1
BUSS 7 - 8	24	29	23.0
BUSS 7 - 9	25	28	40.3
BUSS 13 - 14	17	37	9.8
BUSS 13 -16	19	34	13.4
BUSS 18 - 19	26	27	29.4
BUSS 18 - 20	26	27	40.9

Tempo di ritorno 200 anni

SIGLA BACINO	Precipitazione per Tp=Tc (mm)	Intensità per Tp=Tc (mm/h)	Portata di massima piena m³/s
BUSS 1	15	46	5.6
BUSS 2	11	59	1.0
BUSS 3	11	60	1.0
BUSS 4	12	55	2.0
BUSS 5	12	56	1.2
BUSS 6	12	57	0.7
BUSS 7	26	31	9.8
BUSS 8	23	34	16.7
BUSS 9	22	35	22.0
BUSS 10	13	51	2.2
BUSS 11	13	53	1.6
BUSS 12	18	40	7.5
BUSS 13	17	42	5.8
BUSS 14	17	42	5.5
BUSS 15	20	38	4.2
BUSS 16	13	53	0.6
BUSS 17	14	49	0.9
BUSS 18	26	31	14.2
BUSS 19	27	30	19.2
BUSS 20	22	35	15.2
BUSS 7 - 8	26	31	24.9
BUSS 7 - 9	27	30	43.6
BUSS 13 - 14	19	39	10.6
BUSS 13 - 16	21	37	14.4
BUSS 18 - 19	28	29	31.9
BUSS 18 - 20	28	29	44.3

Tempo di ritorno 500 anni

SIGLA BACINO	Precipitazione per Tp=Tc (mm)	Intensità per Tp=Tc (mm/h)	Portata di massima piena m³/s
BUSS 1	17	50	6.1
BUSS 2	12	65	1.1
BUSS 3	12	66	1.1
BUSS 4	13	60	2.1
BUSS 5	13	61	1.3
BUSS 6	13	62	0.8
BUSS 7	28	34	10.8
BUSS 8	25	37	18.3
BUSS 9	24	38	24.2
BUSS 10	15	55	2.5
BUSS 11	14	58	1.7
BUSS 12	20	44	8.2
BUSS 13	19	46	6.3
BUSS 14	19	46	6.0
BUSS 15	22	41	4.6
BUSS 16	14	58	0.7
BUSS 17	16	53	1.0
BUSS 18	28	34	15.6
BUSS 19	30	33	21.1
BUSS 20	24	39	16.7
BUSS 7 - 8	29	34	27.4
BUSS 7 - 9	29	33	47.9
BUSS 13 - 14	21	43	11.6
BUSS 13 -16	23	40	15.8
BUSS 18 - 19	31	32	35.1
BUSS 18 - 20	31	32	48.8

4.3.2 MODELLO AFFLUSSI – DEFLUSSI

Il modello afflussi deflussi utilizzato è HEC HMS – sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center. Si tratta di un modello idrologico che consente di simulare l'idrogramma di deflusso di un bacino in risposta ad un afflusso meteorico sufficientemente intenso. La simulazione della piena è effettuata sintetizzando le risposte idrografiche di unità areali del bacino o sottobacini a caratteristiche fisiche e meteorologiche omogenee. Per ciascuno dei sottobacini vengono modellizzate tre componenti schematiche.

simulazione del sistema idrografico

simulazione del deflusso superficiale

simulazione della propagazione

E' intuitivo constatare che quanto più la suddivisione del bacino è vincolata all'ipotesi di omogeneità, tanto maggiore è il numero di sottobacini da considerare, il grado di

approssimazione del modello è dunque, sotto questo aspetto, dipendente dalle scelte effettuate dall'utente.

I tre procedimenti di calcolo sopra introdotti, richiedono la conoscenza preliminare di numerosi parametri relativi al bacino, in particolare se non si dispongono di misure dirette di afflussi e deflussi sono necessari i parametri geomorfologici e le estensioni dei sottobacini, le condizioni di imbibizione e le caratteristiche di permeabilità dei suoli, la forma le lunghezze e le caratteristiche dei tratti fluviali o di invaso considerati per la propagazione. Per il calcolo della portata è infine necessaria la definizione delle precipitazioni di riferimento.

Naturalmente nel caso in esame la scelta dei parametri successivamente dettagliata, è effettuata con lo scopo di stimare il valore di piena al colmo, a partire da valori di precipitazione prefissati; pertanto le assunzioni dei parametri stessi saranno sufficientemente cautelative. Diversa la situazione nel caso in cui lo scopo della modellazione fosse la simulazione di un evento reale di piena. Nel seguito vedremo pertanto dettagliatamente esplicitate tali scelte

4.3.2.1 LA SCELTA DELLE PRECIPITAZIONI DI RIFERIMENTO

Circa le precipitazioni da assumere alla base del calcolo della portata di progetto si sono assunte di base le curve di possibilità pluviometrica proposte dal Piano Stralcio per L'Assetto Idrogeologico (PAI) –Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico- ALLEGATO 1 Direttiva sulla piena di progetto da assumere per la progettazione e le verifiche di compatibilità idraulica. (Regione Piemonte 2002). Tali curve possono essere valutate per vari tempi di pioggia e sulla base d'utilizzo del modello afflussi-deflussi, di cui si tratterà di seguito, si è individuata, secondo un metodo di approssimazione successive, la durata di pioggia critica per i bacini in esame; tale durata è risultata pari a 8 ore, tale durata è stata trovata confrontando i valori relativi ai tempi di corrivazione pari a 1, 2, 3, 6 ed 8 ore. Il tempo individuato risulta molto diverso dal tempo di corrivazione in quanto per la modellazione afflussi deflussi risulta molto importante la modalità di infiltrazione delle precipitazioni. In tabella sono riportate le altezze di pioggia calcolate per i vari tempi di pioggia di interesse:

CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA di Prigelato			
Tempi di pioggia (ore)	TR=100 (mm)	TR=200 (mm)	TR=500 (mm)
1	26.51	28.70	31.59
2	39.25	42.64	47.09
3	49.37	53.74	59.48
6	73.09	79.84	88.67
8	86.01	94.09	104.65

Tali valori sono riferibili al "centro di pioggia"; in presenza di areali estesi, occorre operare un abbattimento di tali valori per tener conto della diversa distribuzione della pioggia in funzione dell'area interessata dalla precipitazione stessa, tale abbattimento non è stato operato nel caso in esame a favore di sicurezza ed in considerazione dell'estensione ridotta dei bacini considerati.

La curva di probabilità pluviometrica per assegnato tempo medio di ritorno TR contiene una parte dell'informazione necessaria per l'analisi pluviometrica, ma richiede di stabilire a priori la distribuzione temporale dell'intensità di pioggia. L'informazione ricavata dall'equazione della

curva segnalatrice di possibilità pluviometrica $h=at^n$ può essere completata dalla scelta della forma della distribuzione temporale degli afflussi. E' noto, infatti, che la distribuzione degli afflussi costituisce un fattore rilevante per la determinazione dei valori di portata al colmo nelle reti drenanti sia artificiali sia naturali.

In un'indagine sulla caratterizzazione empirica degli eventi di pioggia (Ferrari, 1994) sono state fornite informazioni sulle forme dello ietogramma di progetto attraverso l'analisi di registrazioni relative a circa 17 mila eventi di pioggia sul territorio italiano, divisi per gruppi di durata totale e ridotti in forma normalizzata rispetto ai valori totali d'altezza e durata. Divisa la durata dell'evento in quattro, sono stati ricavati per ogni quarto di durata della precipitazione i valori percentuali d'altezza aventi assegnata frequenza nell'ambito del campione disponibile. Successivamente sono stati ricostruiti nubifragi di progetto aventi stessa durata ed altezza di pioggia, ma aventi differente posizione temporale dello scroscio (vale a dire una diversa distribuzione dell'intensità di pioggia). Dall'esperienza delle conseguenze di numerosi eventi gravosi e dai risultati di semplici modelli afflussi-deflussi, si è ricavata la prova che la distribuzione d'intensità che prevede il massimo scroscio nell'ambito dell'ultimo quarto della durata dell'evento rappresenta la distribuzione maggiormente cautelativa. E' intuitivo, infatti, osservare che, in tali condizioni, indipendentemente dalle condizioni antecedenti di contenuto idrico del suolo, la rete idrografica è già interessata dalle precipitazioni iniziali allorché si verifica l'apporto finale caratterizzato da maggiore intensità; le precipitazioni dei primi tre quarti della durata dell'evento avranno colmato le capacità d'invaso e soddisfatto le sottrazioni iniziali per infiltrazione.

Dalla suddetta curva di possibilità pluviometrica sono stati dedotti gli ietogrammi di progetto riferiti proprio ad uno scroscio di maggiore intensità al termine dell'evento. L'altezza di pioggia (mm) è dedotta quale percentuale della precipitazione totale in funzione della durata di pioggia. Si adotta pertanto il criterio per cui il rapporto della precipitazione nell'ultimo quarto rispetto al totale risulta il 55%. Per tempi di pioggia superiori alle 3 ore, per tempi inferiori o uguali tale percentuale risulta invece del 50%.

I dati relativi agli ietogrammi derivati sono pertanto riportati nella seguente tabella in funzione dei tempi di ritorno e di pioggia di interesse.

Tempo di pioggia (ore)	Durata dell'ultimo quarto (ore)	Valore di precipitazione (mm) da attribuire per i primi $\frac{3}{4}$ dell'evento			Valore di precipitazione (mm) da attribuire per l'ultimo quarto dell'evento		
		TR=100 (mm)	TR=200 (mm)	TR=500 (mm)	TR=100 (mm)	TR=200 (mm)	TR=500 (mm)
1	0.25	13.26	14.35	15.80	13.26	14.35	15.80
2	0.50	19.62	21.32	23.55	19.62	21.32	23.55
3	0.75	24.68	26.87	29.74	24.68	26.87	29.74
6	1.50	32.89	35.93	39.90	40.20	43.91	48.77
8	2	38.71	42.34	47.09	47.31	51.75	57.56

La definizione dei sottobacini e dei loro parametri.

L'intero bacino viene diviso in sottobacini sulla base di una ripartizione uniforme dell'area totale, tenendo conto degli spartiacque interni del bacino maggiore e dell'uniformità di ogni singolo sottobacino, il numero di sottobacini scelto appare un buon compromesso tra la necessità di aderire quanto più possibile alla realtà fisica del reticolo fluviale rispetto alla rapidità di elaborazione, alla qualità dei dati disponibili ed al grado di approssimazione richiesto dal calcolo. Le dimensioni areali dei sottobacini scelte inoltre permettono l'applicazione della

formulazione di Giandotti per la stima dei tempi di corrivazione di questi. Occorre ricordare infine che le distribuzioni di pioggia calcolate in precedenza sono state attribuite uniformemente a tutti i sottobacini.

Le caratteristiche morfologiche e geometriche principali di ogni sottobacino sono state definite nel paragrafo relativo al calcolo delle portate con il metodo razionale.

Per ogni tratto del reticolo idrografico modellizzato occorre definire delle sezioni caratterizzanti affinché il modello possa calcolare la propagazione dell'onda di piena.

Le sezioni di deflusso caratteristiche per ciascun sottobacino sono desunte dai rilievi topografici attualmente a disposizione; negli altri casi a partire da sopralluoghi lungo l'asta e integrati con l'utilizzo della cartografia a disposizione; si è definita tratto per tratto una sezione media di deflusso a tutta larghezza in modo da simulare compiutamente durante il processo di propagazione dell'onda di piena anche il fenomeno dell'esondazione dall'alveo inciso. Occorre precisare che in considerazione della dimensione delle sezioni, delle pendenze in gioco che sono comunque rilevanti, l'assenza di invasi naturali o ampie golene, il fenomeno della laminazione risulta piuttosto limitato, come è possibile constatare nei tabulati di calcolo.

Si precisa inoltre che vista la complessità relativamente limitata dei bacini in esame l'analisi è stata effettuata sui bacini di maggiore interesse considerando i restanti sufficientemente definiti dal punto di vista delle massime portate attraverso il metodo razionale, in termini peraltro cautelativi.

4.3.2.2 LA VALUTAZIONE DELLA SOTTRAZIONE PER INFILTRAZIONE

La valutazione della sottrazione per infiltrazione nei singoli sottobacini è stata effettuata in base al metodo noto come SCS, in funzione del tipo di suolo, di copertura e in funzione delle precipitazioni antecedenti. Il parametro che sintetizza le caratteristiche del suolo prende il nome di CN.

Il metodo assume che, nel corso di un evento, il volume del deflusso superficiale per unità di superficie R sia proporzionale a quello della precipitazione P depurato della perdita iniziale per assorbimento del suolo P_a . Il rapporto è assunto pari a quello esistente fra infiltrazione I e un volume S che caratterizza la massima ritenzione potenziale del terreno. La relazione diventa

pertanto $\frac{R}{P - P_a} = \frac{I}{S}$ che, tenendo conto dell'equazione della conservazione della massa

esprimibile con $I = P - P_a - R$ permette di giungere alla relazione $R = \frac{(P - P_a)^2}{P - P_a + S}$ la quale mostra il volume del ruscellamento in funzione di quello della precipitazione e di due parametri caratteristici del suolo: la capacità d'assorbimento iniziale e la massima ritenzione potenziale.

La massima ritenzione potenziale dipende quindi dalla natura del suolo e dalla copertura, il cui effetto combinato è rappresentato dal parametro adimensionale CN.

Il metodo SCS distingue quattro gruppi di suolo in base al loro comportamento idrologico, che è sommariamente e qualitativamente descritto nella seguente tabella (Boss & Ass., 1995).

Gruppo	Deflusso potenziale	Descrizione
A	Basso	Suoli con elevata velocità d'infiltrazione anche quando completamente

	7,5–11,25 mm/ora	inumiditi, consistenti principalmente in sabbie profonde da bene a fortemente drenate, loess potente o silt.
B	Da basso a moderato 3,75 – 7,5 mm/ora	Suoli con moderata velocità d'infiltrazione anche quando completamente inumiditi e consistenti in suoli moderatamente profondi, ben drenati e con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana. Il gruppo comprende il loess poco spesso e le marne sabbiose.
C	da moderato a alto 1,25 – 3,75 mm/ora	Suoli con bassa velocità di infiltrazione quando completamente inumiditi consistenti principalmente in suoli con uno strato che impedisce il movimento dell'acqua verso il basso o suoli con tessitura da fine a moderatamente fine. Tale gruppo comprende molte marne argillose, marne sabbiose poco spesse, suoli con scarso contenuto organico, e suoli usualmente ad alto contenuto di argilla.
D	alto 0,0 – 1,25 mm/ora	Suoli con molto bassa velocità di infiltrazione quando completamente inumiditi consistenti principalmente in suoli argillosi con elevato potenziale di rigonfiamento, suoli con falda superficiale permanente, suoli con strati di argilla in superficie, suoli sottili sopra strati impermeabili, alcuni suoli salificati.

In base alle indicazioni della tabella, sono stati ascritti al tipo di suolo della classe B tutti i sottobacini considerati.

Si assume che il valore di CN possa variare in funzione delle condizioni iniziali di imbibimento del terreno quantificate mediante l'entità delle precipitazioni cadute nei cinque giorni precedenti l'evento; si definisce in tal modo la classe AMC (Antecedent soil Moisture Condizion).

Classe AMC	Pioggia totale nei 5 giorni antecedenti l'evento	
	Stagione di riposo vegetativo	Stagione di crescita vegetativa
I	< 13 mm	< 36 mm
II	13 ÷ 28 mm	36 ÷ 53 mm
III	> 28 mm	> 53 mm

Apposite tabelle forniscono i valori di CN per la classe AMC-II e si può passare dall'una all'altra classe mediante le relazioni:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.3 - 0.013 CN_{II}} \qquad CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 CN_{II}}$$

In base ai valori indicati da Ranzi & Rosso (FLEA, 1994), sono stati selezionati i seguenti valori di CN per suolo attribuito al tipo idrologico A e in condizioni AMC-II.

Suolo tipo B	AMC II
Bosco	60
Prati-coltivi	67
Zona imperm.	100

Zona nuda	79
Zona urbana	82

Per ciascun sottobacino, i valori di CN sono stati calcolati come valore medio ponderato in funzione dell'area di ciascun tipo di copertura presente (zone impermeabili escluse e conteggiate a parte); tale suddivisione è stata effettuata in base all'analisi della cartografia disponibile; si è considerata nei calcoli solo la condizione di AMCII, in quanto ritenuta più aderente alla situazione reale sia per quanto riguarda la natura e le dimensioni del bacino, sia per quanto concerne la distribuzione temporale delle piogge in un tempo antecedente eventi caratterizzati da tali tempi di ritorno.

La tabella riassuntiva seguente riporta le condizioni di suolo idrologico tipo, i valori di CN calcolati e le percentuali d'uso del suolo per tutti i sottobacini nelle già citate condizioni AMC-II.

bacino	bosco %	prato coltivo %	zona urbana %	zona imperme. %	Numero di CN
BUSS 1	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 2	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 3	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 4	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 5	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 6	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 7	0%	80%	0%	20%	73.6
BUSS 8	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 9	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 10	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 11	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 12	5%	75%	0%	20%	73.25
BUSS 13	5%	75%	0%	20%	73.25
BUSS 14	5%	75%	0%	20%	73.25
BUSS 15	10%	80%	0%	10%	69.6
BUSS 16	35%	55%	0%	10%	67.85
BUSS 17	30%	60%	0%	10%	68.2
BUSS 18	0%	80%	0%	20%	73.6
BUSS 19	15%	65%	0%	20%	72.55
BUSS 20	30%	60%	0%	10%	68.2

Un altro parametro indispensabile al calcolo della portata di progetto è il TL; per TL s'intende il tempo di concentrazione della portata alla sezione di chiusura.

Quel tempo che intercorre cioè tra il baricentro del pluviogramma di precipitazione efficace ed il picco di piena. Tale tempo può essere determinato con la formula di Mockus che tuttavia essendo d'origine anglosassone mal si adatta ai nostri complessi bacini montani; di conseguenza il valore di TL può essere agevolmente determinato mediante la relazione di natura semiempirica :

$$TL = 0,6 \cdot TC$$

4.3.2.3 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

In più sedi e da diversi anni è stato sottolineato che la definizione delle portate di riferimento trova i primi ostacoli nel ridotto numero di stazioni idrometrografiche nei bacini medio-piccoli; le citate carenze di stazioni di misura hanno fortemente condizionato la taratura di modelli idrologici.

Nell'ambito del calcolo delle portate come detto è stato qui utilizzato il noto modello HEC HMS (U.S. Army Corps of Engineers). Le capacità del modello Hec comunemente utilizzate sono:

- Calcolo della distribuzione delle precipitazioni su un bacino per eventi da cinque minuti a dieci giorni di durata.
- Calcolo della portata schematizzando il processo d'infiltrazione nel terreno;
- Generazione dell'idrogramma completo ad ogni sezione di chiusura dei sottobacini;
- Calcolo degli effetti di laminazione e invaso lungo i corsi d'acqua ed in determinati siti entro il bacino.

Si segnala per completezza che tale modello comporta alcune semplificazioni e limitazioni, che consistono essenzialmente nella limitazione a studiare un evento singolo, nell'analisi del solo moto permanente, nell'impiego di una forma semplificata delle equazioni del moto donde lo spiccato carattere monodirezionale.

L'applicazione pratica del modello al caso in esame si è sviluppata nelle seguenti fasi:

Suddivisione in sottobacini dell'area in esame con misurazione e calcolo dei diversi parametri morfometrici;

Studio dell'uso del suolo nell'ambito di ciascun sottobacino ai fini dell'assegnazione del valore di perdita per infiltrazione;

Applicazione degli ietogrammi di progetto;

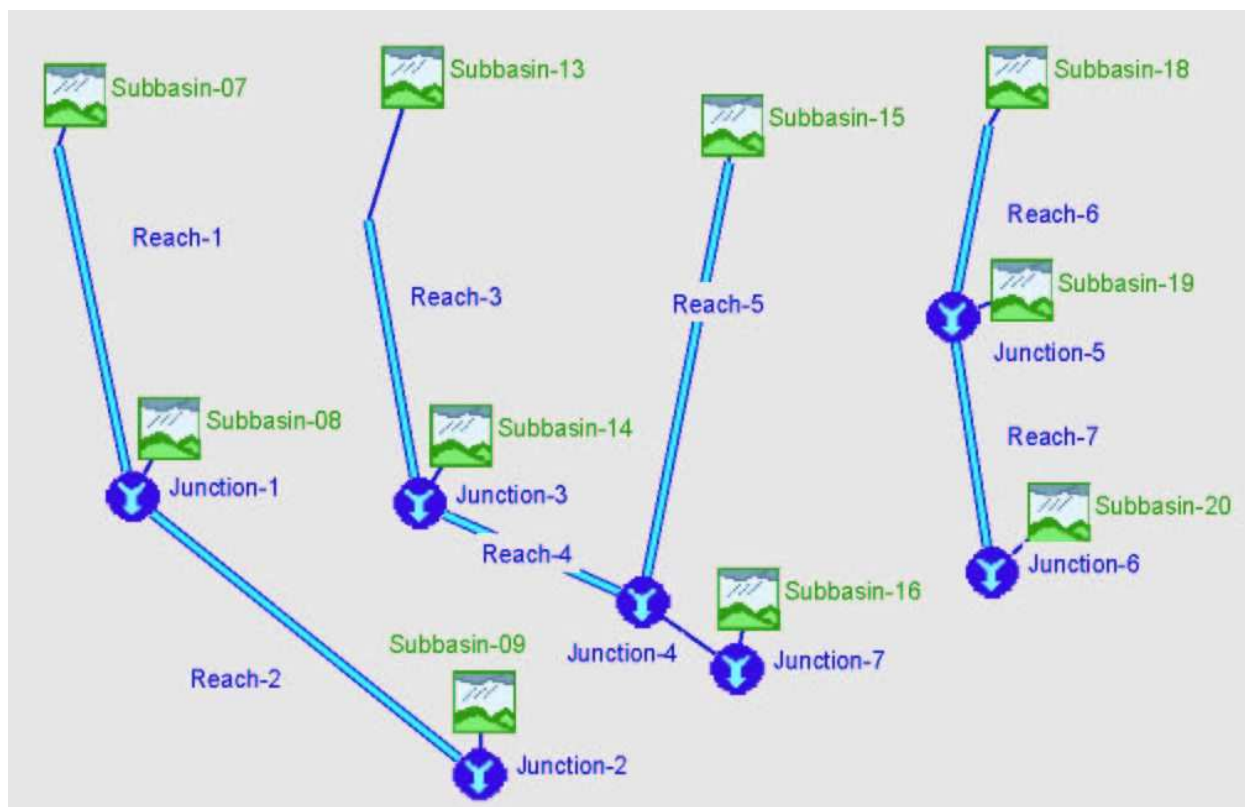
Applicazione di un eventuale coefficiente di abbattimento dell'altezza di pioggia, in base all'estensione dell'area in esame e alla durata della stessa; (nel caso in esame le estensioni dei bacini non prevedono tale coefficiente).

Simulazione della sezione bagnata interessante i tratti di alveo nei singoli sottobacini.

Calcolo della portata di progetto e dei relativi idrogrammi alla chiusura di ogni sottobacino.

Il codice di calcolo HEC HMS fornisce una valutazione delle portate di progetto valida dal punto di vista idrologico, ossia in dipendenza dei caratteri morfometrici dei bacini in esame e delle caratteristiche pluviometriche. Si deve ritenere, a questo proposito, che lo ietogramma di progetto adottato sia cautelativo in quanto più gravoso dell'ipotesi, tipica del metodo razionale, d'uniforme intensità di precipitazione per tutta la durata della pioggia. La procedura è pertanto da ritenersi affidabile, a fronte dei metodi disponibili.

La rete idraulica utilizzata dal modello di calcolo completa delle gerarchie dei sottobacini viene individuata nell'elaborato n° 2 del presente studio. Nel seguito si riporta una schematizzazione concettuale della simulazione effettuata



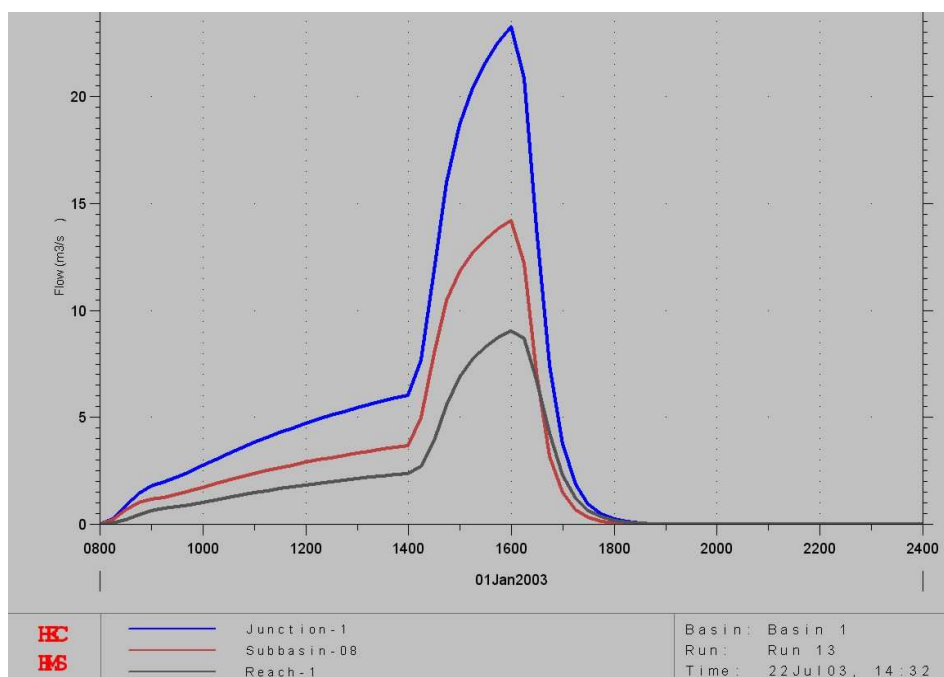
In conclusione il modello HEC HMS fornisce gli idrogrammi completi sia dei sottobacini che dell'intero bacino di interesse, nelle seguenti tabelle si riportano i valori di portata in corrispondenza del picco di piena in funzione del tempo di pioggia scelto e del tempo di ritorno relativi alle sezioni di chiusura di interesse per le successive verifiche idrauliche.

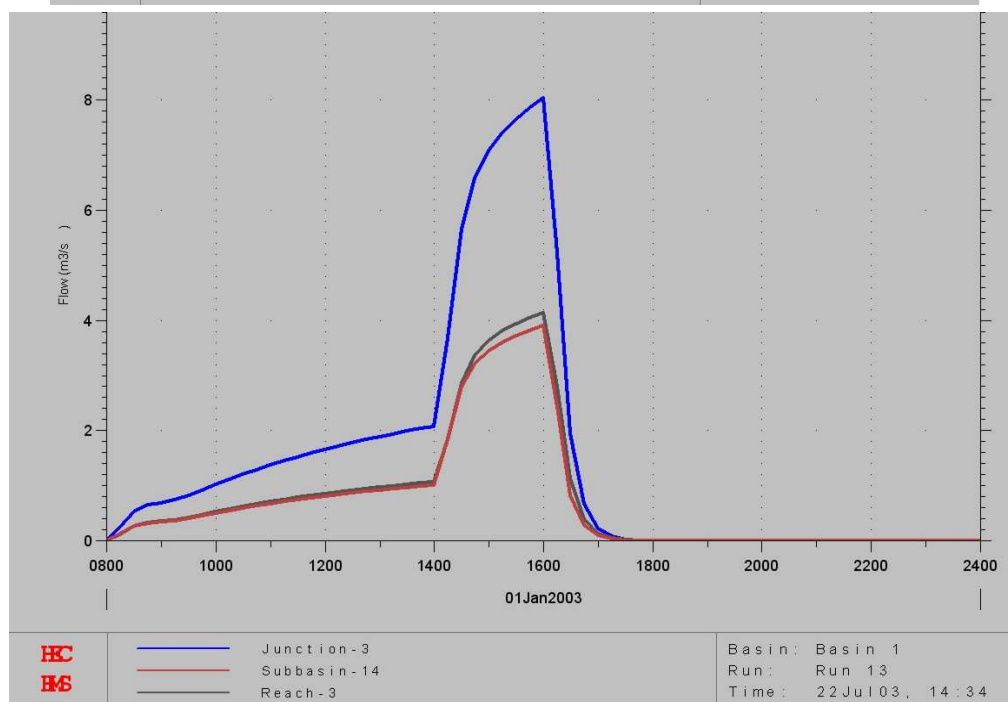
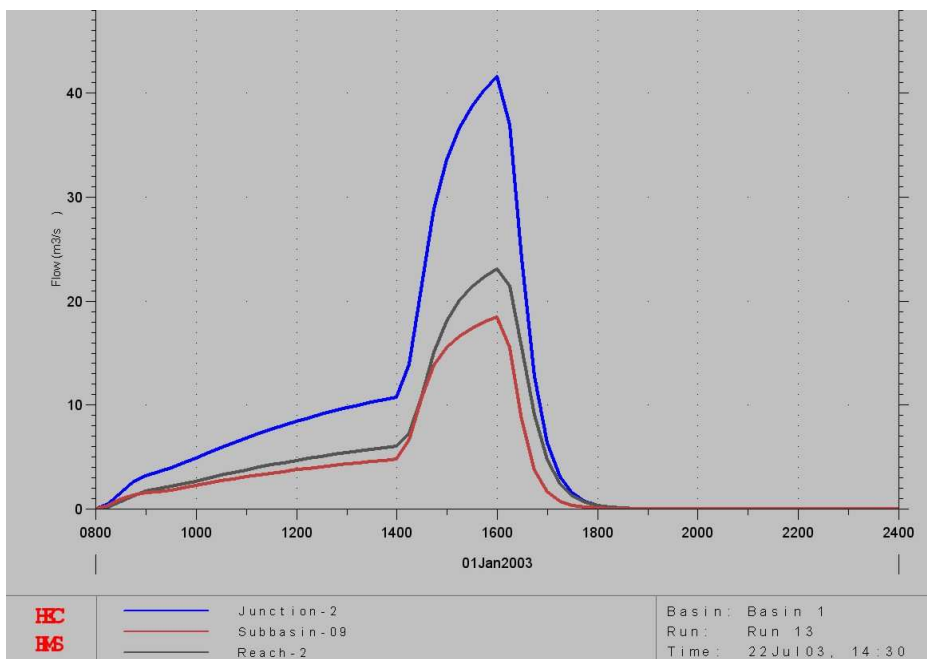
Con riferimento alla precedente immagine si ha:

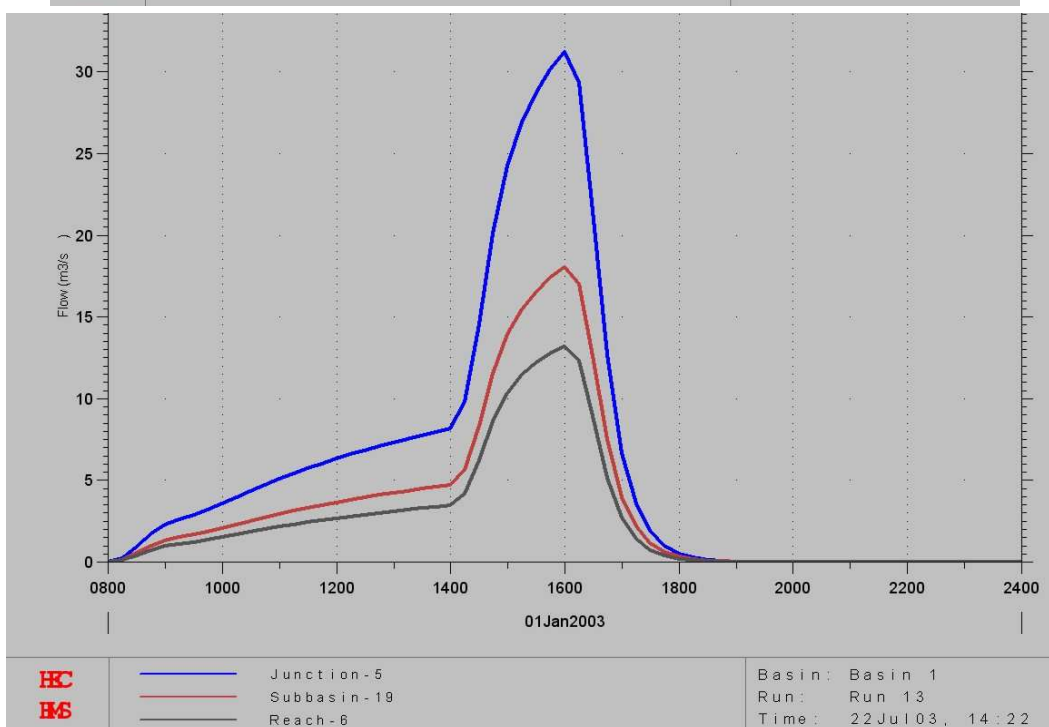
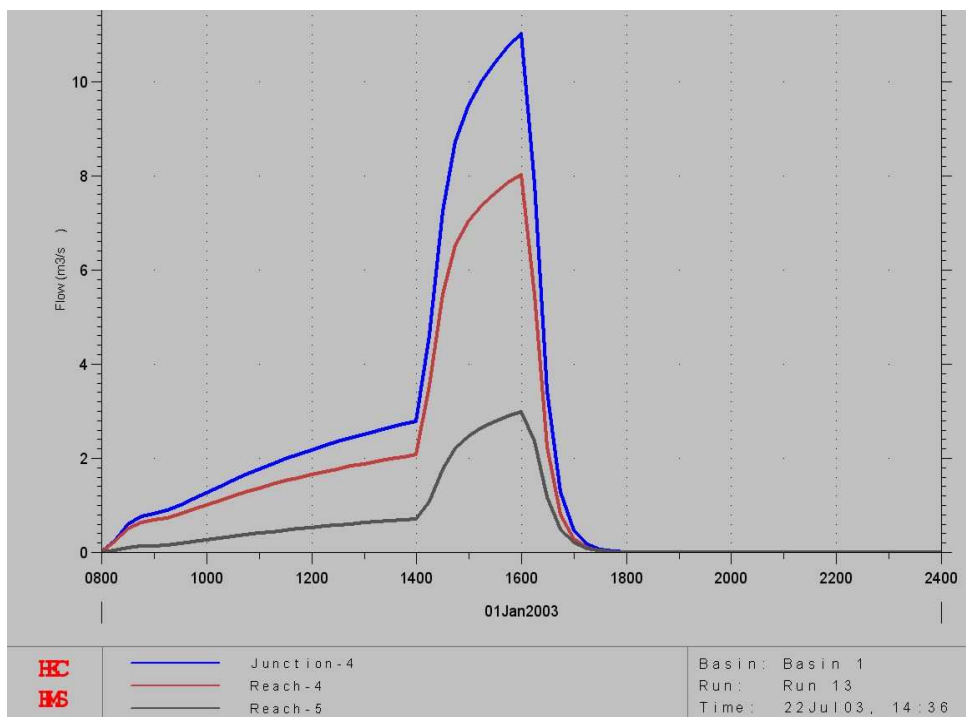
4.3.2.4 PORTATE DEL MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI

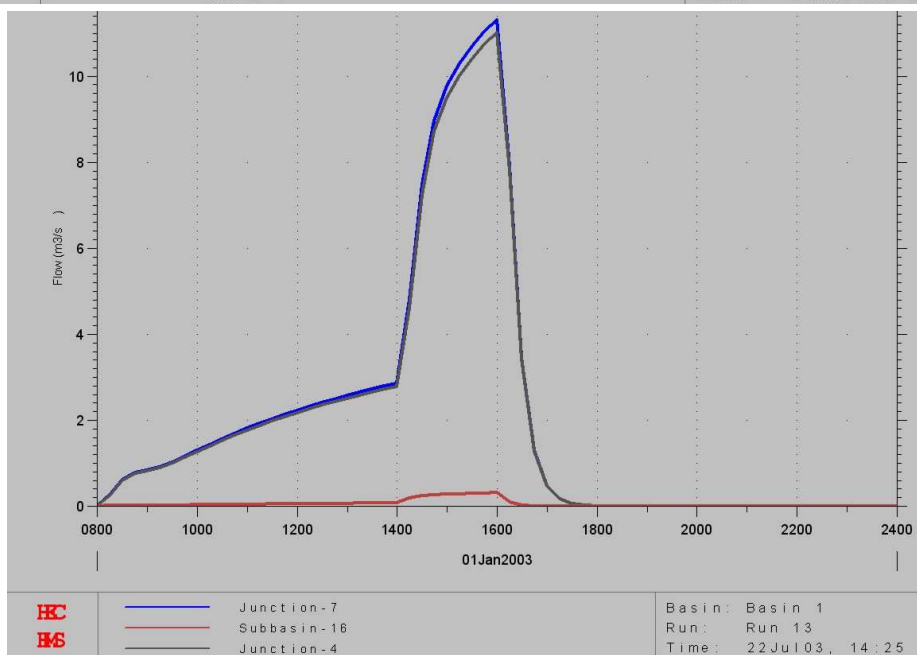
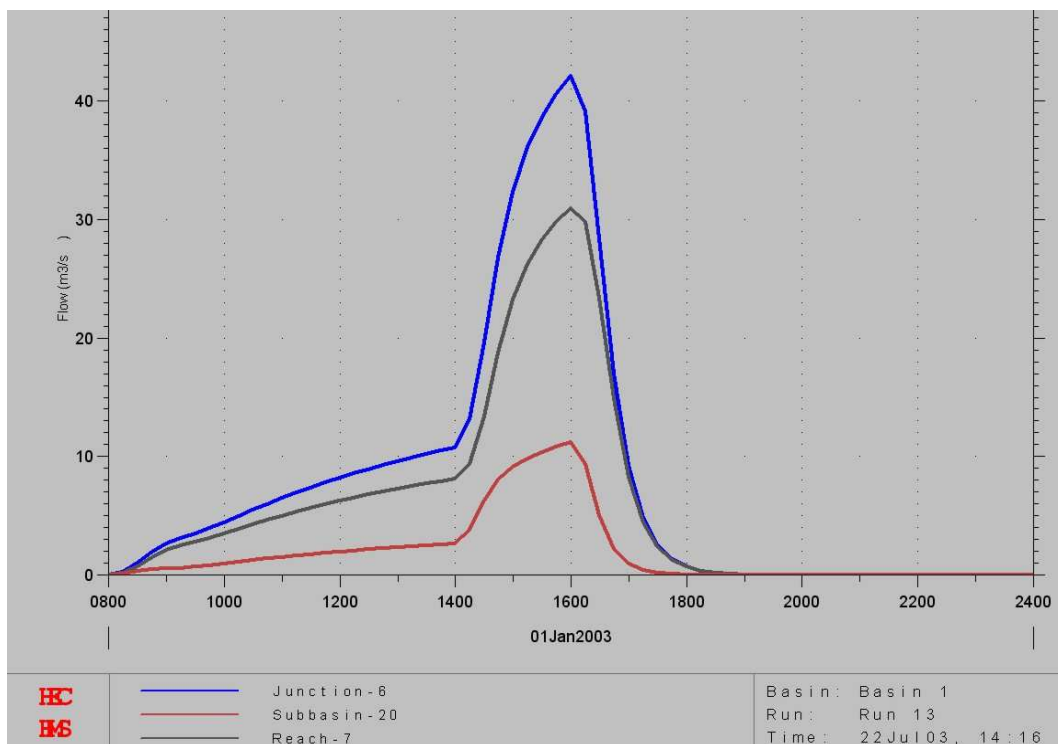
Signle Bacini	tr 100 anni	tr 200 anni	tr 500 anni
BUSS-07	8.1	9.1	10.5
Reach-1	8.0	9.0	10.4
BUSS-08	12.6	14.2	16.3
Junction-1 (7+8)	20.6	23.2	26.7
Reach-2	20.4	23.1	26.5
BUSS-09	16.4	18.5	21.2
Junction-2 (7-9)	36.8	41.5	47.8
BUSS-13	3.7	4.1	4.8
Reach-3	3.7	4.1	4.7

Sigle Bacini	tr 100 anni	tr 200 anni	tr 500 anni
BUSS-14	3.5	3.9	4.5
Junction-3 (13+14)	7.1	8.0	9.2
Reach-4	7.1	8.0	9.2
BUSS-15	2.6	3.0	3.5
Reach-5	2.6	3.0	3.5
Junction-4 (13+14+15)	9.7	11.0	12.7
BUSS-16	0.3	0.3	0.4
Junction-7 (13+14+15+16)	10.0	11.3	13.0
BUSS-18	11.7	13.2	15.2
Reach-6	11.7	13.2	15.1
BUSS-19	16.0	18.0	20.7
Junction-5 (18+19)	27.6	31.2	35.9
Reach-7	27.4	30.9	35.6
BUSS-20	98.5	11.2	13.0
Junction-6(18+19+20)	37.2	42.1	48.6

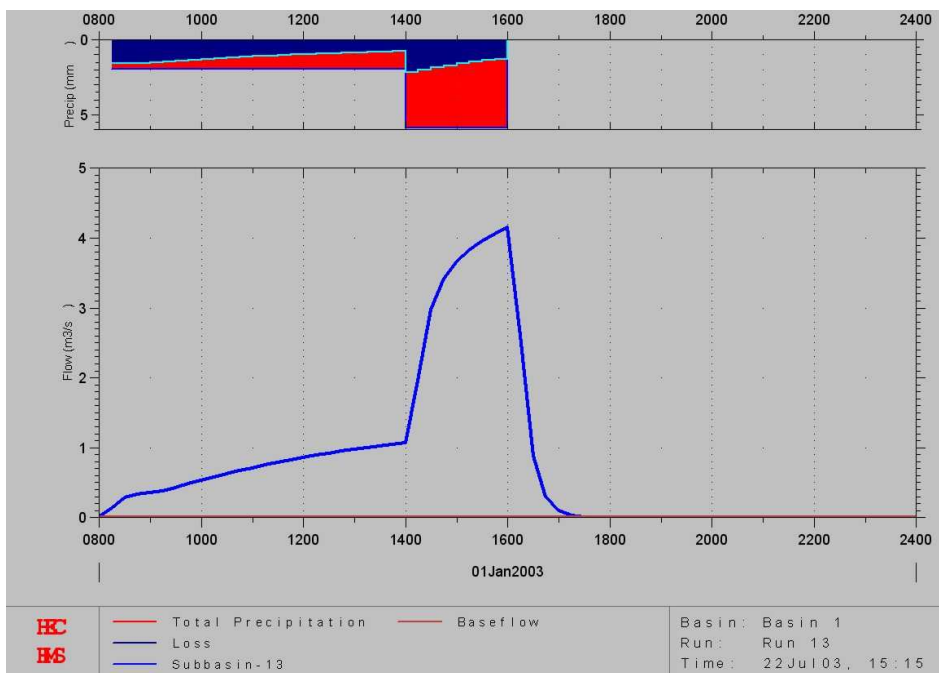








Nelle precedenti immagini sono riportati gli andamenti temporali delle portate in ingresso ed in uscita ai nodi (Junction) dove gli idrogrammi in uscita dai sottobacini o dai rami (reach) di propagazione vengono sommati. Nel seguito un esempio per il bacino 1 di precipitazione con perdite iniziali pari a 7 mm e di idrogramma di piena conseguentemente prodotto.



4.3.3 ADOZIONE DEI VALORI DI PORTATA PER LE SUCCESSIVE VERIFICHE

Il valore finale delle portate utilizzate per lo studio si assume mediando ed interpretando tutti i valori calcolati in precedenza con i diversi metodi proposti: Nel seguito si riporta per chiarezza una tabella riassuntiva dei valori adottati in sede di verifica: Si segnala che i risultati relativi al modello afflussi deflussi sono per lo più equivalenti a quelli calcolati con il metodo razionale. Pertanto risultando questi ultimi in generale più cautelativi risulteranno quelli adottati.

SIGLA BACINO	Portata (m³/s) per tempo di ritorno 100 anni	Portata (m³/s) per tempo di ritorno 200 anni	Portata (m³/s) per tempo di ritorno 500 anni
BUSS 1	5.2	5.6	6.1
BUSS 2	1.0	1.0	1.1
BUSS 3	0.9	1.0	1.1
BUSS 4	1.8	2.0	2.1
BUSS 5	1.1	1.2	1.3
BUSS 6	0.6	0.7	0.8
BUSS 7	9.1	9.8	10.8
BUSS 8	15.4	16.7	18.3
BUSS 9	20.4	22.0	24.2
BUSS 10	2.1	2.2	2.5
BUSS 11	1.4	1.6	1.7
BUSS 12	6.9	7.5	8.2
BUSS 13	5.4	5.8	6.3
BUSS 14	5.1	5.5	6.0
BUSS 15	3.9	4.2	4.6
BUSS 16	0.6	0.6	0.7
BUSS 17	0.8	0.9	1.0
BUSS 18	13.1	14.2	15.6
BUSS 19	17.7	19.2	21.1
BUSS 20	14.1	15.2	16.7
BUSS 7 - 8	23.0	24.9	27.4
BUSS 7 - 9	40.3	43.6	47.9
BUSS 13 - 14	9.8	10.6	11.6
BUSS 13 -16	13.4	14.4	15.8
BUSS 18 - 19	29.4	31.9	35.1
BUSS 18 - 20	40.9	44.3	48.8

Per quanto riguarda la determinazione dei valori di massima piena per il Torrente Chisone si ritengono valide le assunzioni idrologiche fatte in sede di redazione del piano di bacino del

Torrente Chisone (Martina, Visconti, Anselmo, Zanella, Terzolo 2000) che risultano certamente valide nel caso in esame.

I valori di portata riportati nel suddetto piano di bacino sono stati desunti utilizzando il modello ideologico hec1 che consente di simulare l'idrogramma di deflusso da un bacino in risposta ad un afflusso meteorico sufficientemente intenso. La simulazione della piena è effettuata sintetizzando le risposte idrografiche di unità areali del bacino o sottobacini a caratteristiche fisiche e meteorologiche omogenee. Tale approccio modellistico risulta equivalente in termini di potenzialità di calcolo a quello adottato nel presente lavoro. In conclusione per il comune di Usseaux si ha:

Descrizione	Area (km ²)	Tempo di ritorno 100 (anni)	Tempo di ritorno 200 (anni)	Tempo di ritorno 500 (anni)
T. Chisone a Pourrieres	122.8	327	385	405
T. Chisone a confluenza con Rio di Usseaux	151.6	395	464	478

5 STUDIO IDRAULICO

5.1 L'ASSETTO GEOMETRICO DELL'ALVEO E CARATTERE GENERALE DEI CORSI D'ACQUA

Lo studio dei rii del comune ha comportato la definizione dei manufatti oggetto di studio e di quei tratti di corso d'acqua che necessitano di una completa modellazione, nel caso in esame e con riferimento alla planimetria dei nodi critici (tavola 3) si osserva che gli attraversamenti principali sono siglati con la sigla MUSS n°, alcuni e tubazioni di importanza minore sono state segnalate sulla cartografia essendo palesemente insufficienti con il semplice pallino. Il rio dell'Assietta, gli attraversamenti sul Chisone, i manufatti MUSS01 e MUSS12 sono stati modellati in moto permanente, i restanti manufatti trattandosi per lo più di scolarie o tubazioni rientrano nell'ambito delle verifiche effettuate in moto uniforme. Per ciascun modello si sono inserite le opportune sezioni a monte ed a valle dei manufatti al fine di descrivere compiutamente il comportamento idraulico degli stessi.

5.2 METODO DI CALCOLO IN MOTO PERMANENTE

Il problema idraulico consiste nel calcolo del profilo liquido corrispondente all'assegnata portata di piena. Lo schema di calcolo adottato è quello del moto permanente, che consente di considerare la variazione graduale delle sezioni d'alveo e la presenza di manufatti, restringimenti e rapide variazioni di sezione.

La determinazione del profilo di moto permanente è realizzata utilizzando il codice HECRAS "River Analysis System" Versione 3.1.1 (U.S. Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center).

Il calcolo del profilo idraulico della corrente avviene in condizioni di moto unidimensionale gradualmente vario a portata costante, mediante la risoluzione delle equazioni di bilancio

energetico; il codice applicato consente anche di calcolare rapide variazioni di profilo (dovute alla presenza d'ostacoli al deflusso, restringimenti di sezione, passaggio di stato di una corrente).

Le elaborazioni relative ai rii in esame sono riportate in allegato al termine della relazione. il significato dei dati riportati nelle tabelle risulta il seguente:

River Sta = codice della sezione d'elaborazione. La numerazione procede in ordine decrescente da monte a valle. Per il posizionamento delle sezioni si può far riferimento alla tavola di ubicazione delle sezioni oltre che ai tabulati allegati.

Qtotal	=	portata di calcolo
Min Ch El	=	quota di fondo alveo
W.S. Elev.	=	altezza idrometrica calcolata
E.G. Slope	=	pendenza motrice
Vel Chnl	=	velocità di deflusso
Froude # Chl	=	numero di Froude della corrente
Area	=	sezione interessata dal deflusso
Top Width	=	larghezza pelo libero in sommità
Lenght Chnl	=	distanza tra le sezioni

5.3 LE CONDIZIONI AL CONTORNO

Le ipotesi di calcolo (comuni a tutte le elaborazioni effettuate) relative alle condizioni al contorno introdotte nei modelli di simulazione numerica di moto permanente sono le seguenti: portate al colmo costanti in tutti i tratti studiati sulla base dei valori adottati ed in corrispondenza ai tempi di ritorno indicati.

altezze idrometriche utilizzate come condizioni iniziali nelle sezioni a monte ed a valle calcolate in condizioni di moto uniforme indisturbato.

5.4 COEFFICIENTE DI SCABREZZA

In condizioni di rilievo e cautelativamente anche in condizioni di progetto, il coefficiente di scabrezza (n di Manning) risulta variabile tra alveo e sponda: in alveo e posto pari a $0,04 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ corrispondente ad una c di Strickler di $25 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$ che nella già citata direttiva sui criteri di compatibilità idraulica corrisponde ad una condizione di corso d'acqua minore con fondo alveo in prevalenza di ghiaia e ciottoli vegetazione erbacea ed alveo con irregolarità.

Sulle sponde, in golena o paleo alvei (quando presenti) si ha una n di Manning pari a $0,05 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$ corrispondente ad una c di Strickler di $20 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Le scelte effettuate appaiono le più rispondenti alle varie situazioni riscontrate. Per il Torrente Chisone la simulazione risulta certamente cautelativa in termini di scabrezza.

5.5 VALUTAZIONE DEL TRASPORTO SOLIDO POTENZIALE

La valutazione del possibile apporto in termini di trasporto solido di corsi d'acqua a carattere torrentizio alpino, quali quelli oggetto di studio, risulta di estrema complessità, sia per il gran

numero di parametri in gioco e per l'estrema difficoltà a darne una corretta valutazione, sia per il carattere discontinuo dei fenomeni, legati a processi di monte e alle condizioni dei bacini tributari; nel presente studio pertanto si è tralasciata una trattazione teorica di tali fenomeni, valida ai fini accademici ma di difficile applicabilità nella pratica.

Tuttavia, con riferimento alle indicazioni fornite dalla Regione Piemonte a seguito degli eventi alluvionali del settembre 1993 e del novembre 1994, valide per i corsi d'acqua minori, i livelli calcolati vanno incrementati di un termine pari ad 1/3 del tirante idrometrico, riservando in pratica al trasporto solido una quota di sezione pari ad 1/3 della sezione necessaria per il deflusso della portata idrologica.

Per la definizione delle considerazioni finali sui risultati ottenuti si è quindi tenuto conto qualitativamente dei reali livelli idraulici di riferimento.

Tale assunzione, pur grezza nella sua applicazione, consente di effettuare alcune considerazioni nella pratica, altrimenti difficilmente realizzabili.

5.6 LE VERIFICHE IN MOTO UNIFORME

Le verifiche in moto uniforme si faccia riferimento alla seguente formulazione proposta da Chezy.

$$u = X \cdot \sqrt{(R_m \cdot i_f)}$$

ovvero:

$$Q = u \cdot \Omega = X \cdot \Omega \cdot \sqrt{(R_m \cdot i_f)}$$

dove:

u = è la velocità in m/s;

Ω = è la sezione di deflusso in m²

R_m = è il raggio idraulico in m

i_f = è la pendenza della sezione considerata

X = C R_m^{1/6} adottando la scabrezza di Strickler C (m^{1/3} s⁻¹)

Le sezioni hanno di volta in volta forma rettangolare, trapezia o circolare per i tratti intubati e pertanto verranno nel seguito fornite per ciascuno dei manufatti interessati le scale di deflusso sulla base delle quali è possibile desumere se il manufatto sia in grado di smaltire le portate di progetto.

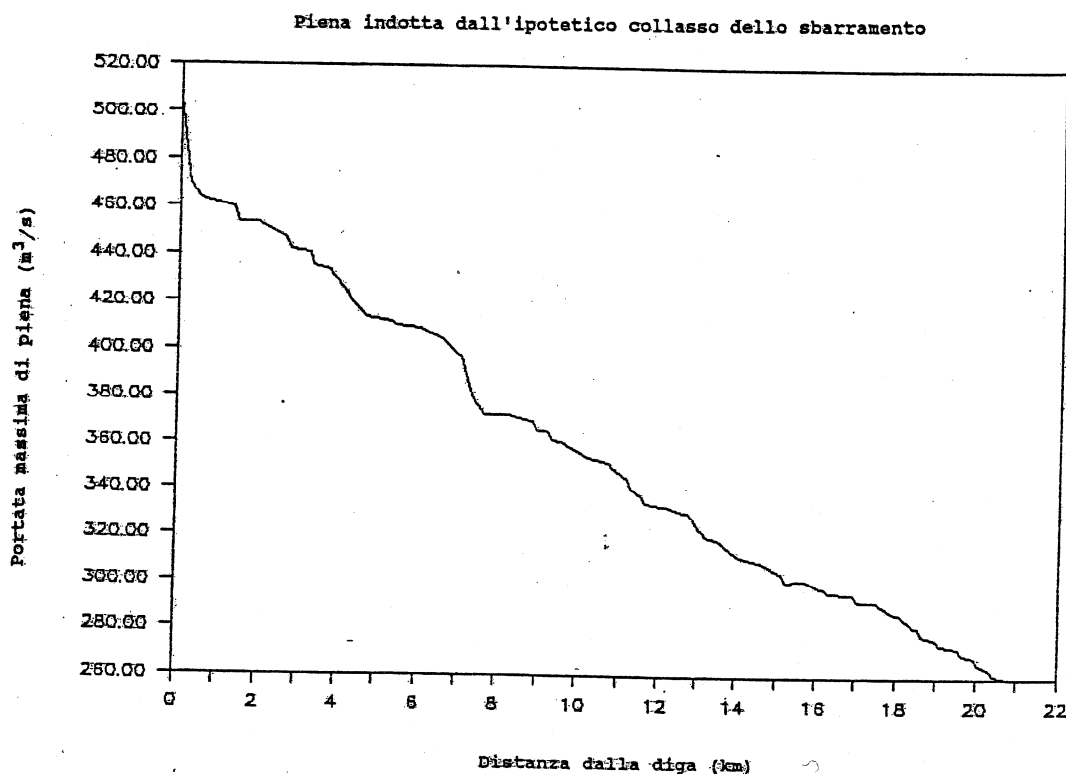
6 ANALISI DEGLI INVASI

In base alle richieste inoltrate dalla Comunità Montana al settore Difesa del Suolo della Regione Piemonte è stato possibile visionare lo studio sul Dam Break del bacino di Pourrieres .

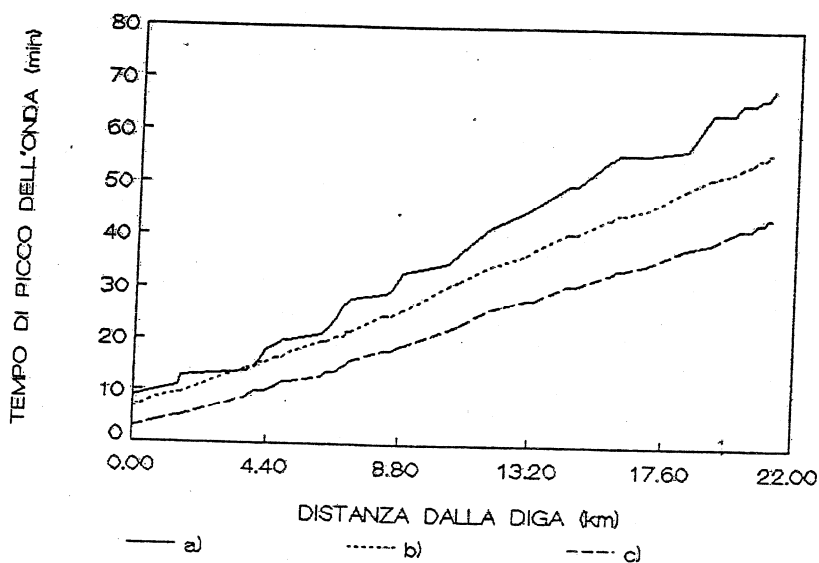
Titolare dell'impianto è la società ENERGIE Spa e la Perizia Tecnica Definitiva ai sensi del Regolamento Regionale 9/11/04 n°12/R è stata redatta nell'ottobre 2005. Lo specifico studio di Dam Break allegato alla perizia risulta redatto da Hydrodata ancora nel Luglio 1991.

Senza entrare nel merito dei calcoli effettuati si prende atto dello studio redatto e si riporta in allegato (appendice C) la copia della perimetrazione dell'area esondabile che è stata redatta in scala 1:20000 a partire da Pourriere sino a Perosa Argentina. La scala del disegno, la base utilizzata e la precisione dell'analisi effettuata non consentono di confrontare significativamente le aree esondabili riportate con le perimetrazioni delle carte di individuazione dei dissesti legati alla dinamica torrentizia dove comunque sono state rappresentate.

Per quanto attiene ai valori di portata rilasciati ed ai tempi di percorrenza dell'onda di piena in caso di rottura dello sbarramento si riportano nel seguito due grafici sintetici e rappresentativi desunti dal suddetto studio. Il primo rappresenta il valore di portata al picco in funzione della distanza dal Dam Break



ed un secondo diagramma riporta il tempo intercorso dal Dam Break e l'arrivo dell'onda di piena in funzione della distanza dalla diga



Legenda:

- a) Piena artificiale connessa con la manovra di apertura della paratoia piana di sghiaimento.
- b) Piena artificiale connessa con la manovra di apertura della paratoia a settore.
- c) Piena indotta dall'ipotetico collasso dello sbarramento.

Tempi di picco delle onde di piena in funzione della distanza dalla diga.

si ritiene comunque segnalare i seguenti dati salienti: la portata di massima piena di rottura risulta di $506 \text{ m}^3/\text{s}$, già dopo 1 km dall'invaso (ovvero all'ingresso nelle gorge di Usseaux) è ridotta a circa $460 \text{ m}^3/\text{s}$ che risulta comparabile con la piena cinquecentennale adottata nel presente studio; a valle della confluenza con il rio di Usseaux risulta analoga alla piena duecentennale e successivamente inferiore a questa pertanto vista la profondità d'analisi del presente studio si può affermare che l'area perimetrata sulle tavole di individuazione dei dissesti legati alla dinamica torrentizia siano comprensive e cautelative rispetto all'eventuale evento di rottura.

7 ANALISI DEI RISULTATI

Le analisi idrauliche effettuate hanno consentito di individuare le maggiori criticità idraulica lungo i Rii minori e sul Chisone; nella tavola grafica allegata sono riportate le aree potenzialmente esondabili e la classificazione relativa al dissesto secondo la simbologia del PAI; sono indicate inoltre le principali direzioni di esondazione e segnalati i manufatti interferenti con i deflussi calcolati. Il lavoro svolto è da intendersi a supporto degli studi geologici in corso da parte del Dott. Zanella e propedeutici alla redazione della "Carta di Sintesi della pericolosità urbanistica"; a tal fine i risultati dello studio idraulico realizzato sono stati interpretati ed integrati alla luce degli studi geomorfologici redatti. In sintesi i risultati emergenti dalle valutazioni effettuate sono i seguenti:

7.1 TORRENTE CHISONE

Nel tratto di monte, il corso d'acqua risulta generare condizioni di rischio areale molto elevato, sulla maggior parte del fondo valle il torrente risulta occupare una vasta porzione di questo, tale condizione permane fino a valle dell'abitato di Pourrieres, Lungo tale tratto non sono presenti insediamenti insistenti direttamente sul corso d'acqua, (se si esclude l'inverso di Fraisse area ove si è definito un rischio medio moderato); più in generale si osserva che il rischio molto elevato di tipo areale individuato corrisponde al fondo alveo in condizioni di piena almeno duecentennale ed interessa aree prive di interesse antropico.

A valle della suddetta piana si ha la stretta delle Gorge di Usseaux ove il torrente risulta piuttosto incassato. Nel tratto non sono presenti insediamenti ed abitazioni prossime al corso d'acqua; si segnalano possibili fenomeni erosivi potenzialmente attivabili, in considerazione sia della natura che della pendenza di versante, si riscontra in generale una necessità di interventi antierosivi lungo tutto il tratto interessato dal dissesto lineare molto elevato. Peraltro si prende atto che sono in corso interventi di riduzione del rischio idrogeologico ai sensi della 267/98. In definitiva nel tratto in esame, sebbene si siano individuate situazioni significative di rischio idrogeologico connesse con la dinamica del corso d'acqua, tali situazioni si riferiscono ancora ad aree tali da non interferire con le previsioni degli strumenti urbanistici.

7.2 RETE MINORE

L'intensità del dissesto è stata valutata in considerazione della morfologia dell'incisione, dello stato complessivo del bacino in esame, degli interventi di protezione e lo stato di questi, della pendenza dell'asta. Considerazioni relative al trasporto solido in condizioni di debris flow esulano dalle successive considerazioni di carattere prettamente idraulico con trasporto solido di natura ordinaria. Per quanto riguarda i rii laterali affluenti di Chisone a partire da monte si ha:

7.2.1 RIO DI FRAISSE

Il rio di Fraisse presenta un dissesto di tipo lineare molto elevato almeno fino all'intersezione con la statale 23. Dal punto di vista idraulico il manufatto di attraversamento risulta non verificato generando possibile esondazione e problemi idraulici localizzati in corrispondenza del manufatto. Desta maggiore attenzione la verifica idraulica relativa alla sezione apicale più

sfavorita che risulta possedere sponde di altezza di circa 1 m e larghezza dell'alveo di circa 2 m. Sotto tali condizioni la portata di massima piena viene contenuta nel caso di sola portata liquida, tuttavia considerato un sovrizzo di 1/3 relativo al trasporto solido si genera una esondazione rispetto alle sponde con tiranti nell'ordine dei 20 –30 cm. Lungo il canale in conoide sono presenti opere di protezione (briglie con funzione selettiva, muri e scogliere) tuttavia non si ritiene che tali opere siano sufficienti a garantire una riduzione dell'intensità di dissesto, in particolare in presenza di fenomeni di correnti iperconcentrate o debris-flow.

7.2.2 IMPLUVI COMPRESI TRA IL RIO DI FRAISSE E RIO DELL'ASSIETTA

Interessano in realtà la sola SS23 per ognuno si è svolta la verifica idraulica e si riassume che non sussistono problemi di natura idraulica rilevanti se non il fatto che i manufatti di attraversamento consentono lo smaltimento delle portate di massima piena senza l'esistenza del franco idraulico per tempo di ritorno dei 200 anni e pertanto sulla carta sono stati indicati come non verificati sebbene nella maggior parte dei casi si tratti di tubi di attraversamento che raccolgono aree limitate. Tale condizione di insufficienza di per se risulta rischiosa solo in caso di presenza di ingente trasporto o materiale flottante che possa ostruire l'esigua luce di passaggio e pertanto consentire alle acque di interessare il piano viario e rigurgitare.

7.2.3 RIO DELL'ASSIETTA

Il grado di dissesto del rio risulta elevato, tale situazione si riscontra anche dalle verifiche idrauliche svolte, in particolare si osserva che la sezione apicale presenta una altezza delle sponde di circa 1 m e pertanto risulta soggetta ad esondazione anche per le sole portate liquide con tiranti anche notevoli sulla sponda; considerato il trasporto solido si può stimare un livello sulla sezione in apice pari a 2.5 m circa in condizioni di piena.

Per quanto riguarda i manufatti presenti lungo l'asta si osserva che i tre attraversamenti risultano verificati in moto permanente ed i profili di piena calcolati indicano che non costituiscono ostacolo al deflusso delle portate di massima piena.

7.2.4 IMPLUVI COMPRESI TRA RIO DELL'ASSIETTA E RIO DELLA ROSSA

Interessano la SS23 e la Viabilità ordinaria di accesso al concentrico di Balboutet; sono bacini in cui le acque tendono ad infiltrarsi ed a scomparire in condizioni ordinarie, a causa della permeabilità dei suoli; per ognuno si è svolta la verifica idraulica e si riassume che non sussistono problemi di natura idraulica rilevanti, se non il fatto che per la maggior parte i manufatti di attraversamento consentono lo smaltimento delle portate di massima piena senza l'esistenza del franco idraulico per tempo di ritorno dei 200 anni. Tale condizione di per se risulta rischiosa solo in caso di presenza di ingente trasporto o materiale flottante che possa ostruire l'esigua luce di passaggio e pertanto consentire alle acque di interessare localmente i piani viari. Sulla tavola grafica sono stati segnalati come non verificati sebbene di fatto consentano il passaggio perlomeno della sola portata liquida. Il solo manufatto MUS 10 risulta fortemente critico anche perchè in corrispondenza della statale 23.

Per tutti i suddetti rii va comunque riconosciuto che i valori di portata adottati risultano certamente cautelativi avendo assegnato le superfici di raccolta sulla base della morfologia di versante piuttosto che sulla reale evidenza dell'alveo inciso, fattore questo che dimostra la forte e difficilmente quantificabile tendenza dei corsi d'acqua ad infiltrarsi.

Allo stato attuale non sussistono nell'area insediamenti che attualmente insistano su una delle possibili vie preferenziali di superficie dei suddetti impluvi, l'eventuale piena pertanto può interessare principalmente le infrastrutture di transito.

7.2.5 RIO DELLA ROSSA

Il rio risulta molto inciso ed in evidente stato di dissesto a causa delle forti pendenze e della tendenza erosiva che il rio stesso presenta per caratteristiche sue proprie.

I tre manufatti indagati presentano tutti delle sezioni fortemente critiche ed insufficienti allo smaltimento delle portate di massima piena.

7.2.6 IMPLUVI COMPRESI TRA RIO DELLA ROSSA E RIO DI USSEAUX

Non sussistono problemi particolari se non possibili disagi locali sulla viabilità a seguito di ostruzioni delle luci di deflusso che talvolta non sono pienamente verificate.

7.2.7 RIO DI USSEAUX

Anche in tal caso il problema non è di natura idraulica (in termini idrometrici) ma si segnala un notevole dissesto dovuto ancora alla pendenza dell'asta ed alla notevole portata, con fenomeni erosivi evidenti non vi sono insediamenti in prossimità del rio.

7.3 TABELLE RIASSUNTIVE DEI FRANCHI IDRAULICI

Sulla base delle precedenti considerazioni sul trasporto solido e secondo la vigente normativa quale la direttiva "Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B"; si richiede che il franco minimo tra quota di massima piena di progetto (comprensiva del trasporto solido) e quota d'intradosso del ponte sia pari a 0,5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a 1,00 m.

L'altezza cinetica della corrente è pari a:

$$h_{cin} = \alpha \cdot \frac{V^2}{2g}$$

dove:

V = velocità media della corrente m/s (valore desunto dalle tabelle allegate)

α = coefficiente di ragguglio per tenere conto della non uniforme distribuzione della velocità nella sezione; a favore di sicurezza si assume $\alpha = 1,2$.

La quota di intradosso è stata definita dal rilievo e compare a seconda delle tabelle o in quote assolute oppure relative considerata a 0 la quota di fondo. Per i ponti ad arco si definisce una altezza equivalente di intradosso definita sul compenso delle aree tra sezione ad arco e rettangolare.

Per quanto riguarda le tubazioni non si è considerato il sovrizzo di 1/3 dei livelli ma un incremento di 1/3 del riempimento per il trasporto solido. In ogni caso le tubazioni non possono ritenersi verificate come gli attraversamenti (ovvero con franco di almeno 1 m) trattandosi quasi

sempre di diametri piuttosto ridotti. Di conseguenza il franco non nullo sul riempimento accettabile per tali tubazioni non è garanzia di verifica positiva. Per tubazioni di grosso diametro il franco viene calcolato con lo stesso accorgimento utilizzato per i ponti ad arco.

Per ciascuno dei manufatti definiti nella tavola delle criticità si riportano pertanto le seguenti tabelle riassuntive

MUSS 01

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (msm)	Livello comprensivo del trasporto solido (msm)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1277.94	1279.03	1279.39	1.17	1285.19	5.80
1277.94	1279.12	1279.51	1.26	1285.19	5.68
1277.94	1279.22	1279.65	1.37	1285.19	5.54

MUSS 02a 2b

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1349	0.50	0.67	1.00	1.00	0.34
1349	0.55	0.73	1.00	1.00	0.27
1349	0.60	0.80	1.00	1.00	0.20

MUSS03

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del Trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1484	h>D	h>D	1.00	0.60	-
1484	h>D	h>D	1.00	0.60	-
1484	h>D	h>D	1.00	0.60	-

MUSS04

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1485	h>D	h>D	1.00	0.80	-
1485	h>D	h>D	1.00	0.80	-
1485	h>D	h>D	1.00	0.80	-

MUSS05

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1415.85	1416.9	1417.25	1.29	1419.4	2.15
1415.85	1416.97	1417.34	1.42	1419.4	2.06
1415.85	1419.13	1420.22	1.00	1419.4	-0.82

MUSS05bis

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1434.03	1434.7	1434.92	1.42	1436.55	1.63
1434.03	1434.76	1435.00	1.52	1436.55	1.55
1434.03	1434.83	1435.10	1.62	1436.55	1.45

MUSS06

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1419	h>D	h>D	1.00	1.20	-
1419	h>D	h>D	1.00	1.20	-
1419	h>D	h>D	1.00	1.20	-

MUSS07

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1418.06	1421.39	1422.50	1.00	1420.56	Livello > intradosso
1418.06	1422.63	1424.15	1.00	1420.56	Livello > intradosso
1418.06	1422.88	1424.49	1.00	1420.56	Livello > intradosso

MUSS08

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1422	0.50	0.67	1.00	0.80	0.14
1422	0.52	0.69	1.00	0.80	0.11
1422	0.56	0.74	1.00	0.80	0.06

MUSS09

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1405.35	1405.97	1406.18	1.26	1407.85	1.67
1405.35	1406.02	1406.24	1.39	1407.85	1.61
1405.35	1406.07	1406.31	1.53	1407.85	1.54

MUSS10

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1370	h>int	h>int	1.00	1.30	-
1370	h>int	h>int	1.00	1.30	-
1370	h>int	h>int	1.00	1.30	-

MUSS11

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1320.55	1322.7	1323.42	2.39	1329	5.58
1320.55	1322.93	1323.72	2.68	1329	5.28
1320.55	1322.97	1323.78	2.73	1329	5.22

MUSS12 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello comprensivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1346.08	1347.89	1348.49	1.00	1347.47	-1.02
1346.08	1348.01	1348.65	1.00	1347.47	-1.18
1346.08	1348.22	1348.93	1.00	1347.47	-1.46

MUSS13 (il franco negativo indica che il livello risulta maggiore dell'intradosso)

quota di fondo (msm)	Livello Idrometrico (m)	Livello complessivo del trasporto solido (m)	Franco richiesto (m)	Quota intradosso (msm)	Franco esistente (m)
1427	0.41	0.55	1.00	1.00	0.45
1427	0.43	0.57	1.00	1.00	0.43
1427	0.45	0.60	1.00	1.00	0.40

8 STUDIO IDRAULICO DI DETTAGLIO DELL'ESONDAZIONE DEL T. CHISONE IN LOCALITA' FRAISSE

Nell'ambito della Variante di PRG di adeguamento al PAI la Regione Piemonte settore OO. PP. Difesa ed Assetto Idrogeologico ha inoltrato alla Comunità montana Valli Chisone e Germanasca il proprio parere di competenza (prot. 75064/14.06 del 15 ottobre 2009) sulla base degli elaborati ricevuti con procedimento 119/2007.

Nella suddetta lettera si richiede di dettagliare maggiormente gli aspetti idraulici che regolano il deflusso di piena del torrente Chisone in località Fraisse, ed in particolare nel tratto a valle del ponte in cui, in sponda sinistra, è ubicata l'area campeggio.

La presente relazione ha quindi per oggetto la risposta a tali richieste; in particolare, tenuto conto del fatto che nel tratto di corso d'acqua in esame nel frattempo sono stati realizzati alcuni interventi e redatti alcuni studi idraulici, nel presente rapporto si fornisce il quadro delle conoscenze e i risultati di diversi studi idraulici che accompagnano opere progettate e (parzialmente) eseguite nel tratto che va da monte del ponte fino all'area parcheggio, attualmente adibita ad area camper, posta a valle della suddetta area campeggio.

Sulla scorta dei risultato degli studi esistenti condotti nel tratto in oggetto e delle opere realizzate si è dunque affinata la definizione delle aree esondabili e delle relative classi di pericolosità nella zona di Fraisse e nell'area campeggio.

8.1 INQUADRAMENTO IDRAULICO E MORFOLOGICO DEL TRATTO IN ESAME

Di seguito si esegue un'analisi del tratto di torrente Chisone in oggetto sulla base dei sopralluoghi eseguiti in loco, dell'analisi delle foto aeree disponibili relative anche ai passati eventi alluvionali e all'analisi degli studi idraulici eseguiti a supporto delle progettazioni realizzate nel tratto di torrente in oggetto.

In particolare è stato analizzato il materiale a supporto della progettazione per le seguenti opere:

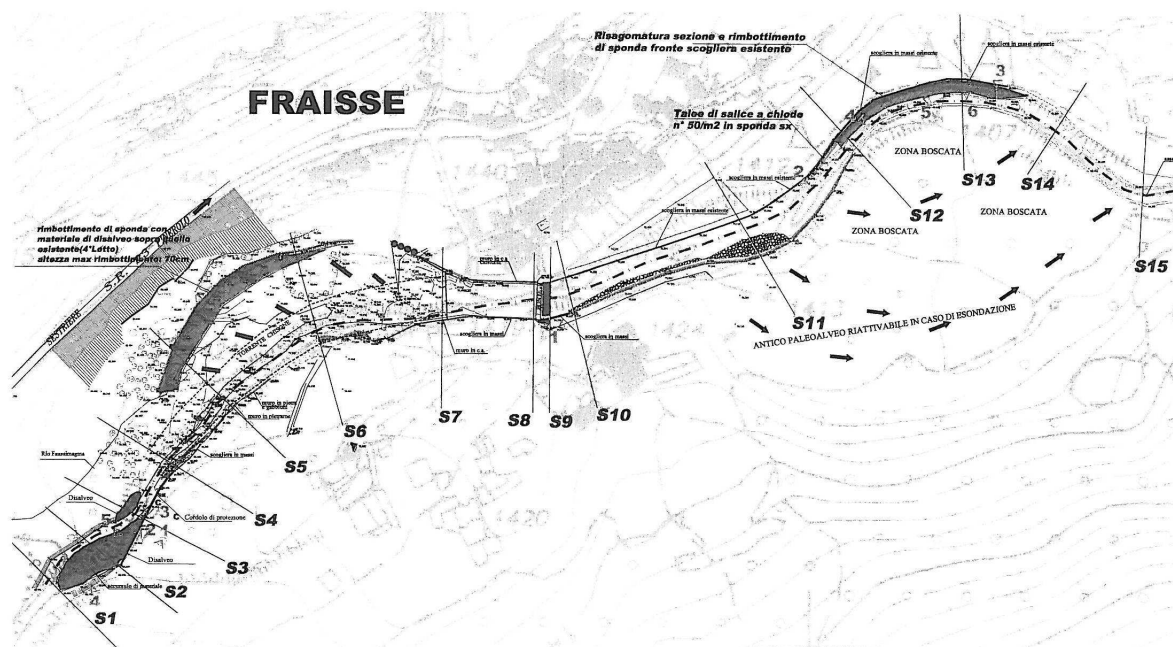
- "Lavori di pronto intervento e sistemazione definitiva interventi di difesa spondale, disalvei, consolidamenti e sistemazione idrogeologica nel comune di Usseaux, Lotto da 1 a 13", redatto da A.I. Engineering S.R.L. a firma dell'Ing. Montaldo. Lavori attualmente in fase di ultimazione

- “Realizzazione parcheggi in comune di Usseaux” nell’ambito delle opere connesse ai XX Giochi Olimpici Invernali e gestiti dall’ AGENZIA TORINO 2006 a firma del raggruppamento S.I.A. Professionisti associati, S.T.A - Studio Tecnico Associato, POLITHEMA Studio Associato. Opera ultimata, l’area parcheggio è attualmente adibita ad area camper.

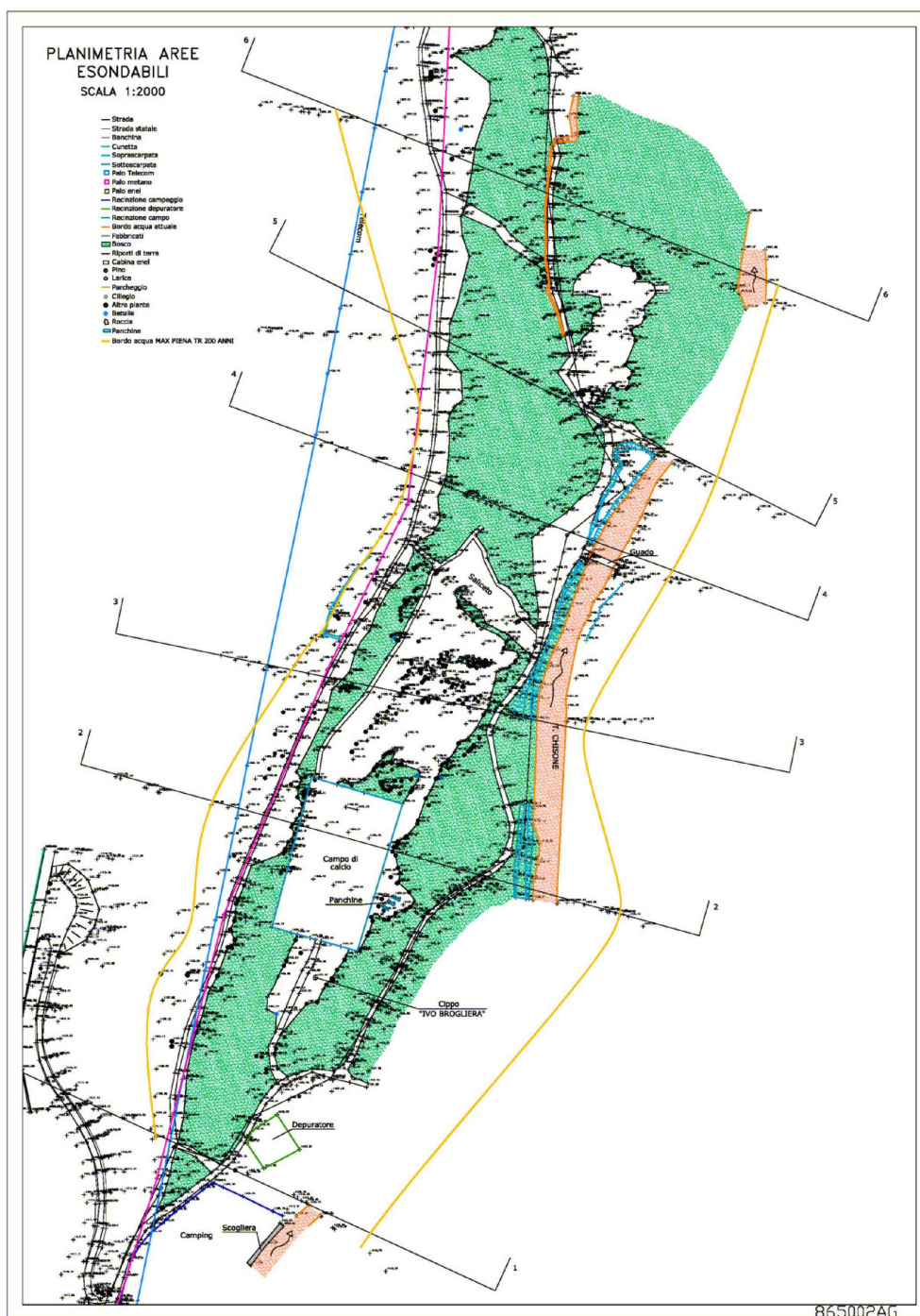
Dall’analisi di detti progetti si evince che sono state rilevate 13 sezioni trasversali nel primo progetto e 6 nel secondo, estese nelle aree di golena.

Nel seguito si riportano gli stralci planimetrici con riportata l’ubicazione delle sezioni.

Progetto A.I.



Progetto parcheggio olimpiadi:



Infine è stato visionato lo studio, condotto dalla società Hydrodata S.r.l. per conto della società Energie S.p.A. di cui è attualmente in approvazione la fase preliminare, riguardante la sistemazione e l'adeguamento del tratto di torrente dal bacino idroelettrico di Pourriers fino ad oltre il confine col Comune di Pragelato a monte.

Tale studio contiene un rilievo topografico di dettaglio dello stato di fatto del torrente Chisone ed una relativa, per quanto preliminare, valutazione delle condizioni di deflusso delle portate di piena.

8.1.1 INQUADRAMENTO GEOMETRICO DELL'ALVEO

Nel tratto in esame allo stato attuale l'alveo attivo del Chisone risulta di 25 –30 m di larghezza, tuttavia, rispetto all'asse della vallata, il Chisone tende a scorrere verso destra lasciando in sinistra una golena sviluppata, sponde basse in alcuni tratti ed evidenti segni di paleo-alvei, anche recentemente riattivati.

L'alveo inciso risulta comunque a carattere prevalentemente monocursale e quasi rettilineo con una pendenza piuttosto uniforme nell'ordine dell'1.5%. Il corso d'acqua risulta generalmente stabilizzato nel tratto sia in termini di pendenza che di larghezza; tale stabilità risulta certamente favorita dalla presenza a valle del lago di Pourrieres situato poco a valle. La possibile tendenza evolutiva dell'alveo nel tratto è certamente influenzata dal lago a valle e consiste fondamentalmente in una predisposizione alla deposizione del materiale trasportato; non si esclude tuttavia che in condizioni di piena la corrente possa localmente erodere tratti di sponda che risultano in materiale sciolto, a causa delle caratteristiche torrentizie del corso d'acqua e della presenza di materiale in sospensione, con forte capacità erosiva.

Nelle attuali condizioni si ritiene che non siano probabili forti variazioni delle quote di fondo in quanto il lago di valle costituisce un punto di regolazione in termini di quote di fondo.

8.1.2 CARATTERISTICHE GRANULOMETRICHE DEL SEDIME DELL'ALVEO

Le caratteristiche granulometriche del materiale in alveo sono tipiche dei corsi d'acqua montani, con una pezzatura dei sedimenti dalla ghiaia alla sabbia; risultano presenti anche frazioni limose a causa della presenza a valle del lago di Pourrieres che evidentemente influenza notevolmente la deposizione del materiale. Le sponde in destra appaiono più acclivi e si raccordano al versante, in sinistra sono composte di materiale sciolto e talvolta presentano accumuli di materiale proveniente dai disalvei effettuati. Il d50 può essere assunto in prima approssimazione pari a 0.03 m.

8.1.3 INQUADRAMENTO PAESISTICO ED AMBIENTALE

L'area risulta inserita in un contesto montano di fondo valle, e attualmente risulta vegetata e pascolata, sull'area risulta insediato il campo sportivo ed alcune viabilità e quindi non risulta del tutto naturale; tuttavia dal punto di vista idraulico svolge almeno parzialmente, una funzione golenale con un discreto volume di invaso per il Chisone.

8.1.4 ANALISI MORFOLOGICA DELLO TRATTO IN OGGETTO

Il T. Chisone percorre il fondovalle più spostato verso il versante destro della valle, risultando in alcuni tratti quasi pensile rispetto alla rimanente porzione del fondovalle.

La pensilità del torrente è dovuta fondamentalmente a due fattori che caratterizzano l'area in oggetto.

Il primo fattore è la presenza dello sbarramento artificiale in località Pourrieres che ha costituito un piccolo lago artificiale innalzando di fatto le preesistenti quote di pelo libero.

La conseguenza ovvia dello sbarramento è la diminuzione della pendenza motrice nel tratto di torrente immediatamente a monte dell'invaso.

Questa diminuzione di pendenza motrice ha favorito nel tempo il deposito di materiale alluvionale lungo l'alveo inciso. A seguito delle alluvioni succedutesi (1947-1957-2000) sono stati operati interventi di disalveo con lo scopo di riprofilare una sezione di alveo inciso, con deposizione dei materiali di disalveo sul lato sinistro dell'alveo stesso; in questo modo, il materiale depositato è venuto, nel tempo, di fatto a costituire una "barriera" spondale in materiale incoerente, formando un'arginatura impropria e non continua.

Questa sponda di materiale incoerente può facilmente, durante un fenomeno di piena, essere erosa e consentire l'espansione in sponda sinistra; analogamente eventuale deposito che interessi le sezioni dell'attuale alveo inciso potrebbe provocare il sormonto dell'arginello ed il conseguente allagamento dell'area posta in sinistra orografica e oggetto della sistemazione a parcheggio.

8.2 ANALISI DEGLI INTERVENTI E DEGLI STUDI EFFETTUATI SULL'AREA

L'area di Fraisse, sia per gli effetti derivanti dalla presenza dell'invaso di Pourrieres che provoca durante gli eventi di piena un profilo di rigurgito che tende a innalzare e a rallentare il passaggio dell'onda di piena, sia a causa della presenza del ponte che rappresenta una strozzatura alla sezione libera di deflusso delle portate con conseguente formazione di risalto idraulico a valle e a monte dello stesso, è da sempre oggetto di esondazione e allagamento delle aree di golena.

In particolare le aree poste in sinistra idrografica a valle del ponte ed occupate dall'area campeggio e dall'area camper risultano interessate, anche in recente passato, da questo rischio.

Benché infatti sia presente un ampio paleoalveo in destra idrografica, il quale tende a riattivarsi durante gli eventi di piena, qualora i livelli idraulici tendano ad aumentare e la portata si avvicina a quella di massima piena, la sponda sinistra risulta protetta con franchi ridotti e, come avvenuto durante gli eventi alluvionali del 2000 e, recentemente, del maggio 2008 può essere erosa o oggetto di tracimazione dei livelli e allagamento delle aree di golena.

A seguito dell'evento alluvionale del 2000 il comune di Usseaux ha avviato l'esecuzione della sistemazione dell'alveo del torrente Chisone in località Fraisse nell'ambito dei "Lavori di pronto intervento e sistemazione definitiva interventi di difesa spondale, disalvei, consolidamenti e sistemazione idrogeologica nel comune di Usseaux" ai sensi dell'Ordinanza del ministero

dell'Interno con delega alla Protezione Civile n° 3 090 del 18/10/2000 quindicesimo programma stralcio per la realizzazione di opere pubbliche di competenza regionale.

Tali interventi, eseguiti in lotti successivi e tuttora in fase di completamento, sono stati progettati dalla AI Engineering a firma dell'Ing. Piercarlo Montaldo.

Tali interventi prevedono di risagomare la sezione d'alveo tramite disalvei delle aree di deposito, rimbottimenti di sponda ove questa risulta erosa e ripristino o integrazione delle difese esistenti rappresentate da scogliere in massi disposte nell'immediato a monte e a valle del ponte di Fraisse. Non risulta comunque una continuità delle difese spondali antiersive tali da garantire una completa protezione a fronte di fenomeni di piena.

La filosofia dell'intervento risulta quella di favorire l'allagamento del paleoalveo esistente in destra idrografica e di contenere i livelli di piena dalla sponda sinistra al fine di preservare dall'allagamento l'area campeggio.

Tali opere prevedono la realizzazione di una sezione trapezia di larghezza variabile dai 25 ai 30 m con un'altezza di sponda minima di 2.00 m, tale allargamento di sezione porta ad un abbassamento dei livelli idraulici dichiarato di circa 50 cm.

Le verifiche idrauliche a supporto della progettazione indicano che i livelli di piena transitano nel tratto del campeggio con un battente di 1.50 m, a fronte di un'altezza di sponda pari a 2.00 m e velocità medie pari a circa 7 m/sec.

Le verifiche sono state effettuate con valori di portata inferiori a quelli utilizzati per gli studi di PRGC di cui all'oggetto della presente relazione, che si ricorda essere derivanti dal Piano di Bacino del Torrente Chisone (Martina, Visconti, Anselmo, Zanella, Terzolo – anno 2000).

Al momento della stesura del presente documento sono in fase di esecuzione i lavori di sistemazione a monte del ponte.

Le lavorazioni relative alla "Realizzazione parcheggi in comune di Usseaux" nell'ambito delle opere connesse ai XX Giochi Olimpici Invernali e gestiti dall' AGENZIA TORINO 2006 a firma del raggruppamento S.I.A. Professionisti associati, S.T.A - Studio Tecnico Associato, POLITHEMA Studio Associato attualmente adibita ad area camper e posta immediatamente a valle dell'area campeggio in sponda sinistra del torrente Chisone, non prevedeva l'esecuzione di opere in alveo.

Pertanto lo studio idraulico, eseguito su sei sezioni estese a tutta la larghezza della valle, ed eseguito in moto permanente con valori di portata derivanti dal citato Piano di Bacino (e utilizzate anche per il presente studio a supporto dei PRGCGI), è stato eseguito sullo stato di fatto con l'individuazione delle aree esondabili di golena.

Tale studio indica l'area in sinistra potenzialmente esondabile con tiranti idraulici anche significativi, esondabilità derivante principalmente dalla discontinuità delle difese della sponda sinistra.

Infine è stato visionato lo studio preliminare realizzato dalla società Hydrodata per conto della Energie s.p.A. che gestisce l'invaso di Pourrieres. In questo studio si ricalcano di fatto le affermazioni relative alle caratteristiche di pensilità e di modificazione della pendenza motrice dell'alveo e si prevede di sistemare tramite disalvei il tratto a monte dell'invaso.

Le verifiche effettuate risultano eseguite, anche esse, con valori di portata molto inferiori rispetto a quelle utilizzate per gli studi di PRGC.

8.3 CONCLUSIONI E RIDEFINIZIONE DELLE AREE ESONDABILI

Dall'analisi degli studi esistenti, delle opere realizzate e dai sopralluoghi effettuati sono state quindi modificate le perimetrazioni delle aree esondabili e le relative classi di pericolosità ad esse connesse.

Si prende atto dei lavori eseguiti a monte del ponte di Fraisse, dove l'area esondata è stata ridefinita con maggiore dettaglio sulla base del recepimento delle opere eseguite e dei rilievi topografici che hanno consentito un maggior dettaglio nell'individuazione degli elementi morfologici. E sulla scorta delle verifiche idrauliche che li accompagnano.

A valle del ponte, ed in corrispondenza dell'area campeggio, l'area esondabile è stata ridefinita considerando l'alveo attivo e i palealvei in destra esondabili con una pericolosità molto elevata. L'area del campeggio, e precisamente quella di golena posta a valle della scogliera esistente in sponda sinistra a valle del ponte, risulta comunque esondabile con una pericolosità che nel presente studio viene definita elevata, per le seguenti motivazioni:

- Le opere di difesa della sponda sinistra eseguite sono costituite da rimbottimenti di sponda realizzati utilizzando il materiale proveniente da disalvei e pertanto, seppur compattati adeguatamente, essi sono comunque passibili nuovamente di erosione e successivo cedimento.
- Inoltre, questo rischio è accentuato dalle operazioni di disalveo che hanno allargato le sezioni riducendo i tiranti idraulici ma mantenendo comunque velocità medie molto elevate (che raggiungono i 7 m/sec, come da verifiche allegate ai progetti)
- Si consideri inoltre che i valori di portata utilizzati per la progettazione di dette opere sono inferiori rispetto a quelli utilizzati per gli studi di PRGCI e derivanti dal Piano di Bacino. Nella successiva tabella si opera un raffronto di tali valori.

Portate utilizzate per dimensionamento opere sul Chisone a Fraisse

Tempo di ritorno 5 (anni) (mc/sec)	Tempo di ritorno 10 (anni) (mc/sec)	Tempo di ritorno 20 (anni) (mc/sec)	Tempo di ritorno 50 (anni) (mc/sec)	Tempo di ritorno 100 (anni) (mc/sec)	Tempo di ritorno 200 (anni) (mc/sec)
90	125	150	195	225	290

Portate utilizzate negli studi di PRGCI derivanti da piano di bacino

Descrizione	Area (km ²)	Tempo di ritorno 100 (anni) (mc/sec)	Tempo di ritorno 200 (anni) (mc/sec)	Tempo di ritorno 500 (anni) (mc/sec)
T. Chisone a Pourrieres	122.8	327	385	405

Lo studio di Hydrodata infine è stato eseguito con una portata per un tempo di ritorno pari a 200 anni di 224 mc/sec

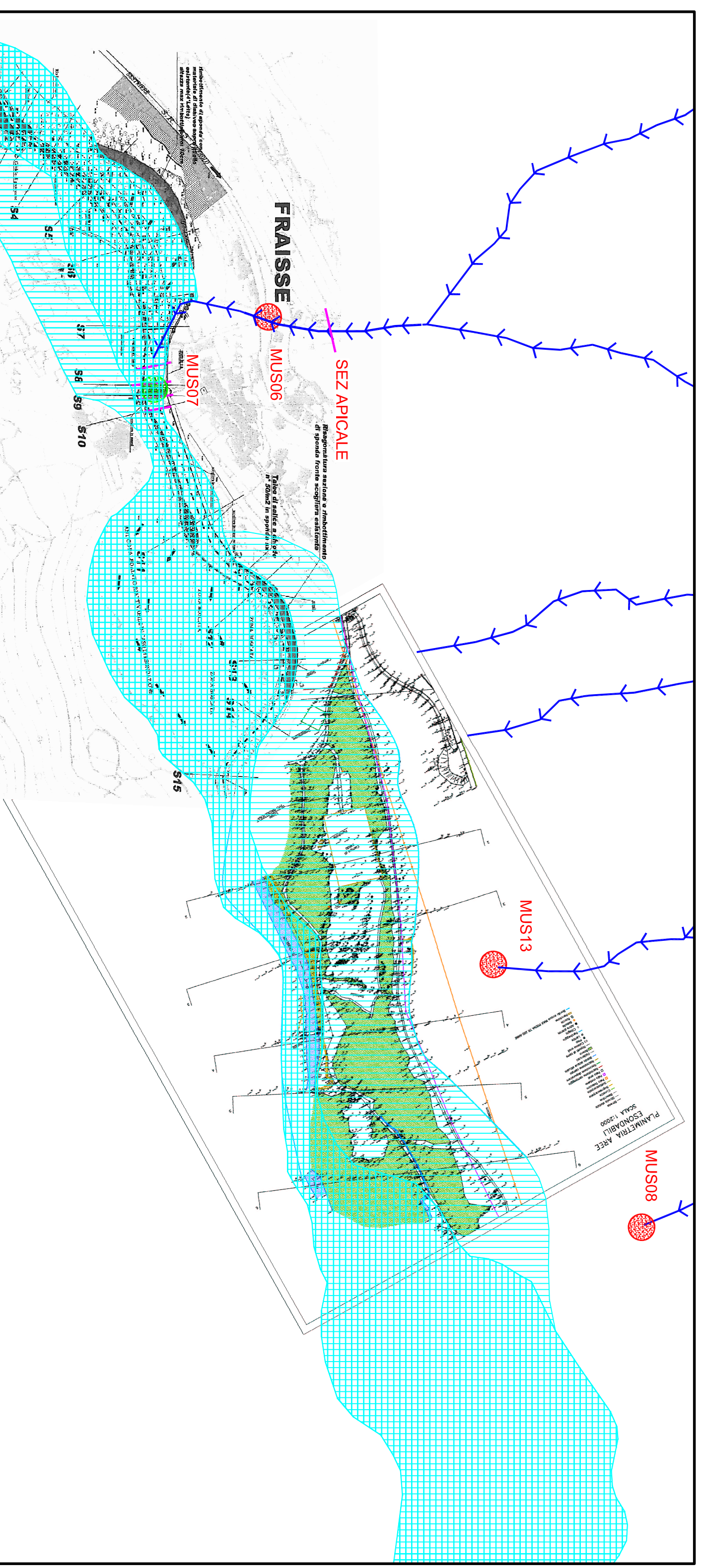
Gli scriventi infine hanno eseguito la verifica delle sezioni di progetto utilizzando le portate del piano di bacino; il franco di sicurezza della sponda sinistra si riduce da 50 cm a circa 20 cm e le velocità medie aumentano da circa 7 m/sec a circa 8 m/sec.

Per questo motivo si ritiene di confermare la potenziale pericolosità per esondabilità dell'area campeggio e di assegnare la pericolosità a tali aree come elevata.

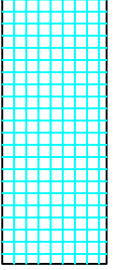
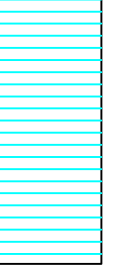
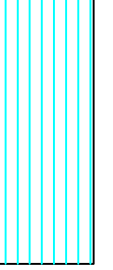
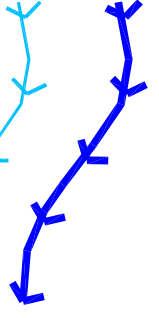


Infine, preso atto dello studio dell'esondabilità dell'area attualmente adibita ad area camper, si ridefinisce l'estensione dell'esondabilità sia in destra che in sinistra e, prendendo atto delle lavorazioni effettuate a monte, si definisce come molto elevata la pericolosità di esondazione fino al ciglio di sponda sinistra, mentre le aree di golena allagabili vengono riclassificate in una classe di pericolosità elevata.

Alla presente relazione si allega una planimetria che sovrappone i dati esistenti, lo studio ed il progetto A.I., lo studio per conto di Agenzia 2006 e la nuova definizione della pericolosità legata ai dissesti connessi con l'attività torrentizia.

8.4 ALLEGATO: SOVRAPPOSIZIONE CARTOGRAFICA PROGETTI E STUDI ESISTENTI



LEGENDA

-  Dissesto areale a pericolosità Molto Elevata (Codice: EeA)
-  Dissesto areale a pericolosità Elevata (Codice: EBA)
-  Dissesto areale a pericolosità Media/Moderata (Codice: EMA)
-  Dissesto lineare a pericolosità molto elevata (Codice: EeL)
-  Dissesto lineare a pericolosità elevata (Codice: EBL)
-  Dissesto lineare a pericolosità media/moderata (Codice: EML)



Nodo idraulico con verifica idraulica positiva
(portata di riferimento T. Rit. 200 anni)



Nodo idraulico non verificato
(portata di riferimento T. Rit. 200 anni)

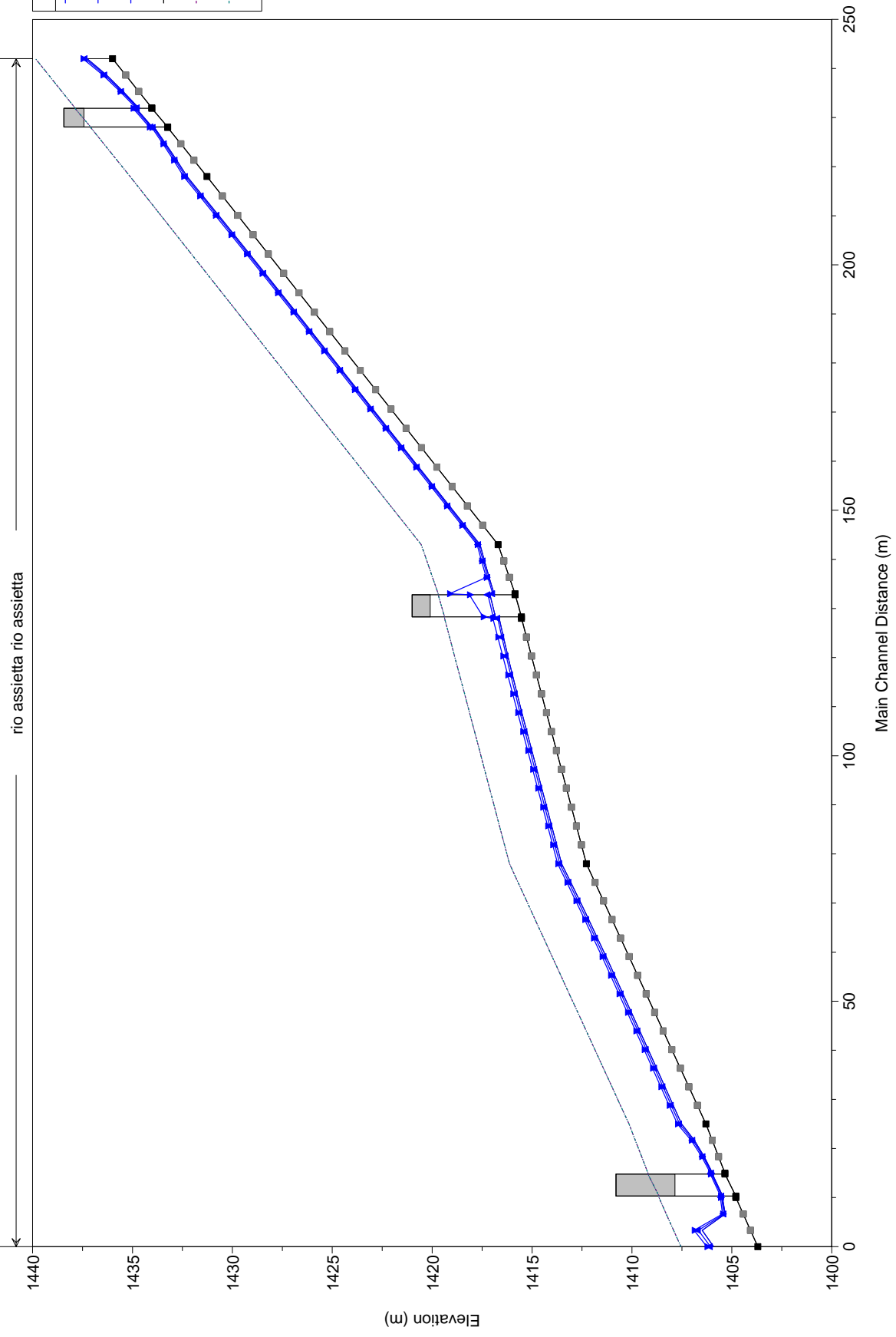
APPENDICE A output tabulati e grafici modello idraulico HEC – RAS

RIO ASSIETTA LOC. POURRIERES

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: rio assietta Reach: rio assietta

Reach	River Sta	Profile	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
rio assietta	160	PF 1	37.00	1436.00	1437.27	1437.78	1438.89	0.060033	5.64	6.57	6.31	1.76
rio assietta	160	PF 2	42.00	1436.00	1437.37	1437.91	1439.11	0.060022	5.85	7.18	6.49	1.77
rio assietta	160	PF 3	48.00	1436.00	1437.48	1438.07	1439.36	0.060040	6.08	7.90	6.69	1.78
rio assietta	150	PF 1	37.00	1434.03	1434.70	1435.38	1437.54	0.186101	7.47	4.95	7.87	3.01
rio assietta	150	PF 2	42.00	1434.03	1434.76	1435.50	1437.79	0.179295	7.72	5.44	7.95	2.98
rio assietta	150	PF 3	48.00	1434.03	1434.83	1435.63	1438.08	0.172086	7.98	6.01	8.04	2.95
rio assietta	145	Bridge										
rio assietta	140	PF 1	37.00	1433.24	1433.90	1434.59	1436.77	0.188023	7.50	4.94	7.86	3.02
rio assietta	140	PF 2	42.00	1433.24	1433.97	1434.71	1437.03	0.182087	7.76	5.41	7.94	3.00
rio assietta	140	PF 3	48.00	1433.24	1434.04	1434.84	1437.32	0.175597	8.03	5.97	8.03	2.97
rio assietta	130	PF 1	37.00	1431.27	1432.27	1433.05	1435.17	0.137957	7.54	4.91	5.82	2.62
rio assietta	130	PF 2	42.00	1431.27	1432.35	1433.19	1435.46	0.136766	7.81	5.37	5.96	2.63
rio assietta	130	PF 3	48.00	1431.27	1432.44	1433.34	1435.79	0.135632	8.11	5.92	6.13	2.63
rio assietta	110	PF 1	37.00	1416.70	1417.60	1418.48	1421.28	0.194229	8.49	4.36	5.64	3.08
rio assietta	110	PF 2	42.00	1416.70	1417.67	1418.62	1421.65	0.194213	8.83	4.76	5.77	3.10
rio assietta	110	PF 3	48.00	1416.70	1417.75	1418.77	1422.06	0.194135	9.19	5.22	5.91	3.12
rio assietta	100	PF 1	37.00	1415.85	1416.90	1417.63	1419.47	0.116080	7.10	5.21	5.91	2.42
rio assietta	100	PF 2	42.00	1415.85	1416.97	1417.77	1419.80	0.119491	7.45	5.63	6.04	2.46
rio assietta	100	PF 3	48.00	1415.85	1419.13	1417.92	1419.36	0.003246	2.09	22.93	9.97	0.44
rio assietta	95	Bridge										
rio assietta	90	PF 1	37.00	1415.53	1416.64	1417.31	1418.88	0.095228	6.63	5.58	6.02	2.20
rio assietta	90	PF 2	42.00	1415.53	1416.72	1417.45	1419.18	0.097923	6.95	6.04	6.16	2.24
rio assietta	90	PF 3	48.00	1415.53	1416.96	1417.60	1418.99	0.066799	6.31	7.60	6.61	1.88
rio assietta	85	PF 1	37.00	1412.28	1413.52	1414.06	1415.25	0.065727	5.82	6.36	6.26	1.84
rio assietta	85	PF 2	42.00	1412.28	1413.62	1414.20	1415.47	0.065601	6.03	6.96	6.43	1.85
rio assietta	85	PF 3	48.00	1412.28	1413.72	1414.35	1415.73	0.065742	6.28	7.65	6.62	1.86
rio assietta	82	PF 1	37.00	1406.30	1407.52	1408.28	1410.08	0.105645	7.09	5.22	5.08	2.23
rio assietta	82	PF 2	42.00	1406.30	1407.62	1408.42	1410.36	0.104907	7.34	5.72	5.21	2.23
rio assietta	82	PF 3	48.00	1406.30	1407.73	1408.60	1410.67	0.104122	7.60	6.31	5.35	2.23
rio assietta	80	PF 1	37.00	1405.35	1405.97	1406.59	1408.49	0.176201	7.04	5.26	8.97	2.93
rio assietta	80	PF 2	42.00	1405.35	1406.02	1406.69	1408.80	0.177509	7.38	5.69	9.04	2.97
rio assietta	80	PF 3	48.00	1405.35	1406.07	1406.81	1409.13	0.177468	7.74	6.20	9.13	3.00
rio assietta	75	Bridge										
rio assietta	70	PF 1	37.00	1404.80	1405.47	1406.04	1407.60	0.134958	6.46	5.73	9.05	2.59
rio assietta	70	PF 2	42.00	1404.80	1405.52	1406.14	1407.88	0.138113	6.81	6.17	9.12	2.64
rio assietta	70	PF 3	48.00	1404.80	1405.58	1406.26	1408.21	0.140794	7.18	6.68	9.21	2.69
rio assietta	60	PF 1	37.00	1403.70	1405.92	1405.92	1406.71	0.020657	3.95	9.36	5.95	1.01
rio assietta	60	PF 2	42.00	1403.70	1406.07	1406.07	1406.92	0.020483	4.07	10.33	6.20	1.01
rio assietta	60	PF 3	48.00	1403.70	1406.25	1406.25	1407.15	0.020244	4.19	11.46	6.48	1.00

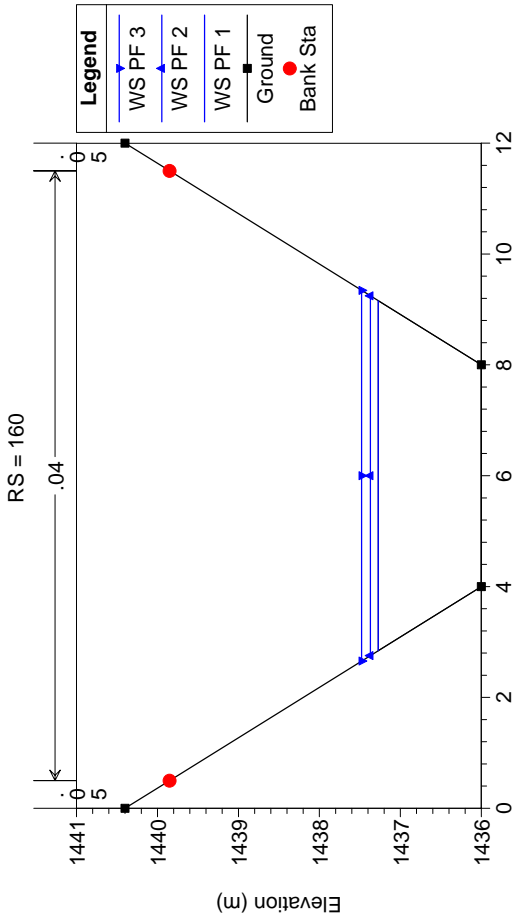
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



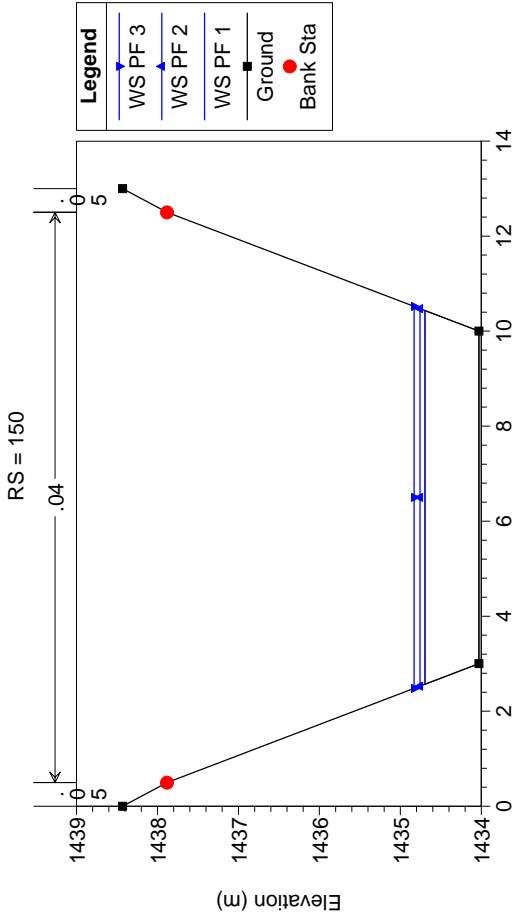
Legend

- WS PF 3
- WS PF 2
- WS PF 1
- Ground
- LOB
- ROB

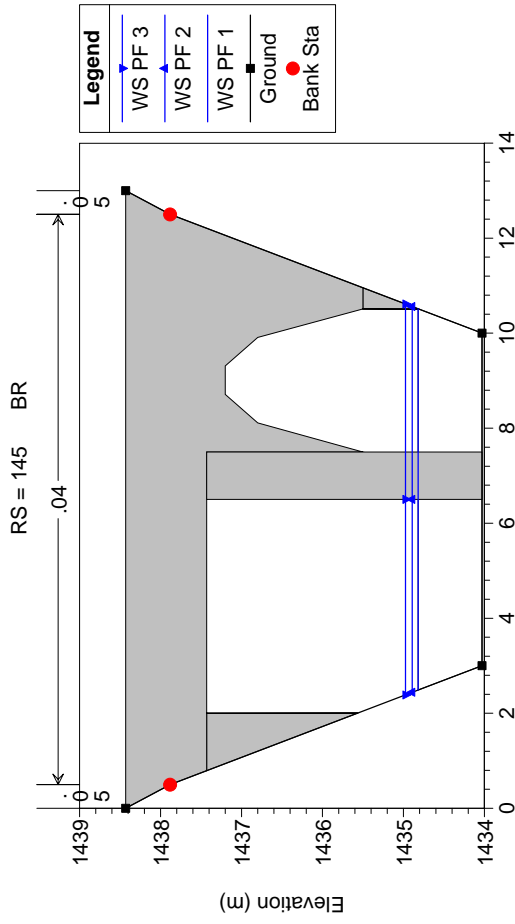
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



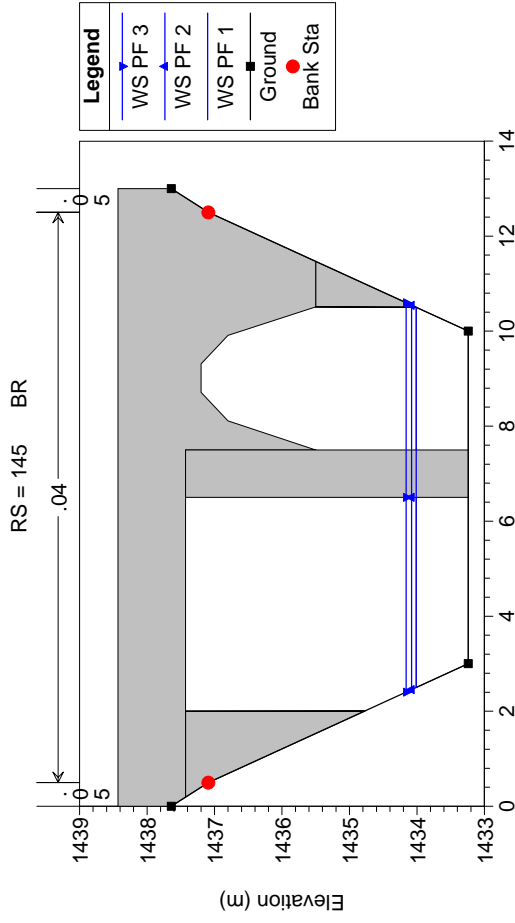
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57

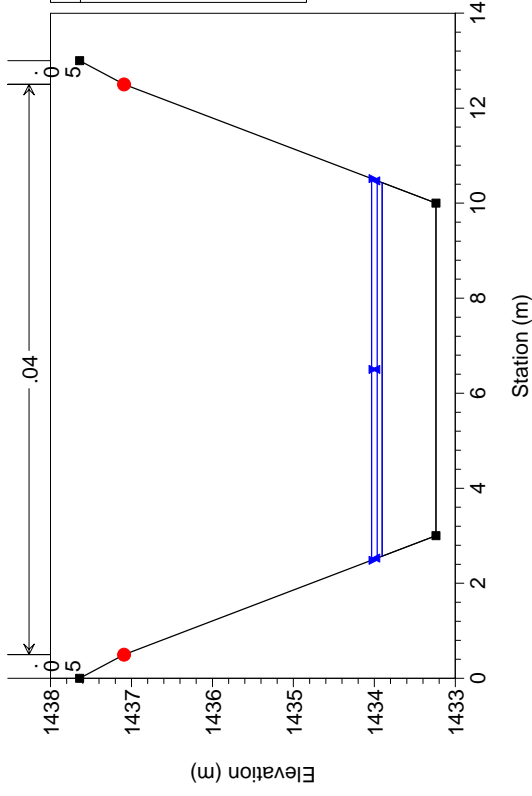


Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



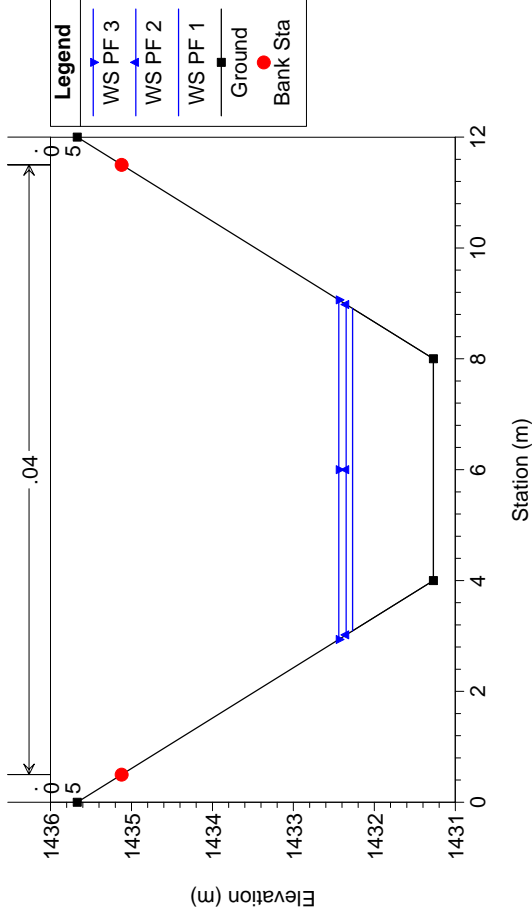
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57

RS = 140



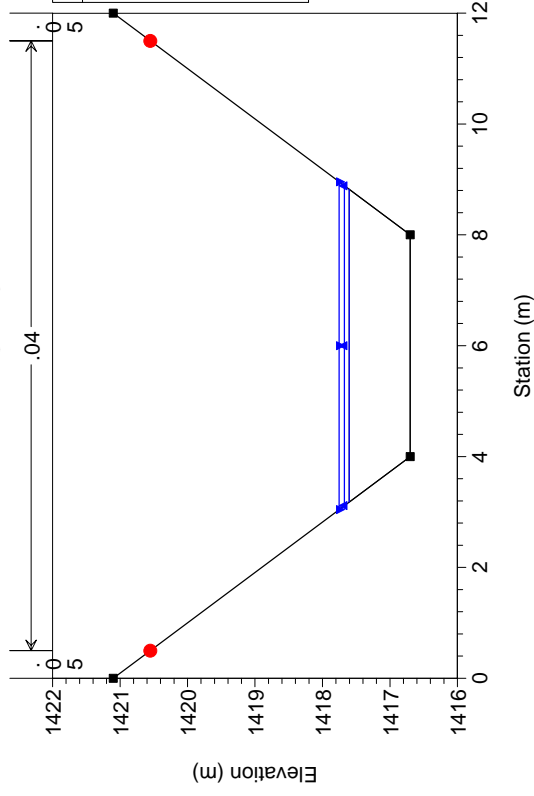
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57

RS = 130



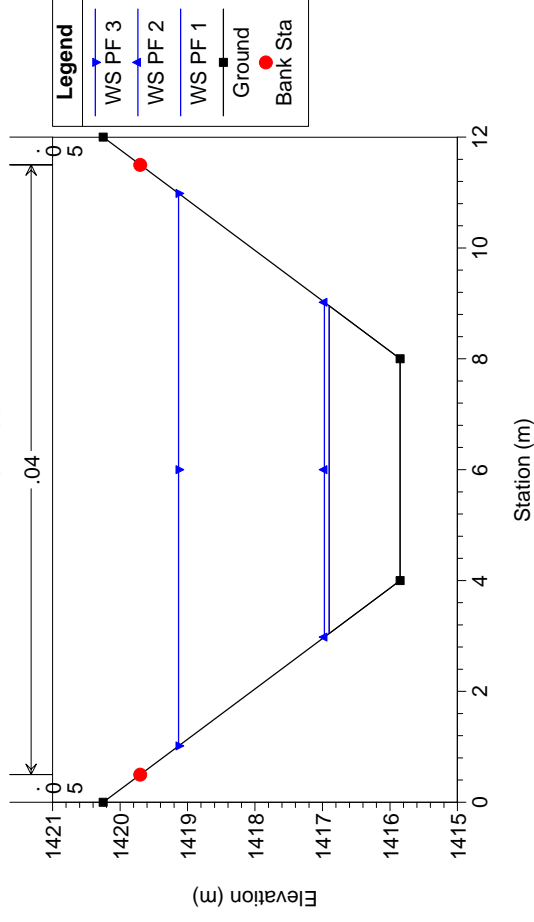
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57

RS = 110

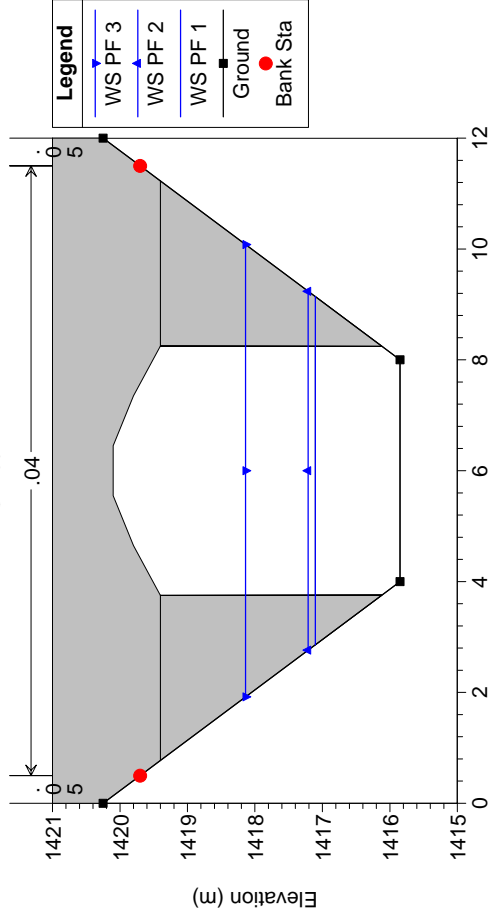


Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57

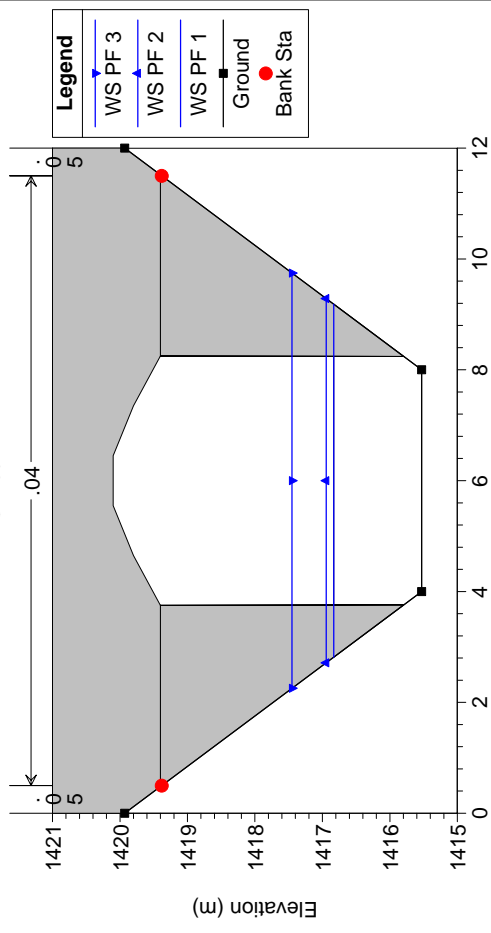
RS = 100



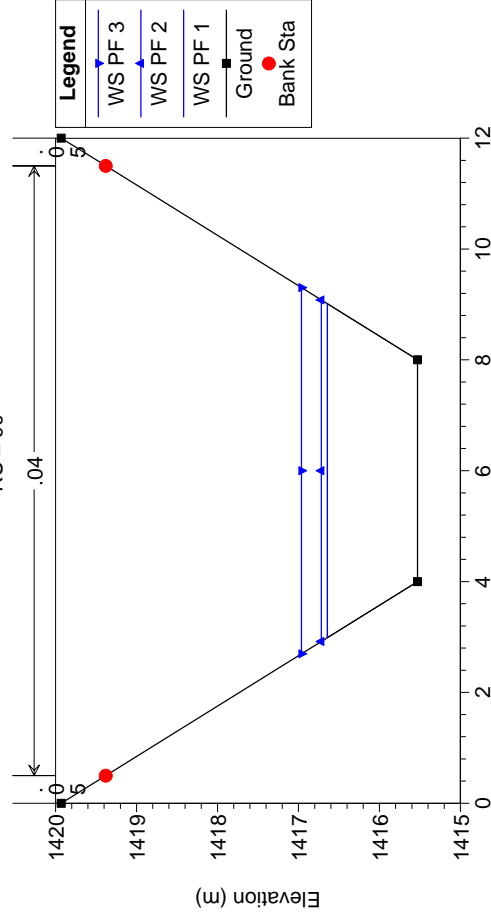
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57
RS = 95 BR



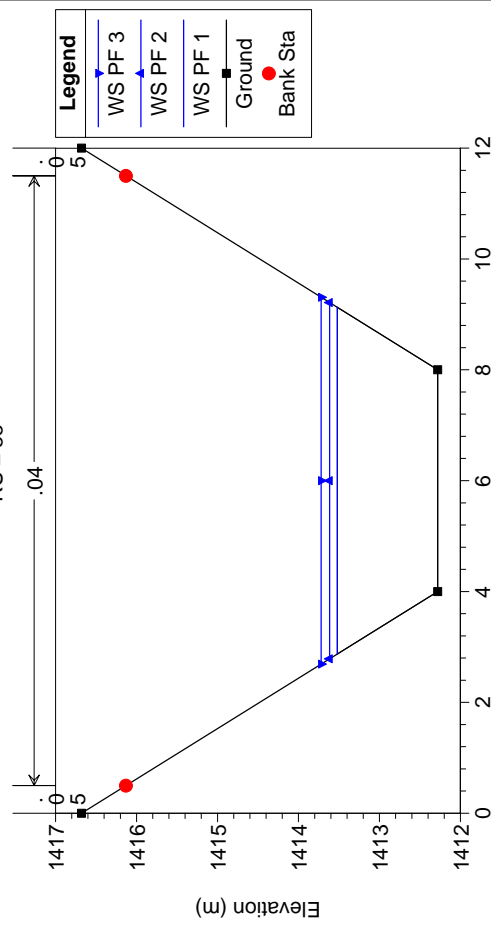
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57
RS = 95 BR



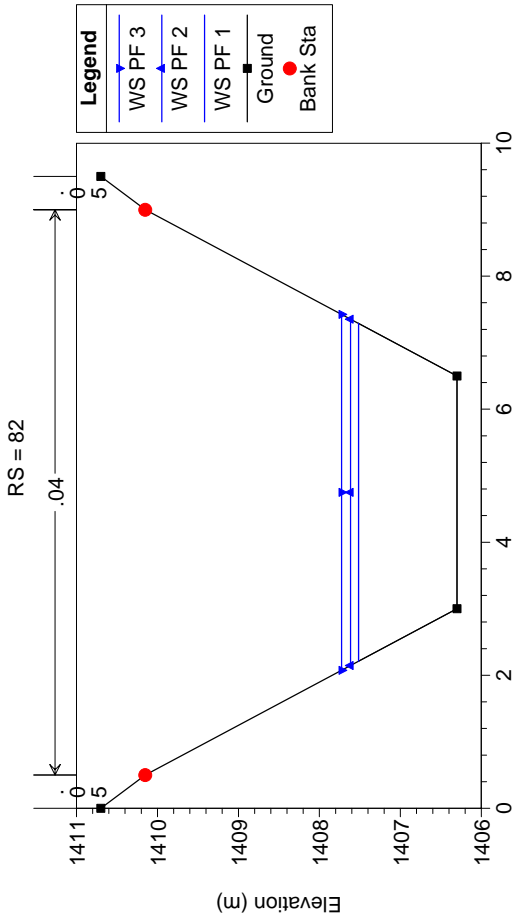
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57
RS = 90



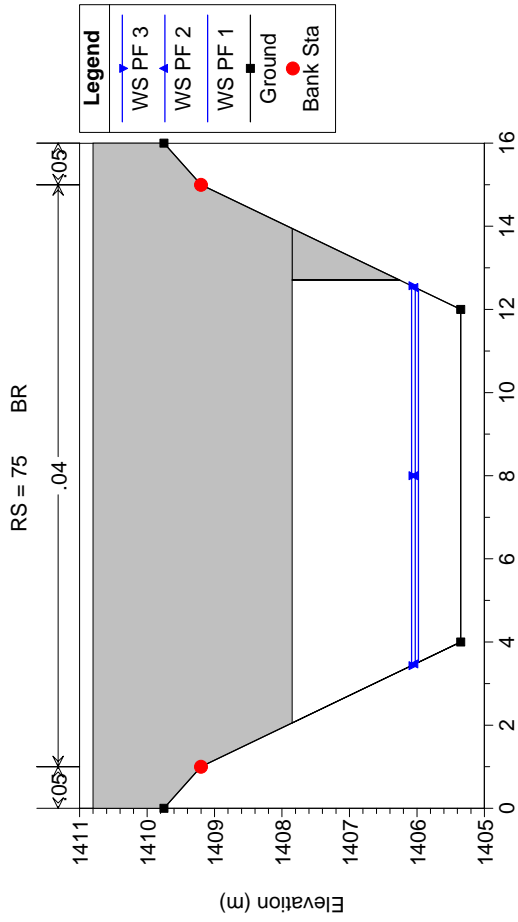
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57
RS = 85



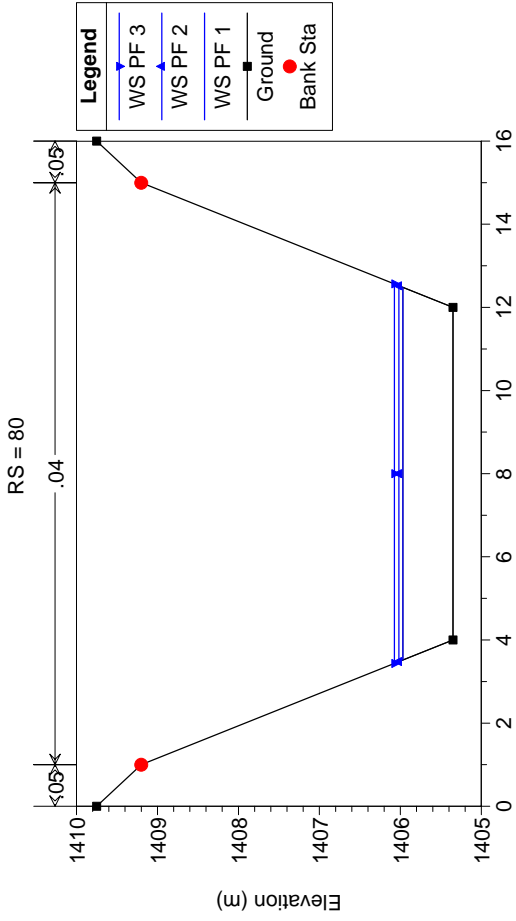
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



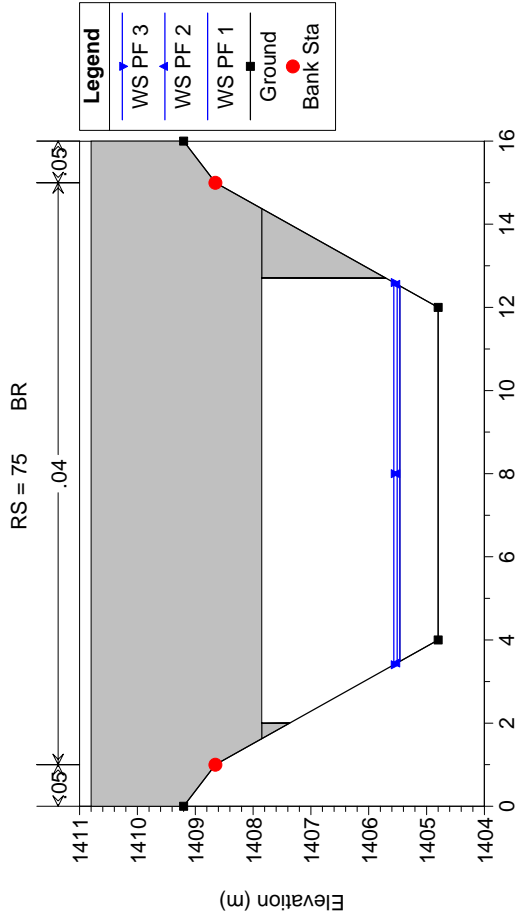
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



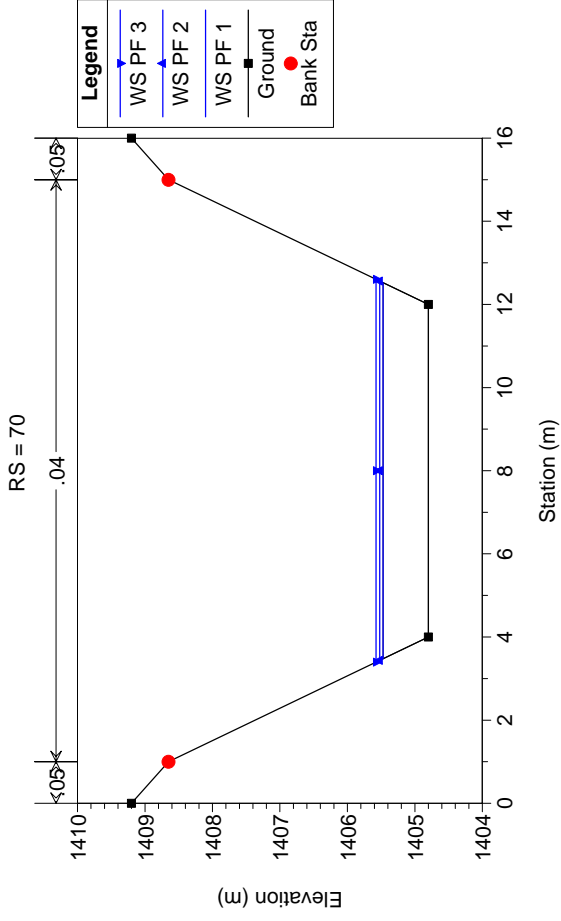
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



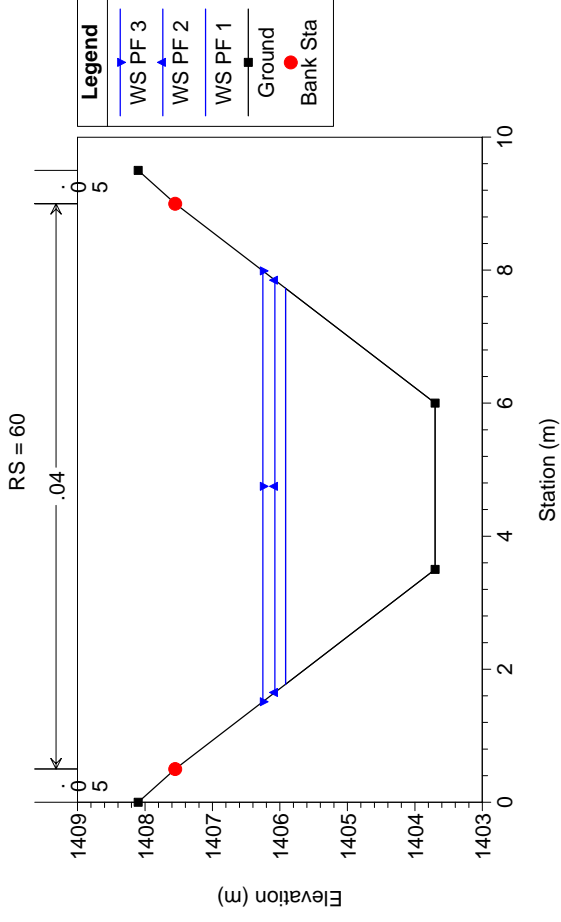
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



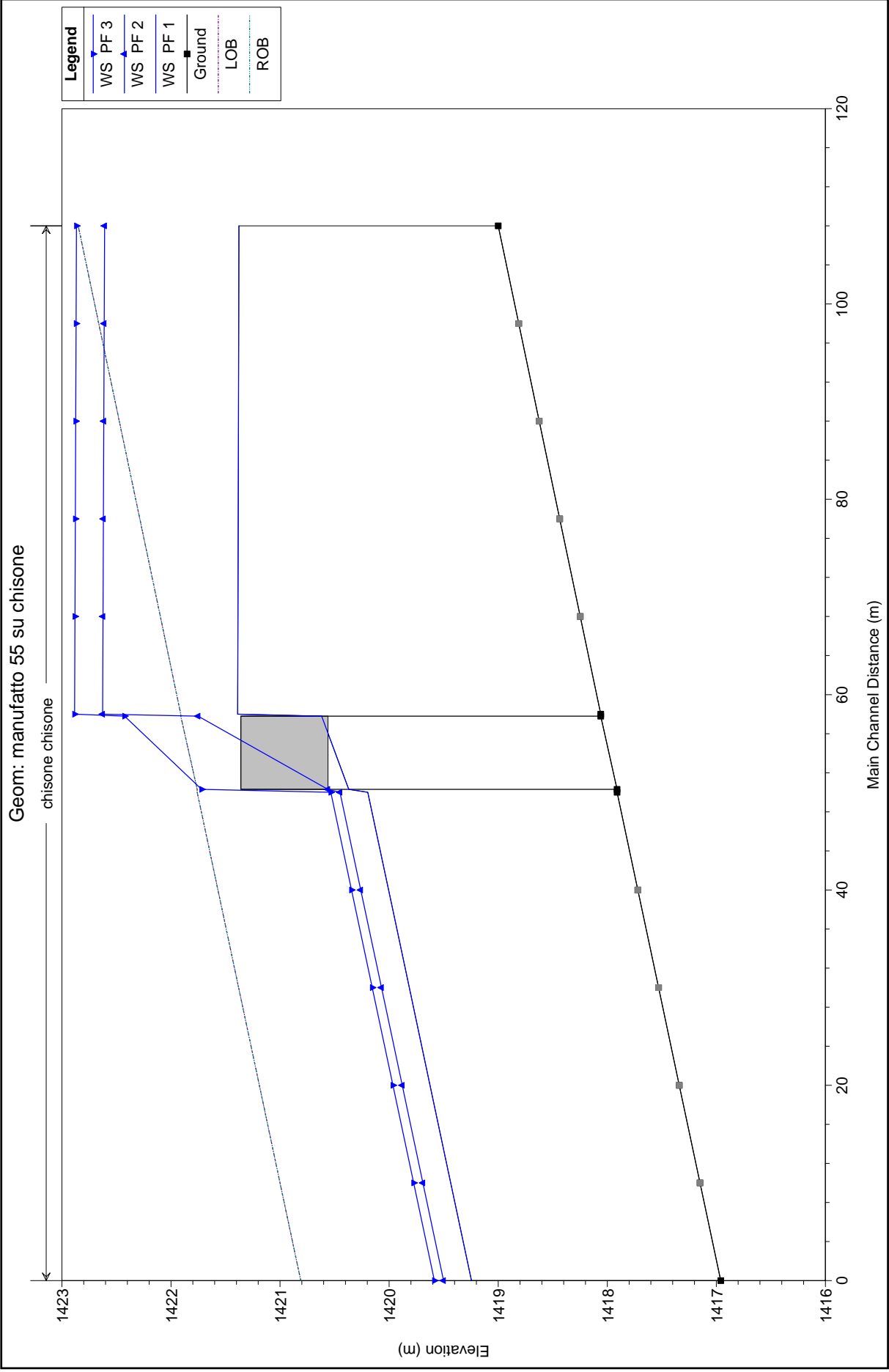
Geom: rio assietta 23-5-2007 man 52 e 57



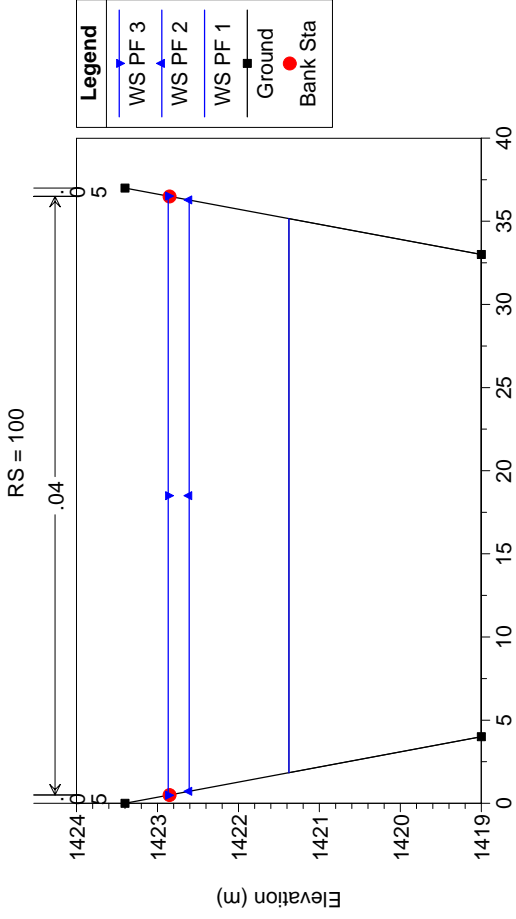
CHISONE LOC. FRAISSE

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: chisone Reach: chisone

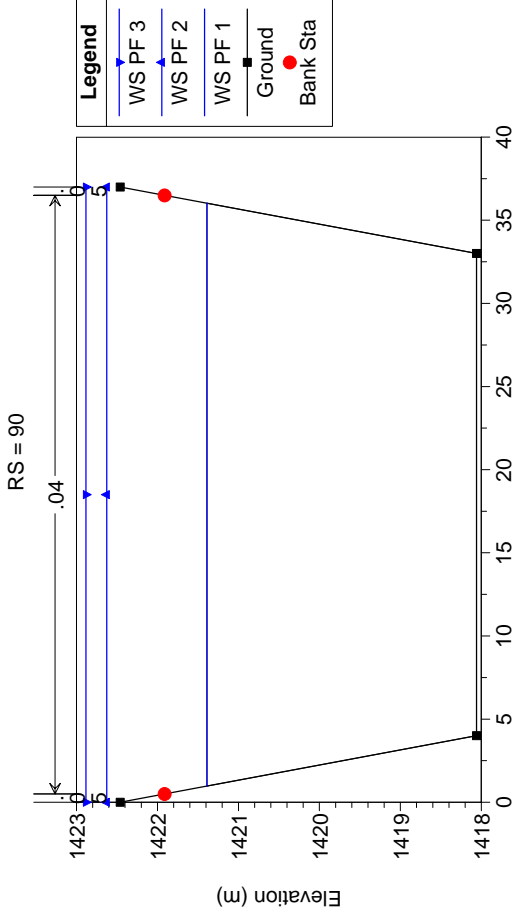
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
chisone	100	PF 1	327.00	1419.00	1421.38	1421.29	1422.37	0.011669	4.42	74.06	33.32	0.95
chisone	100	PF 2	385.00	1419.00	1422.61		1423.17	0.004028	3.30	116.50	35.56	0.58
chisone	100	PF 3	405.00	1419.00	1422.87		1423.40	0.003537	3.22	125.71	36.03	0.55
chisone	90	PF 1	327.00	1418.06	1421.39	1420.34	1421.87	0.003805	3.07	106.60	35.05	0.56
chisone	90	PF 2	385.00	1418.06	1422.63	1420.60	1422.96	0.001736	2.55	151.37	37.00	0.40
chisone	90	PF 3	405.00	1418.06	1422.88	1420.69	1423.21	0.001574	2.53	160.89	37.00	0.38
chisone	85		Bridge									
chisone	80	PF 1	327.00	1417.91	1420.20	1420.20	1421.28	0.013275	4.60	71.05	33.16	1.00
chisone	80	PF 2	385.00	1417.91	1420.45	1420.45	1421.64	0.012966	4.84	79.53	33.62	1.00
chisone	80	PF 3	405.00	1417.91	1420.54	1420.54	1421.77	0.012864	4.92	82.39	33.77	1.00
chisone	70	PF 1	327.00	1416.96	1419.25	1419.25	1420.33	0.013290	4.60	71.03	33.16	1.00
chisone	70	PF 2	385.00	1416.96	1419.50	1419.50	1420.69	0.012948	4.84	79.57	33.62	1.00
chisone	70	PF 3	405.00	1416.96	1419.59	1419.59	1420.82	0.012864	4.92	82.39	33.77	1.00



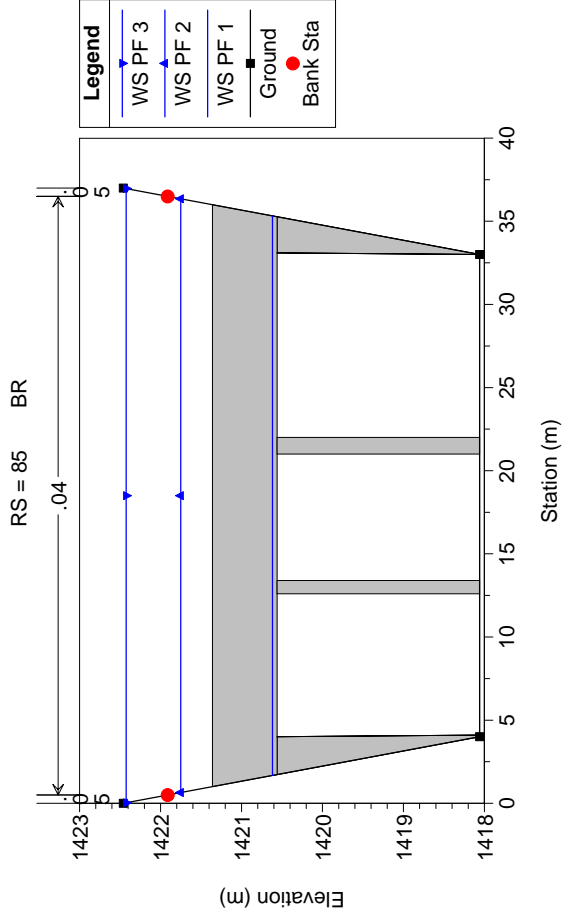
Geom: manufatto 55 su chisone



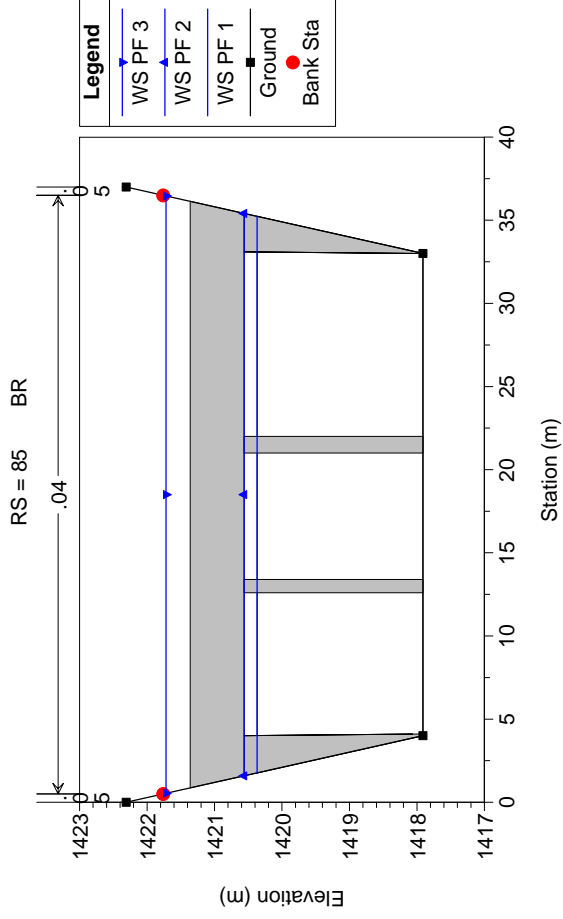
Geom: manufatto 55 su chisone



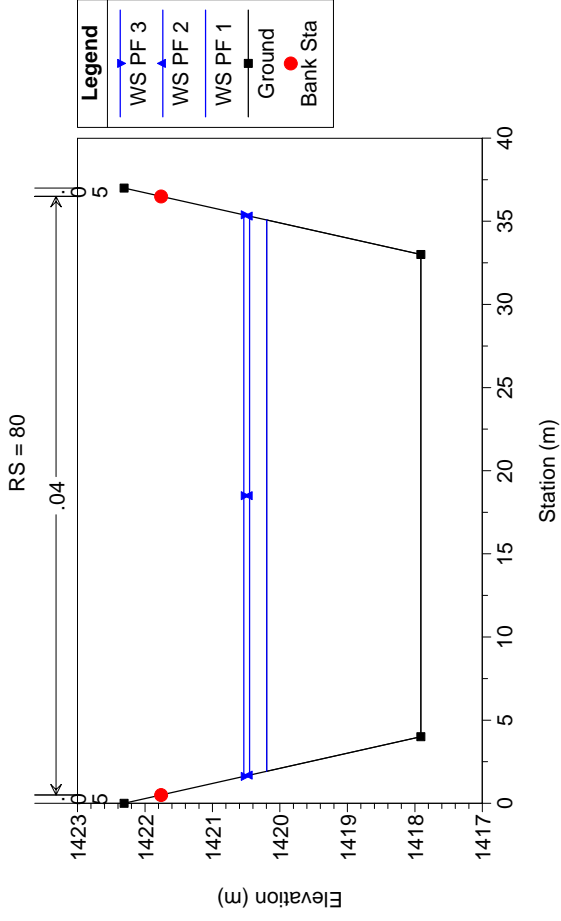
Geom: manufatto 55 su chisone



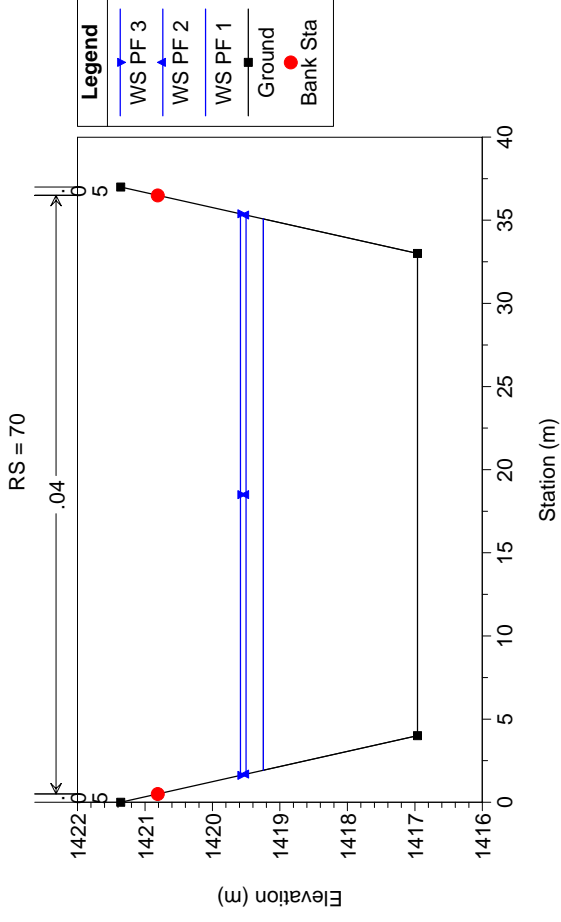
Geom: manufatto 55 su chisone



Geom: manufatto 55 su chisone



Geom: manufatto 55 su chisone

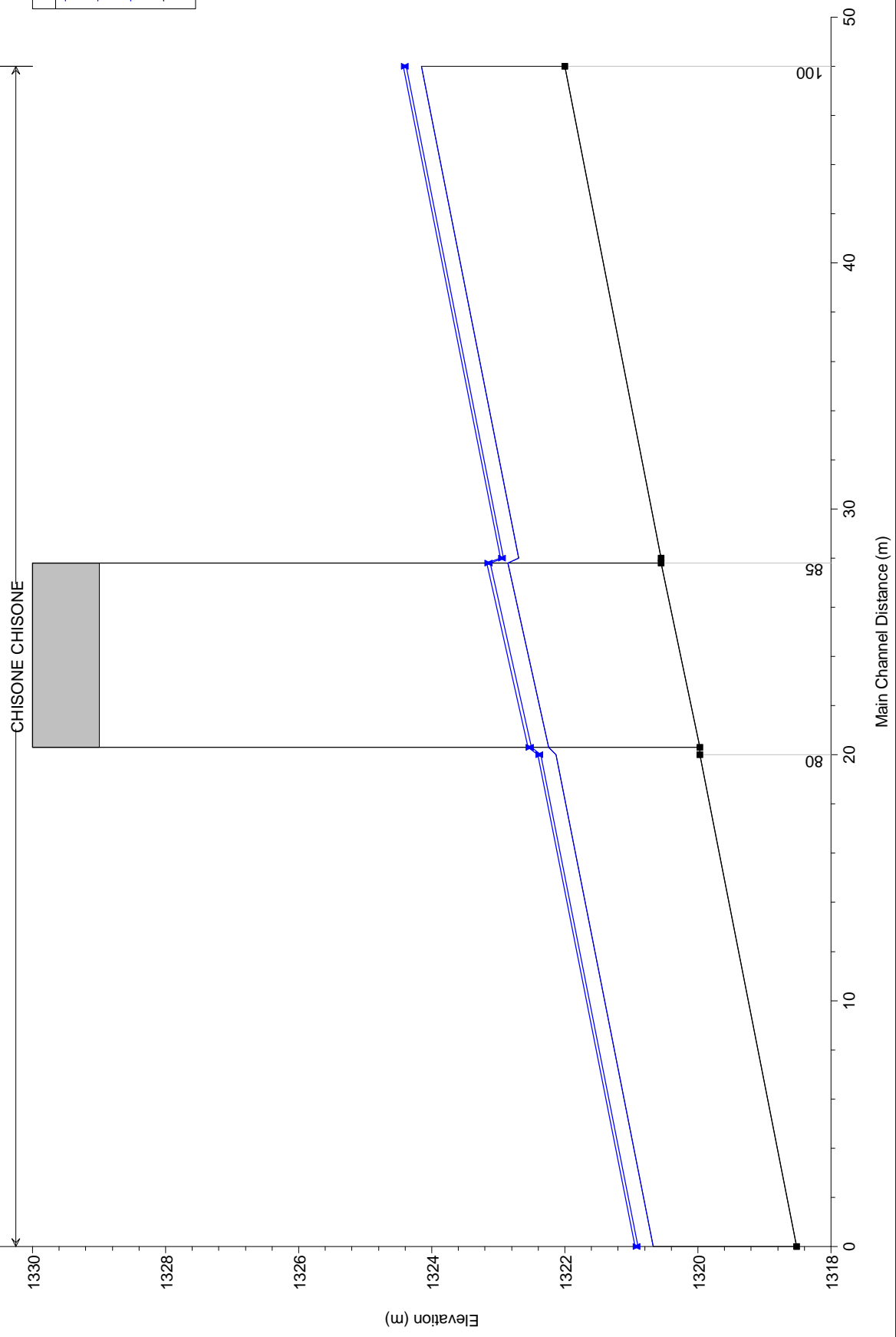


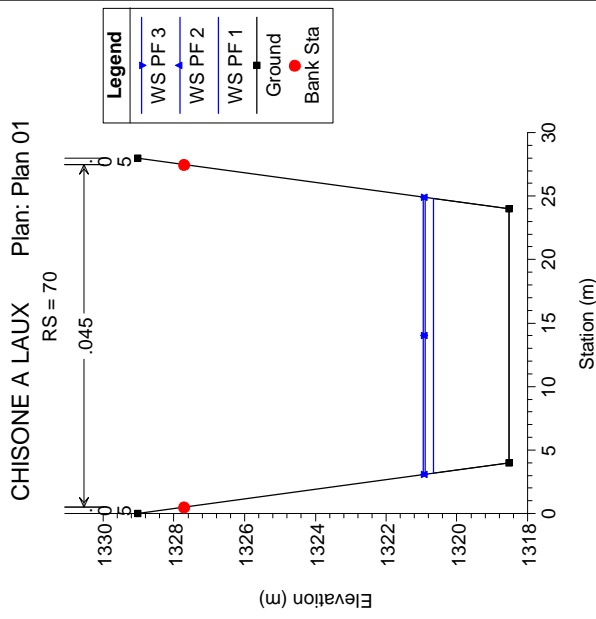
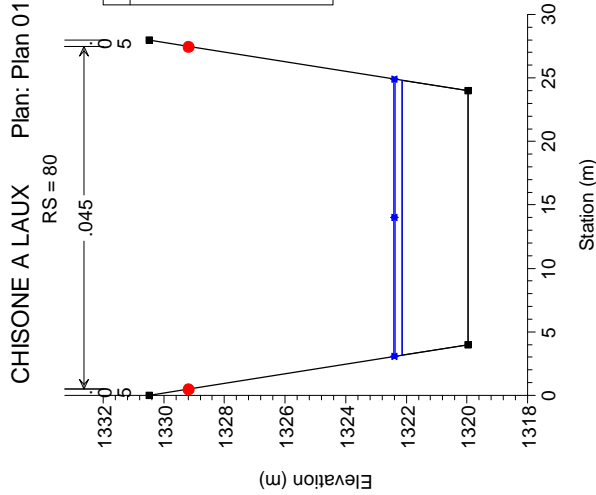
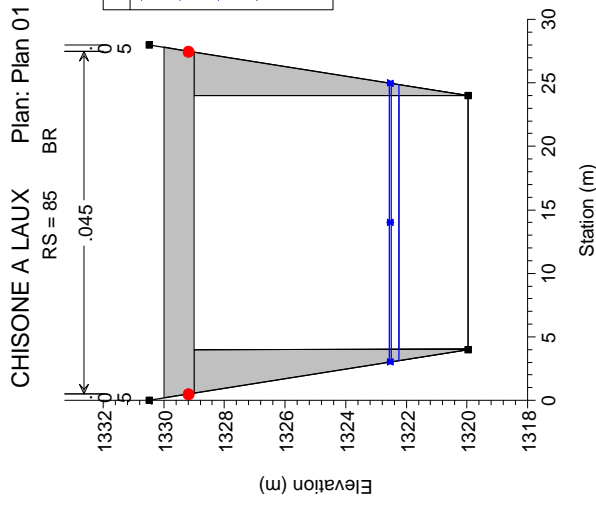
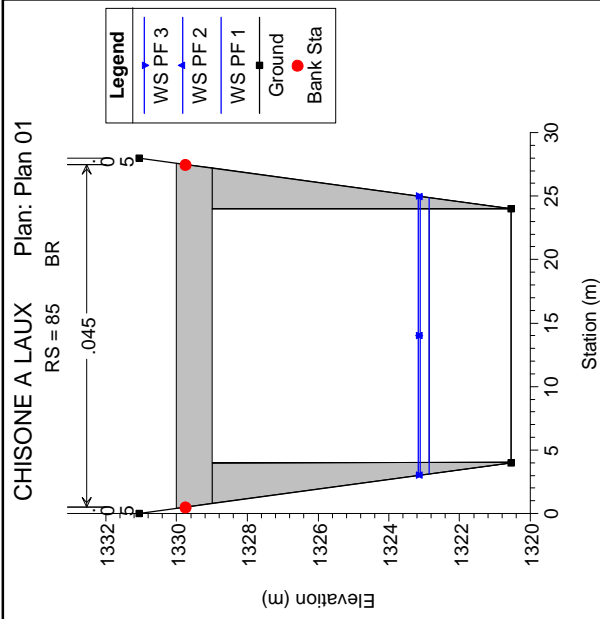
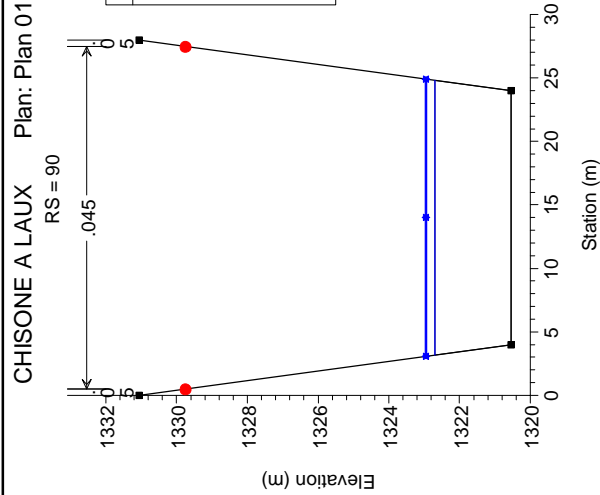
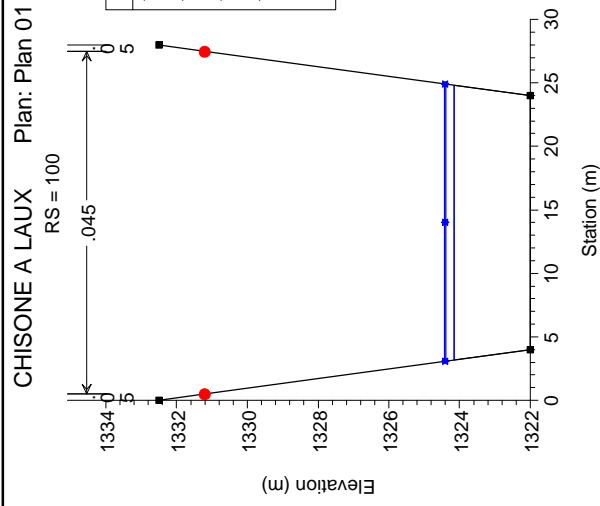
CHISONE LOC. LAUX

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: CHISONE Reach: CHISONE

Reach	River Sta	Profile	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
CHISONE	100	PF 1	395.00	1322.00	1324.16	1325.33	1328.09	0.070123	8.79	44.94	21.64	1.95
CHISONE	100	PF 2	464.00	1322.00	1324.39	1325.70	1328.79	0.070119	9.30	49.89	21.82	1.96
CHISONE	100	PF 3	478.00	1322.00	1324.43	1325.77	1328.93	0.070120	9.40	50.86	21.85	1.97
CHISONE	90	PF 1	395.00	1320.55	1322.70	1323.88	1326.68	0.071302	8.84	44.70	21.64	1.96
CHISONE	90	PF 2	464.00	1320.55	1322.93	1324.25	1327.38	0.071196	9.35	49.64	21.81	1.98
CHISONE	90	PF 3	478.00	1320.55	1322.97	1324.32	1327.51	0.071176	9.44	50.62	21.84	1.98
CHISONE	85		Bridge									
CHISONE	80	PF 1	395.00	1319.97	1322.13	1323.30	1326.06	0.069798	8.78	45.01	21.65	1.94
CHISONE	80	PF 2	464.00	1319.97	1322.36	1323.67	1326.74	0.069436	9.27	50.05	21.82	1.95
CHISONE	80	PF 3	478.00	1319.97	1322.41	1323.74	1326.88	0.069368	9.36	51.04	21.86	1.96
CHISONE	70	PF 1	395.00	1318.52	1320.67	1321.85	1324.64	0.071127	8.83	44.73	21.64	1.96
CHISONE	70	PF 2	464.00	1318.52	1320.90	1322.22	1325.33	0.070811	9.33	49.73	21.81	1.97
CHISONE	70	PF 3	478.00	1318.52	1320.94	1322.29	1325.47	0.070743	9.42	50.72	21.85	1.97

CHISONNE A LAUX Plan: Plan 01



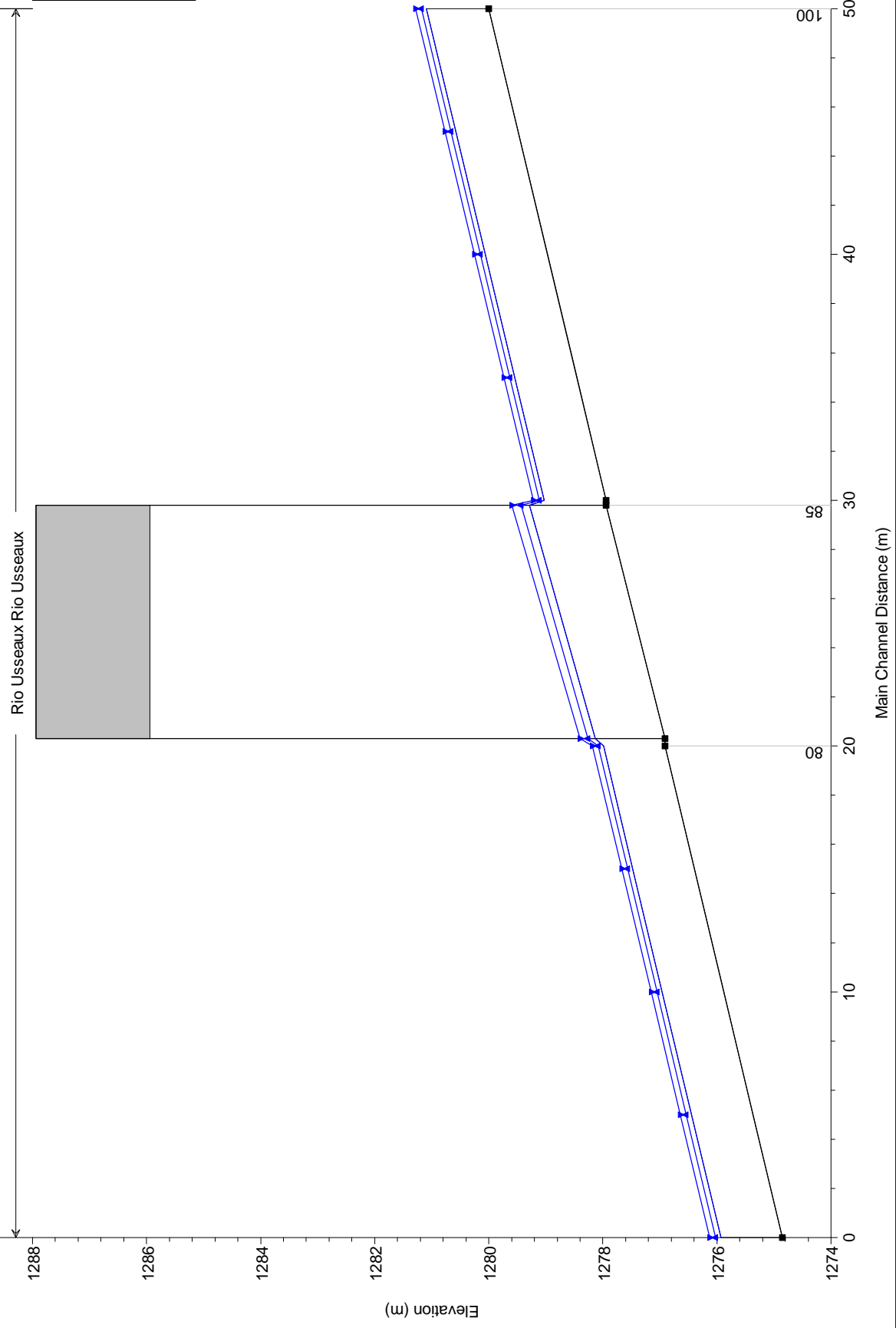


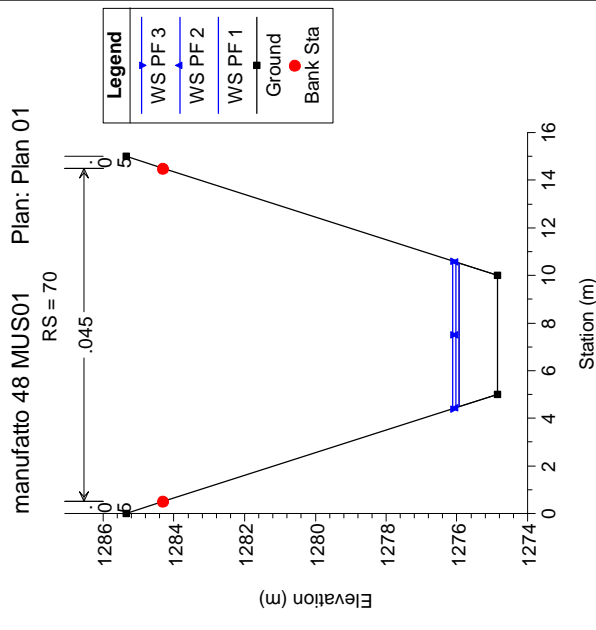
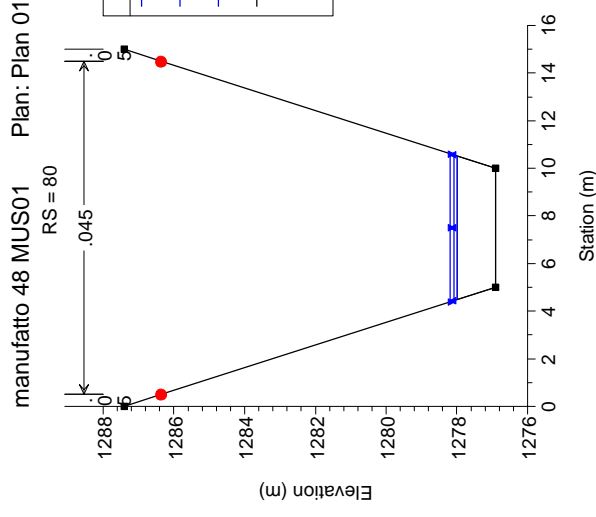
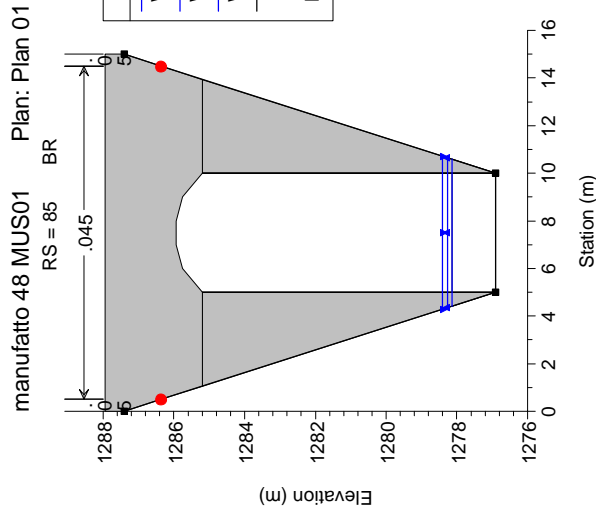
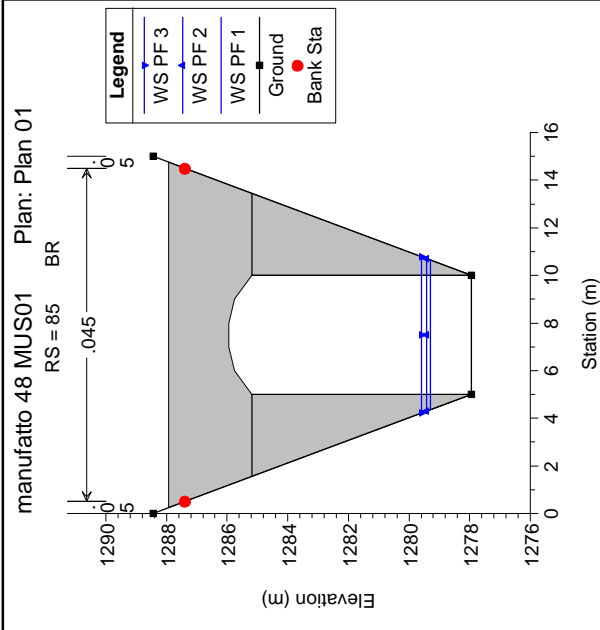
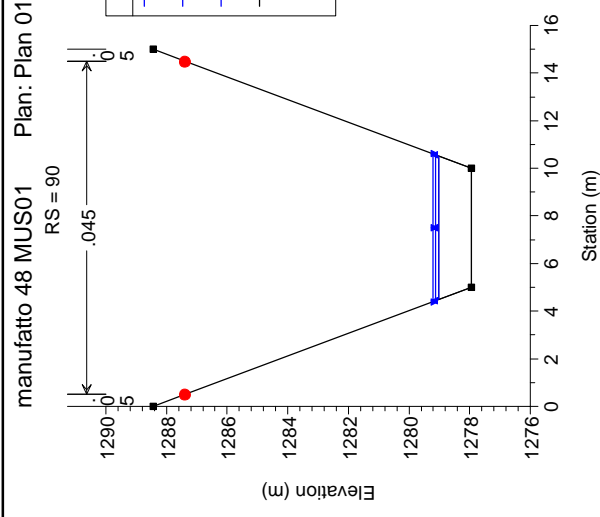
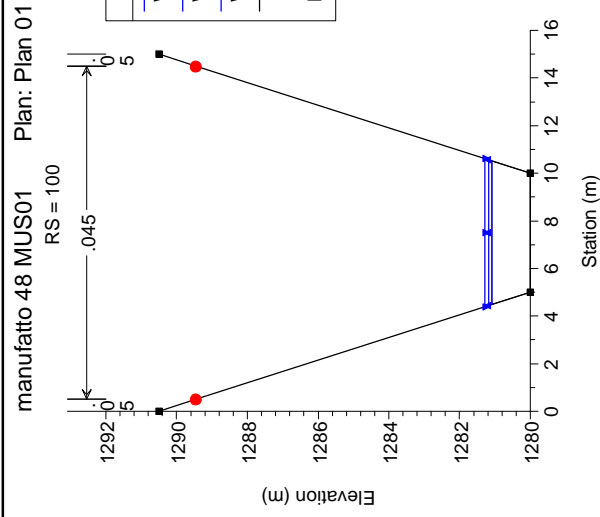
RIO USSEAUX SU SS23

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio Usseaux Reach: Rio Usseaux

Reach	River Sta	Profile	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
Rio Usseaux	100	PF 1	37.00	1280.00	1281.09	1281.67	1283.01	0.100168	6.13	6.04	6.04	1.96
Rio Usseaux	100	PF 2	42.00	1280.00	1281.18	1281.81	1283.26	0.100182	6.38	6.58	6.13	1.96
Rio Usseaux	100	PF 3	48.00	1280.00	1281.29	1281.97	1283.54	0.100190	6.65	7.22	6.22	1.97
Rio Usseaux	90	PF 1	37.00	1277.94	1279.03	1279.61	1280.97	0.102301	6.17	5.99	6.03	1.98
Rio Usseaux	90	PF 2	42.00	1277.94	1279.12	1279.75	1281.22	0.102193	6.42	6.54	6.12	1.98
Rio Usseaux	90	PF 3	48.00	1277.94	1279.22	1279.91	1281.50	0.102115	6.70	7.17	6.22	1.99
Rio Usseaux	85		Bridge									
Rio Usseaux	80	PF 1	37.00	1276.91	1277.99	1278.58	1279.96	0.104955	6.23	5.94	6.03	2.00
Rio Usseaux	80	PF 2	42.00	1276.91	1278.08	1278.73	1280.20	0.103744	6.46	6.51	6.11	2.00
Rio Usseaux	80	PF 3	48.00	1276.91	1278.19	1278.88	1280.48	0.102689	6.71	7.16	6.22	2.00
Rio Usseaux	70	PF 1	37.00	1274.85	1275.93	1276.52	1277.89	0.103479	6.20	5.97	6.03	1.99
Rio Usseaux	70	PF 2	42.00	1274.85	1276.02	1276.66	1278.14	0.103279	6.45	6.52	6.12	1.99
Rio Usseaux	70	PF 3	48.00	1274.85	1276.13	1276.82	1278.42	0.102882	6.71	7.15	6.21	2.00

manufatto 48 MUS01 Plan: Plan 01





RIO DELLA ROSSA

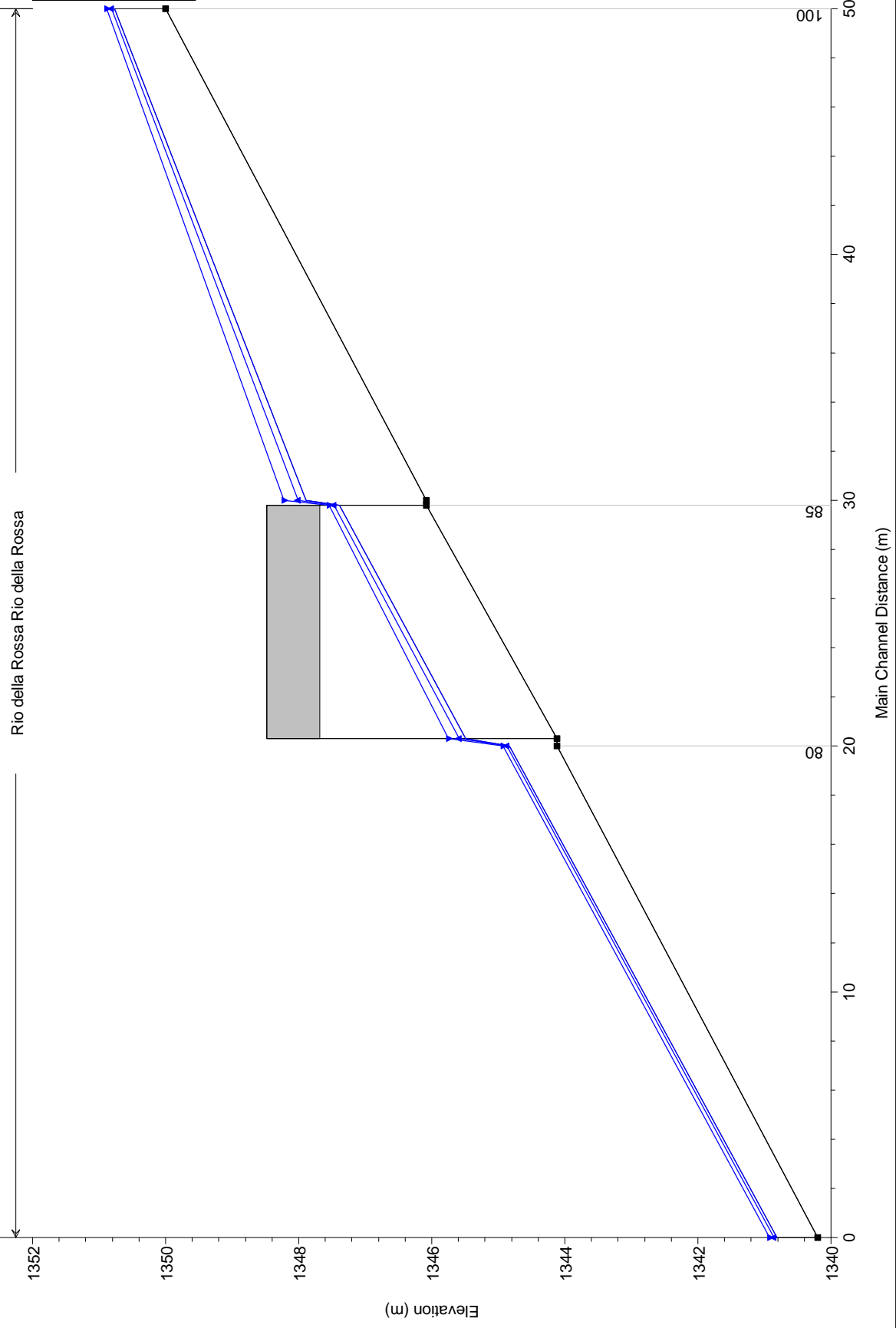
HEC-RAS Plan: Plan 01 River: Rio della Rossa Reach: Rio della Rossa

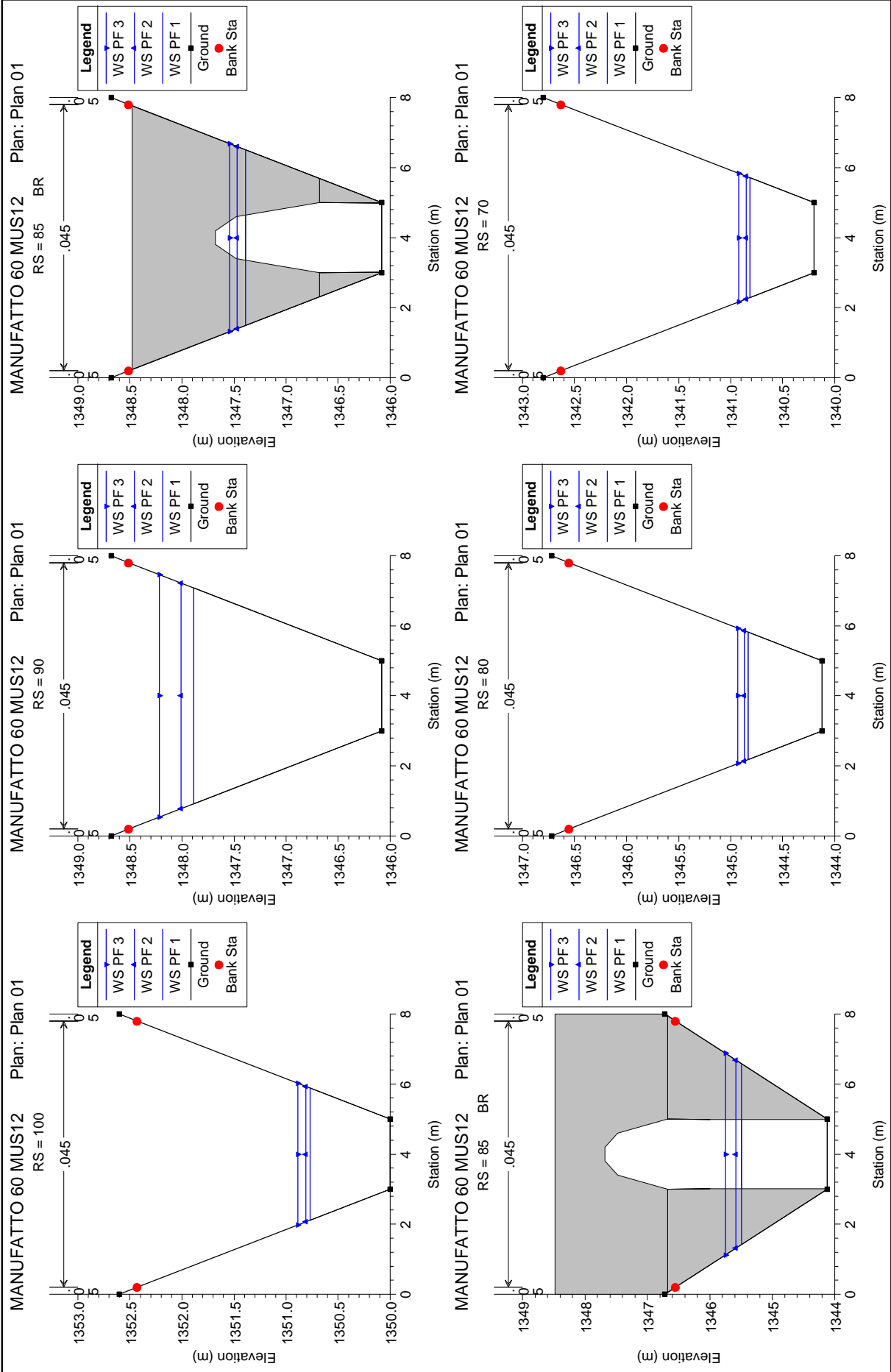
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Rio della Rossa	100	PF 1	10.00	1350.00	1350.77	1351.10	1351.80	0.100108	4.50	2.22	3.78	1.87
Rio della Rossa	100	PF 2	11.00	1350.00	1350.81	1351.16	1351.90	0.100086	4.62	2.38	3.87	1.88
Rio della Rossa	100	PF 3	13.00	1350.00	1350.89	1351.26	1352.08	0.100080	4.84	2.69	4.05	1.89
Rio della Rossa	90	PF 1	10.00	1346.08	1347.89	1347.18	1347.98	0.003826	1.36	7.37	6.16	0.40
Rio della Rossa	90	PF 2	11.00	1346.08	1348.01	1347.23	1348.10	0.003547	1.35	8.14	6.44	0.38
Rio della Rossa	90	PF 3	13.00	1346.08	1348.22	1347.34	1348.31	0.003232	1.36	9.54	6.93	0.37
Rio della Rossa	85		Bridge									
Rio della Rossa	80	PF 1	10.00	1344.12	1344.83	1345.22	1346.09	0.131480	4.96	2.02	3.65	2.13
Rio della Rossa	80	PF 2	11.00	1344.12	1344.87	1345.28	1346.21	0.134697	5.14	2.14	3.72	2.16
Rio della Rossa	80	PF 3	13.00	1344.12	1344.93	1345.39	1346.45	0.140553	5.47	2.38	3.87	2.23
Rio della Rossa	70	PF 1	10.00	1340.20	1340.82	1341.29	1342.65	0.224950	6.00	1.67	3.42	2.74
Rio della Rossa	70	PF 2	11.00	1340.20	1340.85	1341.36	1342.76	0.220174	6.12	1.80	3.50	2.73
Rio della Rossa	70	PF 3	13.00	1340.20	1340.92	1341.47	1342.98	0.213085	6.35	2.05	3.67	2.71

MANUFATTO 60 MUS12 Plan: Plan 01

Rio della Rossa Rio della Rossa

Legend	
WS PF 3	Blue line with arrowhead
WS PF 2	Blue line with arrowhead
WS PF 1	Blue line with arrowhead
Ground	Black line with square marker



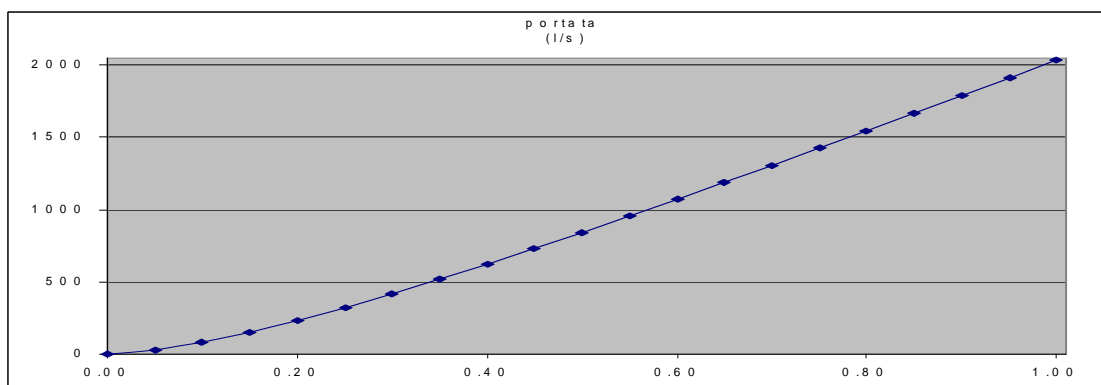


APPENDICE B Scale di deflusso in moto uniforme

**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare MUS02**

Larghezza del fondo (m)	1.00
Pendenza (m/m)	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	30
Altezza massima dal fondo	1.00

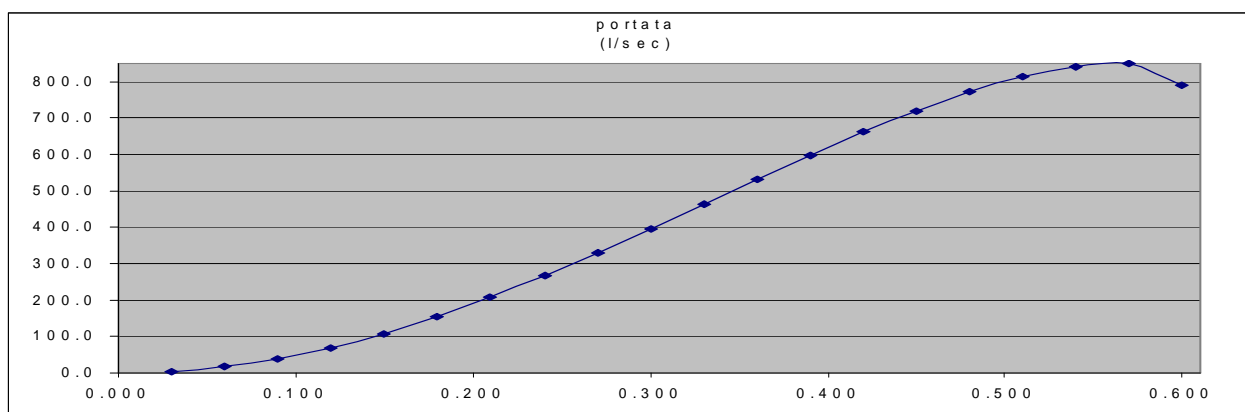
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.05	0.05	0.05	0.54	27
0.10	0.10	0.08	0.81	81
0.15	0.15	0.12	1.01	151
0.20	0.20	0.14	1.16	232
0.25	0.25	0.17	1.28	321
0.30	0.30	0.19	1.39	417
0.35	0.35	0.21	1.48	518
0.40	0.40	0.22	1.56	623
0.45	0.45	0.24	1.62	731
0.50	0.50	0.25	1.68	842
0.55	0.55	0.26	1.74	955
0.60	0.60	0.27	1.78	1071
0.65	0.65	0.28	1.83	1188
0.70	0.70	0.29	1.87	1306
0.75	0.75	0.30	1.90	1426
0.80	0.80	0.31	1.93	1547
0.85	0.85	0.31	1.96	1669
0.90	0.90	0.32	1.99	1792
0.95	0.95	0.33	2.02	1915
1.00	1.00	0.33	2.04	2040



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione circolare MUS03**

diametro interno (m)	=	0.6
pendenza (m/m)	=	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	70

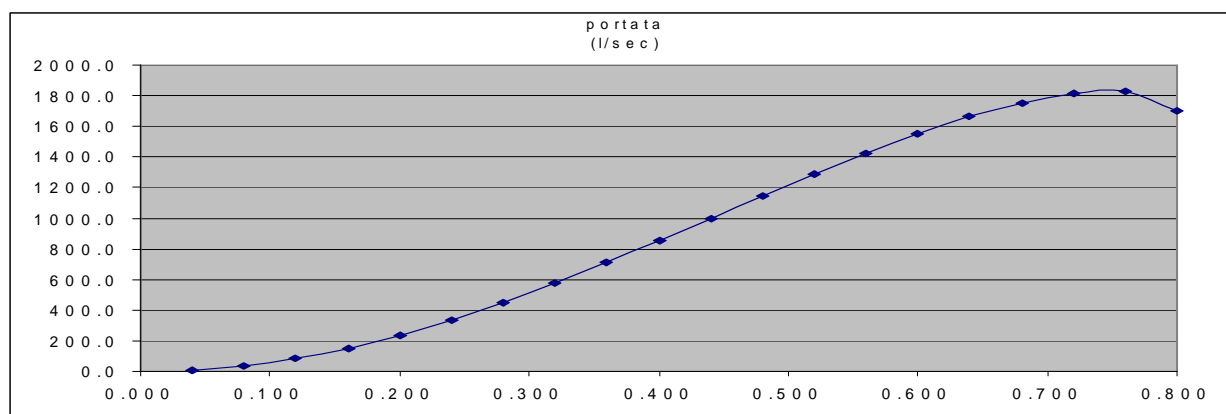
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.030	0.05	0.01	0.27	0.02	0.72	3.8
0.060	0.1	0.01	0.39	0.04	1.12	16.5
0.090	0.15	0.03	0.48	0.06	1.44	38.4
0.120	0.2	0.04	0.56	0.07	1.72	69.2
0.150	0.25	0.06	0.63	0.09	1.96	108.2
0.180	0.3	0.07	0.70	0.10	2.17	154.7
0.210	0.35	0.09	0.76	0.12	2.36	207.8
0.240	0.4	0.11	0.82	0.13	2.52	266.3
0.270	0.45	0.12	0.88	0.14	2.67	329.1
0.300	0.5	0.14	0.94	0.15	2.79	395.1
0.330	0.55	0.16	1.00	0.16	2.90	462.8
0.360	0.6	0.18	1.06	0.17	3.00	530.9
0.390	0.65	0.19	1.13	0.17	3.07	597.7
0.420	0.700	0.211	1.189	0.178	3.129	661.6
0.450	0.75	0.23	1.26	0.18	3.17	720.6
0.480	0.8	0.24	1.33	0.18	3.19	772.4
0.510	0.85	0.26	1.41	0.18	3.18	814.2
0.540	0.9	0.27	1.50	0.18	3.14	842.2
0.570	0.95	0.28	1.61	0.17	3.06	849.1
0.600	1	0.28	1.88	0.15	2.80	790.5



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione circolare MUS04**

diametro interno (m)	=	0.8
pendenza (m/m)	=	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	70

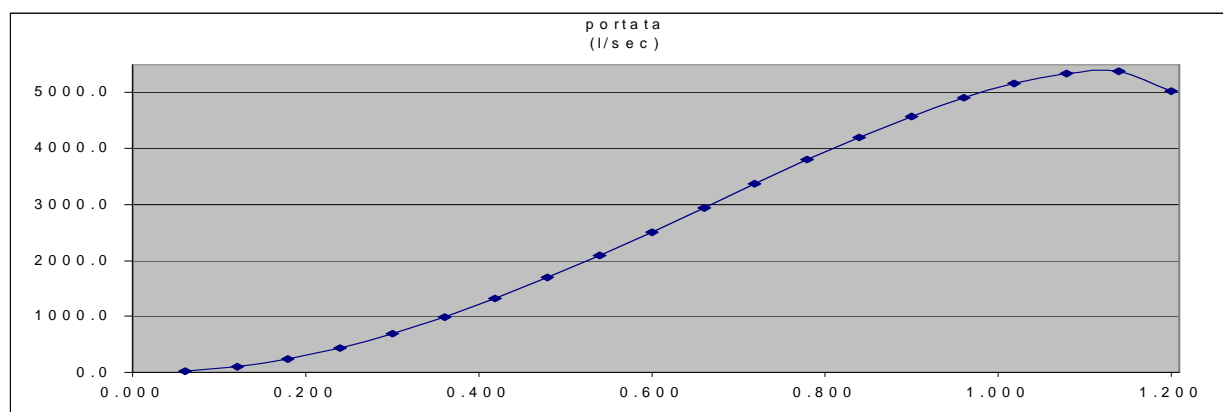
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.040	0.05	0.01	0.36	0.03	0.87	8.2
0.080	0.1	0.03	0.51	0.05	1.36	35.5
0.120	0.15	0.05	0.64	0.07	1.75	82.7
0.160	0.2	0.07	0.74	0.10	2.08	149.0
0.200	0.25	0.10	0.84	0.12	2.37	233.1
0.240	0.3	0.13	0.93	0.14	2.63	333.3
0.280	0.35	0.16	1.01	0.15	2.85	447.5
0.320	0.4	0.19	1.10	0.17	3.05	573.5
0.360	0.45	0.22	1.18	0.19	3.23	708.8
0.400	0.5	0.25	1.26	0.20	3.39	850.9
0.440	0.55	0.28	1.34	0.21	3.52	996.7
0.480	0.6	0.31	1.42	0.22	3.63	1143.3
0.520	0.65	0.35	1.50	0.23	3.72	1287.2
0.560	0.700	0.376	1.586	0.237	3.791	1424.8
0.600	0.75	0.40	1.68	0.24	3.84	1551.8
0.640	0.8	0.43	1.77	0.24	3.86	1663.4
0.680	0.85	0.46	1.88	0.24	3.85	1753.6
0.720	0.9	0.48	2.00	0.24	3.81	1813.8
0.760	0.95	0.49	2.15	0.23	3.71	1828.6
0.800	1	0.50	2.51	0.20	3.39	1702.4



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione circolare MUSS06**

diametro interno (m)	=	1.2
pendenza (m/m)	=	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} /s)	=	70

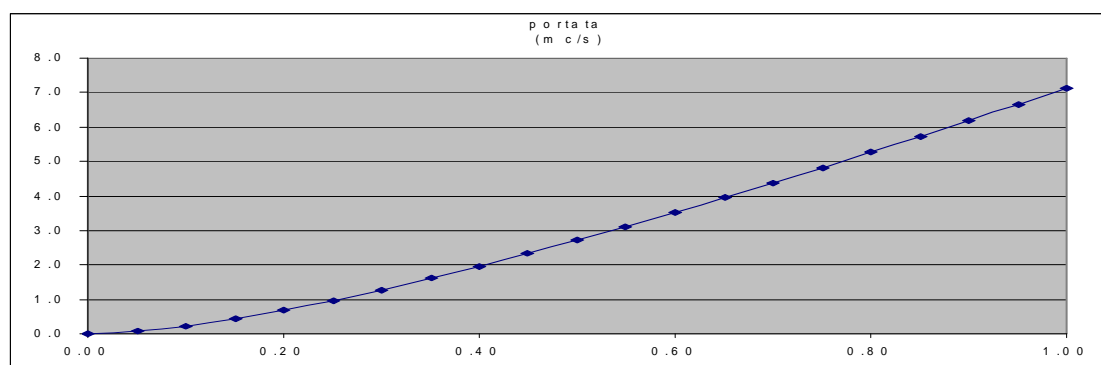
livello (m)	h/D	sup (mq)	perimetro bagnato (m)	r idr (m)	velocità (m/s)	portata (l/sec)
0.060	0.05	0.02	0.54	0.04	1.14	24.1
0.120	0.1	0.06	0.77	0.08	1.78	104.8
0.180	0.15	0.11	0.95	0.11	2.29	243.9
0.240	0.2	0.16	1.11	0.14	2.73	439.4
0.300	0.25	0.22	1.26	0.18	3.11	687.3
0.360	0.3	0.29	1.39	0.21	3.44	982.6
0.420	0.35	0.35	1.52	0.23	3.74	1319.3
0.480	0.4	0.42	1.64	0.26	4.00	1690.8
0.540	0.45	0.49	1.76	0.28	4.23	2089.9
0.600	0.5	0.57	1.88	0.30	4.44	2508.7
0.660	0.55	0.64	2.01	0.32	4.61	2938.8
0.720	0.6	0.71	2.13	0.33	4.76	3370.9
0.780	0.65	0.78	2.25	0.35	4.88	3795.2
0.840	0.700	0.846	2.379	0.355	4.968	4200.8
0.900	0.75	0.91	2.51	0.36	5.03	4575.3
0.960	0.8	0.97	2.66	0.37	5.06	4904.4
1.020	0.85	1.02	2.82	0.36	5.05	5170.1
1.080	0.9	1.07	3.00	0.36	4.99	5347.5
1.140	0.95	1.11	3.23	0.34	4.86	5391.3
1.200	1	1.13	3.77	0.30	4.44	5019.1



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione apicale conoide di Fraise C03**

Larghezza del fondo (m)	2.00
Pendenza (m/m)	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	1.00

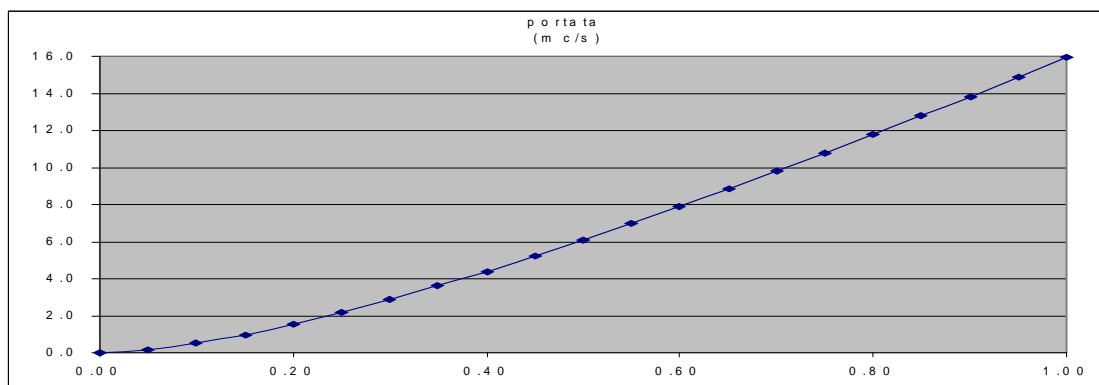
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.10	0.05	0.74	0.1
0.10	0.20	0.09	1.14	0.2
0.15	0.30	0.13	1.45	0.4
0.20	0.40	0.17	1.71	0.7
0.25	0.50	0.20	1.93	1.0
0.30	0.60	0.23	2.13	1.3
0.35	0.70	0.26	2.30	1.6
0.40	0.80	0.29	2.45	2.0
0.45	0.90	0.31	2.59	2.3
0.50	1.00	0.33	2.72	2.7
0.55	1.10	0.35	2.84	3.1
0.60	1.20	0.38	2.94	3.5
0.65	1.30	0.39	3.04	4.0
0.70	1.40	0.41	3.13	4.4
0.75	1.50	0.43	3.22	4.8
0.80	1.60	0.44	3.29	5.3
0.85	1.70	0.46	3.37	5.7
0.90	1.80	0.47	3.44	6.2
0.95	1.90	0.49	3.50	6.7
1.00	2.00	0.50	3.56	7.1



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione apicale conoide di Pourrieres – Rio Assietta**

Larghezza del fondo (m)	2.00
Pendenza (m/m)	0.1
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	1.00

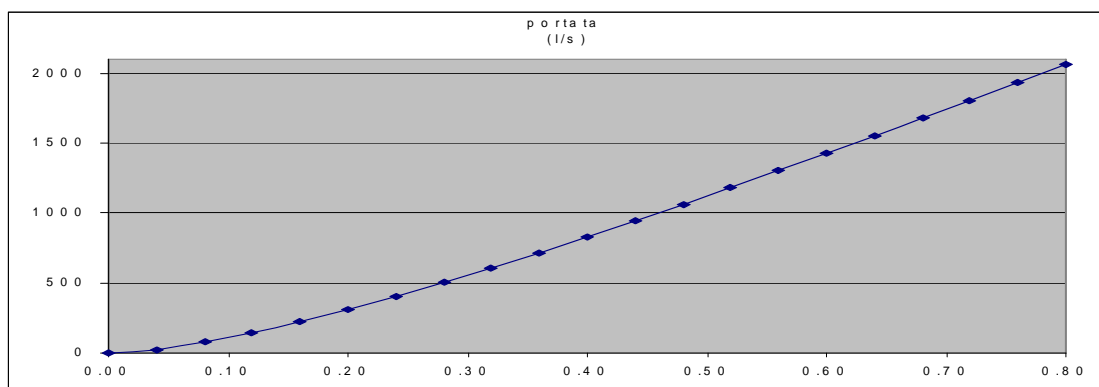
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.10	0.05	1.66	0.2
0.10	0.20	0.09	2.56	0.5
0.15	0.30	0.13	3.25	1.0
0.20	0.40	0.17	3.83	1.5
0.25	0.50	0.20	4.33	2.2
0.30	0.60	0.23	4.76	2.9
0.35	0.70	0.26	5.14	3.6
0.40	0.80	0.29	5.49	4.4
0.45	0.90	0.31	5.80	5.2
0.50	1.00	0.33	6.08	6.1
0.55	1.10	0.35	6.34	7.0
0.60	1.20	0.38	6.58	7.9
0.65	1.30	0.39	6.80	8.8
0.70	1.40	0.41	7.00	9.8
0.75	1.50	0.43	7.19	10.8
0.80	1.60	0.44	7.37	11.8
0.85	1.70	0.46	7.53	12.8
0.90	1.80	0.47	7.69	13.8
0.95	1.90	0.49	7.83	14.9
1.00	2.00	0.50	7.97	15.9



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare MUSS08**

Larghezza del fondo (m)	1.00
Pendenza (m/m)	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	0.80

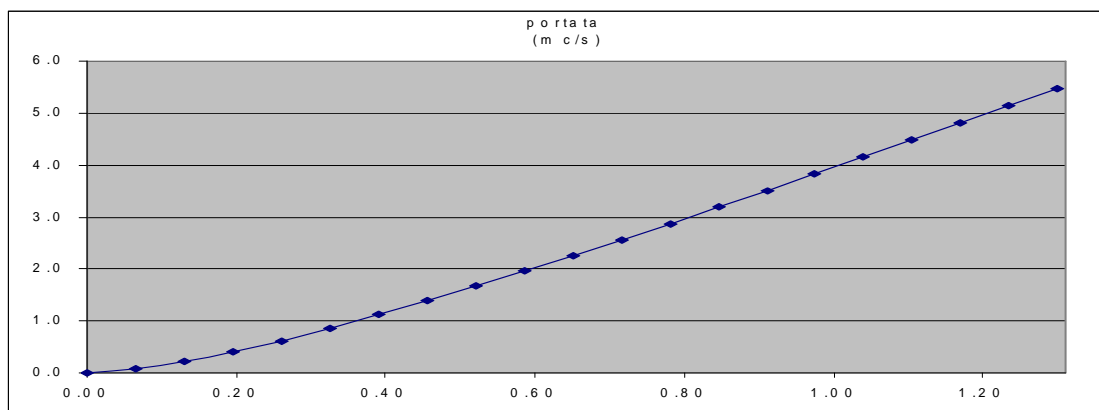
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (l/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0
0.04	0.04	0.04	0.63	25
0.08	0.08	0.07	0.95	76
0.12	0.12	0.10	1.19	143
0.16	0.16	0.12	1.39	222
0.20	0.20	0.14	1.55	309
0.24	0.24	0.16	1.68	404
0.28	0.28	0.18	1.80	504
0.32	0.32	0.20	1.90	609
0.36	0.36	0.21	1.99	718
0.40	0.40	0.22	2.08	830
0.44	0.44	0.23	2.15	945
0.48	0.48	0.24	2.21	1063
0.52	0.52	0.25	2.27	1183
0.56	0.56	0.26	2.33	1304
0.60	0.60	0.27	2.38	1427
0.64	0.64	0.28	2.43	1552
0.68	0.68	0.29	2.47	1678
0.72	0.72	0.30	2.51	1805
0.76	0.76	0.30	2.54	1933
0.80	0.80	0.31	2.58	2063



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare MUSS10**

Larghezza del fondo (m)	1.30
Pendenza (m/m)	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	1.30

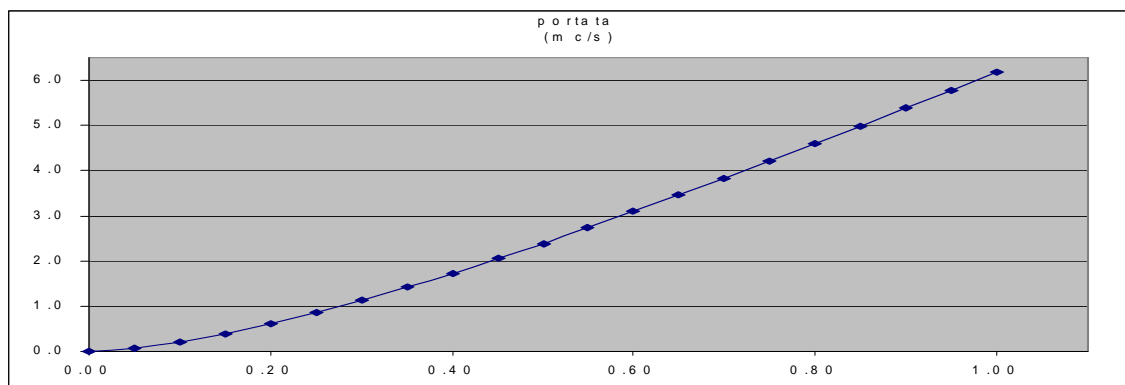
livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.07	0.08	0.06	0.86	0.1
0.13	0.17	0.11	1.29	0.2
0.20	0.25	0.15	1.60	0.4
0.26	0.34	0.19	1.84	0.6
0.33	0.42	0.22	2.04	0.9
0.39	0.51	0.24	2.21	1.1
0.46	0.59	0.27	2.35	1.4
0.52	0.68	0.29	2.47	1.7
0.59	0.76	0.31	2.58	2.0
0.65	0.85	0.33	2.67	2.3
0.72	0.93	0.34	2.76	2.6
0.78	1.01	0.35	2.83	2.9
0.85	1.10	0.37	2.90	3.2
0.91	1.18	0.38	2.96	3.5
0.98	1.27	0.39	3.02	3.8
1.04	1.35	0.40	3.07	4.2
1.11	1.44	0.41	3.12	4.5
1.17	1.52	0.42	3.16	4.8
1.24	1.61	0.43	3.20	5.1
1.30	1.69	0.43	3.24	5.5



**Scala di deflusso in moto uniforme
 sezione rettangolare MUSS13**

Larghezza del fondo (m)	1.80
Pendenza (m/m)	0.02
C di Strickler (m ^{1/3} s ⁻¹)	40
Altezza massima dal fondo	1.00

livello (m)	superficie bagnata (mq)	raggio idraulico (m)	velocità (m/s)	portata (mc/s)
0.00	0.00	0.00	0.00	0.0
0.05	0.09	0.05	0.74	0.1
0.10	0.18	0.09	1.14	0.2
0.15	0.27	0.13	1.44	0.4
0.20	0.36	0.16	1.69	0.6
0.25	0.45	0.20	1.91	0.9
0.30	0.54	0.23	2.09	1.1
0.35	0.63	0.25	2.26	1.4
0.40	0.72	0.28	2.40	1.7
0.45	0.81	0.30	2.54	2.1
0.50	0.90	0.32	2.65	2.4
0.55	0.99	0.34	2.76	2.7
0.60	1.08	0.36	2.86	3.1
0.65	1.17	0.38	2.95	3.5
0.70	1.26	0.39	3.04	3.8
0.75	1.35	0.41	3.12	4.2
0.80	1.44	0.42	3.19	4.6
0.85	1.53	0.44	3.26	5.0
0.90	1.62	0.45	3.32	5.4
0.95	1.71	0.46	3.38	5.8
1.00	1.80	0.47	3.44	6.2



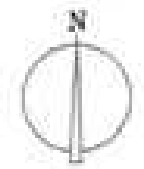
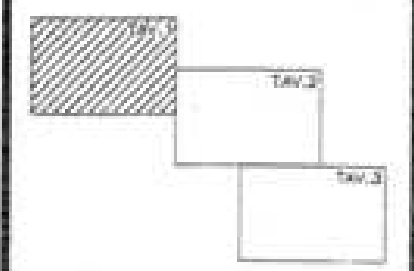
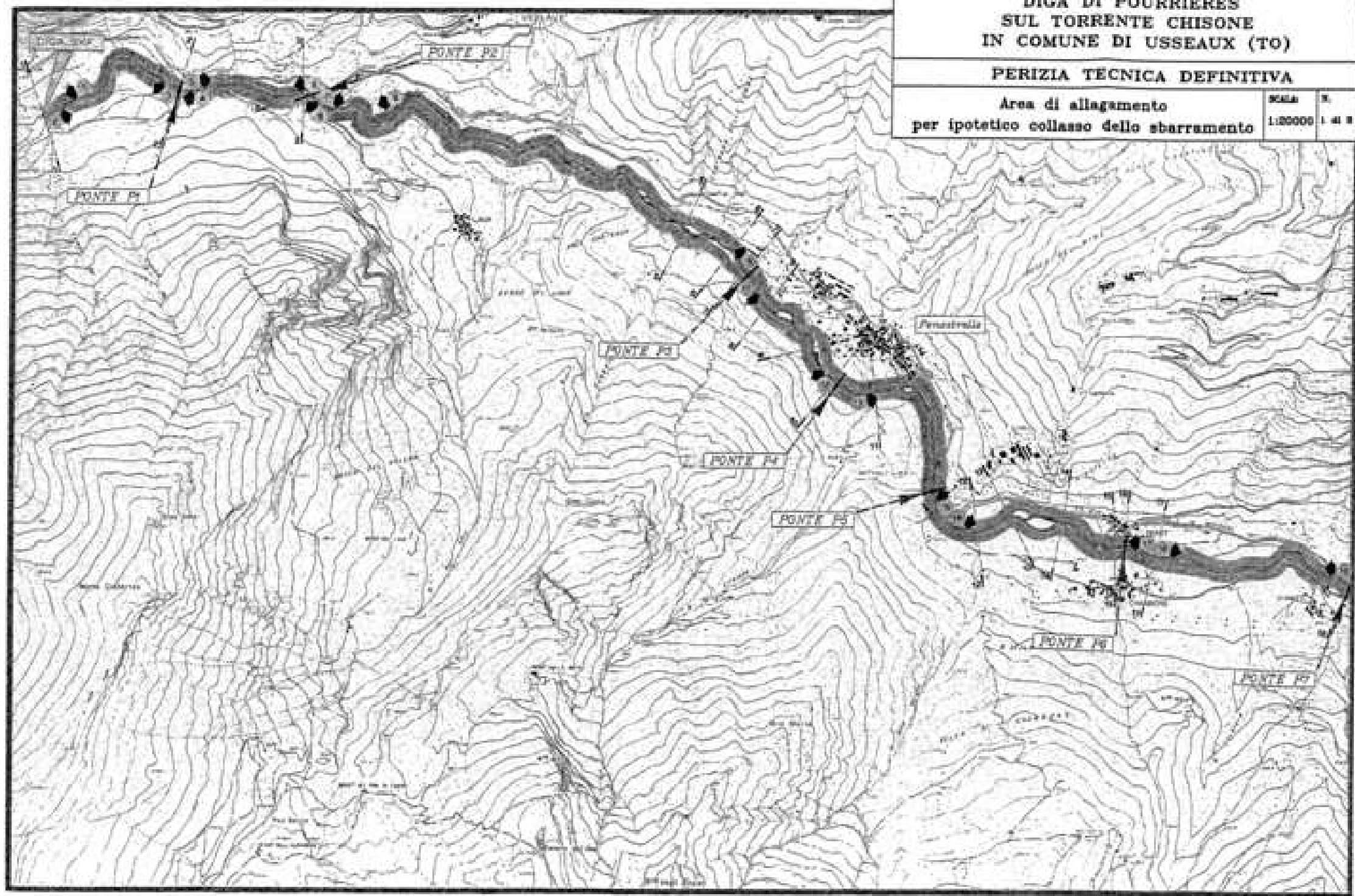
**APPENDICE C COPIA DELLA PERIZIA TECNICA DEFINITIVA DELL'INVASO DI PURRIERE
PLANIMETRIE DELLE AREE ESONDABILI A SEGUITO DEL COLLASSO DELLO
SBARRAMENTO**

**DIGA DI POURRIERES
SUL TORRENTE CHISONE
IN COMUNE DI USSEAUX (TO)**

PERIZIA TECNICA DEFINITIVA

Area di allagamento
per ipotetico collasso dello sbarramento

SCALA
1:200000



0 0.5 1
Km

LEGENDA



Limite dell'area di esondazione
(massimi livelli di piano calcolati con il modello matematico)



Sezioni trasversali d'alice



Numerazone di riferimento
e localizzazione della
documentazione fotografica



Ponte stradale con
numerazone di riferimento
alle sezioni trasversali

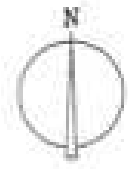
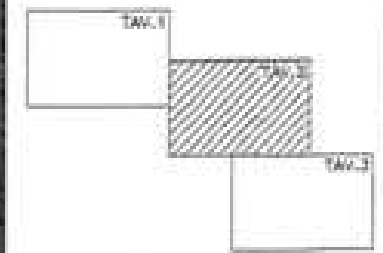
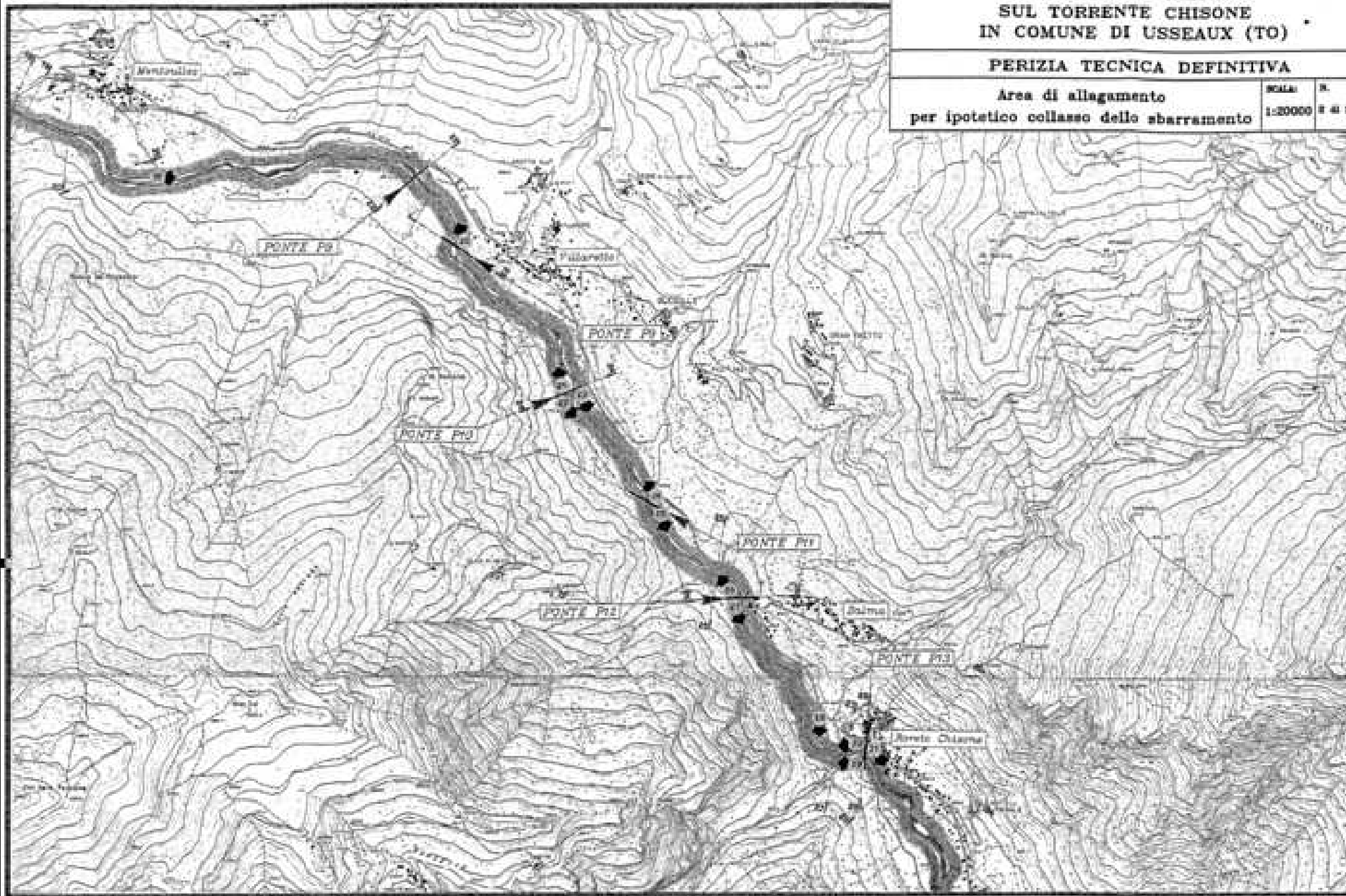


**DIGA DI POURRIERES
SUL TORRENTE CHISONE
IN COMUNE DI USSEAUX (TO)**

PERIZIA TECNICA DEFINITIVA

Area di allagamento
per ipotetico collasso dello sbarramento

SCALA: 1:20000
N. 2 di 2



LEGENDA



Unità dell'area di esondazione
(massimi livelli di pieno calcolati con il modello matematico)



Sezione trasversale d'opaco



Numerazone di riferimento
e localizzazione delle
documentazione fotografica



Ponte stradale con
numerazone di riferimento
alle sezioni trasversali



**DIGA DI POURRIERES
SUL TORRENTE CHISONE
IN COMUNE DI USSEAUX (TO)**

PERIZIA TECNICA DEFINITIVA

Area di allagamento
per ipotetico collasso dello sbarramento

SCALA 1:20000
N. 143

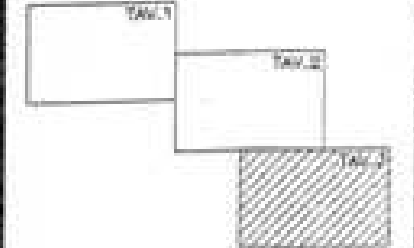
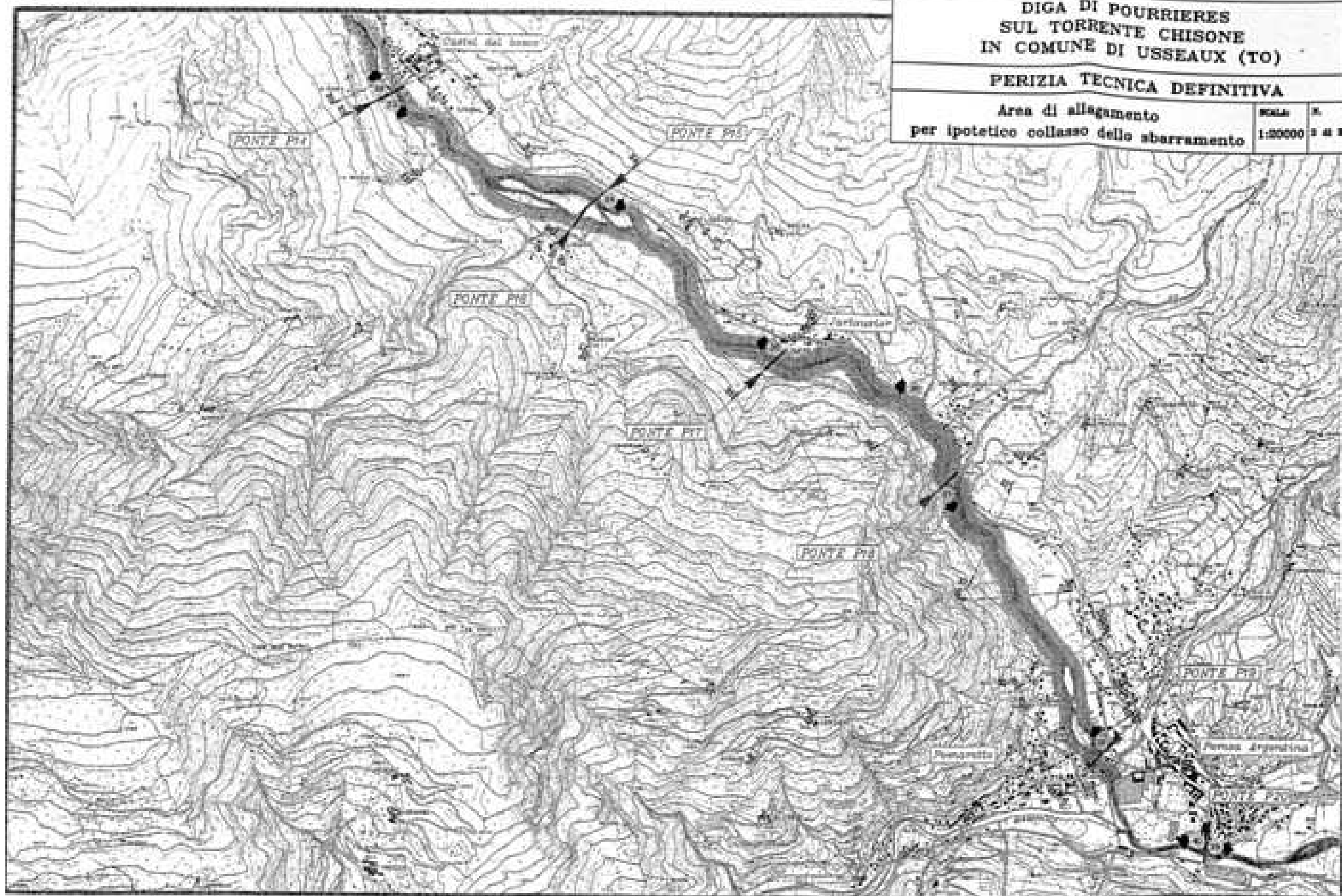
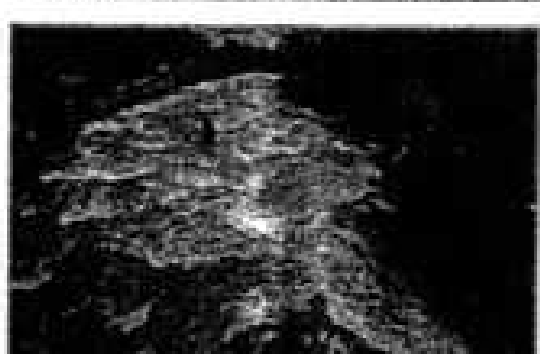


FOTO 40 - Ponte P20 (Parosa A.)
vista verso mare



LEGENDA

- Limite dell'area di inondazione (massimi livelli di piena calcolati con il modello matematico)
- Sezione trasversale d'isiva
- Numerazione di riferimento e localizzazione della documentazione fotografica
- Ponte stradale con numerazione di riferimento alle sezioni trasversali

VALUTAZIONE CONOIDE RIO ASSIETTA

Bacino: Rio Assietta (BUS.09+08+07)

Dati geometrici:

AREA :				
Area del bacino	A_{bacino}	=	8.62	[km ²]
Area della conoide	A_{conoide}	=	0.21	[km ²]
Area effettiva (Tropeano-Turconi)	A_{eff}	=	8.78	[km ²]

QUOTA :				
Quota max	H_{max}	=	2849.00	[m]
Quota min (apice del conoide)	H_{min}	=	1450.00	[m]
Quota confluenza	$H_{\text{confl.}}$	=	1380.00	[m]
Quota massima (asta principale)	H_{maxasta}	=	2310.00	[m]

DISLIVELLO :				
Asta principale nel bacino	DH_{asta}	=	860.00	[m]
Asta nel conoide	DH_{conoide}	=	70.00	[m]

LUNGHEZZA :				
Lunghezza asta (bacino 1)	L_{bacino1}	=	5800.00	[m]
Lunghezza asta (bacino 2)	L_{bacino2}	=		[m]
Lunghezza asta (conoide)	L_{conoide}	=	528.00	[m]
Lunghezza attiva del canale, ossia il tratto interessato realmente dalla colata				
Lunghezza massima	$L_{\text{attivamax}}$	=	528.00	[m]
Lunghezza minima	$L_{\text{attivamin}}$	=	50.00	[m]

PENDENZA :				
Pendenza asta principale del bacino	i_{bacino}	=	16.31	[%]
Pendenza asta del conoide	i_{conoide}	=	13.20	[%]
Pendenza media del conoide	im_{conoide}	=	10.70	[%]
Pendenza media del bacino	im_{bacino}	=	19.58	[%]
Pendenza apice conoide	$i_{\text{conoide-apice}}$	=	18.80	[%]

BACINO:Rio Assietta (BUS.09+08+07)
Valutazione qualitativa del pericolo da colata (M.LL.PP. GIAPPONESE)

Indicatore 1	J = pendenza asta S = area del bacino
A1	J > 15° S > 0.05 km ²
A2	J > 15° S < 0.05 km ²
B	10° < J < 15°
C	J < 10°

Indicatore 2	D = Valore medio degli spessori massimi dei depositi nelle sezioni dell'asta con q > 10°
a	D > 2 m
b	0.3 m < D < 2 m
c	D < 0.3 m

Indicatore 1	Indicatore 2	PERICOLO
A1	a,b	ALTO
A2	a	
A1	c	
A2	b,c	MEDIO
B	a,b	
B	c	BASSO

BACINO: Rio Assietta (BUS.09+08+07)

Autore	Formula	Scelta dei coefficienti		Risultato (m ³)				
Takei (552 Dati Raccolti in Giappone tra il 1972 e 1977)	$G_s = c * 13.600 * A^{0.61}$	c fattore correttivo legato alla probabilità dell'evento: vale 1 per la linea di regressione, 8,38 per una probabilità di superamento del 5%	$c = 1$	50'605.57				
Bottino e Crivellari (1996) (6 valori misurati in occasione di eventi verificatisi nella zona di Ivrea)	$G_s = 21.241 * A^{0.28}$			38'825.49				
Marchi e Tecca (1996)	$G_s = 70.000 * A$			603'400.00				
Van Dine (1985-1996)	$G_s = 10.000 * A$			86'200.00				
Kronfeller e Kraus (1984-1985)	$G_s = (K_1 * e^{-K_2 A}) / A$	K_1 e K_2 è indicato come fattore di torrezialità determinato dalle due costanti K_1 e K_2 dipendenti dall'area morfologica-climatica alla quale appartiene il bacino. Gli autori dividono il territorio Austriaco in quattro zone omogenee e per ognuna di esse forniscono i valori dei due parametri; tuttavia riscontrano, in una ulteriore verifica compiuta su 333 eventi di piena, che i 2/3 delle alluvioni osservate ricadono in un campo intermedio di torrenzialità delimitato superiormente da $K_1 = 1.150$ e $K_2 = 0.014$ e inferiormente da $K_1 = 540$ e $K_2 = 0.008$	<table border="1"> <tr> <td>$G_{S_{inf}}$</td> <td>$K_{1_{inf}} = 540$ $K_{2_{inf}} = 0.008$</td> </tr> <tr> <td>$G_{S_{sup}}$</td> <td>$K_{1_{sup}} = 1150$ $K_{2_{sup}} = 0.014$</td> </tr> </table>	$G_{S_{inf}}$	$K_{1_{inf}} = 540$ $K_{2_{inf}} = 0.008$	$G_{S_{sup}}$	$K_{1_{sup}} = 1150$ $K_{2_{sup}} = 0.014$	8'316.46
$G_{S_{inf}}$	$K_{1_{inf}} = 540$ $K_{2_{inf}} = 0.008$							
$G_{S_{sup}}$	$K_{1_{sup}} = 1150$ $K_{2_{sup}} = 0.014$							
Rickenmann e Zimmermann (1993) (circa 80 debris flow verificatisi nell'estate del 1987 in Svizzera)	$G_s = L_c(6.4S-23)$ $G_s = L_c(110-2.50S)$	A espressa in km ² Valida per 7% < S < 15% Valida per 5% < S < 40%	$S = 10.70$ $L_{c_{min}} = 50.00$ $L_{c_{medio}} = 289.00$ $L_{c_{max}} = 528.00$ $S = 0.00$	2'274.00 13'143.72 24'013.44				
Hampel (1997) (Austria)	$G_s = 150A(S-3)^{2.3}$			270'009.42				

BACINO: Rio Assietta (BUS.09+08+07)

Autore	Formula	Scelta dei coefficienti		Risultato (m ³)					
Ceriani et alii (2000) (97 conoidi delle principali valli lombarde)	$M = k(A)^a (Me)^b (Sc)^c (IF)^d$	(m ³)	<p>M è la magnitudo in 10³ m³ a=1; b=0.8; c=1; d=2 Costanti ricavate dall'analisi statistica Me = numero di Melton</p>	<p>K=3 per debris flow associato a bed load o debris flood oppure per debris flood associato a bed load k= 5,4 per debris flow I.F. è l'indice di frana(*)</p>	<p>3'395'675.82</p>				
						<p>Hmax/min quote max e minime del bacino</p>	<p>I.T. Indice di torrenzialità che vale 1 nel caso di Debris Flow 2 nel caso di Dbris Flood 3 nel caso di Bed Load serve per tener conto della decrescente quantità di materiale solido della corrente</p>	<p>I.F. 1</p>	<p>0.48</p>
Melton	$(Hmax-Hmin)A^{-0.5}$	(m ³)							
D'Agostino (1996) (62 Dati relativi a bacini del Trentino Orientale)	$G_s = 39 A(IG)^{1.5} I.T.^{-0.3}$	(m ³)							
Tropeano e Turconi (1996) (48 Dati relativi ad Alpi Italiane centro-Occidentali)	$V = (AE r h(n+/-1)^e tgs) / 1000$	(m ³)							
			<p>V Volume totale di detrito mobilizzabile in occasione di un evento parossistico AE Area effettiva del bacino tgs pendenza media del bacino</p>	<p>r è la percentuale tra la copertura areale del materiale immediatamente suscettibile al moto e l'area effettiva del bacino h è lo spessore medio dei detriti che possono essere rilasciati n è un coefficiente che esprime il potenziale di detrito disponibile al rilascio in tempi più lunghi, rapportato ad AE variabile da 0 a 10 f è il fattore di frequenza in relazione al numero estrapolato di eventi che si sono verificati in un intervallo standard di 100 anni</p>	<p>r= 0.05 h= 1 n= 1.5 f= 0.03</p>	<p>22'037.04</p>			
Bianco (1999) Bianco e Franzì (2000) (149 Dati Italiani e Francesi)	$(G_s/A)_{max/min} = 14.000 \{^{(1.5-1)}IG^{(1+0.11G)} + ^{-13.000A^{-0.4}}$	(m ³)							
			<p>E' un valido strumento per fornire con sufficiente affidabilità l'ordine di grandezza del volume solido rilasciato in zona di conoide (G_s) a seguito di un evento di debris-flow,</p>	<p>ma bisogna ricordare che la presenza di fattori antropici o altre condizioni particolari possono determinare valori di volumi solidi più elevati di quelli calcolati.</p>	<p>IG= 4.5</p>	<p>Risultato non valido</p>			
Yazawa e Mizuyawa (1993)	$V = NaAVr$	(m ³)							
			<p>Na Fattore correttivo che tiene conto dell'incremento solido specifico al diminuire dell'area del bacino (varia da 0.5 per A=10 kmq a 3.0 per A=0.1 kmq)</p>	<p>Vr Valore di riferimento del volume specifico di solidi per unità di area (dipendente dal contesto litologico (*))</p>	<p>Vr= 30000 Na= 0.8</p>	<p>219'418.18</p>			
			<p>(*)Contesto litologico Zone Granitiche 50.000 Zone Vulcaniche 80.000 Zone con formazioni terziarie 40.000 Zone fortemente dissestate 100.000 Altre zone 30.000</p>						

BACINO: Rio Assietta (BUS.09+08+07)**Classificazione della PERICOLOSITA' da esondazione nei conoidi secondo AULITZKY (1973)**

Osservazioni e domande	Punti	
1- Dimensione massima del materiale trasportato o eroso di recente:		
- 1mc ed oltre	0	4
- Tra 0.2 e 1 mc	3	3
- Tra 0.2 e 0.01 mc	0	2
- Inferiore a 0.01 mc	0	1
2- Massimo spessore del singolo strato dei depositi riconoscibili,		
- 1 m e oltre	0	4
- Da 0.5 fino a 1 m	0	3
- Da 0.1 fino a 0.5 m	0	2
- Meno di 0.1 m	0	1
3- Pendenza del cono di deiezione		
- Superiore al 15%	0	4
- Tra 7 e 15 %	3	3
- Tra 2 e 7 %	0	2
- Infeiore al 2 %	0	1
4- Attuale copertura vegetale predominante		
- Vegetazione in prevalenza rustica, consorzi ontano-salice su un substrato grossolano, sassoso, fino ad una successione di specie di origine anemofila con larici , pini ed abeti	0	4
- Successione già evoluta, progredita fino a formazione coetanee formate da larici, pini, betulle ed abeti, su substrato grossolano e sassoso	3	3
- Prati e pascoli, tavolta intercalati da muretti di sassi o da terrazzamenti formati da sassi lavorati; terreno misto con piccoli sassi nel terreno	0	2
- Prevalgono i campi senza muretti di sassi o i terrazzamenti formati da sassi lavorati pochi i piccoli sassi nel terreno	0	1
5- Morfologia del terreno in relazione all'erosione:		
- Alla sommità del conoide la dorsale presenta una solcatura prodotta dall'erosione di grossi massi, che classifica queste aree tra quelle già colpite o con possibilità di colata concentrata e compatta ad alta velocità	0	4
- Sono presenti poche forme di deposito circoscritte, che sono state disseminate dalla dilagante colata, oppure che sono sommerse in occasione dell'ulteriore dilagare della colata stessa	0	3
- Superfici chiaramente sopraelevate, pensili rispetto al livello del torrente, che potrebbero essere colpite solo in caso di una progressiva ostruzione dell'alveo normale.	2.5	2
- Superfici fortemente sopraelevate rispetto al letto del torrente profondamente incassato, che non possono più essere raggiunte dal torrente, ma in cui i punti di collegamento tra le due sponde possono essere ancora portati via.	0	1
6- Condizioni di deflusso		
- Area contraddistinta dalla presenza di manufatti che impediscono fortemente il deflusso o altri ostacoli al deflusso, a monte, a valle o a lato della zona in esame (pendenza < 3 %, curve strette, sezione ristretta) che in presenza di maggiore materiale trascinato dall'acqua possono provocare tracimazioni.	0	4
- Area contraddistinta da analoghe situazioni, in cui solo legname trascinato materiale depositato grossolano provocherebbe tracimazioni.	3	3
- Area contraddistinta dalla mancanza di opere che ostacolano o facilitano il deflusso, in presenza di un alveo abbastanza profondo e non troppo piano e di una sufficiente capacità di deflusso.	0	2
- Area contraddistinta dalla presenza di tipi di opere facilitanti il deflusso lungo il corso inferiore, in grado di contenere anche le portate di piena prevedibile	0	1

Classificazione della **PERICOLOSITA'** da esondazione nei conoidi secondo **AULITZKY** (1973)

Pericolosità
Bassa < 1.6
Media 1.6-2.6
Alta >2.6

0.00
0.00
2.90

VALUTAZIONE CONOIDE RIO C03

Bacino: Rio sul conoide C03 (BUS.01)

Dati geometrici:

AREA :				
Area del bacino	A_{bacino}	=	0.74	[km ²]
Area della conoide	A_{conoide}	=	0.14	[km ²]
Area effettiva (Tropeano-Turconi)	A_{eff}	=	0.76	[km ²]

QUOTA :				
Quota max	H_{max}	=	1811.00	[m]
Quota min (apice del conoide)	H_{min}	=	1480.00	[m]
Quota confluenza	$H_{\text{confl.}}$	=	1415.00	[m]
Quota massima (asta principale)	H_{maxasta}	=	1740.00	[m]

DISLIVELLO :				
Asta principale nel bacino	DH_{asta}	=	260.00	[m]
Asta nel conoide	DH_{conoide}	=	65.00	[m]

LUNGHEZZA :				
Lunghezza asta (bacino 1)	L_{bacino1}	=	1470.00	[m]
Lunghezza asta (bacino 2)	L_{bacino2}	=		[m]
Lunghezza asta (conoide)	L_{conoide}	=	265.00	[m]
Lunghezza attiva del canale, ossia il tratto interessato realmente dalla colata				
Lunghezza massima	$L_{\text{attivamax}}$	=	265.00	[m]
Lunghezza minima	$L_{\text{attivamin}}$	=	50.00	[m]

PENDENZA :				
Pendenza asta principale del bacino	i_{bacino}	=	21.58	[%]
Pendenza asta del conoide	i_{conoide}	=	24.50	[%]
Pendenza media del conoide	im_{conoide}	=	14.25	[%]
Pendenza media del bacino	im_{bacino}	=	25.89	[%]
Pendenza apice conoide	$i_{\text{conoide-apice}}$	=	25.00	[%]

BACINO: Rio sul conoide C03 (BUS.01)
Valutazione qualitativa del pericolo da colata (M.L.L.PP. GIAPPONESE)

Indicatore 1	J = pendenza asta S = area del bacino
A1	J > 15° S > 0.05 km ²
A2	J > 15° S < 0.05 km ²
B	10° < J < 15°
C	J < 10°

Indicatore 2	D = Valore medio degli spessori massimi dei depositi nelle sezioni dell'asta con q > 10°
a	D > 2 m
b	0.3 m < D < 2 m
c	D < 0.3 m

Indicatore 1	Indicatore 2	PERICOLO
A1	a,b	ALTO
A2	a	
A1	c	
A2	b,c	MEDIO
B	a,b	
B	c	BASSO

BACINO: Rio sul conoide C03 (BUS.01)

Autore	Formula			Scelta dei coefficienti	Risultato (m ³)
Takei (552 Dati Raccolti in Giappone tra il 1972 e 1977)	$G_s = c \cdot 13.600 \cdot A^{0.61}$	(m ³)	c fattore correttivo legato alla probabilità dell'evento: vale 1 per la linea di regressione, 8,38 per una probabilità di superamento del 5%	c = 1	11'318.01

Bottino e Crivellari (1996) (6 valori misurati in occasione di eventi verificatisi nella zona di Ivrea)	$G_s = 21.241 \cdot A^{0.28}$	(m ³)			19'523.60
---	-------------------------------	-------------------	--	--	------------------

Marchi e Tecca (1996)	$G_s = 70.000 \cdot A$	(m ³)			51'800.00
------------------------------	------------------------	-------------------	--	--	------------------

Van Dine (1985-1996)	$G_s = 10.000 \cdot A$	(m ³)			7'400.00
-----------------------------	------------------------	-------------------	--	--	-----------------

Kronfeller e Kraus (1984-1985)	$G_s = (K_1 e^{-K_2 A}) \cdot A$	(m ³)	A espressa in km ²	K₁ e^{-K₂A} è indicato come fattore di torrezialità determinato dalle due costanti K ₁ e K ₂ dipendenti dall'area morfologica-climatica alla quale appartiene il bacino. Gli autori dividono il territorio Austriaco in quattro zone omogenee e per ognuna di esse forniscono i valori dei due parametri; tuttavia riscontrano, in una ulteriore verifica compiuta su 333 eventi di piena, che i 2/3 delle alluvioni osservate ricadono in un campo intermedio di torrezialità delimitato superiormente da K ₁ = 1.150 e K ₂ = 0,014 e inferiormente da K ₁ = 540 e K ₂ = 0,008	GS _{inf}	K ₁ _{inf} = 540 K ₂ _{inf} = 0.008	11'594.07
					GS _{sup}	K ₁ _{sup} = 1150 K ₂ _{sup} = 0.014	24'599.80

Rickenmann e Zimmermann (1993) (circa 80 debris flow verificatisi nell'estate del 1987 in Svizzera)	$G_s = L_c(6,4S-23)$	(m ³)	Valida per 7% < S < 15%	S = 14.25 L _{Cmin} = 50.00 L _{C medio} = 157.50 L _{Cmax} = 265.00 S = 0.00	3'410.00
					$G_s = L_c(110-2,50S)$

Hampel (1997) (Austria)	$G_s = 150A(S-3)^{2,3}$	(m ³)			128'804.62
-----------------------------------	-------------------------	-------------------	--	--	-------------------

BACINO: Rio sul conoide C03 (BUS.01)

Autore	Formula	Scelta dei coefficienti		Risultato (m ³)			
Ceriani et alii (2000) (97 conoidi delle principali valli lombarde)	$M = k(A)^a (Me)^b (Scl)^c (IF)^d$	(m ³)	<p>M è la magnitudo in 10³ m³ a=1; b=0,8; c=1; d=2 Costanti ricavate dall'analisi statistica Me = numero di Melton</p>	<p>K=3 per debris flow associato a bed load o debris flood oppure per debris flood associato a bed load k=5,4 per debris flow I.F. è l'indice di frana(*)</p>			
					<p>1 se sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico</p>	k= 3	
					<p>2 se non sono presenti frane rilevanti che interagiscono col reticolo idrografico</p>		
<p>3 se non sono presenti frane significative nel bacino</p>	I.F. 1						
Melton	$(H_{max}-H_{min})A^{0.5}$		se $Me > 0.5$ il bacino è a rischio di Debris Flow	0.38			
D'Agostino (1996) (62 Dati relativi a bacini del Trentino Orientale)	$G_s = 39 A(IG)^{1.5} I.T.^{-0.3}$	(m ³)	<p>A espressa in km² IG Indice geologico in grado di descrivere la maggiore o minore propensione del bacino a produrre materiale(*)</p>	<p>I.T. Indice di torrenzialità che vale 1 nel caso di Debris Flow 2 nel caso di Dbris Flood 3 nel caso di Bed Load serve per tener conto della decrescente quantità di materiale solido della corrente</p>			
					(*) Classe litologica		Punteggio
					Copertura morenica, alluvionale e di falda	5	
					Rocce metamorfiche: Filiadi, Gneiss...	4	
					Rocce terrigene: Marnee, strati di Werfen	3	
Rocce Laviche degradate, tufi basaltici, breccie	2						
Rocce Calcareae	1						
Rocce Porfiche, granitiche, dioritiche	0						
Tropeano e Turconi (1996) (48 Dati relativi ad Alpi Italiane centro-Occidentali)	$V = (AE \cdot r \cdot h^{(n+1)} \cdot e^f) \cdot tgs / 1000$	(m ³)	<p>V Volume totale di detrito mobilizzabile in occasione di un evento parossistico AE Area effettiva del bacino tgs pendenza media del bacino</p>	<p>r è la percentuale tra la copertura areale del materiale immediatamente suscettibile al moto e l'area effettiva del bacino h è lo spessore medio dei detriti che possono essere rilasciati n è un coefficiente che esprime il potenziale di detrito disponibile al rilascio in tempi più lunghi, rapportato ad AE variabile da 0 a 10 f è il fattore di frequenza in relazione al numero estrapolato di eventi che si sono verificati in un intervallo standard di 100 anni</p>	<p>r= 0.5 h= 1 n= 8 f= 0.02</p>	90'562.10	
Bianco (1999) Bianco e Franzì (2000) (149 Dati Italiani e Francesi)	$(G_s/A)_{max/min} = 14.000 \cdot I.G.^{(1.5)} \cdot I.T.^{-0.4}$	(m ³)	<p>E' un valido strumento per fornire con sufficiente affidabilità l'ordine di grandezza del volume solido rilasciato in zona di conoide (G_s) a seguito di un evento di debris-flow,</p>	<p>ma bisogna ricordare che la presenza di fattori antropici o altre condizioni particolari possono determinare valori di volumi solidi più elevati di quelli calcolati.</p>	IG= 4.5	7'676.96	
					G_Smin	G_Smax	IG= 4.5
Yazawa e Mizuyawa (1993)	$V = Na \cdot AVr$	(m ³)	<p>Na Fattore correttivo che tiene conto dell'incremento solido specifico al diminuire dell'area del bacino (varia da 0.5 per A=10 kmq a 3.0 per A=0.1 kmq)</p>	<p>Vr Valore di riferimento del volume specifico di solidi per unità di area (dipendente dal contesto litologico *)</p>	Vr= 30000	63'012.12	
(*)Contesto litologico		<p>Zone Granitiche</p> <p>Zone Vulcaniche</p> <p>Zone con formazioni terziarie</p> <p>Zone fortemente dissestate</p> <p>Altre zone</p>		<p>Vr</p> <p>50.000</p> <p>80.000</p> <p>40.000</p> <p>100.000</p> <p>30.000</p>	Na= 2.8		

BACINO: Rio sul conoide C03 (BUS.01)**Classificazione della PERICOLOSITA' da esondazione nei conoidi secondo AULITZKY (1973)**

Osservazioni e domande

Punti

1- Dimensione massima del materiale trasportato o eroso di recente:

- 1mc ed oltre	0	4
- Tra 0.2 e 1 mc	0	3
- Tra 0.2 e 0.01 mc	2	2
- Inferiore a 0.01 mc	0	1

2- Massimo spessore del singolo strato dei depositi riconoscibili,

- 1 m e oltre	0	4
- Da 0.5 fino a 1 m	0	3
- Da 0.1 fino a 0.5 m	0	2
- Meno di 0.1 m	0	1

3- Pendenza del cono di deiezione

- Superiore al 15%	4	4
- Tra 7 e 15 %	0	3
- Tra 2 e 7 %	0	2
- Inferiore al 2 %	0	1

4- Attuale copertura vegetale predominante

- Vegetazione in prevalenza rustica, consorzi ontano-salice su un substrato grossolano, sassoso, fino ad una successione di specie di origine anemofila con larici , pini ed abeti	4	4
- Successione già evoluta, progredita fino a formazione coetanea formate da larici, pini, betulle ed abeti, su substrato grossolano e sassoso	0	3
- Prati e pascoli, talvolta intercalati da muretti di sassi o da terrazzamenti formati da sassi lavorati; terreno misto con piccoli sassi nel terreno	0	2
- Prevalgono i campi senza muretti di sassi o i terrazzamenti formati da sassi lavorati pochi i piccoli sassi nel terreno	0	1

5- Morfologia del terreno in relazione all'erosione:

- Alla sommità del conoide la dorsale presenta una solcatura prodotta dall'erosione di grossi massi, che classifica queste aree tra quelle già colpite o con possibilità di colata concentrata e compatta ad alta velocità	4	4
- Sono presenti poche forme di deposito circoscritte, che sono state disseminate dalla dilagante colata, oppure che sono sommerse in occasione dell'ulteriore dilagare della colata stessa	0	3
- Superfici chiaramente sopraelevate, pensili rispetto al livello del torrente, che potrebbero essere colpite solo in caso di una progressiva ostruzione dell'alveo normale.	0	2
- Superfici fortemente sopraelevate rispetto al letto del torrente profondamente incassato, che non possono più essere raggiunte dal torrente, ma in cui i punti di collegamento tra le due sponde possono essere ancora portati via.	0	1

6- Condizioni di deflusso

- Area contraddistinta dalla presenza di manufatti che impediscono fortemente il deflusso o altri ostacoli al deflusso, a monte, a valle o a lato della zona in esame (pendenza < 3 %, curve strette, sezione ristretta) che in presenza di maggiore materiale trascinato dall'acqua possono provocare tracimazioni.	0	4
- Area contraddistinta da analoghe situazioni, in cui solo legname trascinato materiale depositato grossolano provocherebbe tracimazioni.	0	3
- Area contraddistinta dalla mancanza di opere che ostacolano o facilitano il deflusso, in presenza di un alveo abbastanza profondo e non troppo piano e di una sufficiente capacità di deflusso.	0	2
- Area contraddistinta dalla presenza di tipi di opere facilitanti il deflusso lungo il corso inferiore, in grado di contenere anche le portate di piena prevedibile	1.5	1

Classificazione della **PERICOLOSITA'** da esondazione nei conoidi secondo **AULITZKY** (1973)

Pericolosità	
Bassa < 1.6	0.00
Media 1.6-2.6	0.00
Alta >2.6	3.10