

**Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento**  
**Sezione di Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia**  
**Responsabile: Prof. Renzo Rosso**

**POLITECNICO DI MILANO**



Contratto di Consulenza tra  
Provincia di Imperia e Politecnico di Milano, DIIAR  
in tema di  
**Valutazione delle portate e dei volumi  
idrici di piena del Torrente Argentina**

**RELAZIONE FINALE**

Ottobre 2007

**Politecnico di Milano**  
**Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie, Rilevamento**  
**Sezione di Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia**

**Piazza Leonardo da Vinci, 32**  
**20133 Milano**  
**Tel. 02 2399 6226/6295**  
**Fax 02 2399 6207**  
**renzo.rosso@polimi.it**  
**www.diiar.polimi.it**

Questo rapporto è il prodotto della consulenza conferita da parte della Provincia di Imperia al Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie e Rilevamento (DIAR), Sezione Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia (CIMI) e attuata sotto la responsabilità del Prof. Renzo Rosso.

Alla stesura di questo Rapporto ha collaborato l'Ing. Daniele Bocchiola, PhD, ricercatore presso la stessa Sezione CIMI del DIAR, che ha contribuito in modo sostanziale sia alle fasi di raccolta ed elaborazione dei dati, sia alla definizione delle metodologie sviluppate in questa sede.

Un ringraziamento va infine all'Ing. Cristian Arzoni, che ha coadiuvato i ricercatori nella fase di raccolta ed elaborazione dei dati idrologici e cartografici, nonché al Sig. Antonino Palomba della Regione Liguria, che ha fornito con sollecitudine e perizia il materiale storico relativo alle osservazioni pluviometriche e idrometriche di dettaglio archiviate in originale presso la stessa Regione Liguria.

*Renzo Rosso*

Milano, Ottobre 2007

# Indice

<b>SINTESI .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>7</b>
<b>1. ANALISI PRELIMINARE DEGLI STUDI PRECEDENTI.....</b>	<b>9</b>
1.1. PRECIPITAZIONI INTENSE E PORTATE DI PIENA DEL PIANO DI BACINO DELL' AMBITO 4, ARGENTINA.....	9
1.1.1. <i>Regime pluviale dei nubifragi</i> .....	9
1.1.2. <i>Portata al colmo di piena</i> .....	10
1.2. PRECIPITAZIONI INTENSE E PORTATE DI PIENA DEL TORRENTE ARGENTINA, UNIVERSITÀ DI TRENTO (2005).....	11
1.2.1. <i>Regime pluviale dei nubifragi</i> .....	11
1.2.2. <i>Portata al colmo di piena</i> .....	12
1.3. OSSERVAZIONI.....	13
<b>2. DEFINIZIONE DELLE METODOLOGIE DI ANALISI.....</b>	<b>14</b>
2.1. METODO DELLA PORTATA INDICE .....	14
2.2. VALUTAZIONE DEL FATTORE DI CRESCITA .....	15
2.3. VALUTAZIONE DELLA PORTATA INDICE .....	19
2.3.1. <i>Metodo (diretto) AFS</i> .....	20
2.3.2. <i>Metodo (indiretto) della traslazione scala invariante di stime dirette</i> .....	21
2.3.3. <i>Metodo (indiretto) delle tracce storico-documentali</i> .....	21
2.3.4. <i>Metodo (indiretto) della simulazione dell'evento critico</i> .....	22
2.4. IDROGRAMMI DI PIENA DI RIFERIMENTO.....	24
2.5. DATI TERRITORIALI E IDROLOGICI PER LO SVILUPPO DELLA METODOLOGIA.....	25
2.5.1. <i>Dati territoriali</i> .....	25
2.5.2. <i>Dati idrologici</i> .....	25
<b>3. DATI IDROLOGICI E TERRITORIALI.....</b>	<b>26</b>
3.1. RACCOLTA ED ORGANIZZAZIONE DEI DATI TERRITORIALI .....	26
3.2. DERIVAZIONE DEL TEMATISMO RELATIVO ALLA CAPACITÀ DI ASSORBIMENTO DEL TERRENO (PARAMETRO CN) SU BASE CARTOGRAFICA.....	31
3.3. RACCOLTA ED ORGANIZZAZIONE DEI DATI IDROLOGICI .....	34
<b>4. REGIME PLUVIALE DEI NUBIFRAGI .....</b>	<b>39</b>
4.1. METODOLOGIA DI ANALISI STATISTICA .....	39
4.2. METODO SIGEV (SCALE INVARIANCE GENERALIZED EXTREME VALUE) .....	39
4.3. ANALISI DELLE SERIE CAMPIONARIE E PREVISIONI STATISTICHE .....	40

<b>5. PORTATA AL COLMO DI PIENA .....</b>	<b>50</b>
5.1. PORTATA DI PIENA DEL TORRENTE ARGENTINA A MERELLI: STIMA CON IL METODO DIRETTO AFS .....	50
5.1.1. <i>Dati idrometrici disponibili e portata indice</i> .....	50
5.2. <i>Portata di massima piena nella stazione di Merelli</i> .....	50
5.2. PORTATA DI PIENA DEL TORRENTE ARGENTINA A MERELLI: ANALISI CON IL METODO DELLE TRACCE STORICHE ..	54
5.3. STIMA DEI COLMI DI PIENA IN SEZIONI NON STRUMENTATE TRAMITE TRASLAZIONE SCALA INVARIANTE .....	56
5.4. PORTATA DI PIENA DEL TORRENTE ARGENTINA A MERELLI: STIMA CON IL METODO INDIRETTO DELLA SIMULAZIONE IDROLOGICA .....	58
5.4.1. <i>Metodo dell'evento critico</i> .....	58
5.4.2. <i>Calcolo della piena indice tramite evento critico</i> .....	60
5.4.3. <i>Calcolo della portata al colmo di piena T-ennale</i> .....	61
5.5. STIMA DEI COLMI DI PIENA IN SEZIONI NON STRUMENTATE TRAMITE METODO DELL'EVENTO CRITICO .....	62
5.5.1. <i>Proprietà dei sottobacini di interesse</i> .....	62
5.5.2. <i>Calcolo della sollecitazione pluviometrica</i> .....	62
5.5.3. <i>Calcolo del fattore CN e dei tempi di ritardo</i> .....	65
5.5.4. <i>Calcolo delle piene per assegnato periodo di ritorno</i> .....	66
5.6. CONFRONTO CON LE STIME DEL PIANO DI BACINO.....	67
<b>6. IDROGRAMMI DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>71</b>
6.1. SIMULAZIONE DELL'EVENTO IDROMETEOROLOGICO CRITICO.....	71
6.2. SIMULAZIONE DEGLI IDROGRAMMI EQUIVALENTI .....	74
6.3. IDROGRAMMI DI PIENA NELLE SEZIONI NON STRUMENTATE .....	75
6.4. IDROGRAMMI DI PIENA CONDIZIONATI .....	75
<b>7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>80</b>
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>82</b>
<b>APPENDICE A. MODELLAZIONE DI EVENTI DI PIENA .....</b>	<b>86</b>
A.1. IMPOSTAZIONE DEL PROBLEMA DI IDENTIFICAZIONE DEL MODELLO .....	86
A.2. MODELLO IDROLOGICO DI PIENA.....	86
A.2.1. <i>Modello Auto-affine di attenuazione</i> .....	86
A.2.2. <i>Metodo SCS_CN</i> .....	87
A.2.3. <i>Metodo IUH_GAMMA</i> .....	89
A.3. TARATURA E VALIDAZIONE DEL MODELLO .....	89
A.3.1. <i>Stima del parametro CN su base cartografica</i> .....	89
A.3.2. <i>Calibrazione tramite simulazione di evento</i> .....	92
A.3.3. <i>Validazione del modello</i> .....	94
<b>APPENDICE B. CONSIDERAZIONI SULLE SCALE DI DEFLUSSO DEL TORRENTE ARGENTINA A MERELLI .....</b>	<b>96</b>
B.1. LA STAZIONE DI MERELLI .....	96
B.2. VALUTAZIONE DELLA SCALA DI DEFLUSSO PER L'ANNO 2004.....	97
<b>APPENDICE C. TABELLE DEGLI IDROGRAMMI DI RIFERIMENTO NELLE SEZIONI SALIENTI DEL BACINO DEL TORRENTE ARGENTINA .....</b>	<b>102</b>

## Sintesi

Il presente rapporto viene reso quale prodotto finale della consulenza conferita da parte della Provincia di Imperia al Politecnico di Milano, Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale, Infrastrutture Viarie e Rilevamento, Sezione Costruzioni Idrauliche e Marittime e Idrologia, e attuata sotto la responsabilità del Prof. Renzo Rosso, responsabile della Sezione stessa.

Il rapporto fornisce una valutazione della portata al colmo massima annuale con periodo di ritorno compreso tra 10 e 500 anni per le sezioni idrografiche di interesse del torrente Argentina e dei suoi affluenti, corrispondenti ai siti identificati lungo la rete idrografica in sede di pianificazione di bacino.

A tal fine il lavoro svolto si avvale dei dati storici e delle osservazioni idrologiche disponibili, nonché dei dati territoriali dell'area in esame, che vengono impiegati onde particolarizzare nei siti di interesse la tecnica di valutazione regionale proposta del metodo VAPI del CNR-GNDICI, riferita alla zona omogenea in cui ricade la Liguria tirrenica. In questo contesto, è stato costruito, tarato e validato anche un modello di trasformazione afflussi-deflussi per la valutazione indiretta dalla piena indice e sono state elaborate le stime statistiche per la caratterizzazione del regime pluviale dei nubifragi.

Il rapporto fornisce altresì gli idrogrammi di riferimento negli stessi siti, ai fini dello studio di dettaglio della pericolosità idraulica nelle aree potenzialmente inondabili e della progettazione di opere di sistemazione idraulica della rete idrografica.

L'attività svolta ha quindi portato alle

- valutazioni della portata temibile nelle sezioni salienti identificate dal vigente Piano di Bacino, riportate nella Tabella sotto riportata, ottenuta tramite l'applicazione della curva di crescita GEV regionale e la stima della portata indice con il metodo della simulazione idrologica dell'evento critico, nonché alle
- valutazioni degli idrogrammi di riferimento per le stesse sezioni idrografiche, eseguita con il metodo della simulazione dell'evento idrometeorologico critico, i cui risultati sono riportati in forma tabellare in Appendice C.

L'analisi condotta ha messo peraltro in luce la situazione di notevole carenza strumentale nel bacino preso in esame, tenendo conto che il torrente Argentina drena una superficie di più di 200 kmq.

Per quanto riguarda le misure idrometriche, la presenza della sola stazione di Merelli comporta forti incertezze nelle valutazioni di piena e, più in generale, dei deflussi fluviali nei bacini montani. Sarebbe quindi opportuno procedere all'installazione di almeno due stazioni in siti fluviali di chiusura dei sottobacini principali.

Sotto il profilo delle misure pluviometrico-pluviografiche, la rete è fortemente carente, con una densità dell'ordine di uno strumento ogni 70 Kmq. Essa non è quindi in grado di catturare in modo soddisfacente la variabilità delle precipitazioni con fattori importanti quali la quota, l'esposizione, la distanza dal mare e dallo spartiacque settentrionale.

All'Amministrazione committente si consiglia quindi di prestare particolare attenzione a questa situazione, facendo presente l'importanza e l'urgenza di migliorare la rete idrometeorologica agli enti pubblici preposti alla installazione e alla gestione della rete di misura idrometeorologica.

Per quanto risulta ai consulenti, l'ARPAL già sta cercando di ovviare a tale problema tramite nuove installazioni: una accelerazione di tale attività può consentire di ridurre in modo sostanziale la maggiore fonte di incertezza delle valutazioni idrologiche nel bacino del torrente Argentina, ossia la carenza strumentale.

Stime dei valori di portata indice e per tempi di ritorno salienti nelle sezioni non strumentate del torrente Argentina. Metodo GEV regionale con portata indice stimata con il metodo della Simulazione dell'Evento Critico.

Corso d'Acqua	Sezione	<i>Area</i>	<i>q<sub>indice</sub></i>	<i>q<sub>50</sub></i>	<i>q<sub>100</sub></i>	<i>q<sub>200</sub></i>	<i>q<sub>500</sub></i>
		[Km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
Argentina	Alla foce	208.68	327	1074	1353	1690	2245
Argentina	A Taggia	200.54	306	1004	1265	1579	2098
Argentina	Merelli	192.20	299	982	1236	1544	2051
Argentina	T. Oxentina v	183.39	281	923	1163	1452	1929
Argentina	T. Oxentina m	155.96	251	825	1039	1297	1723
Argentina	T. Carpasina m	130.52	221	725	914	1141	1516
Argentina	Ponte nuovo	118.65	212	698	879	1097	1458
Argentina	Ponte Aigovo	114.86	209	687	865	1080	1435
Argentina	A Agaggio	108.68	203	668	841	1050	1395
Argentina	Ponte Gavano	84.87	168	553	696	869	1154
Argentina	R. Capriolo v	82.24	150	491	619	773	1027
Argentina	R. Capriolo m	55.58	108	354	446	557	740
Oxentina	T. Argentina	27.77	57	187	236	295	392
Oxentina	R. Ruglio m	22.72	47	154	194	241	321
Carpasina	T. Argentina	19.31	37	122	153	191	254
Carpasina	R. S. Antonio m	16.36	32	104	131	163	217
Carpasina	Ponte Passetto	14.69	29	94	118	148	196
Carpasina	Ponte Salini	6.87	15	48	60	75	100
Capriolo	T. Argentina	26.5	63	207	261	326	433
Capriolo	R. Corte m	14.35	36	119	149	186	247
Capriolo	Ponte Molino C.	12.74	33	109	138	173	229
Corte	R. Capriolo	11.65	29	96	120	151	200
Agaggio	T. Argentina	4.43	10	32	40	50	67
S. Antonio	T. Carpasina	2.88	6	21	26	33	44

# Introduzione

La consulenza è finalizzata a fornire una valutazione della portata al colmo massima annuale con assegnato periodo di ritorno per le sezioni idrografiche di interesse della rete idrografica del torrente Argentina, corrispondenti ai siti già identificati a suo tempo lungo tale rete idrografica in sede di pianificazione di bacino.

Essa fornisce altresì gli idrogrammi di riferimento negli stessi siti, ai fini dello studio di dettaglio della pericolosità idraulica nelle aree potenzialmente inondabili e della progettazione di opere di sistemazione idraulica della rete idrografica.

A tale fine, lo studio ha integrato le informazioni e le elaborazioni a scala locale, in base ai dati storici ed alle osservazioni idrologiche disponibili per il bacino di interesse, con i risultati ottenuti tramite la regionalizzazione statistica, riferita alla zona omogenea in cui ricade la Liguria tirrenica, secondo le indicazioni del progetto VAPI del CNR-GNDCI.

Nel corso dell'attività svolta, sono stati sviluppati i seguenti prodotti.

*Parametrizzazione della LSPP per ogni sito stazione dei bacini del Torrente Argentina secondo il modello probabilistico GEV (Generalized Extreme Value) scala-invariante.* Il modello, necessario agli sviluppi successivi dello studio, consente la valutazione dell'altezza (o del tasso medio) di precipitazione temibile a scala locale al variare della durata temporale con qualsivoglia periodo di ritorno (compreso indicativamente tra 10 e 200 anni). Questo aspetto è trattato nel Capitolo 4.

*Sviluppo del tematismo cartografico dell'indice di assorbimento CN SCS.* Il prodotto, necessario agli sviluppi successivi dello studio, fornisce una valutazione di dettaglio della capacità di assorbimento locale del terreno in ragione della natura geolitologica dei suoli e dell'uso del suolo. Questo aspetto è trattato nel Capitolo 3.

*Valutazione della portata al colmo per assegnato periodo di ritorno.* Il prodotto, fornito in forma grafica e tabellare, consiste nei valori di portata al colmo temibile per assegnati valori del periodo di ritorno compresi tra 10 e 500 anni, per ciascuna sezione idrografica di interesse, identificata lungo la rete idrografica in sede di pianificazione di bacino. Questo aspetto è trattato nel Capitolo 5.

*Valutazione degli idrogrammi di riferimento.* Il prodotto, fornito in forma grafica e tabellare, consiste nell'idrogramma critico associato al valore di portata al colmo 50-ennale, nonché gli idrogrammi equifrequenziali associati a valori pari al 90% e al 75% di tale portata. Lo stesso prodotto viene fornito con riferimento al valore della portata al colmo 200-ennale per ciascuna sezione idrografica di interesse, identificata lungo la rete idrografica in sede di pianificazione di bacino. Questo aspetto è trattato nel Capitolo 6.

Per lo svolgimento dello studio, sono stati altresì esaminati in via preliminare alcuni precedenti studi, che furono condotti in passato ai fini delle valutazioni di piena, che sono stati forniti ai consulenti dalla committente Provincia di Imperia. Questo aspetto è trattato nel Capitolo 1.

Nel Capitolo 2, infine, si richiamano le metodologie adottate in questa sede ai fini delle valutazioni condotte in materia di portata al colmo e di volume di piena, mentre nel Capitolo 3 si riferisce delle attività di raccolta e organizzazione dei dati utilizzati.



# 1. Analisi preliminare degli studi precedenti

In via preliminare, sono stati presi in esame gli studi idrologici sulle massime piene fatti pervenire dalla Provincia di Imperia. In particolare, si tratta

- (1) dello studio idrologico contenuto nei piani di bacino del torrente Argentina (contenuto nel Capitolo 2, Paragrafo 7, del Piano di Bacino dell'Ambito 4, Argentina); e
- (2) dello "Studio Idrologico del Torrente Argentina" a cura di R. Rigon, S. Franceschi e A. Antonello dell'Università di Trento.

Nel seguito, si riporta una breve disamina di tali studi e dei risultati ottenuti, utile alla definizione delle metodologie da adottare ai fini della valutazione idrologica di portate e idrogrammi di piena per gli studi idrologico-idraulici di dettaglio, la pianificazione e la progettazione delle azioni di mitigazione del rischio alluvionale.

## 1.1. Precipitazioni intense e portate di piena del Piano di Bacino dell'Ambito 4, Argentina

### 1.1.1. REGIME PLUVIALE DEI NUBIFRAGI

Per le stazioni pluviometriche di Merelli, Triora, Arma di Taggia (a titolo indicativo, in quanto si tratta di una stazione privata di tipo "hobbystico", priva di controllo di consistenza della serie osservata rispetto agli standard dei servizi tecnici) sono stati presi in esame le piogge massime annuali per durate comprese tra 1 e 24 ore. In base a tali dati, tali serie sono state "regolarizzate" utilizzando sia la distribuzione di probabilità del valore estremo di I tipo (legge di Gumbel) sia la distribuzione lognormale (Legge di Gibrat-Galton) per la valutazione delle "curve di possibilità climatica". Le relative parametrizzazioni e le conseguenti previsioni statistiche sono riportate e, quindi, è possibile condurre previsioni sul regime dei nubifragi.

Il Piano di Bacino confronta anche tali risultati con quanto previsto dal modello DRIFT, citato ma non dettagliato nel Piano stesso e utilizzato in seguito per le valutazioni di portata al colmo. In particolare, si osserva come tale modello sovrastimi la pioggia massima oraria 50-ennale a Triora del 27% rispetto ai dati regolarizzati con la legge di Gumbel (71 mm contro 56 mm) e del 18% rispetto ai dati regolarizzati con la legge di Gibrat-Galton (71 mm contro 60 mm). La stessa grandezza viene sovrastimata a Merelli del 58% rispetto ai dati regolarizzati con la legge di Gumbel (71 mm contro 45 mm) e del 45% rispetto ai dati regolarizzati con la legge di Gibrat-Galton (71 mm contro 49 mm).

In proposito, si rileva come l'ipotesi di regionalizzazione adottata in ingresso al modello DRIFT, ossia l'invarianza regionale dell'esponente di scala della "curve di possibilità climatica" sia statisticamente confutabile in base alle osservazioni locali di molte stazioni pluviografiche della Liguria Tirrenica (v. Fig. 1.1.1). Inoltre, le precipitazioni in ingresso al modello DRIFT trascurano la variabilità del parametro di scala (coefficiente pluviometrico) di tali curve, assumendo un valore costante con la longitudine (laddove, nel caso specifico, alle stazioni di Merelli e Triora viene a competere lo stesso valore sopra riportato di 60 mm, contro stime locali dalle osservazioni che sono variabili tra 56÷60 mm a Triora e 45÷49 mm a Merelli).

E' quindi necessario provvedere a un aggiornamento della valutazione statistica delle caratteristiche dei nubifragi al fine di garantire l'informazione necessaria per l'esecuzione di studi idrologico-idraulici di dettaglio. Questa attività viene riportata nel Capitolo 4 del presente rapporto.

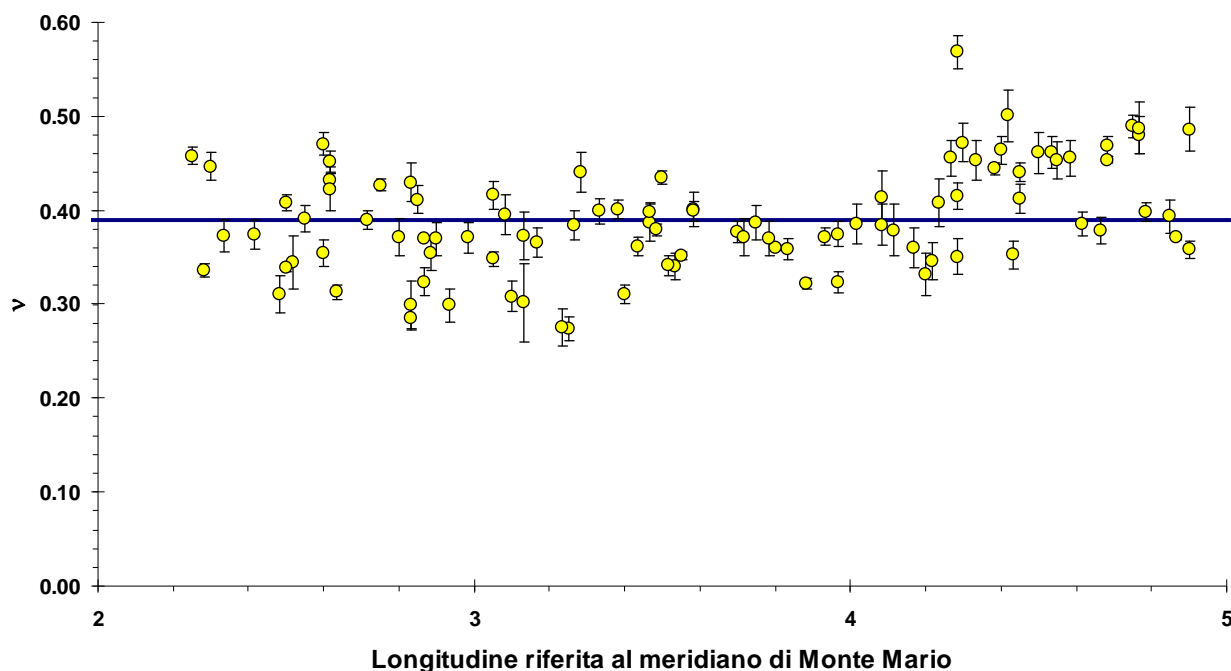
Esponente di scala  $n$  al variare della longitudine in Liguria

Figura 1.1.1. Variabilità campionaria dell'esponente di scala  $v$  delle curve di possibilità climatica, ricavabile dalle osservazioni locali delle stazioni pluviometriche della Liguria Tirrenica. Le barre di errore sono riferite all'errore standard di stima (limiti sigma). La linea continua mostra l'ipotesi di invarianza dell'esponente di scala che è stata adottata nel modello DRIFT.

### 1.1.2. PORTATA AL COLMO DI PIENA

In sede di Piano di Bacino una valutazione preliminare era stata condotta utilizzando semplici formule empiriche di valutazione della portata al colmo, che si basano sulla formula razionale e utilizzano in ingresso i valori di precipitazione ricavati dalle curve di possibilità climatica stimati dal modello DRIFT. Tra le assunzioni fatte nell'applicazione di tali formule di calcolo speditivo, viene ipotizzata la coincidenza tra coefficiente di deflusso mensile e coefficiente di afflusso di piena (assumendo un valore di 0.98 per questo ultimo). Tale impostazione è estremamente cautelativa, in quanto basata sull'assunto della quasi totale impermeabilità delle superfici del bacino, che non è affatto congruente con quanto riportato nella stessa caratterizzazione delle aree scolanti che fa parte integrante del Piano di Bacino stesso. Né la metodologia, né i risultati vengono però riportati in dettaglio nella documentazione del Piano di Bacino stesso.

Il Piano di Bacino riporta anche la serie osservata di portata al colmo massima annuale per la stazione di Merelli, per la quale è stata condotta una regolarizzazione con le leggi di Gibrat-Galton e Gumbel. Utilizzando questa metodologia, ovvero alla regolarizzazione locale, sono valutate le seguenti portate al colmo alla foce:

- 1113÷1134 mc/s con periodo di ritorno 50-ennale,
- 1745÷1489 mc/s con periodo di ritorno 200-ennale,
- 2264÷1722 mc/s con periodo di ritorno 500-ennale.

dove il primo valore di riferisce alla estrapolazione secondo la legge di Gibrat-Galton e il secondo a quella secondo la legge di Gumbel.

Come verrà dettagliato nel seguito, questa metodologia è idonea a fornire risultati affidabili solo per valori del periodo di ritorno confrontabili con la durata delle osservazioni (36 anni nel caso specifico riportato nel piano di bacino) o, comunque non superiore al doppio di questa. Si potrebbero quindi ritenere affidabili le stime locali con periodo di ritorno 50-ennale, mentre non sono altrettanto affidabili quelle associate a periodi di ritorno più elevati.

A livello di piano, vengono però adottati i seguenti valori suggeriti da uno studio regionale condotto dalla Università di Genova (cfr. CIMA, *Caratterizzazione delle Precipitazioni Intense e delle Portate di Piena per i Bacini Liguri*, Regione Liguria, 1999) in base al modello DRIFT, di cui non viene peraltro riportato nel Piano stesso alcun riferimento bibliografico, né alcuna sintesi metodologica:

- 1360 mc/s con periodo di ritorno 50-ennale,
- 1970 mc/s con periodo di ritorno 200-ennale,
- 2370 mc/s con periodo di ritorno 500-ennale.

Per quanto è a conoscenza del consulente, il modello DRIFT adotta l'ipotesi di isofrequenza tra regime dei nubifragi e dei deflussi, che tende generalmente a sottostimare la portata al colmo di piena. Al contrario, i valori così ottenuti sono alquanto elevati, se confrontati con le stime locali. La ragione di tale risultato va forse ascritta alla previsione statistica delle precipitazioni intense utilizzate in ingresso, che, come osservato in precedenza, sovrastima fortemente le altezze di pioggia rispetto alle osservazioni. Non essendo oggetto di questa consulenza un'analisi di dettaglio dello studio di cui sopra, si rileva comunque la notevole discrepanza dei risultati. Si nota anche come le stime adottate siano di gran lunga superiori a quelle ottenute su base locale anche per la piena 50-ennale. In particolare, si osserva come il modello DRIFT sovrastimi la portata al colmo 50-ennale del 22% rispetto ai dati estrapolati con la legge di Gibrat-Galton (1360 mc/s contro 1113 mc/s) e del 20% rispetto ai dati estrapolati con la legge di Gumbel (1360 mc/s contro 1134 mc/s).

Vale quindi la pena di approfondire l'analisi, soprattutto in ragione della mancanza di validazione dei risultati fin qui proposti, in quanto non sono riportate analisi idrologiche di dettaglio (p.e. analisi di eventi di piena rilevati) sulla base di osservazioni di pioggia e portata. Questa attività viene riportata nel Capitolo 5 del presente rapporto.

Un ulteriore argomento a favore di un approfondimento dell'analisi è costituito anche dai risultati dello studio esaminato nel seguito.

## **1.2. Precipitazioni intense e portate di piena del Torrente Argentina, Università di Trento (2005)**

Lo "Studio Idrologico del Torrente Argentina" a cura di R. Rigon, S. Franceschi e A. Antonello dell'Università di Trento, è finalizzato alla valutazione della massima piena nella sola sezione terminale della rete idrografica bacino del Torrente Argentina.

### **1.2.1. REGIME PLUVIALE DEI NUBIFRAGI**

Per le stazioni pluviometriche di Merelli (Centrale Argentina), Triora, Colle Belenda, Pigna, Bestagno, Imperia e Triora sono stati presi in esame le piogge massime annuali per durate comprese tra 1 e 24 ore. In base a tali dati, tali serie sono state "regolarizzate" utilizzando la distribuzione di probabilità scelta tra valore estremo di I tipo (legge di Gumbel), lognormale (Legge di Gibrat-

Galton) e Gamma (Pearson III tipo) per la valutazione delle “curve di possibilità climatica”. I risultati sono assai simili a quelli riportati nel confronto già riportato in sede di Piano di Bacino. In particolare, si fa osservare la notevole sovrastima da parte del citato modello DRIFT. Per esempio, si osserva come tale modello sovrastimi la pioggia massima oraria 50-ennale a Merelli del 38% rispetto ai dati regolarizzati con distribuzione Gamma (71 mm contro 44 mm).

### 1.2.2. PORTATA AL COLMO DI PIENA

La valutazione della massima piena è stata condotta utilizzando il metodo della simulazione dell'evento critico, che ricorre a una procedura approssimata, utilizzando, in luogo della serie storica dei dati pluviometrici, la curva di possibilità climatica, mediata sulla superficie del bacino sotteso ed esprimibile in forma di equazione monomia, con assegnato periodo di ritorno. A tal fine viene utilizzata, in ingresso al modello di simulazione afflussi-deflussi, la risultante curva di possibilità climatica, ottenuta dalle regolarizzazioni statistiche citate in precedenza. Per la simulazione afflussi-deflussi viene utilizzato il modello PeakFlow, basato sul concetto di area contribuente parziale per la valutazione dell'afflusso meteorico efficace e sull'idrogramma istantaneo geomorfologico per la rappresentazione dello scorrimento superficiale. Per via della indeterminatezza della durata dello scroscio critico, si procede a un insieme di simulazioni per diverse durate, in base alle si ricava il valore di portata di picco. Con tale procedura si sono determinati i seguenti valori, nella sezione di chiusura del bacino:

- ☑ 1069 mc/s con periodo di ritorno 50-ennale,
- ☑ 1317 mc/s con periodo di ritorno 200-ennale,

Un'ulteriore simulazione basata sulla curva di possibilità climatica fornita da una diversa versione del modello DRIFT, frutto di un precedente studio citato come CIMA (1997), che fornisce valori di precipitazione temibile intermedi tra quelli assunti in sede di Piano di Bacino e quelli adottati in base alla regolarizzazione locale, porge una portata 200-ennale di 1366 mc/s. Quest'ultimo risultato appare particolarmente sorprendente, se confrontato con l'applicazione del modello DRIFT.

La procedura adottata presenta alcune approssimazioni, quali

1. quando utilizzata per la stima della portata  $T$ -ennale, l'ipotesi di isofrequenza tra precipitazioni e portata al colmo induce notevoli distorsioni per via della non-linearità della trasformazione afflussi-deflussi, particolarmente sensibili quando si ricercano i quantili di portata a bassa frequenza (elevato periodo di ritorno),
2. il modello PeakFlow trascura (a favore di sicurezza) l'effetto di attenuazione spaziale delle precipitazioni, variabile con la durata dello scroscio;
3. i modelli di assorbimento basati sul concetto di area (parziale) contribuente richiedono un attento processo di taratura e validazione sulla base di eventi osservati, di cui si conoscano gli ietogrammi e gli idrogrammi, in quanto tali modelli non tengono conto delle effettive caratteristiche geolitologiche e di uso dei suoli;
4. il modello non è stato tarato/validato a scala temporale oraria, ma soltanto giornaliera, sulla base di un solo evento osservato;

che influiscono in modo sostanziale sulle conclusioni che vengono tratte in quella sede, ma, nello stesso tempo, testimonia le notevoli incertezze presenti nelle previsioni statistiche adottate in sede di Piano di Bacino.

### 1.3. Osservazioni

Tutti gli studi condotti liquidano con un giudizio sommario di inaffidabilità la possibilità di utilizzare le osservazioni idrologiche *in situ*, sia a scopo di previsione statistica diretta, sia a fini di validazione dei modelli idrologici da impiegare per ricavare previsioni indirette di massima piena.

Nel caso del Torrente Argentina, si osserva come il Servizio Idrografico (poi Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale) abbia condotto osservazioni sistematiche di portata nella stazione di Merelli, a partire dal 1925, validate dal Servizio stesso. In particolare, le pubblicazioni del Servizio Idrografico consentono di disporre di una serie di 55 anni di osservazioni della portata massima annuale al colmo di piena (v. anche Capitolo 5). Nel diagramma di Figura 1.3.1 tali dati (ordinati secondo la teoria statistica degli estremi) sono riportati sul piano di Gumbel, assieme alla loro regolarizzazione tramite la distribuzione Generalizzata del Valore Estremo (GEV, Generalized Extreme Value). Per quanto la stima locale sia affetta da notevoli incertezze di stima per valori del periodo di ritorno superiori al doppio della numerosità degli anni di osservazione (Benson, 1962), le osservazioni sperimentali suggeriscono un approfondimento dell'analisi idrologica al fine di superare le discrepanze che scaturiscono dai diversi studi.

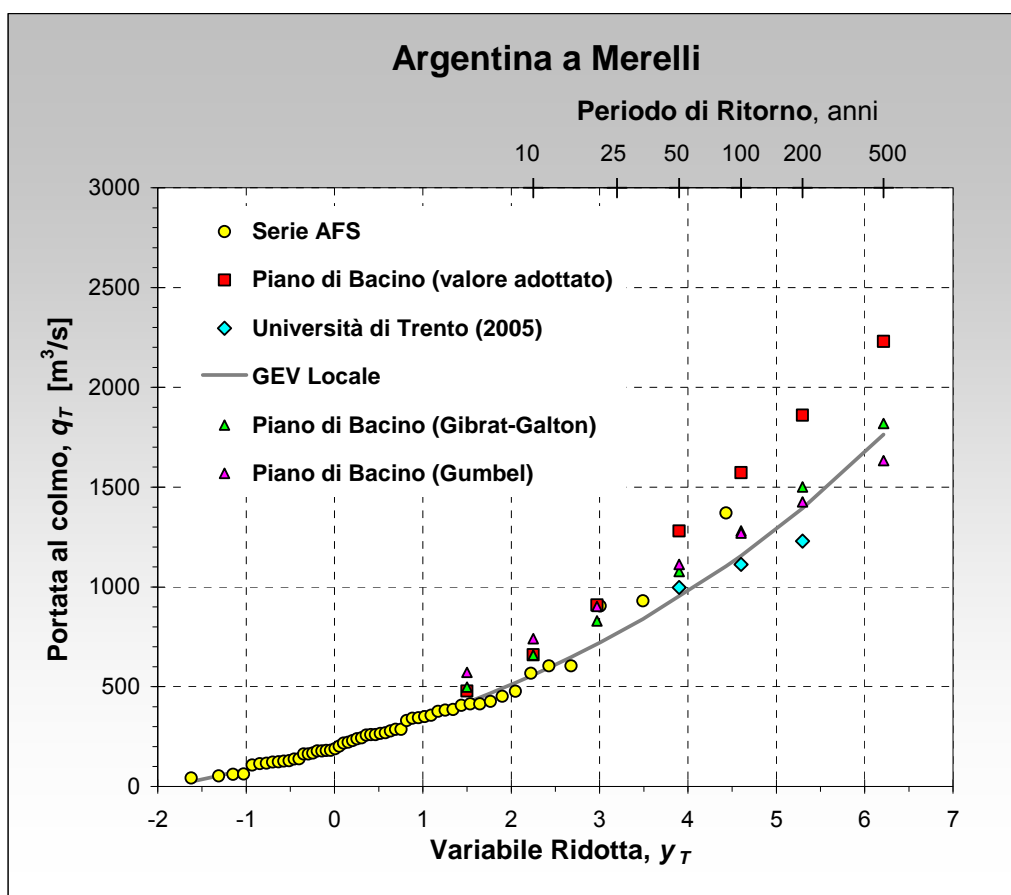


Figura 1.4.1. Variabilità campionaria delle osservazioni ordinate di portata al colmo di piena registrate nella stazione idrometrica di Merelli (Torrente Argentina) e loro regolarizzazione tramite la distribuzione GEV. Viene adottata la plotting position APL, coerente con il modello GEV. I punti riportano le stime del Piano di Bacino (simbolo quadrato) e dello studio dell'Università di Trento (simbolo romboidale) quest'ultime riscalate con di un fattore  $A^m$  con  $m = 0.75$  rispetto alla sezione di Merelli, dove  $A$  indica la superficie del bacino imbrifero sotteso. Sono anche indicate le stime riportate nel Piano di Bacino, non adottate, anch'esse riscalate con riferimento alla sezione di Merelli.

## 2. Definizione delle metodologie di analisi

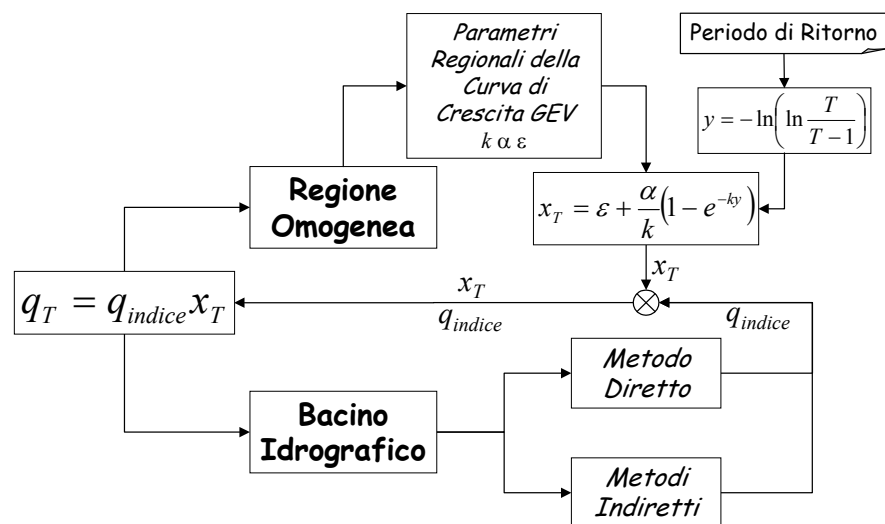
### 2.1. Metodo della portata indice

La procedura di valutazione della portata al colmo di piena si basa sul metodo della portata indice (Darlymple, 1960). Esso integra l'informazione idrometrica a scala regionale con l'analisi idrologica di dettaglio dell'assetto del bacino idrografico sotteso dalla sezione fluviale di interesse. In pratica, il metodo porge la portata al colmo temibile sotto forma di prodotto di due fattori: il *fattore di crescita*,  $x_T$ , valutato a scala regionale, e la *portata indice*,  $q_{indice}$ , valutata a scala di bacino per lo specifico sito fluviale preso in esame. Si ha quindi

$$q_T = q_{indice} x_T, \quad (2.1)$$

dove  $q_T$  indica il valore della portata al colmo che può venire superato con periodo di ritorno  $T$ , in anni (vedi Figura 2.1.1). Per il suo significato probabilistico, il valore di  $q_T$  viene anche denominato quantile  $T$ -ennale.

Figure 2.1.1. Schema di calcolo della massima portata temibile in un sito fluviale per un assegnato periodo di ritorno di  $T$  anni.



Il fattore di crescita misura la variabilità relativa degli eventi estremi alle diverse frequenze; infatti, il rapporto tra due valori di portata con diversi periodi di ritorno  $q_T/q_{T''} = x_T/x_{T''}$  risulta una costante caratteristica della regione omogenea per qualsiasi coppia di valori  $T'$  e  $T''$  del periodo di ritorno. La portata indice, invece, è una grandezza locale caratteristica del sito fluviale preso in esame, il cui valore dipende dalle caratteristiche climatiche, geologiche, geomorfologiche, idrografiche e dall'uso del suolo del bacino idrografico sotteso dal sito stesso.

Il metodo della portata indice, basato sulla regionalizzazione statistica, muove dal presupposto che, per via dell'intrinseca carenza di informazione in una singola serie di osservazioni di piena al fine di estrapolarne le previsioni a bassa frequenza, sia possibile sostituire lo *spazio* al *tempo*. Con questa impostazione, l'insieme delle osservazioni idrometriche di una regione omogenea viene impiegato per esplorare un campo di frequenze osservate di gran lunga superiore a quello coperto da una singola serie di osservazioni. A tale scopo, la metodologia prende in esame una serie indicizzata o *rinormalizzata* di dati di portata al colmo, che presenta una lunghezza sufficiente a stabilire la frequenza degli eventi rari, ossia dei valori di portata indicizzata con elevato periodo di ritorno.

Per i siti fluviali dove sono localizzate stazioni idrometrografiche dotate di affidabile scala delle portate si pone, in via preliminare, il problema se convenga utilizzare il metodo della portata indice, ovvero eseguire più semplicemente una estrapolazione statistica dei dati osservati nel sito in esame. In via affatto indicativa, l'analisi di una singola serie di  $n$  dati di portata al colmo massima annuale, non consente ragionevolmente di prevedere valori di portata temibile con periodo di ritorno superiore a  $2n$  (Benson, 1961; Committee on Techniques for Estimating Probabilities of Extreme Floods, 1988).

## 2.2. Valutazione del fattore di crescita

Il fattore di crescita  $x_T$  che compare nella formula (2.1) viene determinato applicando a scala regionale il modello probabilistico generalizzato del valore estremo, ossia la distribuzione GEV della variabile aleatoria  $X = Q/q_{indice}$ , dove  $Q$  indica il massimo annuale della portata al colmo e la portata indice per il generico sito fluviale corrisponde al valore atteso dei massimi annuali di portata al colmo nel sito stesso.

In questo caso, la relazione tra  $x$  e  $T$ , detta anche *curva di crescita*, risulta espressa dalla relazione

$$x_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left( 1 - e^{-ky_T} \right), \quad (2.2)$$

dove  $y_T$  indica la variabile ridotta di Gumbel, funzione del periodo di ritorno  $T$  in anni, data da

$$y_T = -\ln \left( \ln \frac{T}{T-1} \right), \quad (2.3)$$

mentre i parametri  $k$ ,  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  rappresentano, rispettivamente, il parametro di forma, il parametro di scala e il parametro di posizione della distribuzione<sup>1</sup>.

I confini delle regioni omogenee di piena dell'Italia Nord Occidentale sono delineati in Figura 2.2.1 e, per l'area di interesse, che corrisponde alla Regione Omogenea C, in Tabella 2.2.1.

Per la Regione Omogenea C, che comprende l'intera Liguria Tirrenica, in Tabella 2.2.2 sono riportati i relativi valori dei parametri  $k$ ,  $\alpha$  ed  $\varepsilon$  stimati con il metodo *L-moments*; le curve di crescita sono anche tracciate nell'abaco di Figura 2.2.2, mentre la Tabella 2.2.3 riporta i valori del fattore di crescita per alcuni valori salienti del periodo di ritorno.

L'identificazione delle regioni omogenee qui presa a riferimento è quella condotta sviluppando l'impostazione multi-livello di De Michele & Rosso (2002) estesa poi a scala nazionale da Bocchiola et al. (2004). Il criterio guida è costituito dal metodo della omogeneità stagionale (Pardè, 1947; Burn, 1997) applicato alle piene massime annuali, i cui risultati sono stati poi sottoposti a verifica utilizzando un ventaglio di criteri, che comprende

<sup>1</sup> La CDF della distribuzione di probabilità GEV (Jenkinson, 1955) è data dalla funzione

$$F_X(x) = \Pr[X \leq x] = \exp \left\{ - \left[ 1 - \frac{k(x-\varepsilon)}{\alpha} \right]^{1/k} \right\},$$

che, per  $k = 0$ , degenera nella CDF della distribuzione di Gumbel o EV1,

$$F_X(x) = \Pr[X \leq x] = \exp \left[ - \exp \left( - \frac{x-\varepsilon}{\alpha} \right) \right].$$



- sia il controllo della proprietà di invarianza di scala in senso statistico della portata al colmo di piena (Rosso et al., 1996);
- sia il controllo di omogeneità statistica con i metodi di Wiltshire (1986) e di Hosking & Wallis (1993);
- sia il controllo di bontà dell'adattamento con metodi inferenziali specifici per la distribuzione GEV, quali il test di Anderson-Darling modificato (Ahmad et al., 1988) e il test di Kolgomorov-Smirnov modificato (Chowdhury, 1991).

Ai fini della regionalizzazione, De Michele & Rosso (2002) e Bocchiola et al. (2004) hanno preso in considerazione i dati disponibili a livello nazionale da fonte ex-SIMN. Nel caso della Liguria Tirrenica, il set di dati è stato anche aggiornato al 1993 tramite uno studio specifico. Per l'area in esame è stato condotto un preliminare controllo statistico di qualità secondo quanto indicato da Adom et al. (1988). In Tabella 2.2.4 sono inoltre riportati gli esponenti caratteristici della proprietà di invarianza di scala della portata al colmo massima annuale  $Q$  al variare della superficie  $A$  del bacino sotteso.

La stima dei parametri della legge GEV regionale è stata condotta in base ai dati di portata al colmo di piena massima annuale (serie AFS) riportati fino all'anno 1970 dalla Pubblicazione n.17 dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). Grazie alla collaborazione della Sezione di Genova dell'ex-SIMN De Michele & Rosso (2000) hanno altresì integrato il campione della Liguria Tirrenica con i dati relativi al periodo 1970-1993 desunti dalle registrazioni idrometrografiche disponibili. Va peraltro osservato come tale integrazione non comporti una sostanziale variazione della curva di crescita stimata (De Michele & Rosso, 2000). Per la stima dei parametri è stato utilizzato il metodo *L-moments*, che, tra i diversi procedimenti inferenziali, fornisce le prestazioni più robuste in caso di distribuzione GEV (Hosking, 1990; Stedinger et al., 1992).

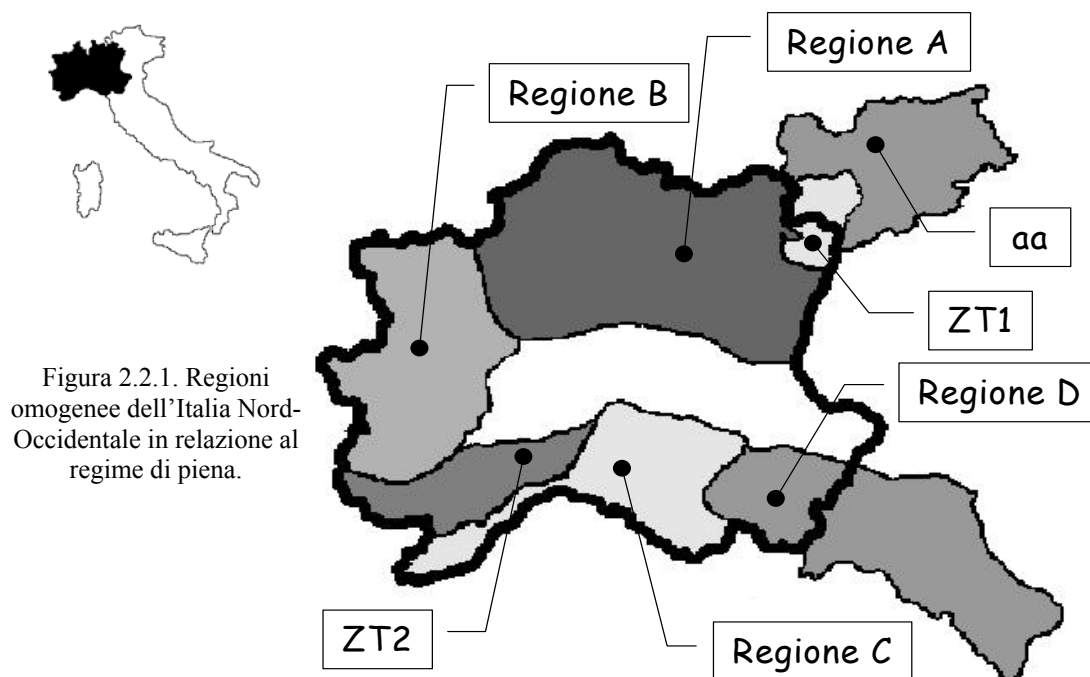


Figura 2.2.1. Regioni omogenee dell'Italia Nord-Occidentale in relazione al regime di piena.



Figura 2.2.2. Curva di crescita GEV regionale dell'Italia Nord-Occidentale: Regione Omogenea C, che comprende la Liguria tirrenica.

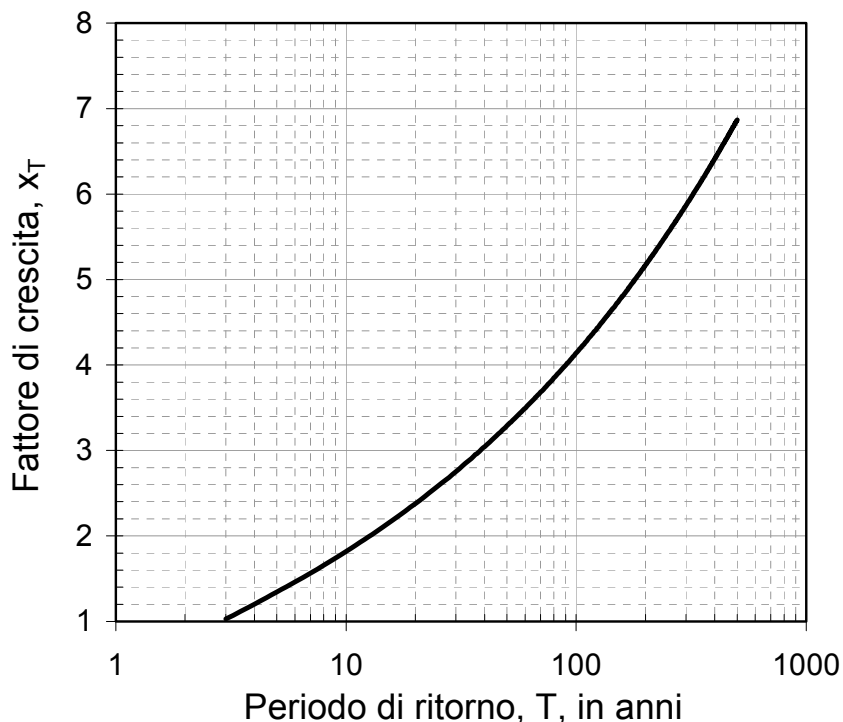


Tabella 2.2.1. - Regioni omogenee di piena dell'Italia Nord Occidentale di interesse per il territorio della Liguria Tirrenica e loro campo di validità in funzione dell'area A del bacino idrografico sotteso.

Regione	Area idrografica	A, km <sup>2</sup>
<b>C</b> Appennino Nord Occidentale e Bacini Tirrenici	Bacini liguri con foce al litorale tirrenico e bacini padani dallo Scrivia al Taro	15÷1500

Tabella 2.2.2 - Parametri della distribuzione GEV del fattore di crescita  $x_T$  per le regioni omogenee di piena dell'Italia Nord Occidentale di interesse per il territorio della Liguria Tirrenica ( $n$  indica la numerosità del campione utilizzato).

Regione	$n$	$\alpha$	$\varepsilon$	$k$
<b>C</b> Appennino NO & Bacini Tirrenici	753	0.377	0.643	-0.276

Tabella 2.2.3 – Valori del fattore di crescita  $x_T$  per alcuni valori salienti del periodo di ritorno  $T$ .

Regione	Periodo di Ritorno, anni (Variabile ridotta, $y_T$ )					
	10 (2.250)	20 (2.970)	50 (3.902)	100 (4.600)	200 (5.296)	500 (A.214)
<b>C</b> Appennino NO & B. Tirrenici	1.82	2.38	3.29	4.14	5.17	6.87

Tabella 2.2.4 – Esponente caratteristico  $m$  della relazione di potenza tra la media osservata del massimo annuale di portata al colmo di piena e la superficie del bacino sotteso,  $\bar{q} = \bar{q}(1)A^m$ , a meno dell'errore standard di stima (in parentesi). Sono anche riportati i valori del contributo unitario caratteristico e del coefficiente di determinazione  $R^2$  relativo alla regressione logaritmica.

Regione	$m$	$\bar{q}(1)$ $\text{m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2m}$	$R^2_{\ln}$
<b>C</b> Appennino Nord Occidentale & Bacini Tirrenici	0.750 ( $\pm 0.080$ )	5.200	0.78

Le valutazioni di piena comportano anche una valutazione dell'incertezza con cui le previsioni statistiche vengono calcolate. In generale, l'incertezza delle previsioni statistiche viene misurata dagli intervalli di confidenza dei quantili stimati della variabile aleatoria in esame. Fissato un livello di significatività  $a$ , cui corrisponde una confidenza pari a  $100(1-a/2)\%$ , l'intervallo di confidenza del quantile rinormalizzato con assegnato periodo di ritorno è dato dai limiti

$$\hat{x}_T^- = x_T - \zeta_{a/2} \sqrt{\text{Var}[\hat{x}_T]}, \text{ e } \hat{x}_T^+ = x_T + \zeta_{a/2} \sqrt{\text{Var}[\hat{x}_T]} \quad (2.4)$$

dove il simbolo  $\hat{\cdot}$  indica la stima del quantile  $x_T$ , e  $\zeta_{a/2} = \Phi^{-1}(1-a/2)$  indica l'inversa della funzione di distribuzione di probabilità della variabile normale standard,  $\Phi(\zeta) = \text{Pr}[Z \leq \zeta]$ , superato con una probabilità pari a  $a/2$ . Occorre quindi determinare la varianza di stima  $\text{Var}[\hat{x}_T]$ , che dipende sia dalla distribuzione di probabilità, sia dal metodo di stima dei parametri.

In letteratura sono disponibili diverse formule per la valutazione di  $\text{Var}[\hat{x}_T]$ . La formulazione approssimata della varianza asintotica di stima del quantile  $x_T$ , ottenuta da Hosking et al. (1985) per la distribuzione GEV/PWM, dove i parametri della distribuzione sono stimati attraverso i momenti pesati in probabilità, può comportare imprecisioni per campioni di dimensioni esigue e, soprattutto, risulta di difficile impiego pratico per la sua complessità. Sulla base di simulazioni Montecarlo, Lu & Stedinger (1992) hanno ricavato una formula per la misura dell'errore di stima del quantile *GEV* nel caso di campioni di numerosità limitata,  $40 \leq n \leq 70$ , che in virtù della sua iperparametrizzazione presenta anch'essa una limitata applicabilità. La formula approssimata proposta da De Michele & Rosso (2001a) per la valutazione della varianza di stima del quantile adimensionale della GEV/PWM,

$$\text{Var}[\hat{x}_T] = \frac{\alpha^2}{n} \exp\{y_T \exp[-1.823k - 0.165]\}, \text{ per } k \leq 0, \quad (2.5)$$

dove  $y_T$  è la variabile ridotta di Gumbel,  $n$  è la numerosità del campione regionale rinormalizzato,  $\alpha$  e  $k$  sono i parametri della distribuzione regionale *GEV*, fornisce buoni risultati sia per lunghe serie di dati, sia per campioni di numerosità limitata e si raccomanda nelle applicazioni pratiche per la sua semplicità.

In via preliminare, si può confrontare la curva di crescita locale, quale risulta dalle osservazioni di portata al colmo massima annuale (dimensione del campione: 55 anni di osservazioni, v. Capitolo 5) rilevata dalla stazione di Merelli sul Torrente Argentina, con la curva di crescita regionale della Regione Omogenea C, che comprende la Liguria Tirrenica (v. Figura 2.2.3). Si osserva come i dati rinormalizzati rispetto alla portata indice, che risulta dalla media campionaria dei dati osservati, siano del tutto consistenti con la curva regionale.

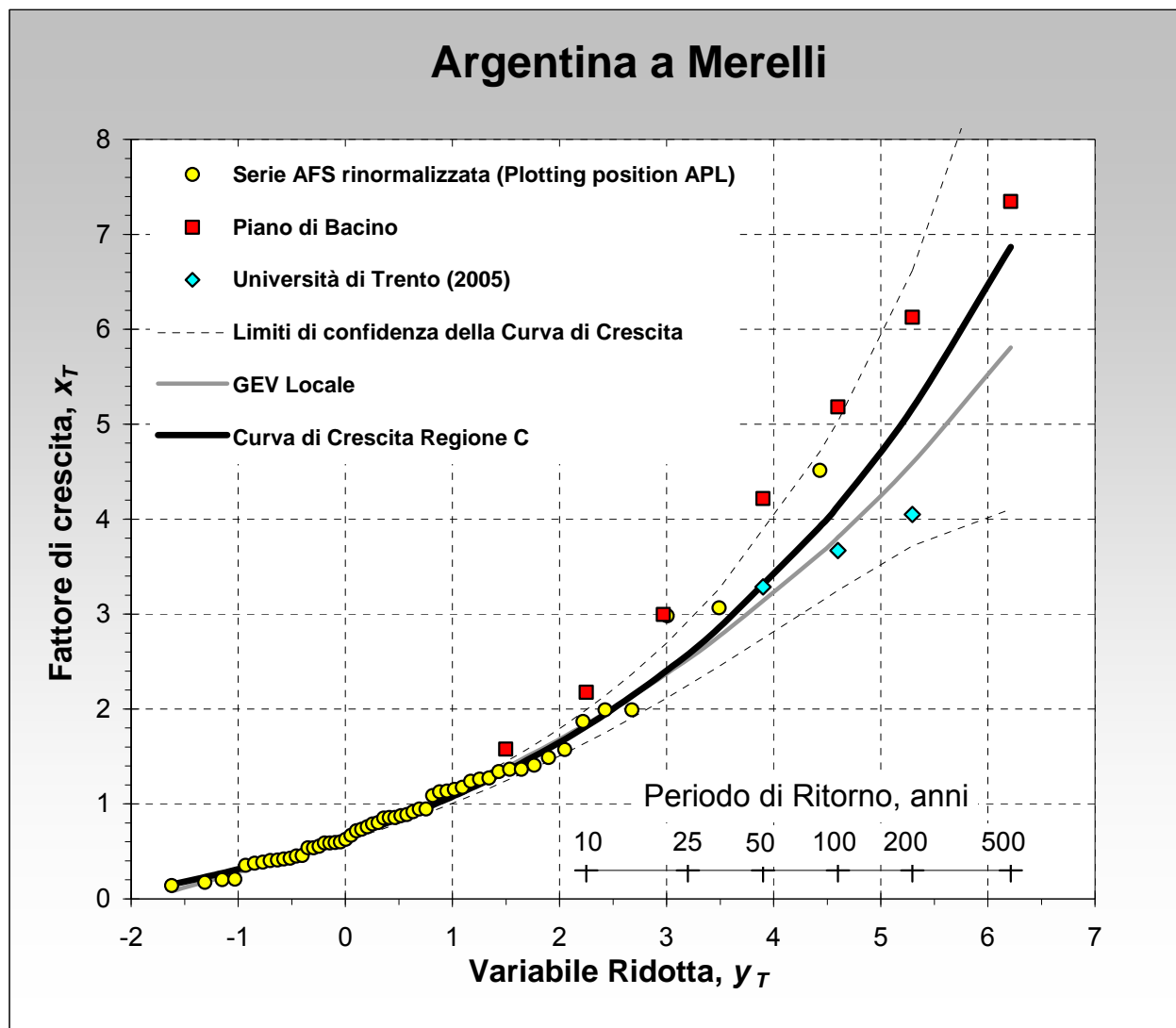


Figura 2.2.3. Curva di crescita GEV regionale della Liguria tirrenica e campione rinormalizzato della portata al colmo massima annuale del Torrente Argentina a Merelli. La curva è tracciata sul piano di Gumbel. Sono anche riportate le stime, rinormalizzate rispetto alla media osservata, del Piano di Bacino (simbolo quadrato) e di uno studio dell'Università di Trento (simbolo romboidale) quest'ultime riscalate con  $A^{0.75}$  rispetto alla sezione di Merelli, dove  $A$  indica la superficie del bacino imbrifero sotteso. Si noti come la curva di crescita sia assai prossima alla distribuzione locale GEV per valori di  $y_T$  inferiori a 4, mentre per le basse frequenze la curva regionale cresce più rapidamente di quella locale.

### 2.3. Valutazione della portata indice

In virtù del modello probabilistico adottato, la portata indice ha un periodo di ritorno pari a 2.86 anni. Questa considerazione permette di valutare, ancorché in modo affatto approssimato e qualitativo, il valore della portata indice in un sito di interesse in base a osservazioni e ricostruzioni di piena e/o tramite considerazioni sulla geomorfologia fluviale.

Per valutare in modo quantitativo la portata indice,  $q_{indice}$ , ossia il valore atteso di portata al colmo massima annuale che particolarizza la formula (2.1) per un generico sito fluviale di interesse, si possono applicare diverse metodologie.

Esse comprendono sia metodi diretti, sia metodi indiretti, caratterizzati da vario grado di complessità. Con i metodi diretti il valore di  $q_{indice}$  viene calcolato dalle statistiche osservate in situ ed è utilizzabile se e soltanto se, nel sito in esame, sono disponibili sufficienti osservazioni dirette di portata al colmo. Con i metodi indiretti il valore di  $q_{indice}$  viene derivato, per via della carenza o dell'insufficienza di osservazioni dirette, da quello di grandezze esogene. Va subito premesso come la scelta di una particolare metodologia dipenda sia dall'informazione disponibile, sia dall'affidabilità della previsione statistica che viene richiesta dalla specifica applicazione. Inoltre, ogni situazione pratica va affrontata sviluppando un appropriato ventaglio di metodologie, in ragione della possibilità o meno di applicare correttamente un certo metodo per il caso in esame.

Non va comunque dimenticato come la valutazione della portata indice presenti tuttora notevoli difficoltà. Essa costituisce infatti uno dei problemi di maggiore complessità dell'idrologia, ancora aperto a larghi margini di miglioramento.

Le metodologie sviluppate in questa sede e brevemente richiamate nei paragrafi che seguono, sono state quindi scelte con specifico riferimento ai dati disponibili e alle finalità dello studio.

Nel caso in esame, va subito sottolineata l'opportunità di ricorrere, per una più approfondita valutazione della piena indice, non solo a metodi diretti, ma anche a metodi indiretti, per via della relativa brevità della serie di osservazioni di dati AFS nel bacino del Torrente Argentina, preso in esame in questo studio.

### 2.3.1. METODO (DIRETTO) AFS

Quando si dispone di  $n'$  anni di osservazioni di portata al colmo di piena massima annuale (serie AFS) nel sito fluviale di interesse, la stima della portata indice è fornita dalla media aritmetica delle  $n'$  osservazioni  $q'_1, \dots, q'_{n'}$ , ossia

$$q_{indice} = \hat{q}_{AFS} = \frac{1}{n'} \sum_{i=1}^{n'} q'_i, \quad (2.6)$$

dove il simbolo  $\hat{\phantom{x}}$  sta per *valore stimato*. Una valutazione del relativo errore standard di stima può essere condotta con la formula

$$\sigma_{q_{indice}} = \sqrt{\frac{1}{n'(n'-1)} \sum_{i=1}^{n'} (q'_i - q_{indice})^2}, \quad (2.7)$$

che mostra una rapida diminuzione dell'errore stesso all'aumentare della numerosità del campione disponibile. Dalla verifica dell'ipotesi nulla per un livello di significatività  $\alpha$ , si possono derivare i limiti di confidenza a un livello di confidenza di  $100(1 - \alpha/2)\%$  nella forma

$$q_{indice} \pm \Phi^{-1}(1 - \alpha/2) \sigma_{q_{indice}},$$

dove  $\Phi^{-1}(\cdot)$  indica l'inversa della funzione di distribuzione di probabilità della variabile normale standard. I valori di  $q_{indice} \pm \sigma_{q_{indice}}$ , che si ottengono per il valore di  $\zeta = 1$ , sono spesso denominati limiti sigma e corrispondono a un livello di confidenza 84%.

### 2.3.2. METODO (INDIRETTO) DELLA TRASLAZIONE SCALA INVARIANTE DI STIME DIRETTE

Per i siti fluviali prossimi a stazioni idrometriche dotate di scala di deflusso il problema è talvolta riconducibile alla stima diretta, riscalando i valori di progetto in base alla superficie del bacino idrografico sotteso nell'ipotesi di invarianza di scala. La prossimità è definita dalla circostanza che stazione idrometrica  $S_1$  e sito fluviale in esame  $S_2$  insistano sullo stesso tronco fluviale (definito, per esempio, in base a un criterio di classificazione quantitativa della rete idrografica) e che i bacini sottesi siano omogenei in relazione alla risposta idrologica di versante (per esempio, in termini di effetto combinato della natura e dell'uso dei suoli). Una volta condotta la stima della portata indice  $q_{indice}[S_1]$  nel sito  $S_1$  dove è ubicata la stazione idrometrica, il corrispondente valore  $q_{indice}[S_2]$  nel sito  $S_2$  in esame si può ricavare come

$$q_{indice}[S_2] = q_{indice}[S_1] \left( \frac{A_2}{A_1} \right)^m, \quad (2.8)$$

dove  $A_1$  e  $A_2$  sono le aree dei rispettivi bacini idrografici sottesi, mentre l'esponente  $m$  caratterizza l'invarianza di scala a livello regionale (v. Tabella 2.2.4).

### 2.3.3. METODO (INDIRETTO) DELLE TRACCE STORICO-DOCUMENTALI

La documentazione in traccia delle alluvioni storiche è in grado di fornire un'informazione assai utile per la valutazione della portata indice. Il procedimento prevede il censimento delle esondazioni osservate e/o documentate, ossia degli eventi in cui la portata al colmo ha superato un livello di soglia  $q_s$  noto o calcolato in base alla capacità idraulica di smaltimento del tronco fluviale che comprende la sezione in esame. A tal fine, i dati del *Censimento delle aree italiane storicamente colpite da frane e da inondazioni* (CNR-GNDICI, 1998) possono costituire una utile base di partenza.

Se nel sito in esame si possono ricostruire le vicende alluvionali per un periodo abbastanza lungo, è possibile valutare la frequenza storica ricostruita della portata di soglia  $q_s$  considerata. Quando sono stati documentati  $h$  superamenti in  $n'$  anni, il valore atteso del periodo di ritorno del valore  $q_s$  è dato da (v. Kottegoda & Rosso, p.425, 1997)

$$\hat{T}_{q_s} = \frac{n'+1}{h+1}. \quad (2.9)$$

La portata indice si può quindi calcolare come

$$q_{indice} = \frac{q_s}{x_{\hat{T}_{q_s}}}, \quad (2.10)$$

dove il valore di soglia  $x_{\hat{T}_{q_s}}$  del fattore di crescita viene determinato dalla formula (2.2) per il particolare valore del periodo di ritorno calcolato con la (2.9).

L'analisi storica richiede cura particolare, poiché vanno considerate le sole esondazioni dovute al superamento effettivo della capacità di smaltimento del tronco fluviale, e non gli eventuali sfondamenti arginali, i rigurgiti da ostruzione e altri fenomeni di esaltazione degli effetti di una piena. Per la determinazione del valore di soglia  $q_s$  bisogna ricorrere al tracciamento di profili idraulici di moto permanente e, nei casi in cui l'effetto della propagazione dell'onda di piena non sia trascurabile, a un modello idraulico di moto vario. Questo metodo si presta in modo particolare allo studio di siti fluviali che presentano zone riparie soggette a elevato carico antropico

storicamente documentato, laddove si possono individuare tronchi del corso d'acqua controllati da asservimenti idraulici, quali gli attraversamenti stradali e ferroviari, le coperture, le arginature.

I limiti sigma della stima del periodo di ritorno della portata di soglia, che sono dati da

$$\hat{T}_{q_s} \pm \sigma_{\hat{T}_{q_s}} = \frac{n'+1}{h+1 \mp \sqrt{\frac{(n'-h)(h+1)}{n'+2}}}, \quad (2.11)$$

indicano come il metodo sia soggetto a un grado di incertezza crescente con la rarità dei superamenti.

### 2.3.4. METODO (INDIRETTO) DELLA SIMULAZIONE DELL'EVENTO CRITICO

Con la costruzione di un modello idrologico di piena, in grado di descrivere la trasformazione afflussi-deflussi per le piene salienti, è possibile ricostruire una successione di eventi di piena nel sito fluviale di interesse.

Se si dispone di alcuni idrogrammi osservati o, almeno, di valutazioni in traccia della portata al colmo di piena per gli eventi documentati da registrazioni pluviografiche, questa informazione può essere usata per tarare il modello. In caso si disponga di un congruo numero di eventi documentati, vale la pena di controllare le prestazioni del modello per alcuni episodi di piena non impiegati in fase di taratura. Le necessità di taratura variano con la complessità del modello, con la base fisica delle rappresentazioni matematiche adottate e con il dettaglio con cui viene descritto il sistema delle superfici scolanti e della rete idrografica.

I recenti sviluppi della modellistica idrologica tendono sempre più a contenere il ruolo della fase di taratura del modello, riducendo la quantità dei parametri di calibrazione a favore di parametri valutabili in base alle caratteristiche fisiche del sistema. L'impiego delle moderne tecniche di analisi territoriale tende, nel contempo, ad aumentare il dettaglio spaziale del modello stesso, sostituendo alla descrizione globale della risposta idrologica, tipica dei modelli a parametri concentrati, una descrizione dettagliata e spazialmente distribuita dei processi di formazione e propagazione dei deflussi all'interno del bacino idrografico.

Con riferimento alla modalità di rappresentazione delle precipitazioni in ingresso al modello idrologico, la simulazione può essere condotta utilizzando direttamente i dati osservati di pioggia, ovvero descrivendo le caratteristiche del campo di precipitazione in probabilità. In quest'ultimo caso, si potrà ricorrere alla congettura dell'evento critico e, quindi, alla simulazione della piena fluviale critica. Per via della carenza di osservazioni orarie per un periodo di tempo sufficientemente lungo, la scelta metodologica ricade su quest'ultimo approccio.

Il metodo della simulazione dell'evento critico ricorre a una procedura approssimata, utilizzando, in luogo della serie storica dei dati pluviometrici, la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica attesa nel centro di scroscio localizzato in posizione baricentrica, esprimibile in forma di equazione monomia

$$E[h] = a_1 d^\nu, \quad (2.12a)$$

dove  $E[h]$  indica il valore atteso della altezza di pioggia cumulata temibile in  $d$  ore consecutive sul bacino sotteso, mentre i valori dei parametri  $a_1$  (coefficiente pluviale orario, pari al valore atteso della pioggia oraria massima annuale) e  $\nu$  (esponente di scala,  $0 < \nu < 1$ ) sono da intendersi ragguagliati sull'area del bacino sotteso dalla sezione di interesse, ovvero in posizione baricentrica rispetto all'area drenata.

Il tasso medio di precipitazione risulta quindi

$$E[p] = a_1 d^{\nu-1}, \quad (2.12b)$$

dove  $E[p]$  indica il valore atteso del tasso medio di pioggia temibile in  $d$  ore consecutive sul bacino sotteso.

Applicando questa metodologia, bisogna altresì ridurre il tasso di pioggia in ragione della superficie del bacino sotteso e della durata dello scroscio secondo formulazioni adeguate; ed, eventualmente, introdurre un verosimile profilo di pioggia in grado di riprodurre gli ietogrammi osservati, ossia la variabilità temporale della pioggia durante lo scroscio stesso, tenuto conto che questo aspetto va valutato in ragione della sensibilità del modello di trasformazione afflussi-deflussi e della durata critica.

Le precipitazioni calcolate a partire dalla linea segnalatrice attesa di probabilità pluviometrica vengono quindi utilizzate in ingresso al modello di trasformazione afflussi-deflussi, determinando l'idrogramma di risposta e il relativo valore di picco.

Per via della indeterminatezza della durata dello scroscio critico, bisogna procedere a un insieme di simulazioni per diverse durate. Per ogni simulazione si ricava il valore di portata di picco,  $q_p = \max_t [q(t; d)]$ . Ripetendo la simulazione con precipitazioni di diversa durata  $d$ , si determina l'evento critico, ossia la piena che produce la massima  $q_p$ , la quale si realizza per una particolare durata di pioggia  $d$ , detta durata critica  $d_{CR}$ . In pratica, si risolve il problema di ottimo

$$d_{CR} : \max_d \{ \max_t [q(t; d)] \} \quad (2.13)$$

dove  $\max_t [q(t; d)]$  indica la portata di picco  $q_p$  dell'idrogramma  $q(t)$  prodotto da un precipitazione di durata  $d$ . La portata indice è quindi data da

$$q_{indice} = \max_t [q(t; d_{CR})], \quad (2.14)$$

essendo  $E[p(d_{CR})] \rightarrow q(t; d_{CR})$  la trasformazione afflussi-deflussi operata (indicata con il simbolo  $\rightarrow$ ).

Questa procedura comporta varie incertezze, legate sia all'ipotesi di trasformazione della pioggia temibile attesa in portata temibile attesa, sia alla congettura di evento critico, sia alle approssimazioni sulla configurazione spazio-temporale della pioggia stessa. Il maggiore svantaggio di questa procedura risiede comunque nella sua insensibilità alla variabilità spaziale delle precipitazioni. Tale procedura, per la sua consolidata pratica applicativa, può essere peraltro impiegata con successo nei bacini di piccola e media dimensione, dove tale variabilità ha modesta importanza, tenendo comunque presente il margine di incertezza dei risultati ottenibili.

Quando utilizzata per la stima della portata indice, questa procedura è peraltro meno distorta di quanto avvenga quando essa viene applicata, per esempio, alla stima dei quantili, per via dell'ipotesi di isofrequenza tra piogge intense e deflussi di piena, in molti casi confutata da episodi osservati.

Il metodo è indipendente dal modello idrologico adottato. L'esperienza indica che, nei bacini liguri, si ottengono risultati in accordo con le osservazioni utilizzando anche modelli concettuali di tipo semplice. Per il caso in esame si possono utilizzare,

- il fattore di riduzione auto-affine (De Michele & al., 2001 e 2002) per la valutazione della pioggia areale;
- il metodo CN-SCS (Soil Conservation Service, 1986), generalmente con CN in classe III di AMC, per la valutazione dell'assorbimento del terreno, per via della risposta mista del bacino (per effetto combinato dell'eccesso della capacità di infiltrazione e della saturazione del terreno);



- il metodo dell'idrogramma unitario istantaneo di forma gamma (GUH) anche noto come modello di Nash (1957) ovvero nella sua taratura geomorfologica (GIUH) per la modellazione del ruscellamento nella rete idrografica (Rosso, 1984).

## 2.4. Idrogrammi di piena di riferimento

La valutazione degli idrogrammi di piena di riferimento, in assenza di osservazioni dirette sufficienti per quantità e qualità dei dati, viene condotta con il metodo della simulazione dell'evento idrometeorologico critico. Questa scelta metodologica è anche motivata dalla necessità di fornire valutazioni non solo in una sezione strumentata (il sito di Merelli) ma per l'intero reticolo idrografico del torrente Argentina.

Questo metodo si presta alla valutazione approssimata degli eventi di interesse alla luce della normativa,  $E_{V_T, Q_T}^* = [\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}]$ , con  $v \leq v_T$  e  $q \leq q_T$ , ossia le coppie di valori di portata e volume che si possono verificare con periodo di ritorno incondizionato  $T$ -ennale della portata al colmo  $q_T$ , che si assume nota. Per via delle difficoltà a valutare  $v_T$ , si considerano cautelativamente gli eventi

$$[\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}], \text{ con } q \leq q_T.$$

Il metodo muove dall'assunto che le piogge temibili siano rappresentate dal modello scala-invariante e che gli eventi di interesse siano comunque prodotti da un assetto meteorologico caratterizzato dalla struttura di invarianza di scala tipica dell'area in esame, rappresentata dall'esponente caratteristico  $\nu$ . In pratica, si assume che l'esponente caratteristico rappresenti l'impronta climatica degli eventi pluviali estremi nell'area in esame. Questa ipotesi di lavoro implica che la portata  $T$ -ennale di progetto  $q_T$  sia prodotta da una precipitazione  $h = a d^\nu$ , dove  $\nu$  è l'esponente caratteristico della pluviometria del bacino sotteso dalla sezione di interesse, e il parametro  $a$  è dato dal valore del coefficiente pluviale che, con il metodo dell'evento critico, produce la portata al colmo  $q_T$ .

Dato il valore  $T$ -ennale di portata al colmo  $q_T$ , calcolato con il metodo della portata indice illustrato nei precedenti Paragrafi 2.1-3, viene quindi ricercata la coppia di valori  $\{a, d_{CR}\}$  che produce come risultato la portata di picco  $q_T$  quando si applichi la trasformazione afflussi-deflussi, essendo  $d_{CR}$  la durata critica.

Con questo procedimento viene determinato l'idrogramma di riferimento dell'evento  $[\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}]$ , con  $q = q_T$  e, contestualmente, il modello idrometeorologico di riferimento in grado di descrivere in modo sintetico il complesso fenomeno che può produrre una portata al colmo  $q_T$  nella sezione fluviale di interesse.

Per la valutazione approssimata degli altri eventi di interesse alla luce della normativa,  $[\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}]$ , con  $q < q_T$ , si utilizza l'ipotesi di criticità idrometeorologica, in base alla quale gli eventi di interesse sono comunque prodotti da un assetto meteorologico caratterizzato dalla struttura di invarianza di scala, rappresentata dall'esponente caratteristico  $\nu$ . Questo procedimento determina gli idrogrammi di riferimento per la valutazione della pericolosità idraulica  $T$ -ennale, in quanto prodotti da situazioni meteorologiche simili (in termini di autosomiglianza statistica o invarianza di scala) a quella che può produrre l'evento critico  $T$ -ennale in termini di portata al colmo. Si ottengono così idrogrammi equivalenti che presentano una portata al colmo inferiore a  $q_T$ , ma volumi di piena superiori.

Il metodo si presta anche alla valutazione del massimo volume esondabile nei casi pratici, in cui si vogliono valutare gli idrogrammi di riferimento per eventi che superano una certa soglia stabile di



esondazione, ossia una portata di smaltimento  $q_0 < q_T$  data dall'efficienza idraulica del tronco fluviale in esame.

Nei casi in cui la soglia non sia stabile, ma venga modificata dal sormonto delle acque, gli idrogrammi di riferimento andranno invece valutati sollecitando la struttura di difesa e valutando la dinamica di tale struttura in risposta all'evoluzione dell'idrogramma.

Come tutti i metodi idrologici basati su ipotesi semplificative e approssimazioni necessarie al calcolo pratico, i risultati che questo metodo è in grado di fornire presentano un certo grado di incertezza. Il primo livello di incertezza è senz'altro legato all'ipotesi di lavoro, che assume la portata al colmo quale riferimento primario, prevista dalle normative.

## 2.5. Dati territoriali e idrologici per lo sviluppo della metodologia

Per lo sviluppo del percorso metodologico sopra delineato, sono necessari i dati territoriali e idrologici sotto indicati.

### 2.5.1. DATI TERRITORIALI

Tra i diversi strati informativi sulle caratteristiche del territorio, è necessario implementare nella procedura di valutazione idrologica:

- la cartografia tematica digitale relativa alla topografia, da cui derivare il tematismo relativo all'idrografia;
- la cartografia tematica digitale di uso del suolo;
- la cartografia tematica relativa alla geolitologia.

### 2.5.2. DATI IDROLOGICI

I dati idrologici essenziali per lo sviluppo della procedura di valutazione sono

- le serie AFS (portata al colmo massima annuale);
- la documentazione storico-documentale sugli eventi di piena salienti;
- le serie di precipitazione massima annuale relative ai nubifragi, ossia le piogge di forte intensità e breve durata da 1 e 24 ore;
- idrogrammi e ietogrammi di eventi di piena salienti a scala temporale oraria o suboraria;
- rilievi idrografici delle sezioni oggetto di misure idrometriche e del relativo tronco fluviale di interesse;
- scale di deflusso storicamente calibrate ed adottate.

## 3. Dati idrologici e territoriali

### 3.1. Raccolta ed organizzazione dei dati territoriali

Sono stati acquisiti, analizzati ed organizzati i seguenti dati territoriali:

1. la cartografia tematica digitale relativa alla topografia (DEM, modello digitale delle quote) in base al modello digitale messo a disposizione dalla Regione Liguria, con risoluzione al suolo pari a 40 m. Sulla base del DEM è stato identificato il reticolo idrografico, creando lo strato informativo georeferenziato che rappresenta l'idrografia (v. Figg. 3.1.1);
2. la cartografia tematica digitale di uso del suolo, sulla base del tematismo georeferenziato fornito dalla Regione Liguria (v. Figg. 3.1.2);
3. la cartografia tematica relativa alla geolitologia, ottenuta sulla base sulla base del tematismo georeferenziato fornito dalla Regione Liguria (v. Figg. 3.1.3, la cui Legenda è riportata in Tavola 3.1.1).

I layers della cartografia tematica sono stati quindi organizzati e georeferenziati su un unico GIS.

Dalla mappa delle quote, o DTM, è possibile ricavare, tramite opportune elaborazioni, una descrizione del reticolo idrografico. Tale descrizione serve per la valutazione dei parametri morfometrici atti a descrivere, per ognuna delle sottosezioni fluviali di interesse, la risposta idrologica del bacino. In particolare, alcuni indici morfometrici, quali lunghezza delle aste principali, pendenze e rapporti Hortoniani per i reticoli fluviali di vario ordine sono necessari per la valutazione dei parametri da utilizzare nei modelli di tipo idrologico concentrato, in particolare per quei siti in cui si verifichi l'assenza di eventi diretti di calibrazione.

L'informazione incrociata di mappe di litologia ed uso del suolo, opportunamente convertite in formato raster alla risoluzione del DTM disponibile, risulta necessaria per la valutazione dei parametri di assorbimento del terreno, o indici di permeabilità.

In particolare, la capacità di assorbimento locale del terreno in risposta ad un evento di precipitazione può essere calcolato utilizzando il metodo del SCS-CN, che necessita una parametrizzazione da condursi tramite l'analisi delle cartografie sopra dette. La valutazione su base cartografica è riportata nel successivo Paragrafo 3.2.

Inoltre, si risulta necessaria una validazione del modello SCS-CN detto, tramite l'analisi di dati pluvio-idrometrici di evento, così da valutare l'abilità del parametro CN nel descrivere la risposta del bacino in termini di volumi di deflusso netto ad evento. Questo aspetto è trattato nel successivo Capitolo 5.

In Figura 3.1.1 viene rappresentato il bacini idrografico del torrente Argentina alla foce. Il reticolo idrografico viene rappresentato tramite estrazione in maniera automatica. L'area soglia, necessaria per la definizione del reticolo, viene qui posta pari a  $A_s = 0.8 \text{ Km}^2$ , pari a 500 celle del DTM considerato. Come noto, la scelta dell'area soglia per la rappresentazione dei reticoli idrografici presenta un certo grado di soggettività. La soluzione qui adottata sembra fornire una buona descrizione del reticolo idrografico principale.



Figura 3.1.1. DTM Argentina con reticolo fluviale (Area contribuyente di soglia =  $0.8 \text{ Km}^2$ , 500 celle).

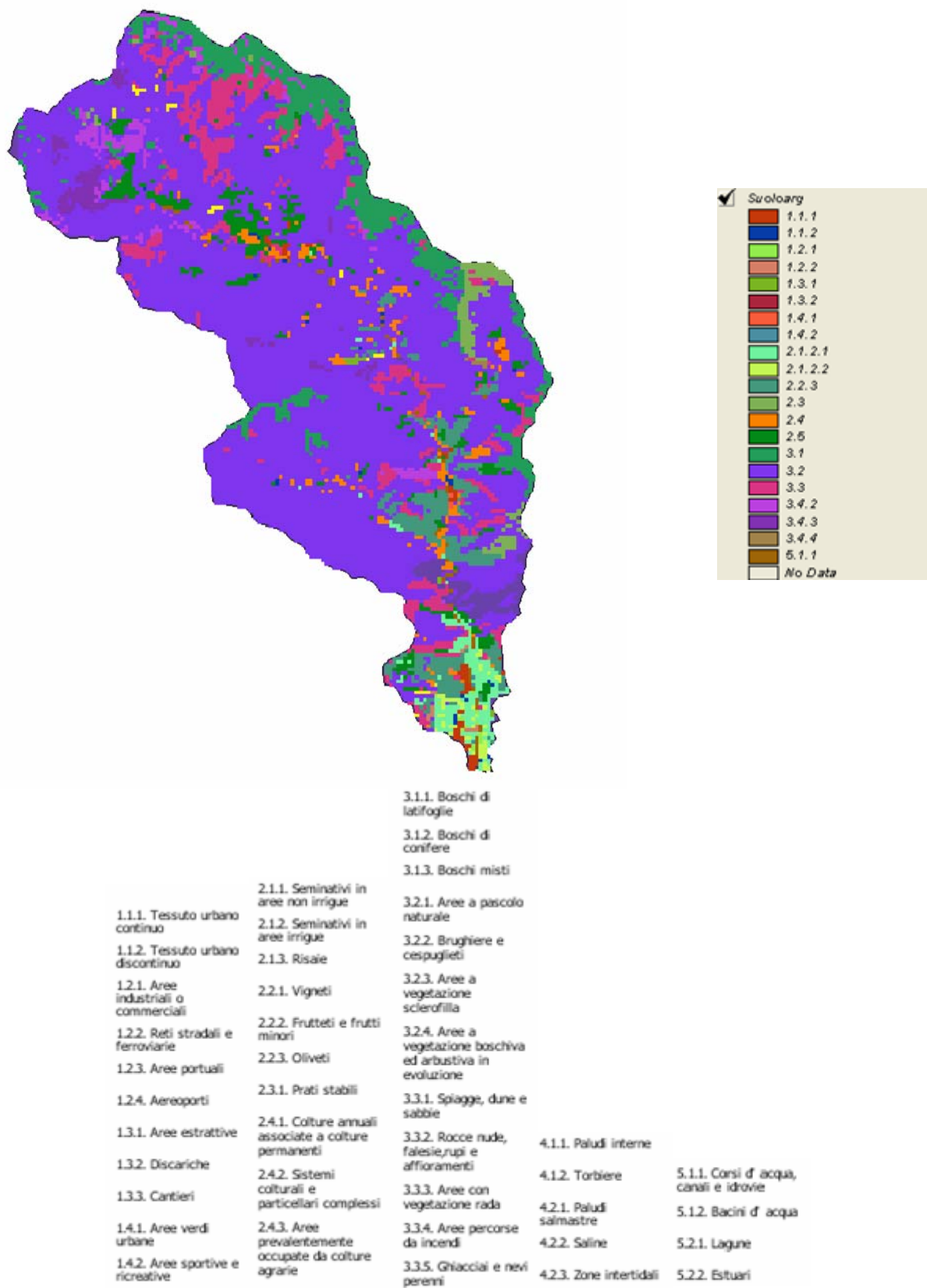


Figura 3.1.2. Uso del suolo del bacino del Torrente Argentina.

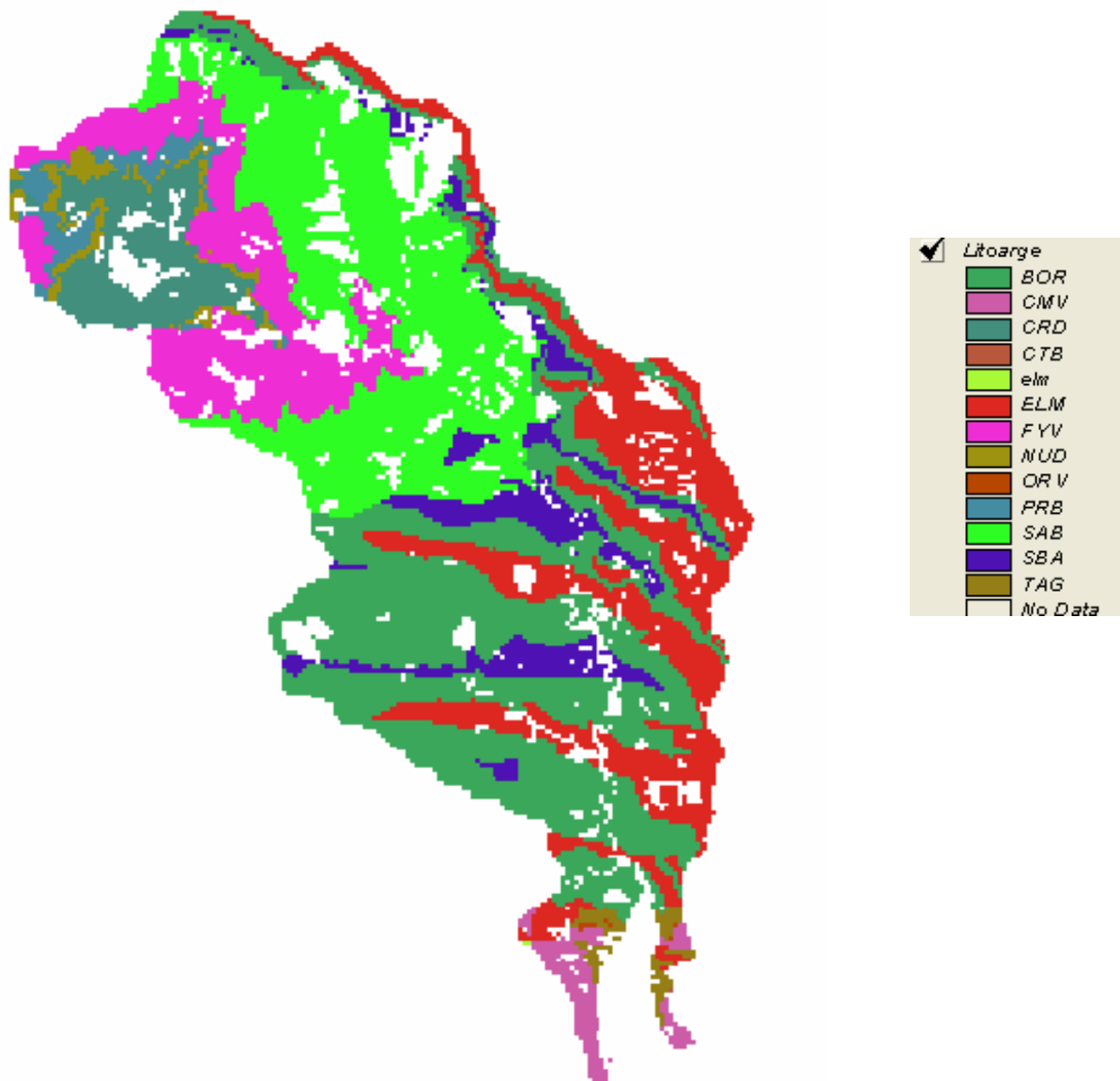


Figura 3.1.3. Mappa geo-litologica del bacino idrografico del torrente Argentina.

### Tavola 3.1.1. Legenda geolitologica (Litostratigrafia)

#### UNITA' DI SANREMO – MONTE SACCARELLO

##### *Argilloscisti di San Bartolomeo (asSBA)*

Con questo termine è comunemente indicato il livello basale di scollamento, eminentemente plastico, dell'Unità di Sanremo, costituito da un insieme di terreni noti in letteratura col termine di "Formazione di San Bartolomeo" o "Complesso di base". Il membro inferiore è dato da una facies manganesifera in cui si alternano argilliti nerastre fittamente scistose e siltiti in banchi sottili. Al di sopra si rinvengono argilliti varicolori dalle tipiche pigmentazioni grigio-verdi o rosso-vinate, con livelli di quarzareniti.

I più estesi affioramenti del Complesso di base sono visibili nel tratto della media valle tra Badalucco e Montalto, dove le successioni sono particolarmente ben esposte ed hanno talora spessori considerevoli ed anomali a causa degli intensi ripiegamenti subiti.

L'età basale di questo complesso è riferibile al Cretaceo inferiore.

##### *Calcari straterellati di Badalucco (scBOR)*

In posizione stratigrafica sovrastante gli Argilloscisti di San Bartolomeo, è una litofacies assai caratteristica ma non sempre presente, oggetto di sfruttamento locale, data da una fitta serie di sottili strati calcarei grigio-biancastri di spessori mediamente decimetrico alternati a torbiditi arenacei medio-fini.

La formazione viene riferita al Cretaceo.

##### *Arenarie di Bordighera (arBOR)*

Episodio sedimentario che deriva dalla deposizione di una conoide sottomarina di depositi sabbiosi grossolani all'interno della piana bacinale del Flysch di Sanremo. Nella facies più caratteristica è costituito da spesse bancate di arenarie grossolane quarzoso-feldspatiche, generalmente ben gradate. Alla base tendono a concentrarsi elementi conglomeratici di diametro anche superiore al centimetro.

La formazione è riferibile al Cretaceo.

##### *Flysch di Sanremo in facies calcareo-marnosa (cmELM)*

Al di sopra delle Arenarie di Bordighera, si rinviene la potente successione calcareo-marnosa del Flysch di Sanremo costituita dall'accumulo di fanghi calcarei con frequenti apporti terrigeni il cui aspetto tipico è quello di calcari marnosi grigio chiari in superficie, sempre piuttosto compatti, in strati di spessore anche superiore al metro. La serie, da tempo attribuita al cretaceo superiore, sembrerebbe potersi riferire nella parte sommitale all'inizio del Paleocene.

##### *Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM)*

Rappresentano la parte sommitale del Flysch e sono costituite da torbiditi arenaceo marnosi in strati da sottili a spessi, torbiditi, torbiditi siltoso-arenacei o arenacei da fini a grossolani, argilliti siltose nere, e calcari micritici.

L'età della formazione è presumibilmente Paleocenica.

#### ZONA DEI LEMBI INTERPOSTI

##### *Scisti a blocchi (asSAB)*

Sono compresi in questa formazione litotipi anche molto differenti per composizione ma accomunati da forte scistosità ed intensa fratturazione degli strati conseguenza delle vicende tettoniche subite.

##### *Olistostromi (olSAB)*

Sono presenti in porzioni molto ridotte del territorio in posizione sommitale rispetto ai lembi di carreggiamento; ben visibili morfologicamente, sono costituiti prevalentemente da calcari e dolomie datate al Triassico.

#### DOMINIO DELFINESE-PROVENZALE

##### *Calcari e calcari marnosi cretacei (cCRD)*

Nell'ambito della porzione di serie affiorante nel bacino rappresenta il complesso basale, età Cretacea superiore, affiora nell'alta valle ai piedi dei rilievi di Carmo Gerbontina, di M. Grai, di M. Gerbonte e di Bric dei Corvi. Si tratta di una facies sostanzialmente omogenea di calcari chiari debolmente marnosi in banchi di medio spessore, talora intercalati da sottili strati di calcareniti glauconitiche. La stratificazione è quasi sempre obliterata da una scistosità piuttosto elevata, mentre l'assetto appare spesso complicato da complessi motivi strutturali.

##### *Calcari nummulitici (cNUD)*

Al di sopra dei sedimenti pelagici dei calcari cretacei, questa formazione segna l'inizio di una rapida trasgressione marina. Sono calcari zoogeni ad alghe e nummuliti, tenaci e compatti, grigio bluastri, in grado di produrre falesie accentuate come al Ponte di Loreto o nella zona di Realdo, e calcareniti fortemente arenacee associate ad arenarie quarzose.

##### *Marne Priaboniane (maPRB)*

Al di sopra dei calcari nummulitici, questa formazione indica un passaggio graduale da un ambiente di sedimentazione tipico di una piattaforma interna, ad uno di piattaforma esterna, sino all'ambiente di scarpata (Marne Priaboniane) e a quello di base della scarpata (Flysch di Ventimiglia).

##### *Flysch di Ventimiglia (carFYV)*

La successione delfinese-provenzale termina nel Priaboniano medio con la deposizione della potente serie torbiditica del Flysch di Ventimiglia ("Gres d'Annot"). Si assiste ad un aumento generalmente graduale della frazione detritica ed alla comparsa delle strutture sedimentarie tipiche dei flysch; segue una serie essenzialmente arenaceo-pellica caratterizzata da associazioni di facies indicanti una posizione piuttosto distale della conoide con la prevalenza di arenarie quarzose e micacee fini alternate a spesse peliti argillose.

Alla base del flysch è talora presente un orizzonte eteropico e discontinuo di marne calcaree ardesiache che raggiungono discreti spessori nella zona di Triora, Realdo e Verdeggia.

#### LEMBI PLIOCENICI

##### *Brecce di Taggia (bcTAG)*

Accumuli caotici molto immaturi di pezzatura fino a quella del blocco, ricchi di matrice e frammenti a conglomerati soprattutto verso l'alto (Pliocene inferiore).

##### *Argille di Ortovero (aORV)*

Argille grigio-azzurre massicce a luoghi siltoso-sabbiose, più o meno marnose in grandi accumuli in tasche discontinue (Pliocene inferiore).

##### *Sabbie della Costa Terre Bianche (sCTB)*

Sabbie più o meno cementate e arenarie, prevalentemente quarzose, in banchi o in accumuli massicci. (Pliocene inferiore).

##### *Conglomerati di Monte Villa (cgCMV)*

Conglomerati poligenici più o meno ricchi di matrice a stratificazione grossolana con gradazione dei clasti crescente verso l'alto (Pliocene inferiore).

### 3.2. Derivazione del tematismo relativo alla capacità di assorbimento del terreno (parametro CN) su base cartografica

Il metodo SCS-CN (Soil Conservation Service, 1986; De Michele et al., 2000) comporta la valutazione di un indice adimensionale, detto appunto *Curve Number* o *CN*, legato alla massima ritenzione potenziale *S* del terreno in mm dalla relazione  $S = S_0(100/CN - 1)$ , dove  $0 < CN < 100$ , e  $S_0$  è una costante di scala legata all'unità di misura adottata, che, per valori di *S* misurati in mm, è pari a 254 mm.

La valutazione del parametro CN può essere condotto in linea di principio sulla base della cartografia tematica. Dato tuttavia il grado non trascurabile di soggettività dell'assegnazione del valore di CN, si ritiene necessaria anche una validazione di tale valore tramite la modellazione di eventi idrometrici e pluviometrici osservati. Avendo a disposizione infatti alcuni eventi di piena osservati in dettaglio (ietogrammi e idrogrammi contemporanei) è possibile calibrare il fattore di umidità antecedente all'evento AMC ed il parametro *c* di assorbimento iniziale.

Il valore del CN dipende da una serie di fattori; in prima istanza dalle caratteristiche idrologiche del suolo, in relazione alla maggiore e minore permeabilità, come si può notare dalla Tabella 3.2.1.

Tabella 3.2.1 - Gruppi idrologici per il metodo CN

<b>Tipo idrologico di suolo</b>	<b>Descrizione</b>
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Inoltre, per un dato tipo idrologico di suolo, il valore di CN varia, anche notevolmente, a seconda della tipologia di uso del suolo stesso, ossia della sua copertura vegetale e del suo grado di antropizzazione, come meglio descritto nella Tabella 3.2.2.

Come da indicazione del piano di bacino del torrente Argentina, per il presente studio l'incrocio delle caratteristiche idrologiche del suolo, secondo i 4 tipi idrologici *A-B-C-D* a permeabilità decrescente, e delle caratteristiche di uso del suolo porta per i soprassuoli classificati come "zone boscate", "zone a vegetazione arbustiva", "praterie", "prati e pascoli" alla modifica dei valori del CN in funzione delle diverse categorie litologiche riportata in Tabella 3.2.3.

I valori determinati con questa metodologia si riferiscono a condizioni di saturazione del terreno medie all'atto dell'evento di piena, ossia per AMC di tipo II, e forniscono quindi il valore di  $CN_{II}$ .



Tabella 3.2.2 - Copertura del suolo per il metodo CN

Indice	Descrizione	CN	
1.1.1	tessuto urbano continuo	92	
1.1.2	tessuto urbano discontinuo		90
1.2.1	aree industriali o commerciali	90	
1.2.2	reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	90	
1.2.3	aree portuali		90
1.3.1	aree estrattive		90
1.3.2	discariche		75
1.4.1	aree verdi urbane		75
1.4.2	aree sportive e ricreative	82	
2.1.1	seminativi in aree non irrigue		70
2.1.1.1	seminativi, vivai, colture ortofloricole in pien'aria	73	
2.1.2.2	seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra	90	
2.2.1	vigneti		70
2.2.2	Frutteti		70
2.2.3	oliveti		65
2.3	prati e pascoli		65
2.4	zone agricole eterogenee		70
2.5	ex coltivi		65
3.1	praterie	60	
3.2	zone boscate		56
	zone boscate (5.1 pino marittimo)	62	
3.3	zone caratterizzate da vegetazione arbustiva		60
3.4.1	spiagge, dune		//
3.4.2	rocce nude		90
3.4.3	aree con vegetazione rada (calanchi, conoidi detritici)	75	
3.4.4	aree percorse da incendi recenti	75	

Tabella 3.2.3 Variazione del CN relativa al tipo litologico

<i>CATEGORIE LITOLOGICHE</i>	<b>Variazione CN</b>
rocce calcaree	+ 0
rocce argillose	+ 10
rocce arenacee	+ 10
rocce marnose	+ 5
rocce silicee	+ 5
rocce breccioidi	+ 10
rocce ofiolitiche	+ 10
rocce cristalline	+ 15
rocce metamorfiche	+ 15
coltri detritiche	- 5
Sedimenti	- 5

E' importante, infine, sottolineare come nei bacini idrografici, si riscontri generalmente un'elevata variabilità spaziale, sia per quanto riguarda il tipo idrologico del suolo, sia per l'uso del suolo.



Risulta, pertanto, più conveniente determinare il valore (medio) caratteristico del parametro  $S$  a scala di bacino integrando nello spazio i diversi valori di  $S$ , e non quelli di  $CN$  e a partire da  $S$  determinare in ultima istanza il  $CN_{II}$  medio del bacino.

Si riportano in Tabella 3.2.4 i tipi litologici presenti nella mappa e le variazioni corrispondenti.

Tabella 3.2.4 - Tipi litologici nel bacino del Torrente Argentina e variazione del  $CN$  relativa.

<b>SIGLA</b>	<b>NOME</b>	<b>Variazione CN</b>
A ORV	argille di Ortovero	+ 10
AR BOR	Arenarie di Bordighera	+ 10
AS SAB	Argilloscisti a lembi interposti (Flysch Baiardo)	+ 15
AS SBA	// (S.Bartolomeo)	+ 15
BC TAG	Breccie di Taggia	+ 10
C NUD	Calcari a Nummuliti Delfinese	+ 0
C CRD	Calcareo cretaceo delfinese	+ 0
CAR FYV	Calcari arenacei (Flysch Ventimiglia)	+ 0
CG CMV	Conglomerati di Monte Villa	+ 0
CM ELM	Calcari marnosi (Flysch San Remo)	+ 0
MA PRB	Marne Priaboniane	+ 5
MA ELM	Marne (Flysch San Remo)	+ 5
OL SAB	Conglomerato oligocenico (Flysch Baiardo)	+ 10
SCC BOR	Scisti calcarei Bordighera	+ 15
AA	Terrazzati antichi	- 5
AM	Mobili attuali	- 5
AR	Terrazzati recenti	- 5
DT	Copertura detritica > 3m	- 5
DT1	// fine	- 5
DT2	// grossa	- 5

Si è, infine, valutato a partire dalle mappe un  $S_{II}$  medio pari a circa 136 per un valor di  $CN_{II} = 65$ .

In Figura 3.2.1 si mostra come varia, su scala spaziale, il parametro  $S_{II}$  per il bacino del torrente Argentina. In Appendice A.3 si riportano i valori di  $S$  corrispondenti.

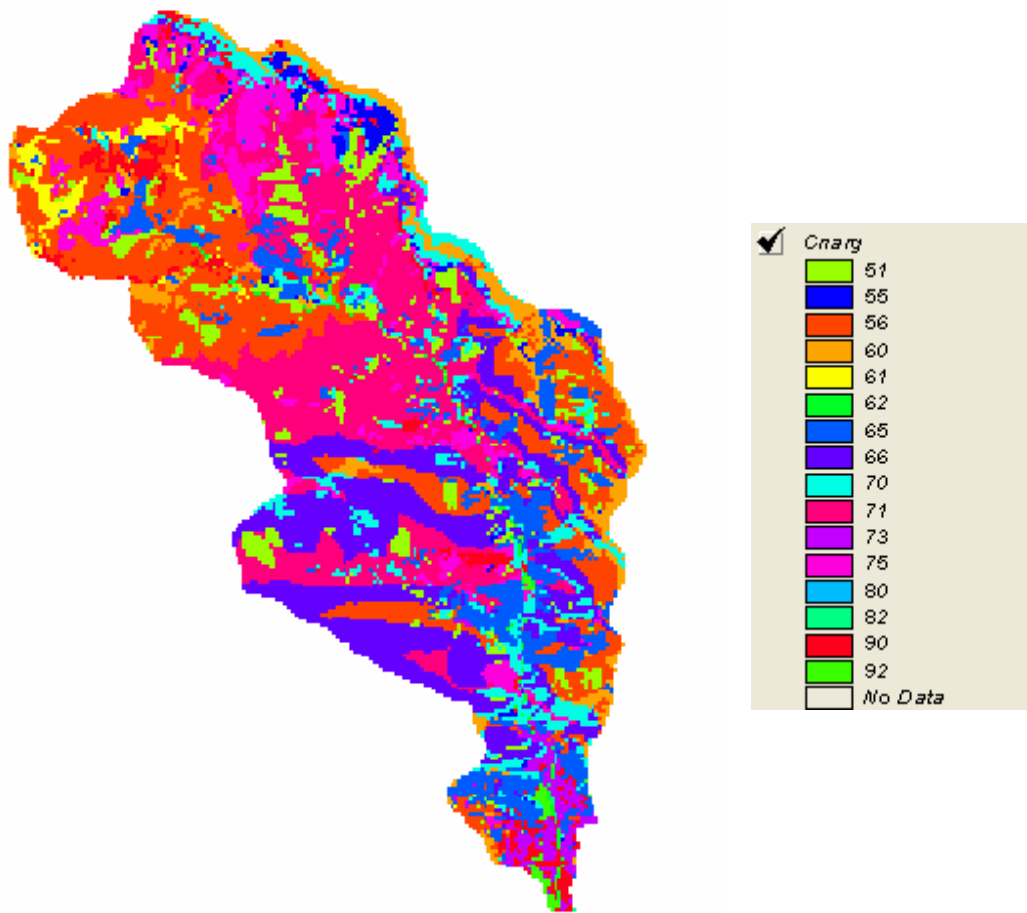


Figura 3.2.1 - Valori del parametro *CN* nel bacino del torrente Argentina.

### 3.3. Raccolta ed organizzazione dei dati idrologici

Sono stati acquisiti, pre-analizzati ed organizzati i seguenti dati idrologici:

1. le serie di precipitazione massima annuale relative ai nubifragi, ossia le piogge di forte intensità e breve durata da 1 e 24 ore, pubblicate dall'ex-SIMN, e successivamente reperibili presso ARPAL, che sono riportate nelle Tabelle 3.3.1;
2. le serie AFS (portata la colmo massima annuale) per la stazione di Merelli sul Torrente Argentina, disponibile dalle fonti pubblicate dall'ex-SIMN, sia in forma di Annali che di Pubblicazioni Speciali reperite in diversi Archivi (Pubblicazione n.17 e succ. integrazioni), sia alcune integrazioni rese disponibili per la seconda stazione dalla collaborazione tra Politecnico di Milano ed ex-SIMN (Sezione di Genova) nel quadro del Progetto VAPI del CNR-GNDICI; tali dati sono riportati in Tabella 3.3.2;
3. le scale di deflusso storicamente calibrate ed adottate per tali stazioni, tramite un'analisi puntuale delle scale riportate sulle Pubblicazioni dell'ex-SIMN a partire dal 1924 (v. Appendice B);
4. l'idrogramma e gli ietogrammi dell'evento del 12-13 agosto 2006, forniti da ARPAL su supporto digitale, ricavati da registrazioni effettuate tramite moderni strumenti automatici, essendo questo l'unico evento saliente disponibile da quando la strumentazione automatica è stata resa operativa;

5. alcuni idrogrammi e ietogrammi storici di eventi di piena salienti a scala temporale oraria o suboraria, necessari alla validazione dei modelli afflussi-deflussi, che sono stati reperiti presso l'archivio storico dell'ex-SIMN oggi disponibile presso la Regione Liguria (v. Figure 3.3.3 e Appendice A, fonte: Regione Liguria, Archivio Idrografico);
6. i rilievi idrografici delle sezioni oggetto di misure idrometriche e del relativo tronco fluviale di interesse, necessari al controllo delle scale di deflusso (v. Appendice B).
7. Per quanto riguarda invece la disponibilità di dati storico documentali, dall'archivio MAPPAVI del CNR-GNDCI non risultano eventi significativi e documentati sull'asta principale, mentre esiste una interessante documentazione in tal senso nel Piano di Bacino, cui si farà riferimento nel seguito.

Tale base di dati è stata organizzata su supporto informatico ai fini delle successive elaborazioni.

E' stato altresì condotto un sopralluogo in situ per la verifica delle condizioni di funzionamento della stazione idrometrografica di Merelli (v. Appendice B).

Tabella 3.3.1a. Dati di precipitazione massima annuale per durate comprese tra 1 e 24 ore. Stazione di Colle Belenda.

<b>durata, ore</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
<b>anno</b>	<b>P [mm]</b>	<b>P [mm]</b>	<b>P [mm]</b>	<b>P [mm]</b>	<b>P [mm]</b>
1961	17.4	24.4	44.6	70	86.4
1962	28.8	32.4	41.8	68.2	100.4
1963	19	33.4	39.8	46.6	58.6
1964	25.4	29.2	29.2	35	62
1965	20.4	37	55	87	122.6
1966	20.4	33	40	45	68
1967	14	29.6	32	41.6	51.2
1968	14.4	22.6	34	52.2	83
1969	19.4	30	50	62.2	62.4
1970	19.2	32	62	88	156
1971	38	44	71.8	85	113
1972	26	56	56	56	77
1973	29	37	53	73	106.6
1974	24.4	24.4	43	79	84.4
1975	21.2	42.6	72	123	148
1976	20	39.4	70	103	128
1977	24.1	30	40	70	122.9
1978	11.8	20.4	28	42.4	62.8
1979	16.8	38.8	40.8	72.2	108
1980	19	28.2	37.8	56.2	56.4
1981	12.2	26.6	41.8	61.8	70.4
1982	21.2	34	51.4	76	120.8
1983	21.8	41.6	58.2	100.2	134.6
1984	21.6	58.2	74.6	92.6	92.6
1985	15.6	30.6	48.6	68.8	83.2
1986	19.2	35.4	42.2	62.6	86.8
1987	18.6	25.8	48	86.4	137
1988	21.8	39.2	59.4	73.8	74.8
1989	21.4	27	37	52.2	81
1991	31.4	45.6	83	152	185
1992	21	48	59	70	72
1993	24	34.8	40.8	74	93.2
1994	39.6	59.2	101.6	101.8	102.2
1995	28	30	35	35.2	35.2
1996	24.6	36	44.2	44.2	53.8

Tabella 3.3.1b. Dati di precipitazione massima annuale per durate comprese tra 1 e 24 ore. Stazione di Centrale Argentina.

durata, ore	1	3	6	12	24
anno	P [mm]	P [mm]	P [mm]	P [mm]	P [mm]
1935	52.4	54	88	110	136
1936	14.4	28	34.2	50.4	78
1937	28.2	39.8	50.6	60.8	64.4
1938	18.4	24.8	26.4	31.2	53.4
1939	17.6	31.6	52.2	80	96.6
1941	28.4	44.6	57.8	79.2	116
1943	19	21.2	43.4	54.6	67.6
1946	28	47.8	61	66	83.2
1947	15.6	24.4	34.8	48.6	68
1948	43.2	49.8	61.6	66.2	85.6
1949	25.8	41.6	73.6	91.8	133.4
1950	39.4	64	64.4	64.4	65.2
1951	20.4	33	49.4	72	106.4
1952	25.6	37.2	66.2	96	144
1953	30.4	38.2	42	45.2	55
1954	20	38.4	48.4	59	107.8
1956	23	27.6	33	47.6	72.4
1957	24	52.6	79.4	120.4	160.6
1958	23.2	24.8	47	66.8	77
1959	22	39	61	84	103.8
1960	22.2	38	47.2	51.2	65.2
1961	28.6	30.2	38.6	57.8	62.2
1962	25	25	25	33.8	48.2
1963	36.8	36.8	45.8	51.2	85.4
1964	46	52.2	54.2	54.4	54.6
1965	34.6	76	97.6	121.8	151.2
1966	35.6	57.4	90.8	101.2	103.4
1967	26.6	38.2	52.6	89.6	92.6
1968	16.2	17.6	34	71	97.8
1969	32	38	41	47.8	70
1970	20	22.4	34.8	56	65.6
1971	18.6	36	52	70.4	94.8
1972	17	33	38.6	54.8	75.8
1973	25.2	26.4	40.6	54.4	69
1974	17	20.8	25.4	29.2	36.8
1975	41	55.4	78	136	149.4
1979	19.4	19	28.4	65.8	65.8
1983	12.2	45.6	49.8	41.6	72
1984	39.6	59.6	84.2	54	54.8
1985	29.8	36.8	43	109.8	124.6
1987	18	48	67.8	48.4	89
1993	31	34.6	60	73.8	93.2
1994	22.6	53	75	91.2	113
1995	18.8	27	30.2	84.2	88.2
1996	22	37.6	47	31.6	42.6
1997	19	23.4	35.2	47.6	61.4
1998	14			39	53


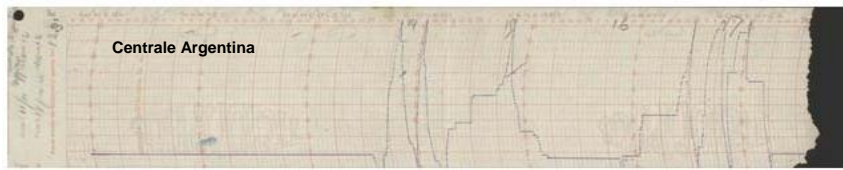
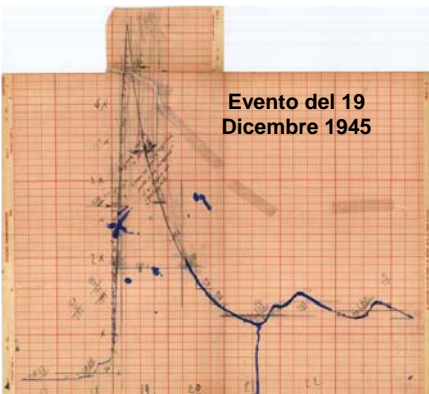
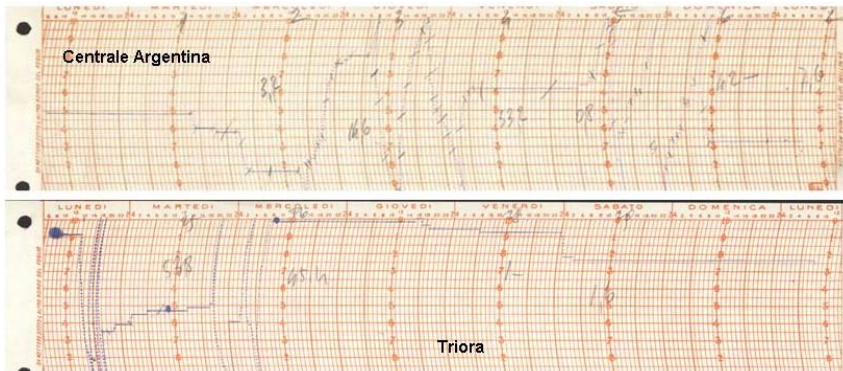

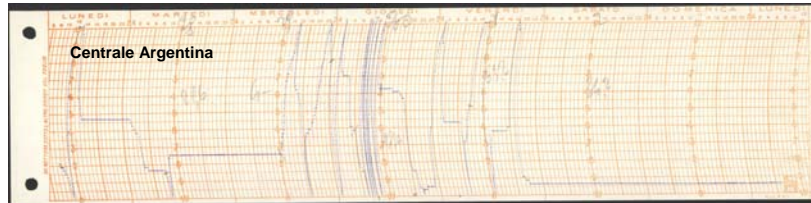
Tabella 3.3.1c. Dati di precipitazione massima annuale per durate comprese tra 1 e 24 ore. Stazione di Triora.

durata, ore	1	3	6	12	24
anni	P [mm]	P [mm]	P [mm]	P [mm]	P [mm]
1954	46.8	92.8	133.8	169.6	249.8
1955	27.6	39	44.6	67.6	91.2
1956	28.6	35.6	51.4	87	104.6
1957	26.2	57	96.6	131.2	189.8
1958	23	51.2	64.2	79	126.6
1959	37	56	94.6	155.4	198
1960	35	41.4	48.2	82.8	97
1961	61.6	82	85.6	87	118.2
1962	23.4	35.2	52	60	97
1963	29.8	43	54	64.4	69.2
1965	35	58	90	119	156.6
1966	23	56	74.4	99	119
1967	23	46	57.8	57.8	58
1968	25.2	31.4	43.6	61.4	95
1969	28.4	28.6	36.6	59.6	71.4
1970	29	30	54	79	99.4
1971	14.6	34	50	89	120.6
1972	28.4	31	50	53.8	88
1973	39	86.8	93.2	120	191.4
1974	20.8	21.4	31	50	58.2
1975	38.2	45	50.2	80	95
1976	20	50	70	90	120
1977	17.6	32.8	40.4	70	110
1978	14.2	28.6	42.6	62	90.8
1979	32.4	60.4	105.8	126.4	147.8
1980	19	44.6	64.4	91.2	121.8
1981	12.2	32.6	54.2	80.4	111.2

Tabella 3.3.2. Dati di portata al colmo di piena massima annuale per la sezione di Merelli.

Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
1928	414.0	1942	107.0	1953	124.0	1964	127.0	1976	380.2
1932	62.9	1943	330.0	1954	604.0	1965	350.0	1977	344.8
1933	42.8	1944	53.0	1955	117.0	1966	604.0	1982	243.7
1934	137.0	1945	930.0	1956	222.0	1967	180.0	1983	286.7
1935	342.0	1946	61.4	1957	414.0	1968	230.0	1984	376.3
1936	178.0	1947	130.0	1958	278.0	1969	258.0	1985	202.6
1937	217.0	1948	190.0	1959	287.0	1970	905.0	1987	265.3
1938	168.0	1949	269.0	1960	178.0	1971	427.0	1988	138.5
1939	452.0	1950	260.0	1961	182.0	1972	260.0	1990	114.0
1940	1370.0	1951	477.0	1962	163.0	1974	122.0	1991	567.1
1941	383.0	1952	239.0	1963	163.0	1975	406.3	1992	356.8

Tavola. 3.3.3. Tracciati idrometrici e pluviometrici degli eventi storici.

Idrogramma	Ietogrammi
<p><b>Evento del 17 Novembre 1940 (massimo livello storico)</b></p> 	
<p><b>Evento del 19 Dicembre 1945</b></p> 	<p><i>Non disponibili.</i></p>
<p><b>Evento del 6 Novembre 1966</b> <i>Non disponibile.</i></p>	
<p><b>Evento del 30 Settembre 1965</b></p> 	



## 4. Regime pluviale dei nubifragi

### 4.1. Metodologia di analisi statistica

Sulla base dei campioni disponibili, è stata condotta l'analisi statistica dei dati di stazione del bacino, relativi alle piogge intense massime annuali con durata compresa tra 1 e 24 ore, sviluppando l'impostazione computazionale di Rosso et al. (1997) che si basa sul principio dell'invarianza di scala introdotto da Burlando & Rosso (1996). I dati di base, aggiornati fino alla attuale disponibilità delle osservazioni sono stati riportati nelle Tabelle 3.3.1a, b, c.

I dati sono stati elaborati con il metodo della rinormalizzazione statistica della curva di crescita locale (scala puntuale). Per la valutazione della distribuzione di probabilità viene utilizzata la legge GEV (Generalized Extreme Value) e, per la stima dei relativi parametri, vengono impiegate le tecniche inferenziali PWM (Probability Weighted Moments) e/o L-moments (Hosking et al., 1985; Hosking, 1990).

La procedura porge una valutazione delle Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica (LSPP) per ogni sito-stazione.

### 4.2. Metodo SIGEV (Scale Invariance Generalized Extreme Value)

Le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica caratterizzano il regime pluviometrico delle piogge puntuali di forte intensità e breve durata, segnalando il valore di altezza di pioggia, rilasciabile da un nubifragio in un intervallo di tempo pari a  $d$ , che può venire superato con probabilità  $1-F$ , ovvero caratterizzate da un periodo di ritorno  $T = 1/(1 - F)$  in anni.

Per la valutazione delle LSPP è stata utilizzata la legge generalizzata del valore estremo GEV e il metodo scala invariante (Burlando & Rosso, 1996; Rosso et al., 1997). Nel suo complesso, il modello è noto in letteratura come Scale-Invariance Generalized Extreme Value (SIGEV).

In forma generalizzata, una LSPP scala-invariante si può scrivere come (Kottegoda & Rosso, 1997)

$$h(T; d) = a_1 w_T d^\nu, \quad (4.1)$$

o in modo equivalente, in termini di intensità o tasso di precipitazione, come

$$p(T; d) = a_1 w_T d^{\nu-1}, \quad (4.2)$$

dove

- $a_1 = E[H(1)]$  rappresenta il coefficiente di scala della linea segnalatrice, pari al valore atteso dell'altezza di pioggia massima annuale  $H$  per la durata unitaria di riferimento, per esempio, un'ora. Questo coefficiente viene anche indicato con la denominazione di *pioggia indice*;
- $\nu$  rappresenta l'esponente di scala con cui la variabilità del fenomeno si trasmette dalla scala temporale di riferimento alle altre scale temporali;
- $w_T$  rappresenta il fattore di crescita in frequenza, in quanto esso dipende del tempo di ritorno  $T$  e dalla distribuzione di probabilità scelta per rappresentare la variabile normalizzata  $W$  a media unitaria ( $E[W] = 1$ ) che si ottiene dal campione dei dati di pioggia massima annuale normalizzati rispetto alla relativa media per ogni durata.

Per la distribuzione GEV,  $w_T$  assume la forma

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - [\ln(T/(T-1))]^k \right\}, \quad (4.3)$$

dove  $\varepsilon$  indica il parametro di posizione,  $\alpha$  indica il parametro di scala, e  $k$  indica il parametro di forma della distribuzione, tutti adimensionali. Per  $k=0$ , la distribuzione GEV collassa nella distribuzione di Gumbel, ossia del valore estremo di primo tipo (EV1).

### 4.3. Analisi delle serie campionarie e previsioni statistiche

Utilizzando il metodo di stima  $L$ -moments, secondo la procedura CNR VAPI (v. De Michele & Rosso, 2000) sono stati stimati i valori dei parametri riportati nelle Tabelle 4.3.1-3 relativi alle stazioni di

- Colle Belenda
- Centrale Argentina
- Triora

Nelle Figg. 4.3.1-3 sono riportati i diagrammi relativi all'adeguamento del modello rispetto alle osservazioni. Si può osservare come il modello SIGEV, ancorché parametrizzato in modo parsimonioso e calibrato sull'insieme delle durate tramite il modello della curva di crescita della altezza di pioggia rinormalizzata, fornisca un buon adeguamento delle previsioni statistiche rispetto alle osservazioni storiche. Laddove riportate nel Piano di Bacino, sono anche evidenziate le previsioni statistiche ivi adottate in base allo studio CIMA (1999). Si osserva come in alcuni casi, le sovrastime sono non affatto trascurabili, soprattutto per le durate inferiori alle 6 ore, ossia nel campo di maggiore interesse per la valutazione di piena.

Nelle Tabelle 4.3.1-3 sono anche riportate le previsioni statistiche per alcuni valori salienti del periodo di ritorno. Nelle Figure 4.3.4-6 sono infine riportate le LSPP per le stazioni esaminate, dove sono anche evidenziate le distorsioni di stima relative alle valutazioni riportate nei Piani di Bacino, laddove disponibili.

Tabella 4.3.1. Parametrizzazione del modello SIGEV per la valutazione delle LSPP di stazione e previsioni statistiche per alcuni valori salienti del periodo di ritorno. Stazione di Colle Belenda.  $N$  è il numero di anni di dati a disposizione

<b>Stazione Colle Belenda</b>					
<b>Valori di Progetto, in mm</b>					
<b>N</b>	$a_1$	$\nu$	$\alpha$	$\varepsilon$	$k$
<b>35</b>	21.82	0.465	0.250	0.856	0.0
<b>T</b>	<b>Durata, ore</b>				
<b>anni</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
<b>5</b>	26.8	44.6	61.6	84.9	117.2
<b>10</b>	30.8	51.3	70.8	97.7	134.9
<b>25</b>	35.9	59.8	82.5	113.8	157.1
<b>50</b>	39.6	66.1	91.2	125.8	173.6
<b>100</b>	43.4	72.3	99.8	137.7	190.0
<b>200</b>	47.1	78.5	108.3	149.5	206.4



Tabella 4.3.2. Parametrizzazione del modello SIGEV per la valutazione delle LSPP di stazione e previsioni statistiche per alcuni valori salienti del periodo di ritorno. Stazione di Centrale Argentina. N è il numero di anni di dati a disposizione

<b>Stazione Centrale Argentina</b>					
<b>Valori di Progetto, in mm</b>					
<b>N</b>	$a_1$	$\nu$	$\alpha$	$\varepsilon$	$k$
47	25.54	0.386	0.284	0.835	-0.004
<b>T</b>	<b>Durata, ore</b>				
<b>anni</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
5	32.2	49.3	64.4	84.1	109.9
10	37.7	57.7	75.4	98.5	128.7
25	44.7	68.3	89.3	116.6	152.4
50	49.9	76.2	99.6	130.2	170.1
100	55.1	84.1	109.9	143.7	187.7
200	60.2	92.0	120.2	157.1	205.3

Tabella 4.3.3. Parametrizzazione del modello SIGEV per la valutazione delle LSPP di stazione e previsioni statistiche per alcuni valori salienti del periodo di ritorno. Stazione di Triora. N è il numero di anni di dati a disposizione

<b>Stazione Triora</b>					
<b>Valori di Progetto, in mm</b>					
<b>N</b>	$a_1$	$\nu$	$\alpha$	$\varepsilon$	$k$
27	28.20	0.454	0.264	0.820	-0.094
<b>T</b>	<b>Durata, ore</b>				
<b>anni</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>24</b>
5	35.2	57.9	79.3	108.7	148.9
10	41.8	68.9	94.4	129.4	177.2
25	51.0	84.0	115.0	157.6	216.0
50	58.3	96.0	131.6	180.3	247.0
100	66.1	108.8	149.1	204.3	280.0
200	74.3	122.5	167.8	229.9	315.0

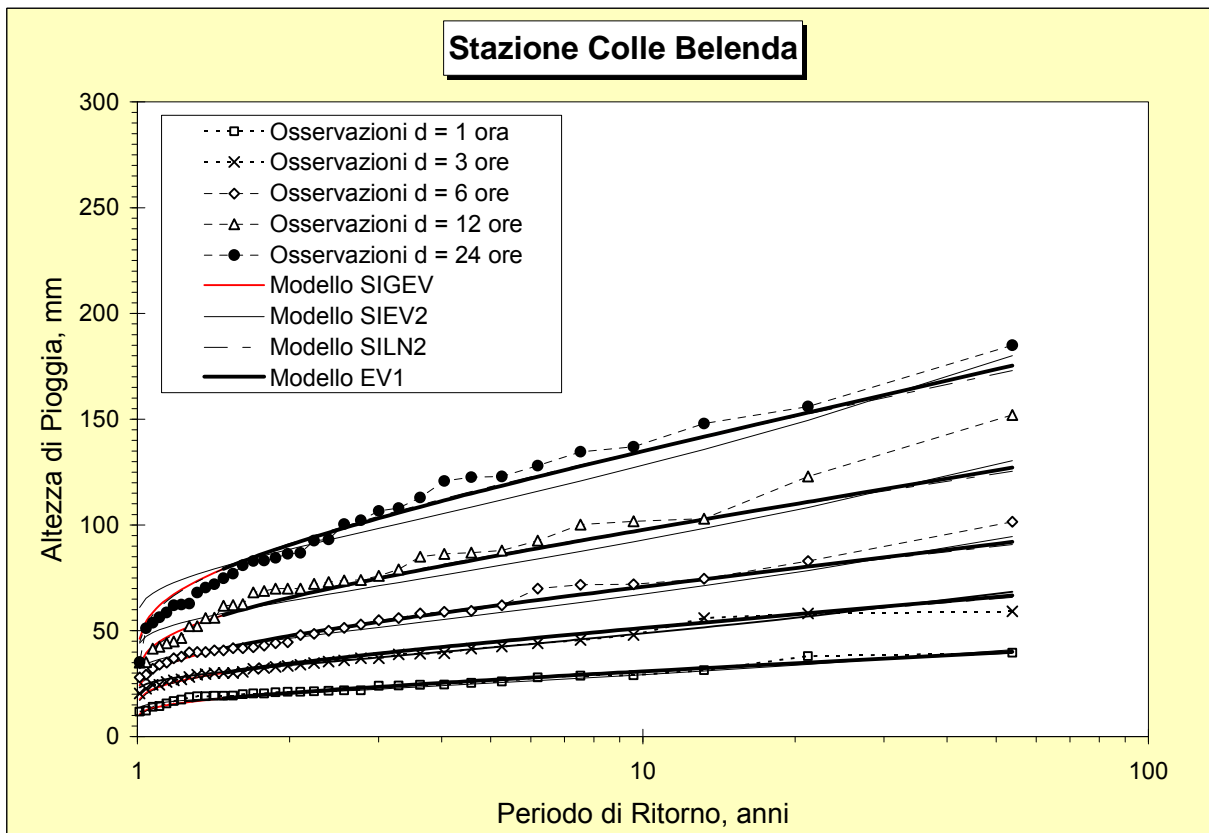
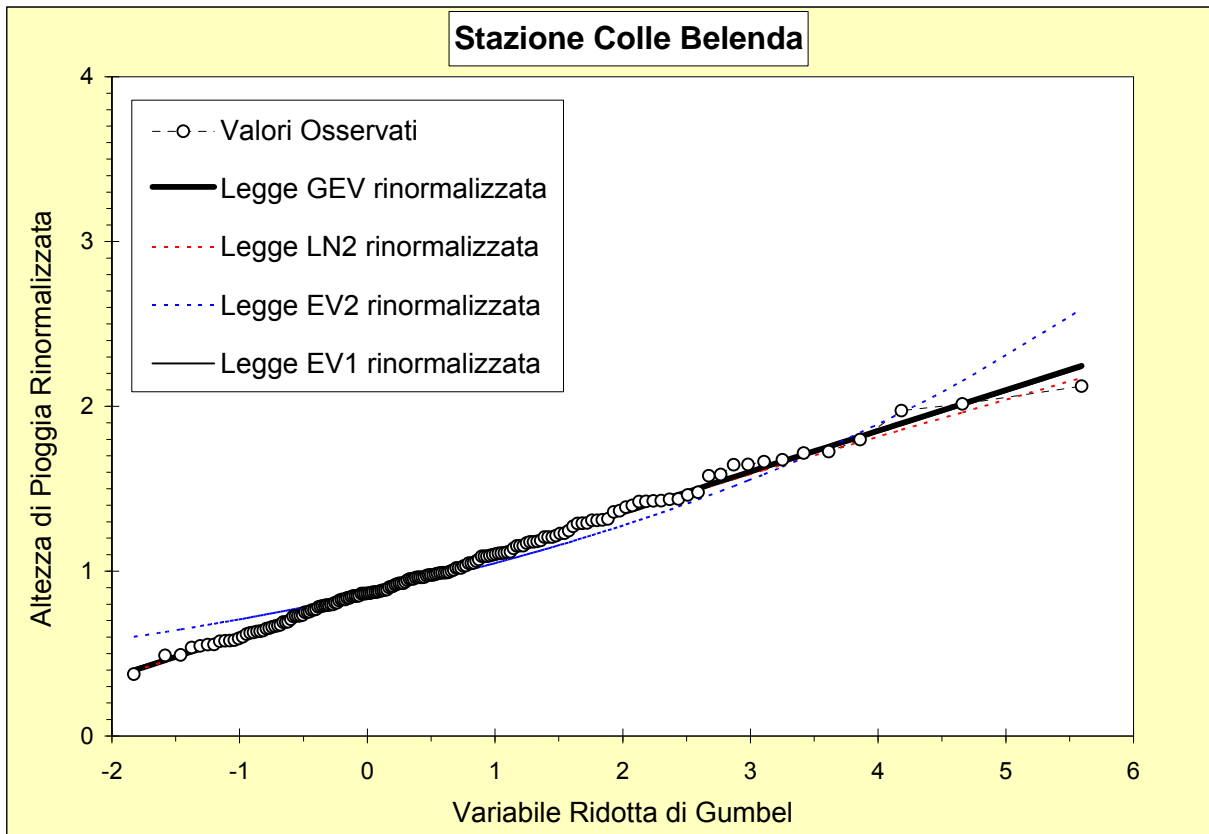


Figura 4.3.1. Stazione di Colle Belenda. Osservazioni ordinate e modello SIGEV dell'altezza di pioggia massima annuale con durata di 1,3, 6, 12 e 24 ore consecutive. Curva di crescita e distribuzioni di probabilità.

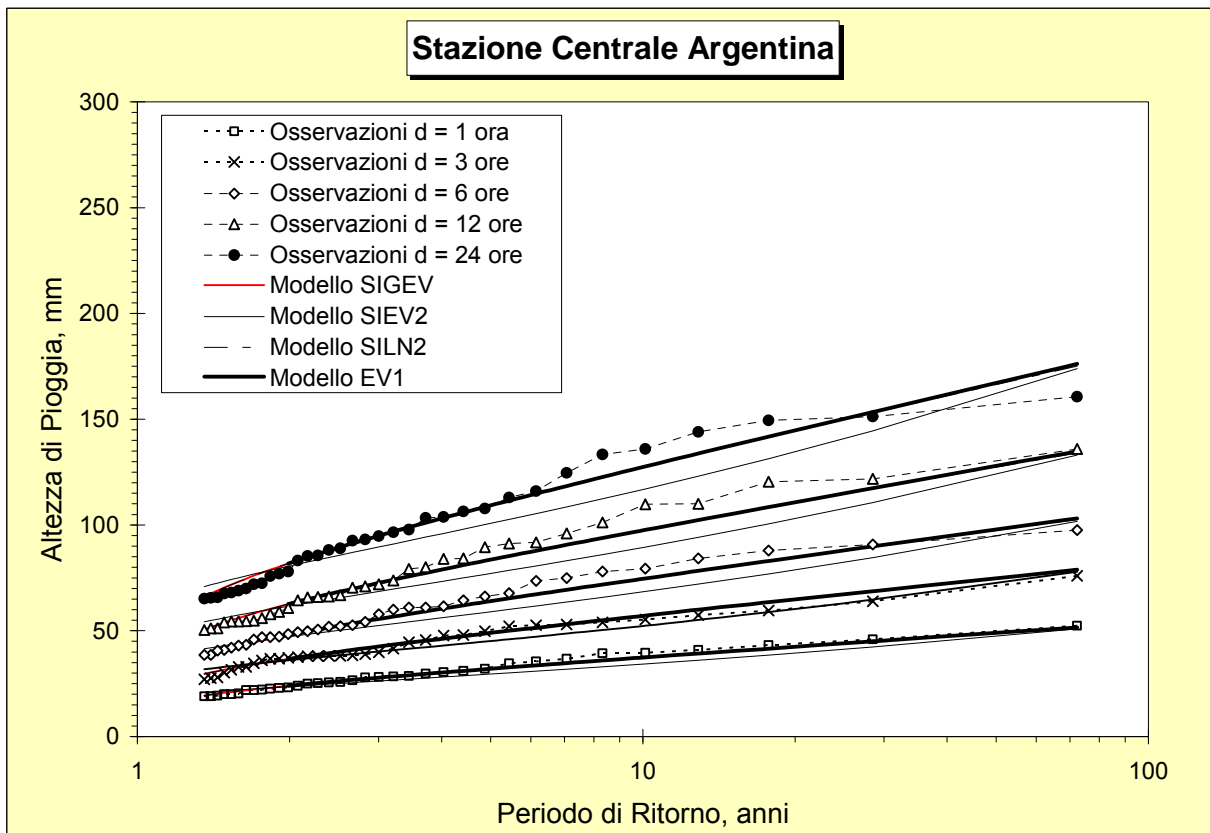
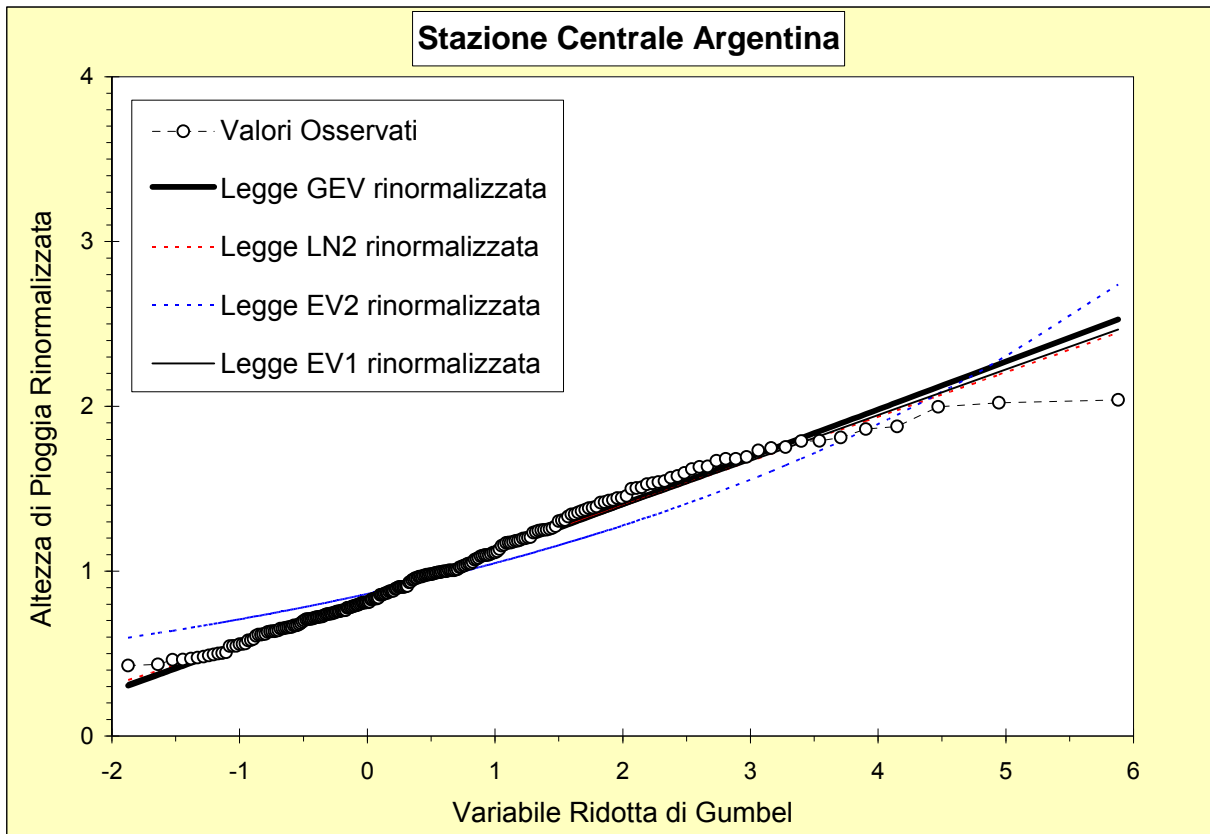


Figura 4.3.2a. Stazione di Centrale Argentina. Osservazioni ordinate e modello SIGEV dell'altezza di pioggia massima annuale con durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. Curva di crescita e distribuzioni di probabilità.

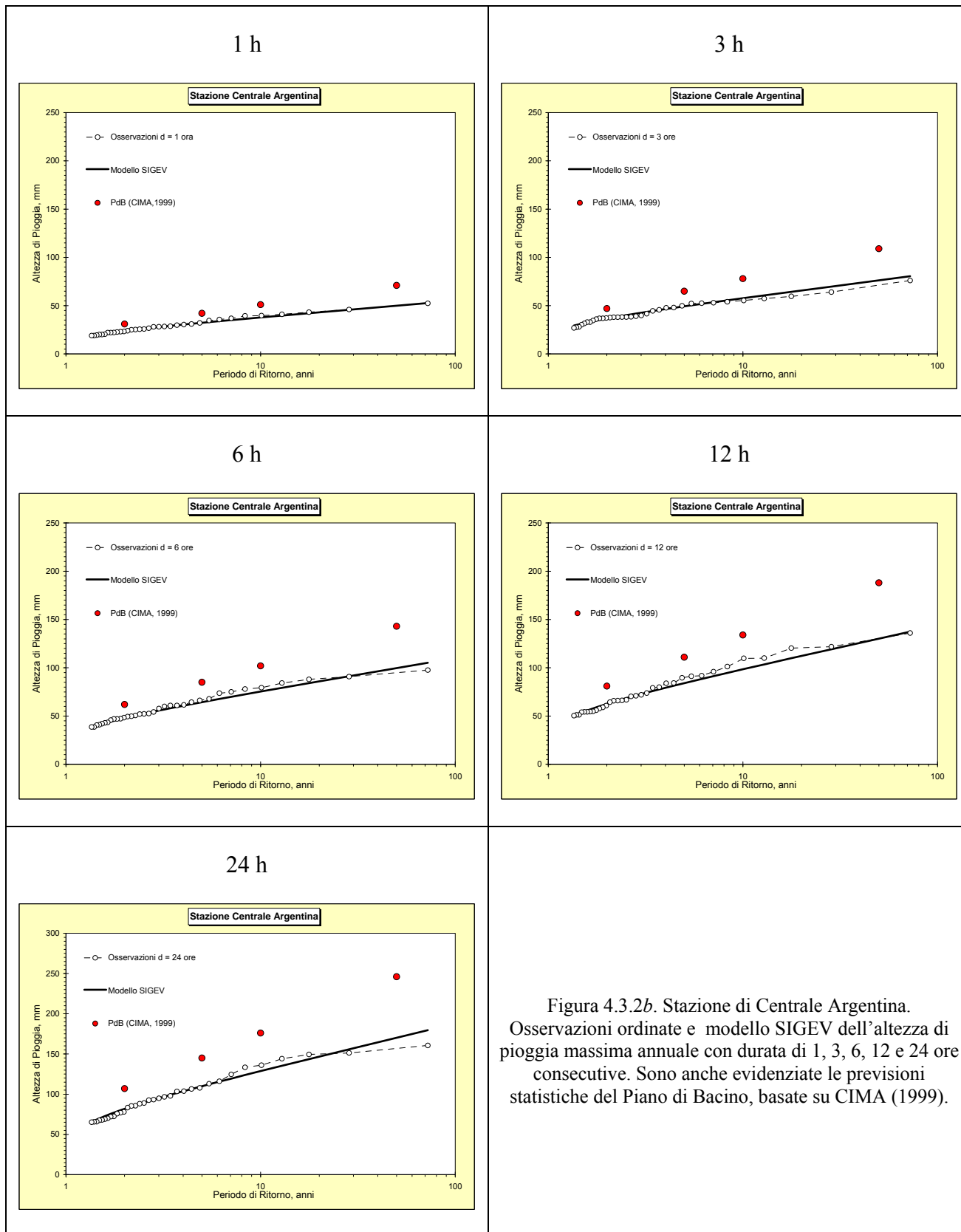


Figura 4.3.2b. Stazione di Centrale Argentina. Osservazioni ordinate e modello SIGEV dell'altezza di pioggia massima annuale con durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. Sono anche evidenziate le previsioni statistiche del Piano di Bacino, basate su CIMA (1999).

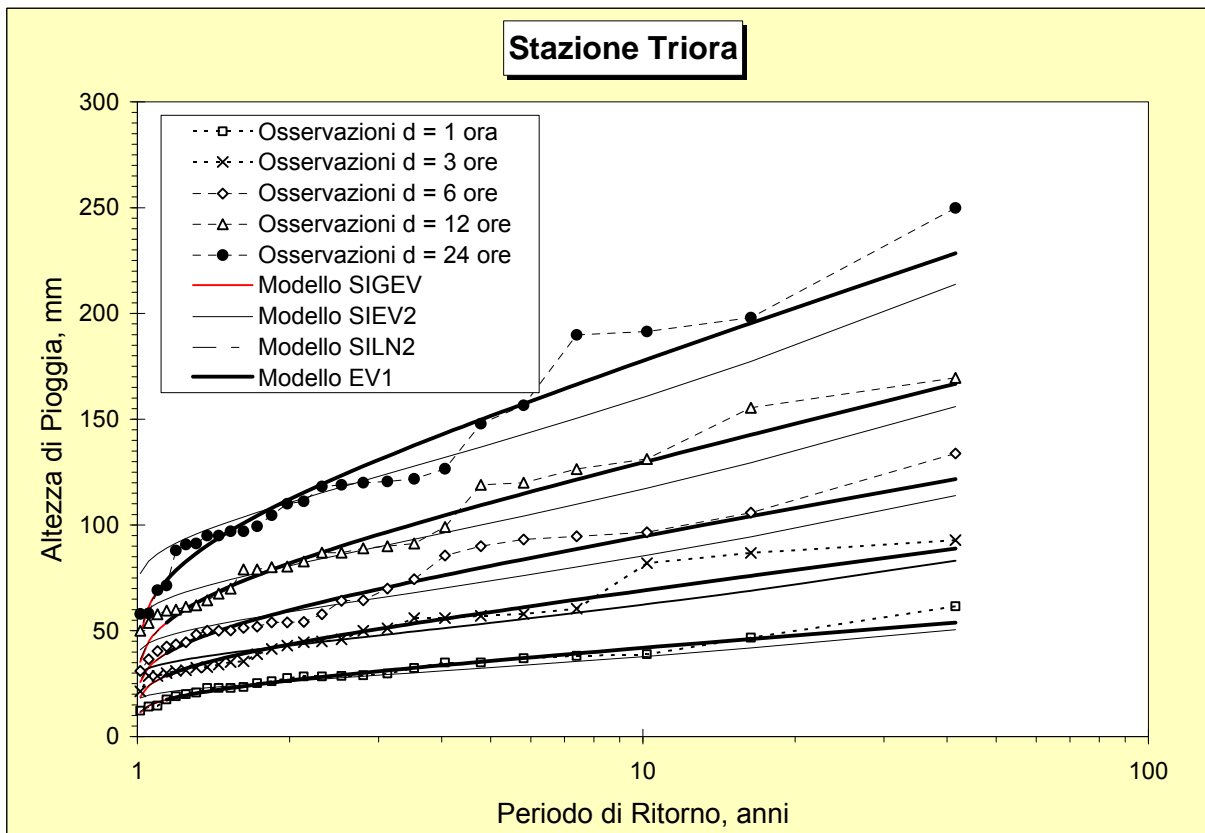
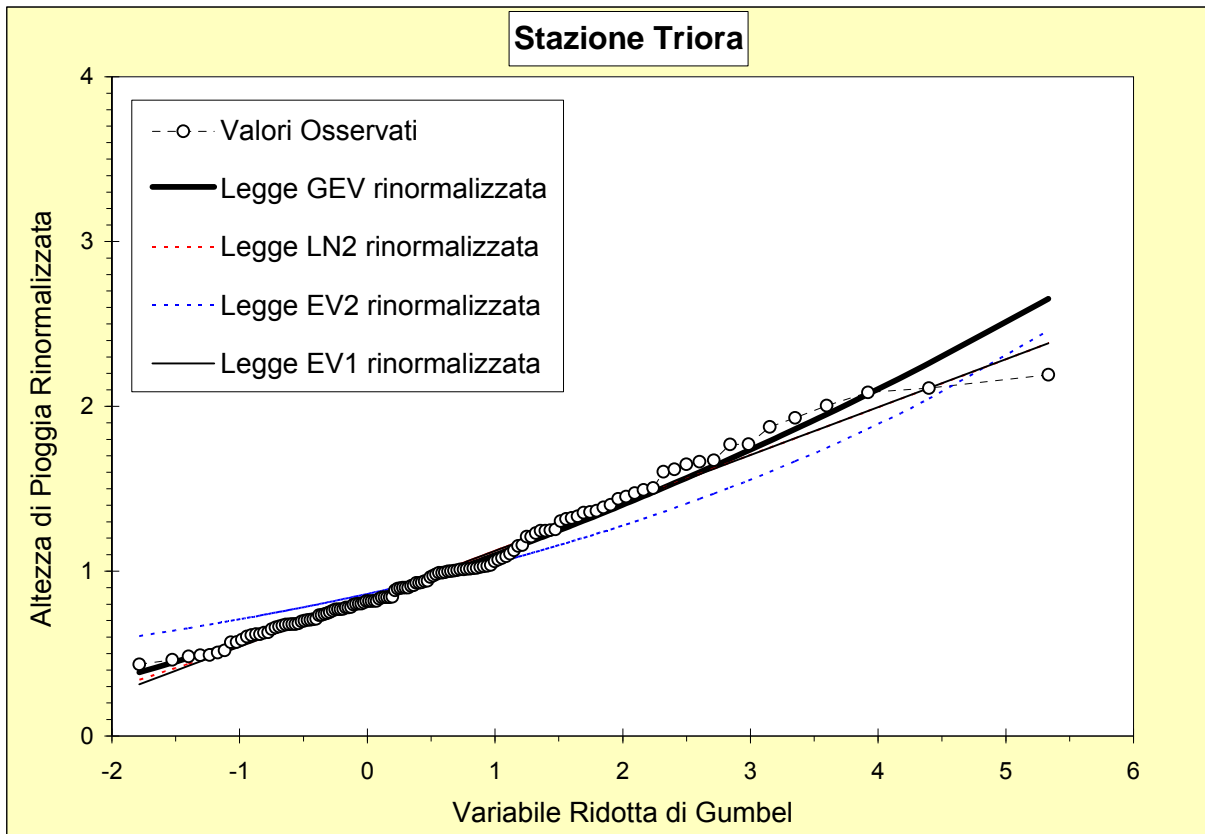


Figura 4.3.3a. Stazione di Triora. Osservazioni ordinate e modello SIGEV dell'altezza di pioggia massima annuale con durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. Curva di crescita e distribuzioni di probabilità.

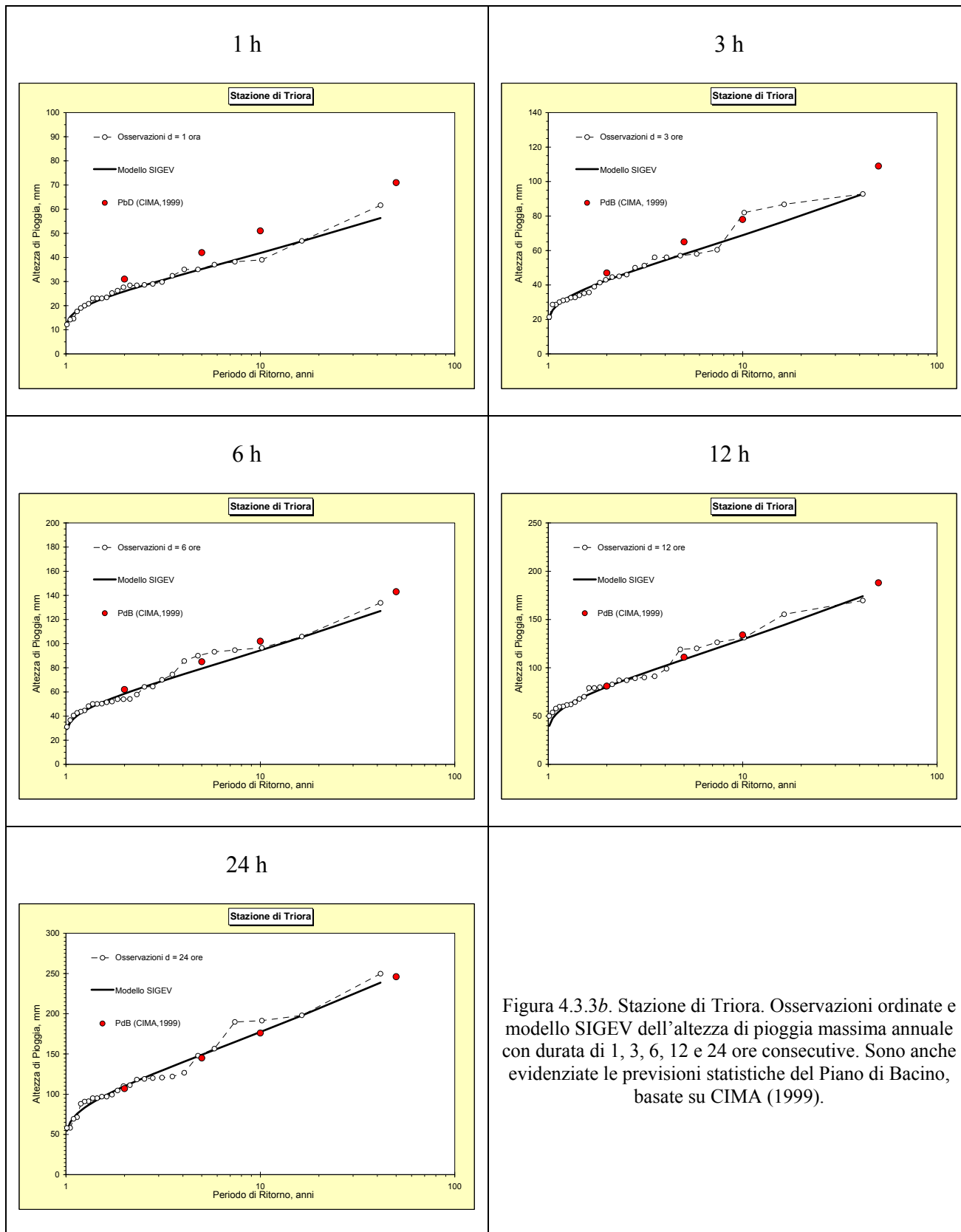


Figura 4.3.3b. Stazione di Triora. Osservazioni ordinate e modello SIGEV dell'altezza di pioggia massima annuale con durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. Sono anche evidenziate le previsioni statistiche del Piano di Bacino, basate su CIMA (1999).

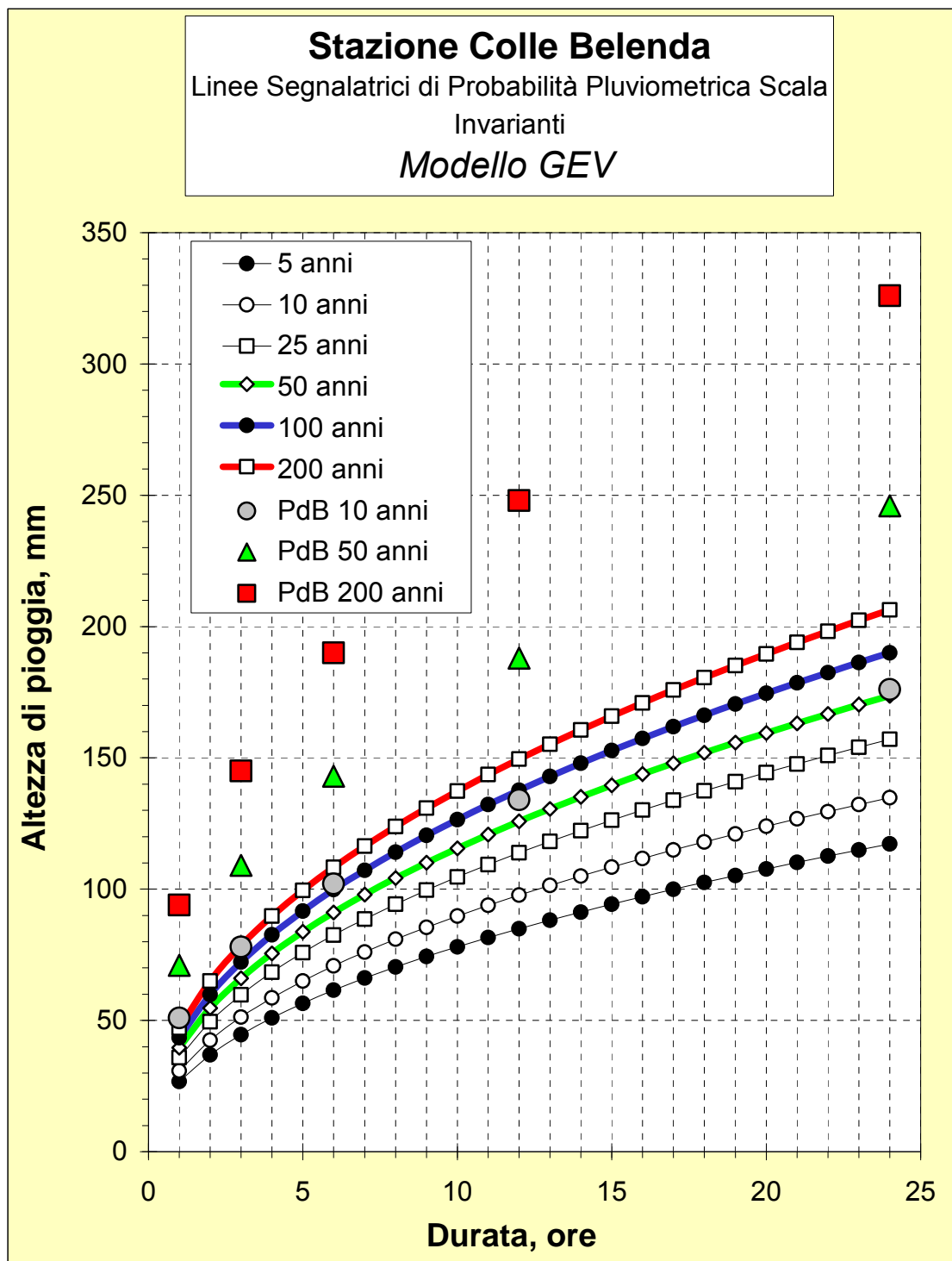


Figura 4.3.4. LSPP della stazione di Colle Belenda.



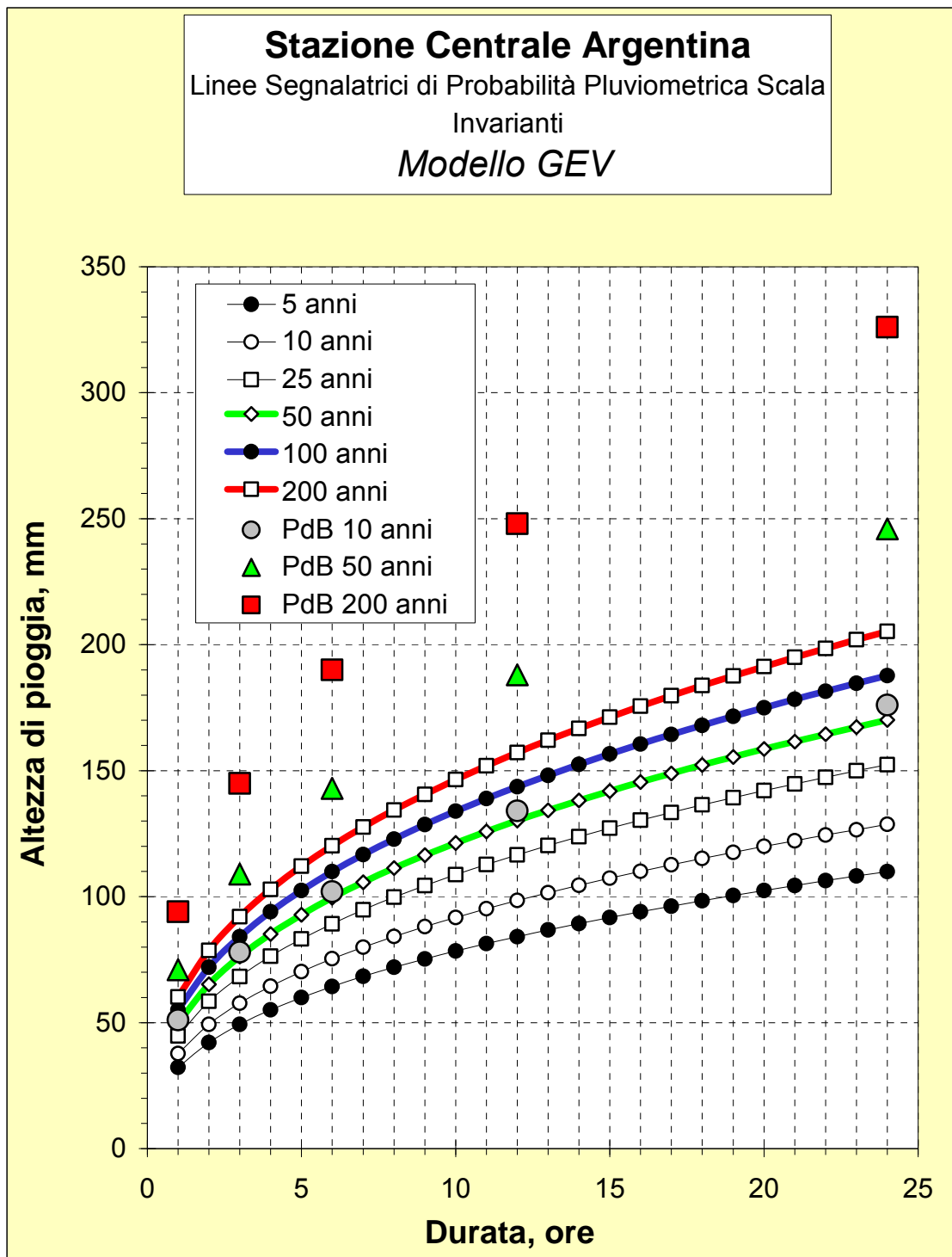


Figura 4.3.5. LSPP della stazione di Centrale Argentina.

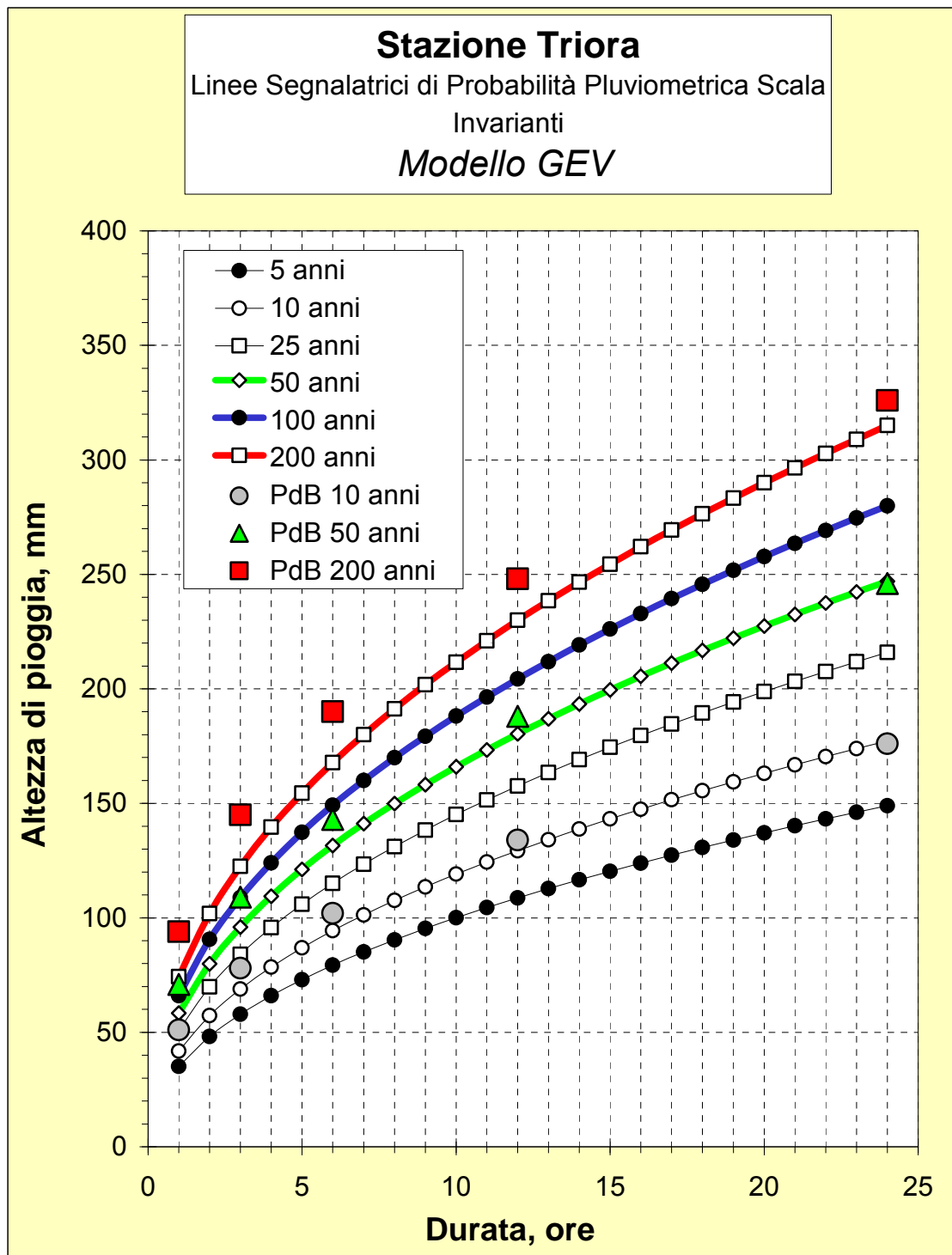


Figura 4.3.6. LSPP della stazione di Triora.

## 5. Portata al colmo di piena

### 5.1. Portata di piena del torrente Argentina a Merelli: stima con il metodo diretto AFS

#### 5.1.1. DATI IDROMETRICI DISPONIBILI E PORTATA INDICE

E' stato possibile a chi scrive reperire le stime di portata istantanea al colmo di piena del torrente Argentina nella sezione di Merelli per il periodo 1932-1986, per un totale di 55 anni. Tali valori, già riportati in Tabella 3.3.2, sono anche riportati per comodità di consultazione in Tabella 5.1.1. Questi valori possono essere utilizzati per la valutazione della portata indice tramite metodo AFS. Utilizzando l'Eq. (2.6) si stima dunque una portata indice pari a  $E[Q_u] = q_{indice} = 303.6 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , con una errore standard di stima pari a  $\sigma_{q_{indice}} = 31.7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , ottenuta tramite l'Eq. (2.7).

Tabella 5.1.1. Dati di portata al colmo di piena massima annuale per la sezione di Merelli.

Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Anno	$Q_{max}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
1928	414.0	1942	107.0	1953	124.0	1964	127.0	1976	380.2
1932	62.9	1943	330.0	1954	604.0	1965	350.0	1977	344.8
1933	42.8	1944	53.0	1955	117.0	1966	604.0	1982	243.7
1934	137.0	1945	930.0	1956	222.0	1967	180.0	1983	286.7
1935	342.0	1946	61.4	1957	414.0	1968	230.0	1984	376.3
1936	178.0	1947	130.0	1958	278.0	1969	258.0	1985	202.6
1937	217.0	1948	190.0	1959	287.0	1970	905.0	1987	265.3
1938	168.0	1949	269.0	1960	178.0	1971	427.0	1988	138.5
1939	452.0	1950	260.0	1961	182.0	1972	260.0	1990	114.0
1940	1370.0	1951	477.0	1962	163.0	1974	122.0	1991	567.1
1941	383.0	1952	239.0	1963	163.0	1975	406.3	1992	356.8

#### 5.2. PORTATA DI MASSIMA PIENA NELLA STAZIONE DI MERELLI

Utilizzando i quantili regionali stimati da Bocchiola *et al.* (2004) per la la regione omogenea C, Appennino NO e Liguria Tirrenica (v. Tabella 2.2.2), ossia  $\alpha = 0.37$ ,  $\varepsilon = 0.643$  e  $k = -0.276$ , si ottiene, combinando le Eq.ni (2.1) e (2.2) la seguente legge statistica di previsione della portata di piena:

$$Q_T = 303.6 \cdot \left\{ 0.643 - \frac{0.370}{0.276} (1 - e^{-0.276 y_T}) \right\}, \text{ in mc/s.}$$

dove  $T$  è espresso in anni ed  $y_T$  indica, al solito, la variabile ridotta di Gumbel. L'applicazione di questa procedura comporta le stime di portata al colmo associata a valori salienti del periodo di ritorno riportate in Tabella 5.1.2. I calcoli di dettaglio sono riportati in Tavola 5.2.1.

Tabella. 5.2.1. Valori di portata al colmo corrispondenti a valori salienti del periodo di ritorno in base alla procedura VAPI applicata al sito di Merelli, con riferimento alle curve di crescita della regione C, di tipo GEV.

Periodo di ritorno, in anni	GEV Portata al colmo, in $\text{m}^3\text{s}^{-1}$	Estremo superiore GEV ( $\alpha = 5\%$ ), in $\text{m}^3\text{s}^{-1}$	Estremo inferiore GEV ( $\alpha = 5\%$ ), in $\text{m}^3\text{s}^{-1}$
10	<b>552</b>	672	432
50	<b>998</b>	1238	757
100	<b>1257</b>	1587	926
200	<b>1569</b>	2035	1103
500	<b>2085</b>	2855	1314

Il diagramma di Figura 5.2.1, tracciato come di norma sul piano di Gumbel, mostra come le stime condotte con questa metodologia siano del tutto congruenti con il campione di stime nel sito. Un test statistico standard di bontà dell'adattamento, quale il test di Kolmogorov-Smirnov, indica come l'ipotesi nulla (ossia l'ipotesi che la variabile aleatoria in oggetto sia distribuita secondo la GEV valutata con la procedura descritta) non sia rigettabile rispetto all'ipotesi alternativa (ossia l'ipotesi che la variabile aleatoria in oggetto sia altrimenti distribuita) con un livello di significatività maggiore del 10 per cento, vale a dire con una confidenza superiore al 90% (v. Tab. 5.2.2).

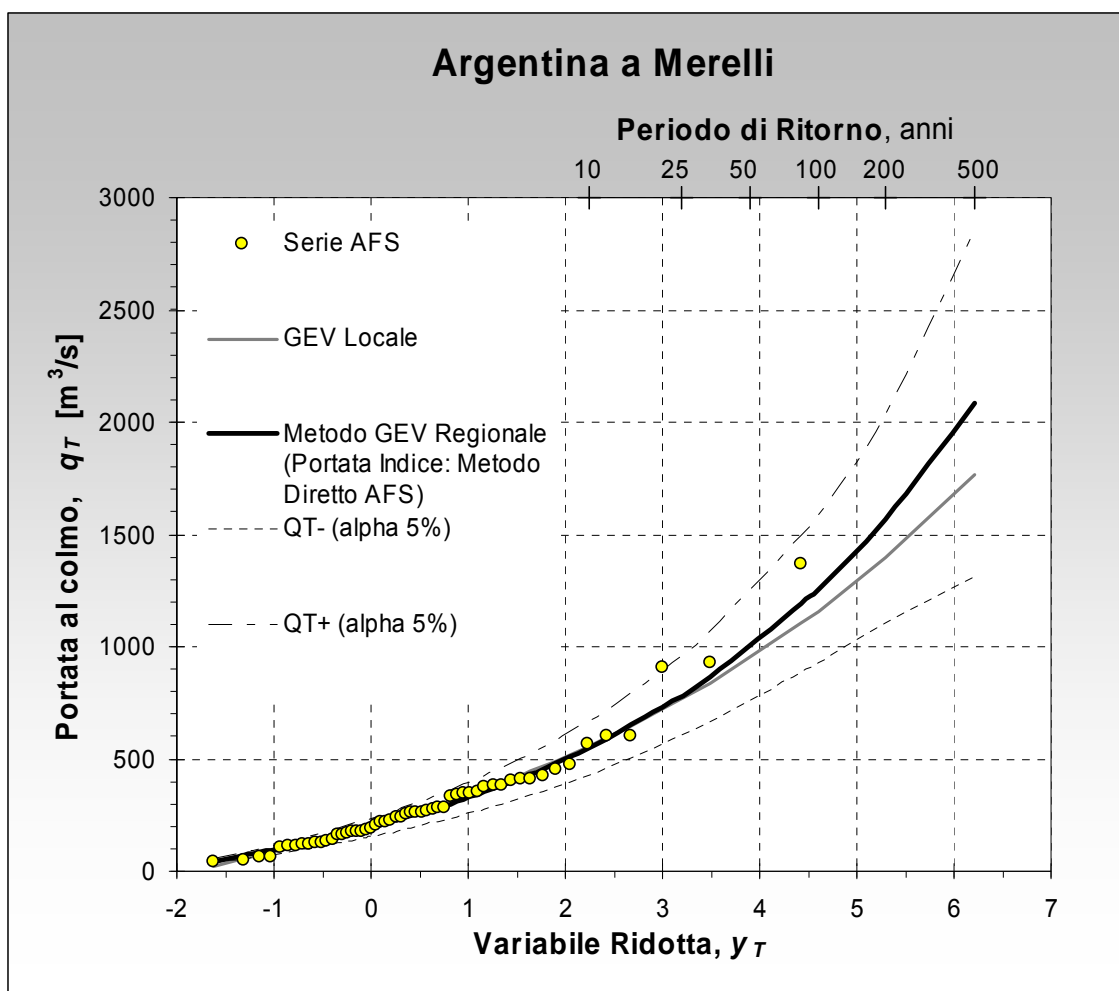


Fig.5.2.1. Portata di massima piena al variare del periodo di ritorno (rappresentato dalla variabile ridotta di Gumbel) valutata con la procedura VAPI-GEV (portata indice stima diretta AFS), per la sezione di Merelli. Confronto con la GEV locale e limiti di confidenza.

In Figura 5.2.1 si riporta, per confronto, anche la distribuzione GEV adattata localmente, i cui parametri sono riportati in Tabella 5.2.3. Si osserva nella sostanza un buon adattamento di entrambe le distribuzioni regionale e locale, con una lieve prevalenza della seconda, per i tempi di ritorno più elevati (*i.e.* dai 50 ai 90 anni circa). Tale circostanza permette di considerare in sostanza affidabile l'approccio regionale. Tale considerazione permette di utilizzare la distribuzione dei colmi di piena regionali adimensionali, o fattori di crescita, anche per le sezioni non strumentate, nell'ipotesi di validità della distribuzione regionale.

I valori calcolati per periodi di ritorno salienti sono anche riportati in Tavola 5.2.1, che consente un agevole confronto con i risultati ottenuti tramite la GEV, con il conforto dei relativi limiti di confidenza.

Tabella. 5.2.2. Risultati del test di Kolmogorov-Smirnov per la distribuzione campionaria dei valori di portata ricostruiti rispetto alla distribuzione GEV risultante dall'applicazione della procedura VAPI-GEV al sito di Merelli.

Statistica campionaria		Statistica di riferimento		
		<i>0.10</i>	<i>0.05</i>	<i>0.01</i>
	<i>Livello di significatività:</i>			
0.056		0.16	0.18	0.22

Tabella. 5.2.3. Distribuzione GEV locale nel sito di Merelli. Parametri calcolati con metodo degli L-momenti.

Sito	<i>N</i>	<i>α</i>	<i>ε</i>	<i>k</i>
Merelli	55	0.410	0.640	-0.240

Tavola. 5.2.1. Riassunto delle operazioni calcolo per la stima della portata al colmo di piena con il metodo regionale, stazione di Merelli. Si evidenziano i valori di portata estrapolati tramite la distribuzione GEV regionale per T = 50, 200 e 500 anni.

**Metodo Diretto AFS**

**Argentina a Merelli**

**Dati in Ingresso**

Ordine	Dati AFS		F	T anni	y <sub>T</sub>	x <sub>T</sub>	q <sub>T</sub> = x <sub>T</sub> q <sub>indice</sub> m <sup>3</sup> /s	q <sub>T</sub> +95% m <sup>3</sup> /s	q <sub>T</sub> .95% m <sup>3</sup> /s
	m <sup>3</sup> /s	Dati AFS Ordinati m <sup>3</sup> /s							
1	62.9	42.8	0.006	1.01	-1.621	0.15	46	55.4	35.9
2	42.8	53.0	0.025	1.03	-1.310	0.23	69	83.9	54.8
3	137.0	61.4	0.043	1.04	-1.148	0.27	83	99.9	65.3
4	342.0	62.9	0.061	1.06	-1.029	0.31	93	112.1	73.3
5	178.0	107.0	0.079	1.09	-0.931	0.33	101	122.4	80.1
6	217.0	114.0	0.097	1.11	-0.846	0.36	109	131.6	86.1
7	168.0	117.0	0.115	1.13	-0.770	0.38	116	140.1	91.6
8	452.0	122.0	0.134	1.15	-0.699	0.40	122	148.0	96.8
9	1370.0	124.0	0.152	1.18	-0.634	0.42	129	155.5	101.8
10	383.0	127.0	0.170	1.20	-0.572	0.44	135	162.7	106.5
11	107.0	130.0	0.188	1.23	-0.513	0.46	140	169.8	111.1
12	330.0	137.0	0.206	1.26	-0.456	0.48	146	176.7	115.6
13	53.0	138.5	0.225	1.29	-0.401	0.50	152	183.4	120.0
14	930.0	163.0	0.243	1.32	-0.348	0.52	157	190.1	124.4
15	61.4	163.0	0.261	1.35	-0.295	0.54	163	196.7	128.7
16	130.0	168.0	0.279	1.39	-0.244	0.55	168	203.3	133.1
17	190.0	178.0	0.297	1.42	-0.193	0.57	174	210.0	137.4
18	269.0	178.0	0.315	1.46	-0.143	0.59	179	216.6	141.7
19	260.0	180.0	0.334	1.50	-0.093	0.61	185	223.3	146.1
20	477.0	182.0	0.352	1.54	-0.044	0.63	190	230.0	150.5
21	239.0	190.0	0.370	1.59	0.006	0.65	196	236.8	154.9
22	124.0	202.6	0.388	1.63	0.055	0.66	202	243.7	159.4
23	604.0	217.0	0.406	1.68	0.105	0.68	207	250.7	164.0
24	117.0	222.0	0.425	1.74	0.155	0.70	213	257.9	168.6
25	222.0	230.0	0.443	1.79	0.205	0.72	219	265.2	173.4
26	414.0	239.0	0.461	1.85	0.255	0.74	225	272.7	178.3
27	414.0	243.7	0.479	1.92	0.307	0.76	232	280.4	183.3
28	278.0	258.0	0.497	1.99	0.359	0.79	238	288.3	188.4
29	287.0	260.0	0.515	2.06	0.411	0.81	245	296.4	193.7
30	178.0	260.0	0.534	2.14	0.465	0.83	252	304.9	199.1
31	182.0	265.3	0.552	2.23	0.520	0.85	259	313.6	204.8
32	163.0	269.0	0.570	2.33	0.576	0.88	267	322.6	210.7
33	163.0	278.0	0.588	2.43	0.634	0.90	274	332.1	216.8
34	127.0	286.7	0.606	2.54	0.693	0.93	283	341.9	223.2
35	350.0	287.0	0.625	2.66	0.753	0.96	291	352.3	229.8
36	604.0	330.0	0.643	2.80	0.816	0.99	300	363.1	236.8
37	180.0	342.0	0.661	2.95	0.882	1.02	309	374.6	244.2
38	230.0	344.8	0.679	3.12	0.949	1.05	319	386.8	252.1
39	258.0	350.0	0.697	3.30	1.020	1.09	330	399.7	260.4
40	905.0	356.8	0.715	3.51	1.094	1.12	341	413.5	269.3
41	427.0	376.3	0.734	3.75	1.172	1.16	354	428.4	278.8
42	260.0	383.0	0.752	4.03	1.254	1.21	367	444.4	289.1
43	122.0	386.2	0.770	4.35	1.342	1.26	381	461.9	300.2
44	406.3	406.3	0.788	4.72	1.435	1.31	397	481.1	312.5
45	386.2	414.0	0.806	5.16	1.536	1.36	414	502.3	326.0
46	344.8	414.0	0.825	5.70	1.645	1.43	434	526.1	341.0
47	243.7	427.0	0.843	6.36	1.765	1.50	456	553.1	358.0
48	286.7	452.0	0.861	7.19	1.899	1.58	481	584.1	377.5
49	376.3	477.0	0.879	8.27	2.049	1.68	510	620.6	400.4
50	202.6	567.1	0.897	9.73	2.222	1.80	546	664.7	427.7
51	265.3	604.0	0.915	11.83	2.427	1.95	591	719.8	461.6
52	138.5	604.0	0.934	15.07	2.678	2.14	649	792.4	505.6
53	114.0	905.0	0.952	20.75	3.008	2.41	732	896.2	567.3
54	567.1	930.0	0.970	33.33	3.491	2.86	867	1068.9	665.9
55	356.8	1370.0	0.988	84.62	4.432	3.92	1190	1494.9	884.4
			0.980	50	3.902	3.29	998	1238	757
			0.995	200	5.296	5.17	1569	2035	1103
			0.998	500	6.214	6.87	2085	2855	1314

**Calcoli intermedi e Risultati**

Portata Indice = **303.6** m<sup>3</sup>/s  
 ESS(q<sub>Indice</sub>) = **31.7** m<sup>3</sup>/s

## 5.2. Portata di piena del torrente Argentina a Merelli: analisi con il metodo delle tracce storiche

La documentazione in traccia delle alluvioni storiche è in grado di fornire un'informazione assai utile per la valutazione della portata indice. Il procedimento prevede il censimento delle esondazioni osservate e/o documentate, ossia degli eventi in cui la portata al colmo ha superato un livello di soglia  $q_s$  noto o calcolato in base alla capacità idraulica di smaltimento del tronco fluviale che comprende la sezione in esame.

A tal fine, i dati del *Censimento delle aree italiane storicamente colpite da frane e da inondazioni* (CNR-GNDICI, 1998) non porge in pratica eventi significativi per il Torrente Argentina, ma solo per alcuni affluenti e rii minori.

Il Piano di Bacino, invece, cataloga un significativo catalogo di eventi, sotto riportati.

- **1236**: in seguito ad una stagione di piogge eccezionali si verificano danni nella località Frana Ruinà; il 13/09/1237 viene realizzata la costruzione di un canale per mulini nella medesima località,
- **1675**: si verifica una piena del torrente Argentina che sposta il suo letto verso ponente, come testimonia la costruzione di un nuovo arco aggiunto al Ponte Romanico (quello con il muro d'argine a levante); il nuovo arco risulta crollato, insieme ad un altro, nel 1831 e poi ricostruito con finitura in mattoni,
- **12/12/1723**: una grande piena allaga la zona Vigne ,
- **02/10/1763**: a causa di grandi piogge si allaga la zona detta Bruxae; una settimana dopo, il **10/10/1763**, il torrente inonda le zone Ponti e Vigne insieme alla località Braie. Nella zona sottostante Villa Curlo, sulla sponda sinistra del torrente, si forma un lago della profondità di 3 m,
- **27/04/1794**: una nuova piena impedisce per 3 giorni all'esercito di Napoleone di attraversare il guado in corrispondenza dell'attuale via Levà
- **09/1797**: viene costruito un argine abusivo in Regione Prati Pescine ad opera degli abitanti di Riva Ligure per difendere i loro campi dalle frequenti inondazioni; le proteste dei proprietari della sponda destra causano la sospensione dei lavori,
- **10-11/11/1885**: una piena ricordata col nome di "Giaia De San Martin" causa danni per £.800.000; si riscontrano danneggiamenti causati dall'acqua anche in località Bruxae e Vigne, dove il paramuro viene travolto insieme alle altre opere di contenimento ,
- **10/12/1910**: si verifica ancora una disastrosa piena ,
- **17/11/1940**: in località Merelli 1370 mc/s (dagli Annali Idrologici – Parte II),
- **30/09/1998**: piogge prolungate e violente provocano allagamenti ad Arma di Taggia, Taggia, Agaggio e Molini di Triora e mettono in crisi la rete viaria (98 mm in un'ora, 200 mm in 24 ore, secondo il pluviometro privato del dott. Fabiano Revelli),
- **06 e 23/11/2000**: in seguito a piogge eccezionali si verificano allagamenti e gravi danni lungo tutto il corso del torrente; franano tratti della Statale di Valle Argentina e a Taggia vengono allagate le zone di Santa Lucia e Barbarasa (la portata del torrente alla foce può essere valutata in circa 1300 mc/s).

Per applicare la metodologia di valutazione descritta in precedenza, si assume, in via del tutto cautelativa, che per tutti gli eventi sia stata superata alla foce una soglia di 1300 mc/s. Tale soglia, se riscalata con il metodo scala-invariante con riferimento all'area sottesa, comporta una soglia di 1220 mc/s a Merelli. Gli eventi in questione, registrati in un arco di 771 anni, dal 1236 ad oggi,



sono 9, in quanto la nota del 1797 non riferisce di un evento, ma di un'azione di difesa intrapresa a quella epoca, così come le difficoltà di attraversamento del corso d'acqua non testimoniano una piena eccezionale.

Applicando la procedura di valutazione (v. Tavola 5.2.1) si ottiene un valore della portata indice di 322 mc/s, con limiti sigma di confidenza pari a 285 e 353 mc/s.

Tavola. 5.2.1. Riassunto delle operazioni calcolo per la stima della portata indice con il metodo delle tracce storiche.

<b>Metodo delle Tracce Storico-Documentali</b>		
<b>Argentina a Merelli</b>		
<b><u>Dati in ingresso</u></b>		
Valore di soglia, $q_s$ =	<b>1224</b>	m <sup>3</sup> /s
$\alpha$ , regionale =	<b>0.377</b>	
$\varepsilon$ , regionale =	<b>0.643</b>	
k, regionale =	<b>-0.276</b>	
Numero di anni equivalenti di osservazione regionale, $n$ =	<b>753</b>	
Numero di anni di osservazione, $n'$ =	<b>771</b>	anni
Numero dei superi, $h$ ( $h < n'$ ) =	<b>9</b>	
<b><u>Calcoli intermedi</u></b>		
Ordine della statistica, $k$ =	762	
Periodo di ritorno atteso, $E[T]$ =	77.2	anni
Periodo di ritorno sigma <sup>(+)</sup> , $T^{(+)}$ =	112.5	anni
Periodo di ritorno sigma <sup>(-)</sup> , $T^{(-)}$ =	58.8	anni
<u>Variabile ridotta attesa</u> , $y_T$ =	<b>4.340</b>	
<u>Fattore di crescita atteso</u> , $x_T$ =	<b>3.802</b>	
Variabile ridotta sigma <sup>(+)</sup> , $y_T^{(+)}$ =	4.719	
Variabile ridotta sigma <sup>(-)</sup> , $y_T^{(-)}$ =	4.065	
Fattore di crescita sigma <sup>(+)</sup> , $x_T^{(+)}$ =	4.30	
Fattore di crescita sigma <sup>(-)</sup> , $x_T^{(-)}$ =	3.47	
<b><u>Risultati</u></b>		
<u>Portata indice attesa</u> , $q_{indice}$ =	<b>322</b>	m <sup>3</sup> /s
Sigma Limite Inferiore, $q_{indice}^{(-)}$ =	<b>285</b>	m <sup>3</sup> /s
Sigma Limite Superiore, $q_{indice}^{(+)}$ =	<b>353</b>	m <sup>3</sup> /s

Questo risultato è congruente con quanto calcolato in precedenza, tramite la stima della portata indice per via diretta in base alla serie osservata AFS. Infatti, dalla Figura 5.2.1 si osserva come la curva di frequenza ottenuta in precedenza sia compresa entro la fascia fiduciaria della stima ricavata con il metodo delle tracce storiche. A tal fine, il metodo delle tracce storiche su base storico-documentale, pur fornendo valutazioni quantitative alquanto approssimate, per via dell'incertezza delle fonti, valida la procedura standard seguita in precedenza.

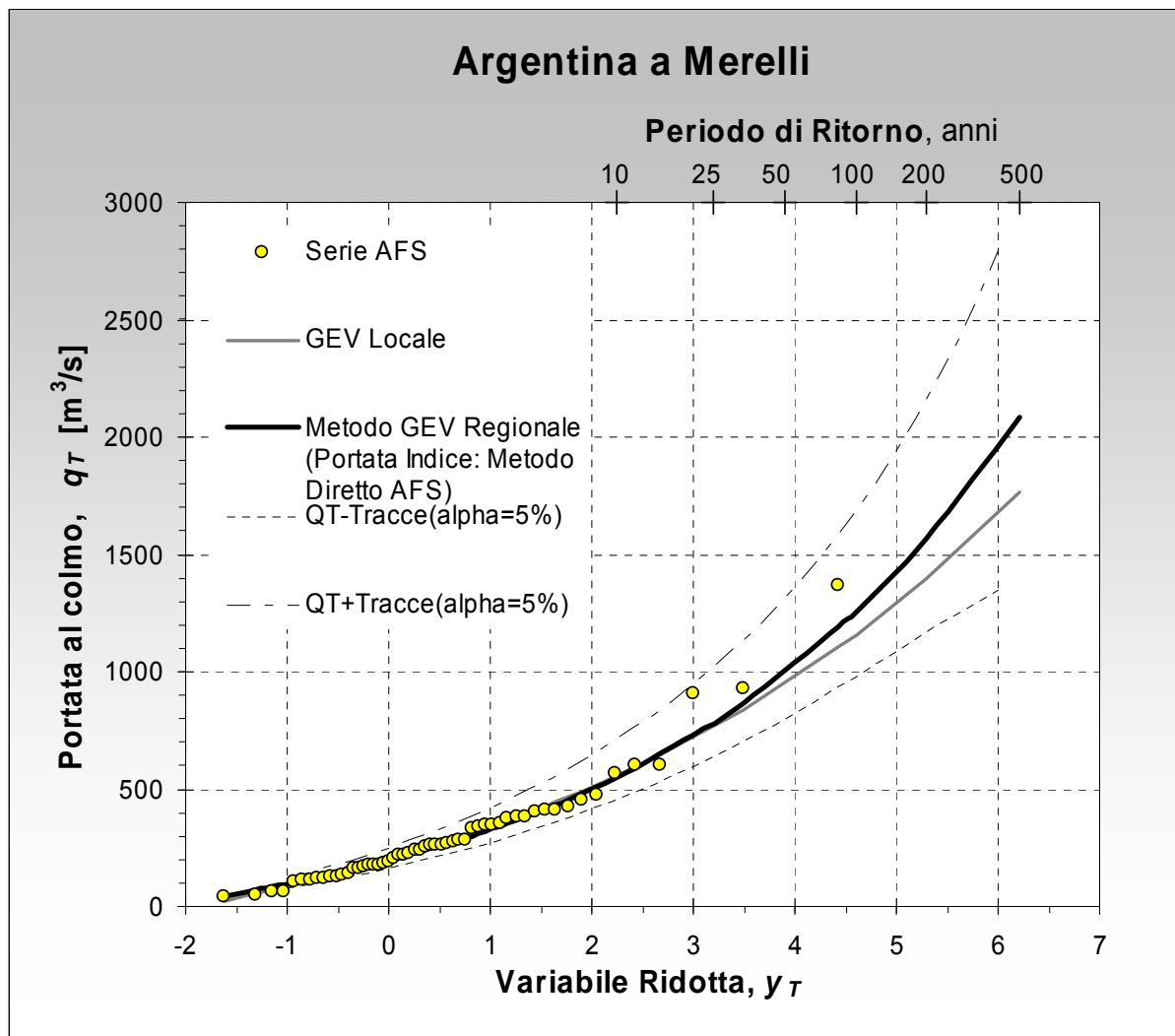


Fig.5.2.1. Portata di massima piena al variare del periodo di ritorno (rappresentato dalla variabile ridotta di Gumbel) valutata con la procedura VAPI-GEV (portata indice stima diretta AFS), per la sezione di Merelli. Confronto con la GEV locale e con la fascia fiduciaria a livello di confidenza del 95% della stima indiretta ricavata con il metodo delle tracce storiche.

### 5.3. Stima dei colmi di piena in sezioni non strumentate tramite traslazione scala invariante

Considerando qui le sottosezioni di interesse riportate nel Piano di Bacino del torrente Argentina, si valutano qui le portate di piena per tempi di ritorno salienti tramite il metodo della traslazione scala invariante. Applicando l'Eq. (2.8) con esponente di scala regionale  $m = 0.75$ , è possibile valutare per ogni sottobacino la relativa portata indice funzione dell'area drenante. Tali calcoli sono riportati in Tabella 5.3.1, dove si indicano l'area drenante, la relativa portata indice e la portate stimate tramite la GEV regionale per i tempi di ritorno salienti  $T = 50, 100, 200$  e  $500$  anni. Utilizzando al formula di Eq. (2.1) con la  $x_T$  regionale valutata con l'Eq. (2.2) e i valori di  $q_{indice}$  riportati in Tabella 5.3.1 si può comunque ricavare la portata la colmo per qualsivoglia periodo di ritorno.

Tabella. 5.3.1. Stime dei valori di portata indice e per tempi di ritorno salienti nelle sezioni non strumentate del torrente Argentina. Metodo Scala Invariante

<b>Corso d'Acqua</b>	<b>Sezione</b>	<b>Area</b> [Km <sup>2</sup> ]	<b>q<sub>indice</sub></b> [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	<b>q(50)</b> [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	<b>q(100)</b> [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	<b>q(200)</b> [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	<b>q(500)</b> [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
Argentina	Alla foce	208.68	323	1061	1337	1669	2217
Argentina	A Taggia	200.54	313	1030	1297	1620	2152
Argentina	T. Oxentina v	183.39	293	962	1212	1513	2010
Argentina	T. Oxentina m	155.96	260	853	1074	1341	1782
Argentina	T. Carpasina m	130.52	227	746	940	1174	1559
Argentina	Ponte nuovo	118.65	211	695	875	1093	1452
Argentina	Ponte Aigovo	114.86	206	678	854	1066	1417
Argentina	A Alaggio	108.68	198	651	819	1023	1359
Argentina	Ponte Gavano	84.87	164	541	681	850	1129
Argentina	R. Capriolo v	82.24	160	527	664	829	1102
Argentina	R. Capriolo m	55.58	120	394	496	619	822
Oxentina	T. Argentina	27.77	71	234	295	368	489
Oxentina	R. Ruglio m	22.72	61	201	253	316	420
Carpasina	T. Argentina	19.31	54	178	224	280	372
Carpasina	R. S. Antonio m	16.36	48	157	198	247	329
Carpasina	Ponte Passetto	14.69	44	145	183	228	303
Carpasina	Ponte Salini	6.87	25	82	103	129	171
Capriolo	T. Argentina	26.5	69	226	284	355	472
Capriolo	R. Corte m	14.35	43	143	179	224	298
Capriolo	Ponte Molino C.	12.74	40	130	164	205	272
Corte	R. Capriolo	11.65	37	122	154	192	255
Agaggio	T. Argentina	4.43	18	59	74	93	123
S. Antonio	T. Carpasina	2.88	13	43	54	67	89

## 5.4. Portata di piena del torrente Argentina a Merelli: stima con il metodo indiretto della simulazione idrologica

### 5.4.1. METODO DELL'EVENTO CRITICO

Il metodo dell'evento critico consente di determinare il valore della portata indice alla sezione di chiusura del bacino a partire da quella che, per analogia, viene definita pioggia indice. Tale trasformazione avviene attraverso l'utilizzo di un modello idrologico di trasformazione afflussi-deflussi. Il modello sollecitato in ingresso dalla pioggia indice, definita attraverso i parametri valutati in base alle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica, restituisce il massimo valore di portata indice generabile da tale precipitazione, tramite la ricerca della durata critica, che dipende dalla combinazione delle caratteristiche di risposta del bacino idrografico (rappresentato dal modello afflussi-deflussi) con le caratteristiche statistiche scala-invarianti della linea segnalatrice stessa. Il processo di formazione del deflusso può essere descritto da un modello idrologico globale dalla struttura abbastanza semplice, costituito da due componenti in serie: un modello di rifiuto del terreno basato sul descritto metodo CN-SCS e un modello lineare di formazione alveata della piena basato sull'idrogramma unitario istantaneo (IUH) di forma gamma (v. **Appendice A**). Il metodo CN-SCS permette di determinare un volume specifico di deflusso superficiale (altezza di pioggia netta) in un evento isolato di pioggia pari a

$$R = \frac{(P_A - I_a)^2}{P_A - I_a + S} \quad (5.1)$$

a ogni passo temporale discreto  $t_m = m\Delta t$  e  $m = 1, 2, \dots, N$ , si può valutare in modo sequenziale il valore del volume incrementale di ruscellamento come

$$R(t_m) = \begin{cases} 0, & \text{se } P_A(t_m) < cS \\ \frac{(P_A(t_m) - cS)^2}{P_A(t_m) + (1-c)S}, & \text{se } P_A(t_m) \geq cS \end{cases} \quad (5.2)$$

dove il valore della pioggia lorda cumulata, è dato da

$$P_A(t_m) = \int_0^{t_m} p_A(t) dt \quad (5.3)$$

con  $p_A(t)$  ietogramma di ingresso al sistema.

Essendo

$$\Delta R(t_m) = R(t_m) - R(t_{m-1})$$

il tasso di ruscellamento durante l'intervallo  $m$ -esimo è quindi dato da

$$R(t_m) = \frac{\Delta R(t_m)}{\Delta t} \quad (5.4)$$

Il modello di trasformazione afflussi deflussi utilizzato è il modello di Nash, già introdotto in precedenza, nella sua estensione al caso in cui  $n$  sia un numero reale. L'idrogramma unitario istantaneo si ottiene, in questo caso, a partire dalla funzione di densità di probabilità gamma incompleta a due parametri, ponendo il numero di serbatoi  $n$  pari al parametro di forma  $\beta$  della distribuzione stessa e sostituendo l'operatore  $(n-1)!$  con la funzione gamma completa

$$\Gamma(\beta) = \int_0^{+\infty} x^{\beta-1} e^{-x} dx. \quad (5.5)$$

In definitiva l'idrogramma unitario istantaneo assume questa forma:

$$u(t) = \frac{1}{k\Gamma(\beta)} \left(\frac{t}{k}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{t}{k}\right), \quad (5.6)$$

che corrisponde appunto alla una funzione di densità della distribuzione gamma e prende il nome di GIUH. Per tale distribuzione tempo di ritardo  $t_L$  e tempo di picco  $t_p$  valgono. Per un bacino idrografico di superficie  $A$ , il modello IUH-GAMMA restituisce un deflusso

$$q(t) = A \int_0^t u(t-\tau)r(\tau)d\tau = A \int_0^t \frac{1}{\kappa\Gamma(\beta)} \left(\frac{t-\tau}{\kappa}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{t-\tau}{\kappa}\right) r(\tau)d\tau. \quad (5.7)$$

L'integrale di convoluzione viene quindi risolto per sommatorie discrete con passo temporale  $t_m$  ovvero infittendo opportunamente la discretizzazione adottata. Le Linee Segnatrici di Possibilità Pluviometrica scala-invarianti forniscono, indipendentemente dalla distribuzione probabilistica adottata, l'altezza  $P_A$  e il tasso  $p_A$  (o intensità) di pioggia nel centro di scroscio che risulta temibile in  $d$  ore consecutive. A partire da ietogrammi uniformi di durata  $d$  si ottiene:

$$P_A = ARF * a_1 * d^n \quad (5.8)$$

$$p_A = ARF * a_1 * d^{n-1} \quad (5.9)$$

Poiché la durata dell'imbibimento iniziale, durante la quale non si manifesta ruscellamento, risulta:

$$t_{IA} = \frac{I_A}{p_A}, \quad (5.10)$$

la durata effettiva della sollecitazione idrologica che perviene alla rete idrografica risulta, quindi

$$t_R = d - t_{IA}, \quad (5.11)$$

con un tasso di ruscellamento pari a

$$r = \frac{R}{t_R}. \quad (5.12)$$

L'idrogramma di piena risulta infine:

$$q(t) = \begin{cases} 0 & , t \leq t_{IA}, \\ A r \int_0^{t^*} \frac{1}{\kappa\Gamma(\beta)} \left(\frac{s}{\kappa}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{s}{\kappa}\right) ds & , t_{IA} < t \leq d, \\ A r \int_{t^*-t_R}^{t^*} \frac{1}{\kappa\Gamma(\beta)} \left(\frac{s}{\kappa}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{s}{\kappa}\right) ds & , t > d, \end{cases} \quad (5.13)$$

con  $t^* = t - t_{IA}$ .

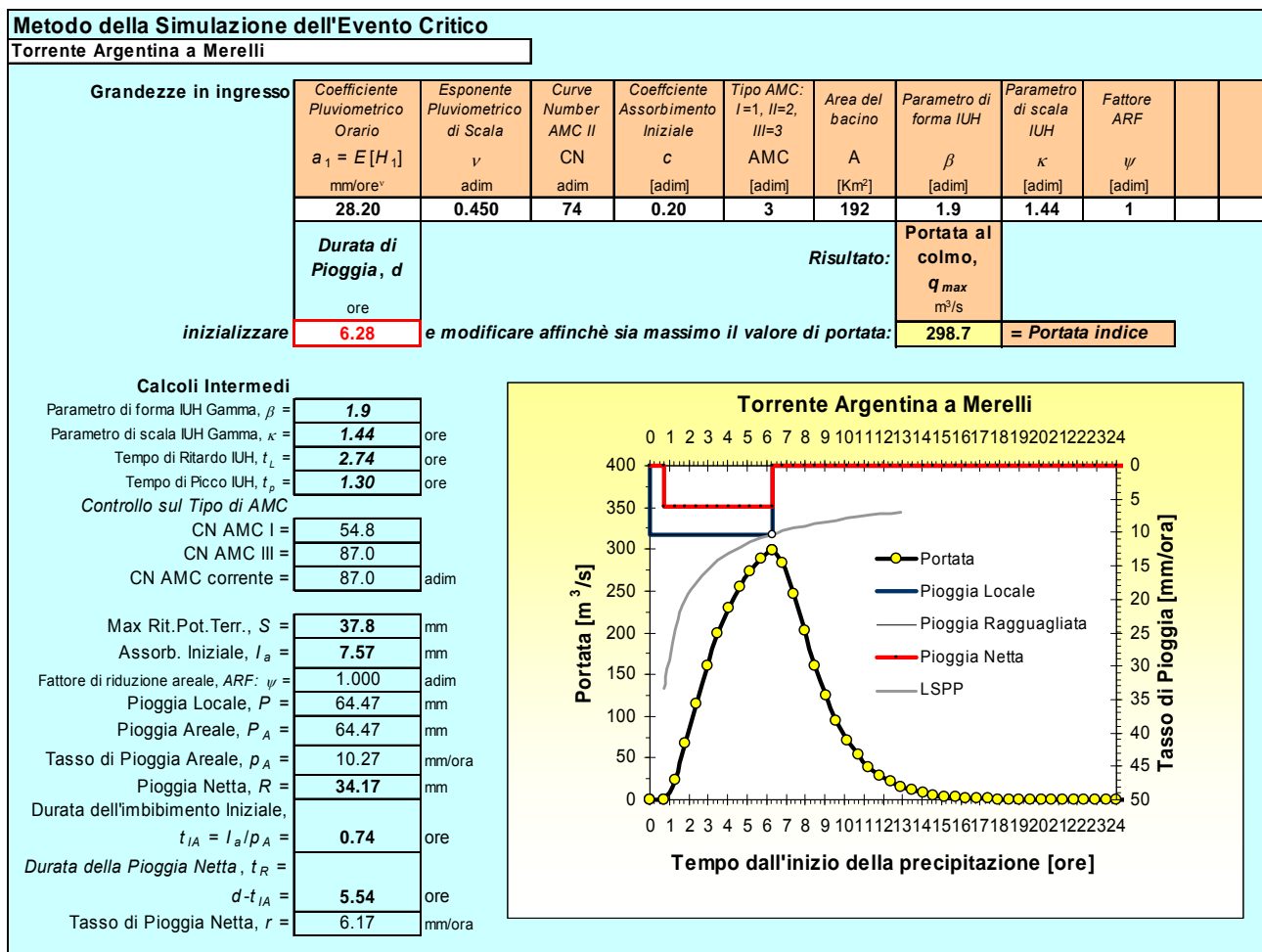
Determinato il valore di picco,  $q_i(d)$ , si itera il procedimento ricercando la durata  $d_c$  (ossia la durata critica già introdotta per il metodo derivato) che massimizza il deflusso, ottenendo così il valore di portata indice cercato

$$q_i(d_c) = \max_d [q_i(d)] \quad (5.14)$$

**5.4.2. CALCOLO DELLA PIENA INDICE TRAMITE EVENTO CRITICO**

Si determina qui il valore della piena indice per l'Argentina a Merelli, allo scopo di applicare poi la metodologia VAPI regionale per valutare la portata al colmo di piena al variare del tempo di ritorno. Dopo un'analisi preliminare e adottando una procedura a favore di sicurezza, si sono utilizzati per la valutazione tramite evento critico i parametri di pioggia relativi alla stazione di Triora, ossia coefficiente pluviometrico orario  $a_1$  pari a 28.2 e esponente di scala  $v$  pari a 0.45. Si è posto inoltre il fattore di riduzione areale pari all'unità. Come parametri relativi alla trasformazione afflussi-deflussi, si sono assunti quelli determinati a partire dalla calibrazione, ossia CN pari a circa 74, costante d'invaso  $k$  e parametro di forma  $n$  del metodo di Nash, pari rispettivamente a 1.44 e 1.9. Si inoltre assunto AMC = III, ossia un elevato grado d'imbibimento iniziale. La valutazione della durata critica viene condotta tramite massimizzazione della portata al picco di piena, secondo l'Eq. (5.14). La massimizzazione viene condotta tramite un risolutore numerico. Si riportano in Tavola 5.3.1 i calcoli necessari alla stima della portata indice ottenuto e i valori intermedi del procedimento appena descritto per il bacino Argentina chiuso alla stazione di Merelli.

Tavola. 5.3.1. Argentina a Merelli. Calcolo della piena indice tramite metodo dell'evento critico



**5.4.3. CALCOLO DELLA PORTATA AL COLMO DI PIENA T-ENNALE**

Una volta determinata la portata indice si ripete quanto fatto per il metodo regionale, già descritto in precedenza. Si utilizzano i valori dei parametri della GEV stimati per la regione omogenea “Liguria Tirrenica”, ossia  $\alpha = 0.377$ ,  $\varepsilon = 0.643$  e  $k = -0.276$ , si ottiene la legge statistica di previsione della portata di piena:

$$Q_T = 298.67 \cdot \left\{ 0.643 - \frac{0.377}{0.276} \left( 1 - e^{0.276 y_T} \right) \right\}, \tag{5.15}$$

in  $m^3 s^{-1}$ , dove  $y_T$  è la variabile ridotta di Gumbel e varia come indicato di seguito al variare del periodo di ritorno  $T$  (anni). Si riporta in Figura 5.4.1 l’andamento della portata al colmo di piena al variare del tempo di ritorno a confronto con la stima regionale proposta in precedenza. Si osservi una sostanziale coincidenza ai fini pratici delle stime tramite evento critico con quelle relative al metodo AFS.

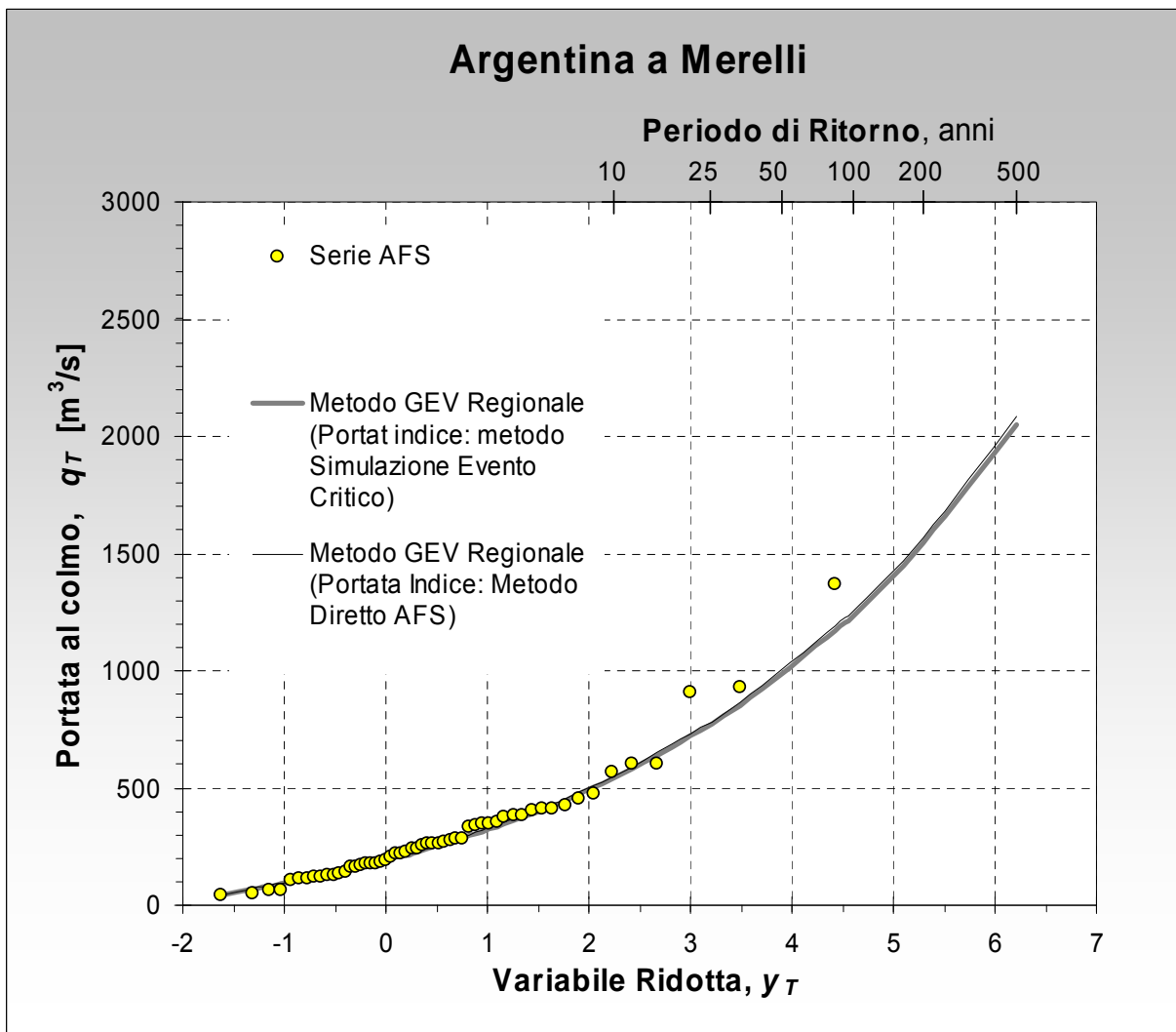


Fig. 5.4.1. Argentina a Merelli. Portate al colmo di piena per assegnati periodi di ritorno. Metodo della piena indice GNDCI-VAPI: stima con il metodo della simulazione dell’evento critico vs stima diretta AFS.



## 5.5. Stima dei colmi di piena in sezioni non strumentate tramite metodo dell'evento critico

### 5.5.1. PROPRIETÀ DEI SOTTOBACINI DI INTERESSE

L'insieme dei processi con i quali i volumi d'acqua affluenti ai bacini fluviali, sotto forma di precipitazioni, si trasformano in deflussi avviene attraverso il complesso sviluppo della loro rete idrografica. Un primo passo per un accurato studio della risposta del bacino consiste quindi nel calcolo di alcuni indici morfologici di interesse. Si riportano in Tabella 5.5.1 alcune caratteristiche di interesse per i bacini afferenti alle sezioni di interesse definite nel piano di bacino, già indicati in Tabella 5.3.1. Tali informazioni sono state ottenute tramite l'utilizzo di cartografia su base GIS.

Tabella 6.5. Parametri morfologici di interesse per i sottobacini non strumentati.

Torrente	Sezione	Superficie (km <sup>2</sup> )	Lunghezza asta principale (Km)	Pendenza media bacino (%)
Argentina	Alla foce	208.68	40.38	55.63
Argentina	A Taggia	200.54	37.66	56.72
Argentina	A Merelli	192.20	33.74	57.18
Argentina	T. Oxentina v	183.39	34.95	57.12
Argentina	T. Oxentina m	155.96	30.03	58.14
Argentina	T. Carpasina m	130.52	25.68	58.63
Argentina	Ponte nuovo	118.65	21.42	58.34
Argentina	Ponte Aigovo	114.86	19.97	58.32
Argentina	A Agaggio	108.68	18.19	58.54
Argentina	Ponte Gavano	84.87	15.32	58.81
Argentina	R. Capriolo v	82.24	16.14	59.11
Argentina	R. Capriolo m	55.58	13.43	34.87
Oxentina	T. Argentina	27.77	10.64	51.73
Oxentina	R. Ruglio m	22.72	8.72	51.74
Carpasina	T. Argentina	19.31	9.52	55
Carpasina	R. S. Antonio m	16.36	9.15	54.89
Carpasina	Ponte Passetto	14.69	8.64	54.03
Carpasina	Ponte Salini	6.87	4.54	49.53
Capriolo	T. Argentina	26.5	9.11	57.67
Capriolo	R. Corte m	14.35	8.24	57.13
Capriolo	Ponte Molino C.	12.74	6.71	57.24
Corte	R. Capriolo	11.65	6.84	58.42
Agaggio	T. Argentina	4.43	3.51	61.8
S. Antonio	T. Carpasina	2.88	3.43	55.39

### 5.5.2. CALCOLO DELLA SOLLECITAZIONE PLUVIOMETRICA

Il processo di precipitazione è stato schematizzato a partire dai risultati dell'analisi pluviometrica fatta nella prima parte di questo studio. Lo studio è, come noto partito, dall'elaborazione delle curve di durata nelle stazioni Centrale Argentina, Triora e Colle Belenda. I parametri delle tre stazioni pluviometriche stimati sono poi stati ragguagliati alla superficie di ogni sottobacino, con il metodo di Thiessen. Si riportano in Tabella 5.5.2 per ogni sottobacino i parametri delle piogge determinati applicando il metodo di Thiessen, insieme alle relative aree d'influenza e ai pesi.

Tabella 5.5.2. Parametri delle LSPP per i sottobacini non strumentati.

Torrente	Sezione	Stazione	Area d'influenza	Peso	Parametri GEV			Parametri LSPP	
					$\alpha$	$k$	$\epsilon$	$aI$	$n$
Argentina	Alla foce	Centrale Argentina	74.01	0.35	0.27	-0.05	0.83	26.11	0.43
		Triora	101.95	0.49					
		Colle Belenda	32.72	0.16					
Argentina	A Taggia	Centrale Argentina	65.93	0.33	0.27	-0.05	0.83	26.15	0.44
		Triora	101.94	0.51					
		Colle Belenda	32.67	0.16					
Argentina	A Merelli	Centrale Argentina	57.58	0.30	0.27	-0.05	0.83	26.19	0.44
		Triora	101.94	0.53					
		Colle Belenda	32.67	0.17					
Argentina	T. Oxentina v	Centrale Argentina	27.45	0.18	0.26	-0.06	0.83	26.47	0.44
		Triora	97.80	0.63					
		Colle Belenda	30.72	0.20					
Argentina	T. Oxentina m	Centrale Argentina	27.45	0.18	0.26	-0.06	0.83	26.40	0.45
		Triora	97.80	0.63					
		Colle Belenda	30.72	0.20					
Argentina	T. Carpasina m	Centrale Argentina	7.17	0.05	0.26	-0.07	0.83	26.53	0.45
		Triora	92.64	0.71					
		Colle Belenda	30.72	0.24					
Argentina	Ponte nuovo	Centrale Argentina	0.06	0	0.26	-0.07	0.83	26.55	0.46
		Triora	87.87	0.74					
		Colle Belenda	30.72	0.26					
Argentina	Ponte Aigovo	Centrale Argentina	0	0	0.26	-0.07	0.83	26.50	0.46
		Triora	84.14	0.73					
		Colle Belenda	30.72	0.27					
Argentina	A Agaggio	Centrale Argentina	0	0	0.26	-0.07	0.83	26.40	0.46
		Triora	77.97	0.72					
		Colle Belenda	30.72	0.28					
Argentina	Ponte Gavano	Centrale Argentina	0	0	0.26	-0.06	0.83	25.89	0.46
		Triora	54.15	0.64					
		Colle Belenda	30.72	0.36					
Argentina	R. Capriolo v	Centrale Argentina	0	0	0.26	-0.04	0.84	24.66	0.46
		Triora	36.69	0.45					
		Colle Belenda	45.31	0.55					
Argentina	R. Capriolo m	Centrale Argentina	0	0	0.25	-0.04	0.84	24.68	0.46
		Triora	24.87	0.45					
		Colle Belenda	30.72	0.55					
Oxentina	T. Argentina	Centrale Argentina	21.68	0.78	0.28	-0.03	0.83	25.34	0.41
		Triora	4.14	0.15					
		Colle Belenda	1.96	0.07					

*Tab. 5.5.2 (continua)*

Torrente	Sezione	Stazione	Area d'influenza	Parametri GEV			Parametri LSPP			
				Peso	$\alpha$	$k$	$\varepsilon$	$al$	$N$	
Oxentina	R. Ruglio m	Centrale Argentina	16.62	0.73	0.28	-	0.03	0.83	25.39	0.41
		Triora	4.14	0.18						
		Colle Belenda	1.96	0.09						
Carpasina	T. Argentina	Centrale Argentina	14.15	0.73	0.28	-	0.04	0.83	25.94	0.41
		Triora	5.16	0.27						
		Colle Belenda	0	0						
Carpasina	R. S. Antonio m	Centrale Argentina	11.20	0.68	0.28	-	0.04	0.83	26.09	0.41
		Triora	5.16	0.32						
		Colle Belenda	0	0						
Carpasina	Ponte Passetto	Centrale Argentina	9.53	0.65	0.28	-	0.04	0.83	2A.20	0.41
		Triora	5.16	0.35						
		Colle Belenda	0	0						
Carpasina	Ponte Salini	Centrale Argentina	1.72	0.25	0.27	-	0.07	0.82	27.43	0.44
		Triora	5.15	0.75						
		Colle Belenda	0	0						
Capriolo	T. Argentina	Centrale Argentina	0	0	0.27	-	0.09	0.82	28.20	0.45
		Triora	26.50	1.00						
		Colle Belenda	0	0						
Capriolo	R. Corte m	Centrale Argentina	0	0	0.27	-	0.09	0.82	28.20	0.45
		Triora	14.35	1.00						
		Colle Belenda	0	0						
Capriolo	Ponte Molino C.	Centrale Argentina	0	0	0.27	-	0.09	0.82	28.20	0.45
		Triora	12.74	1.00						
		Colle Belenda	0	0						
Corte	R. Capriolo	Centrale Argentina	0	0	0.27	-	0.09	0.82	28.20	0.45
		Triora	11.65	1.00						
		Colle Belenda	0	0						
Agaggio	T. Argentina	Centrale Argentina	0	0	0.27	-	0.09	0.82	28.20	0.45
		Triora	4.43	1.00						
		Colle Belenda	0	0						
S. Antonio	T. Carpasina	Centrale Argentina	2.88	1.00	0.28	-	0.01	0.83	25.11	0.39
		Triora	0	0						
		Colle Belenda	0	0						

### 5.5.3. CALCOLO DEL FATTORE CN E DEI TEMPI DI RITARDO

Il valore del CN per i sottobacini non strumentati è stato qui valutato tramite incrocio dell'informazione cartografica e dei dati di calibrazione ad evento. In pratica si è definito un coefficiente di proporzionalità, invariante alla scala del bacino per riscalarne i valori ottenuti dall'analisi cartografica con rispetto a quelli ottenuti dalla calibrazione del modello. Tale operazione è stata condotta sui valori del parametro di assorbimento  $S$ , dotato di un maggiore significato fisico.

Il rapporto tra i coefficienti di assorbimento  $S_{II}$  valutati con le due differenti metodologie si è determinato in 0.67. Per tutti i sottobacini di interesse si è quindi rivalutato il valore di  $S_{II}$  in base a tale coefficiente, per poi ottenere il  $CN_{II}$  corrispondente. L'elaborazione relativa a tutti i sottobacini è riportata in Tabella 5.5.3.

Tabella 5.5.3. Valori stimati di  $CN_{II}$  per i sottobacini non strumentati.

Torrente	Sezioni	Merelli			
		$S_{II GIS}$	$S_{II}/S_{II GIS}$	$S_{II}$	$CN_{II}$
		136	0.67	90	74
Argentina	Alla foce	124	“	82	76
Argentina	A Taggia	133	“	88	74
Argentina	T. Oxentina v	129	“	86	75
Argentina	T. Oxentina m	134	“	89	74
Argentina	T. Carpasina m	132	“	88	74
Argentina	Ponte nuovo	129	“	86	75
Argentina	Ponte Aigovo	129	“	86	75
Argentina	A Agaggio	129	“	86	75
Argentina	Ponte Gavano	125	“	83	75
Argentina	R. Capriolo v	131	“	87	74
Argentina	R. Capriolo m	131	“	87	74
Oxentina	T. Argentina	133	“	88	74
Oxentina	R. Ruglio m	129	“	86	75
Carpasina	T. Argentina	151	“	101	72
Carpasina	R. S. Antonio m	152	“	101	72
Carpasina	Ponte Passetto	152	“	101	71
Carpasina	Ponte Salini	153	“	102	71
Capriolo	T. Argentina	111	“	74	77
Capriolo	R. Corte m	112	“	74	77
Capriolo	Ponte Molino C.	106	“	71	78
Corte	R. Capriolo	113.79	“	75.74	77.03
Agaggio	T. Argentina	146.57	“	97.56	72.25
S. Antonio	T. Carpasina	151.96	“	101.14	71.52

Lo stesso procedimento è stato ripetuto per determinare il tempo di ritardo per ogni singolo sottobacino, utilizzando i valori ottenuti dalla relazione (Bocchiola *et al.*, 2003a):

$$T_i = 0,26 \cdot L^{0,82} \cdot g^{-0,2} \cdot (1 + S)^{0,13}, \quad (5.16)$$

insieme alla

$$T_i = \beta k \quad (5.17)$$

Per stimare i parametri del modello di Nash per i bacini non strumentati, si è mantenuto costante il parametro di forma  $\beta$ , mentre a partire dal rapporto tra il tempo di ritardo  $T_L$  ottenuto dalla calibrazione del modello nella sezione di Merelli e quello ivi calcolato tramite la (5.5.1) si è rivalutata la costante d'invaso  $k$ , per adattare il modello ai siti investigati. Si riportano in Tabella 5.5.4 i risultati così ottenuti.

Tabella 5.5.4. Valori stimati dei parametri di Nash  $\beta$  e  $k$  per i sottobacini non strumentati.

Torrente	Sezioni	Merelli			
	$\beta$	$T_l$	$T_L$	$T_L/T_l$	$k$
	1.9	3.35	2.74	0.82	1.44
Argentina	Alla foce	3.85	3.15	“	1.66
Argentina	A Taggia	3.66	2.99	“	1.57
Argentina	T. Oxentina v	3.81	3.13	“	1.65
Argentina	T. Oxentina m	3.03	2.47	“	1.30
Argentina	T. Carpasina m	2.65	2.17	“	1.14
Argentina	Ponte nuovo	2.28	1.87	“	0.98
Argentina	Ponte Aigovo	2.15	1.76	“	0.93
Argentina	A Alaggio	1.99	1.63	“	0.86
Argentina	Ponte Gavano	1.72	1.41	“	0.74
Argentina	R. Capriolo v	2.01	1.65	“	0.87
Argentina	R. Capriolo m	1.73	1.41	“	0.74
Oxentina	T. Argentina	1.32	1.08	“	0.57
Oxentina	R. Ruglio m	1.12	0.91	“	0.48
Carpasina	T. Argentina	1.21	0.99	“	0.52
Carpasina	R. S. Antonio m	1.17	0.96	“	0.51
Carpasina	Ponte Passetto	1.12	0.92	“	0.48
Carpasina	Ponte Salini	0.67	0.55	“	0.29
Capriolo	T. Argentina	1.11	0.91	“	0.48
Capriolo	R. Corte m	1.03	0.84	“	0.44
Capriolo	Ponte Molino C.	0.86	0.70	“	0.37
Corte	R. Capriolo	0.88	0.72	“	0.38
Agaggio	T. Argentina	0.52	0.43	“	0.22
S. Antonio	T. Carpasina	0.52	0.43	“	0.23

#### 5.5.4. CALCOLO DELLE PIENE PER ASSEGNATO PERIODO DI RITORNO

Sulla base delle valutazioni riportate in precedenza, è possibile calcolare per ogni sottobacino la portata indice, tramite calcolo della durata critica. Anche in questo caso, dopo un'analisi preliminare ed a favore di sicurezza, si sono utilizzati per la valutazione tramite evento critico i parametri di pioggia relativi alla stazione di Triora, ossia coefficiente pluviale orario  $a_1$  pari a 28.2 e esponente di scala  $v$  pari a 0.45. Si è posto inoltre il fattore di riduzione areale pari all'unità.

Si riportano in tabella i valori di  $q_{indice}$  per ogni sottobacino. Si riportano di seguito in tabella 5.5.5 i valori della portata stimata per i tempi di ritorno notevoli  $T = 50, 100, 200$  e  $500$  anni.

Tabella. 5.5.5. Stime dei valori di portata indice e per tempi di ritorno salienti nelle sezioni non strumentate del torrente Argentina. Metodo GEV regionale con portata indice stimata con il metodo della Simulazione dell'Evento Critico.

Corso d'Acqua	Sezione	Area	$q_{indice}$	$q(50)$	$q(100)$	$q(200)$	$q(500)$
		[Km <sup>2</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	[m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
Argentina	Alla foce	208.68	327	1074	1353	1690	2245
Argentina	A Taggia	200.54	306	1004	1265	1579	2098
Argentina	Merelli	192.20	299	982	1236	1544	2051
Argentina	T. Oxentina v	183.39	281	923	1163	1452	1929
Argentina	T. Oxentina m	155.96	251	825	1039	1297	1723
Argentina	T. Carpasina m	130.52	221	725	914	1141	1516
Argentina	Ponte nuovo	118.65	212	698	879	1097	1458
Argentina	Ponte Aigovo	114.86	209	687	865	1080	1435
Argentina	A Agaggio	108.68	203	668	841	1050	1395
Argentina	Ponte Gavano	84.87	168	553	696	869	1154
Argentina	R. Capriolo v	82.24	150	491	619	773	1027
Argentina	R. Capriolo m	55.58	108	354	446	557	740
Oxentina	T. Argentina	27.77	57	187	236	295	392
Oxentina	R. Ruglio m	22.72	47	154	194	241	321
Carpasina	T. Argentina	19.31	37	122	153	191	254
Carpasina	R. S. Antonio m	16.36	32	104	131	163	217
Carpasina	Ponte Passetto	14.69	29	94	118	148	196
Carpasina	Ponte Salini	6.87	15	48	60	75	100
Capriolo	T. Argentina	26.5	63	207	261	326	433
Capriolo	R. Corte m	14.35	36	119	149	186	247
Capriolo	Ponte Molino C.	12.74	33	109	138	173	229
Corte	R. Capriolo	11.65	29	96	120	151	200
Agaggio	T. Argentina	4.43	10	32	40	50	67
S. Antonio	T. Carpasina	2.88	6	21	26	33	44

## 5.6. Confronto con le stime del Piano di Bacino

Un primo confronto delle diverse stime è riportato in Tabella 5.6.1, dove sono confrontate le diverse valutazioni dei quantili di interesse (50, 200 e 500-ennale) ottenute con le diverse metodologie per la sezione strumentata di Merelli.

Una prima osservazione riguarda la congruenza tra le due diverse metodologie di stima della piena indice adottata in questa sede per l'applicazione della procedura CNR-GNDICI-VAPI. Tale concordanza è ancor più evidenziata dal diagramma di Figura 5.6.1, dove le due curve sono quasi sovrapposte.

Nel diagramma di Figura 5.6.1 sono anche riportate i sigma-bounds associati alla valutazione tramite le tracce storiche, condotta in questa sede, che evidenzia la discrepanza, in taluni casi, sia delle stime di massima piena adottati in sede di piano di bacino, sia delle stime di massima piena dell'Università di Trento discusse in precedenza, sia, in misura minore, delle stime preliminari riportate in sede di Piano di bacino, ma non adottate.

Tabella. 5.6.1. Confronto tra le stime della di portata al colmo in mc/s nel sito di Merelli.

Periodo di ritorno, in anni	Metodo GEV regionale con portata indice stimata tramite		Piano di bacino		Studio Università di Trento (2005)
	Metodo diretto AFS	Simulazione idrologica (metodo dell'evento critico)	Stime preliminari locali	Stime adottate	
50	998	<b>982</b>	1049 ÷ 1068	<b>1280</b>	1069
200	1569	<b>1544</b>	1403 ÷ 1644	<b>1860</b>	1317
500	2085	<b>2051</b>	1622 ÷ 2133	<b>2230</b>	-

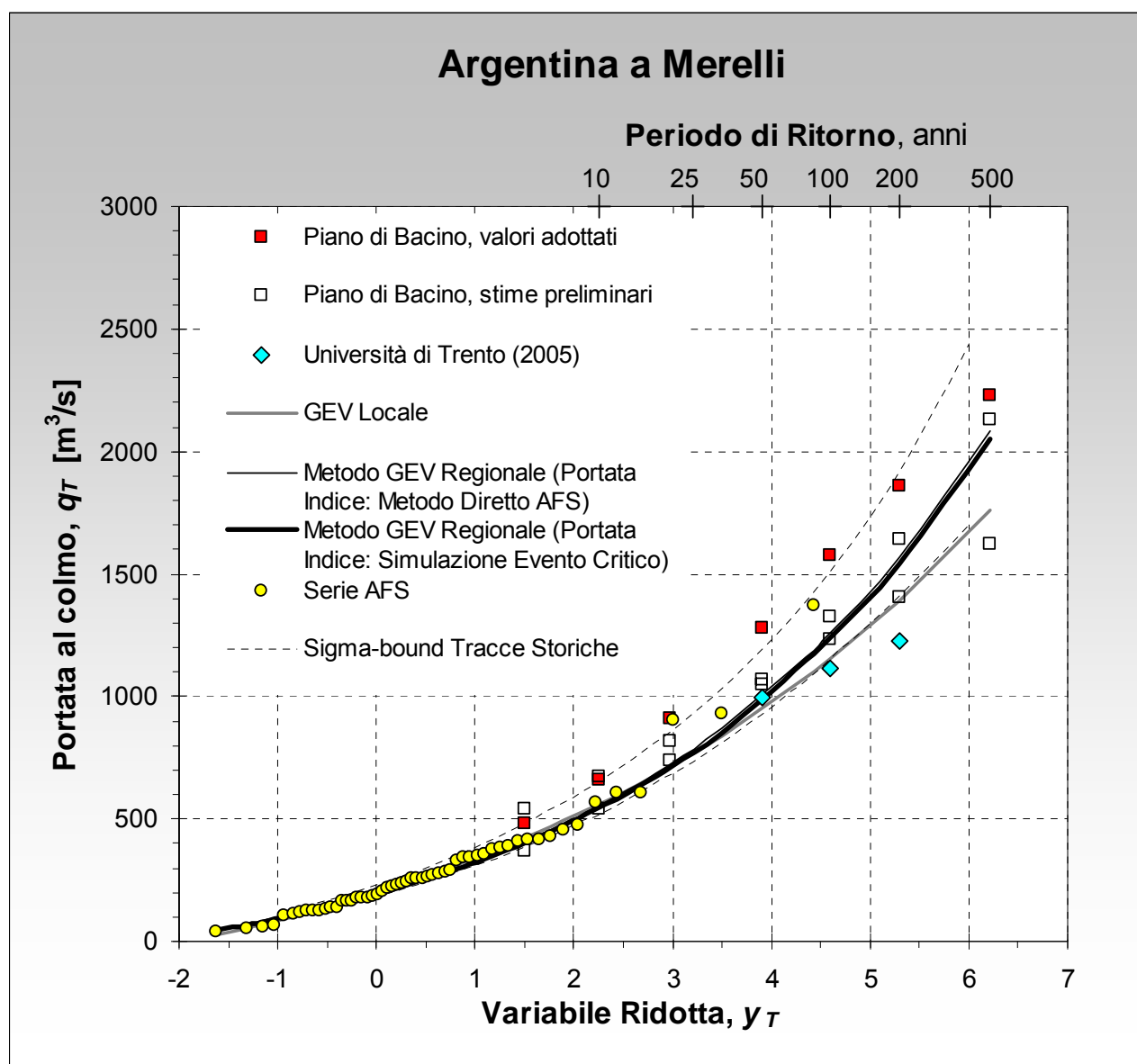


Figura 5.6.1. Argentina a Merelli. Portate al colmo di piena per assegnati periodi di ritorno. Confronto delle stime.

Un secondo confronto verte sull'andamento delle stime di massima piena lungo la rete idrografica, evidenziato nelle Figure 5.6.2 e 5.6.3 con riferimento ai quantili 50-ennale e 200-ennale, di particolare interesse ai fini della pianificazione e della progettazione. Si osserva innanzi tutto come



la divergenza tra le stime di piano e quelle condotte in questa sede sia percentualmente più marcata per il periodo di ritorno 50-ennale che per quello 200-ennale. Inoltre, le stime relative ai piccoli bacini sono assai prossime tra loro.

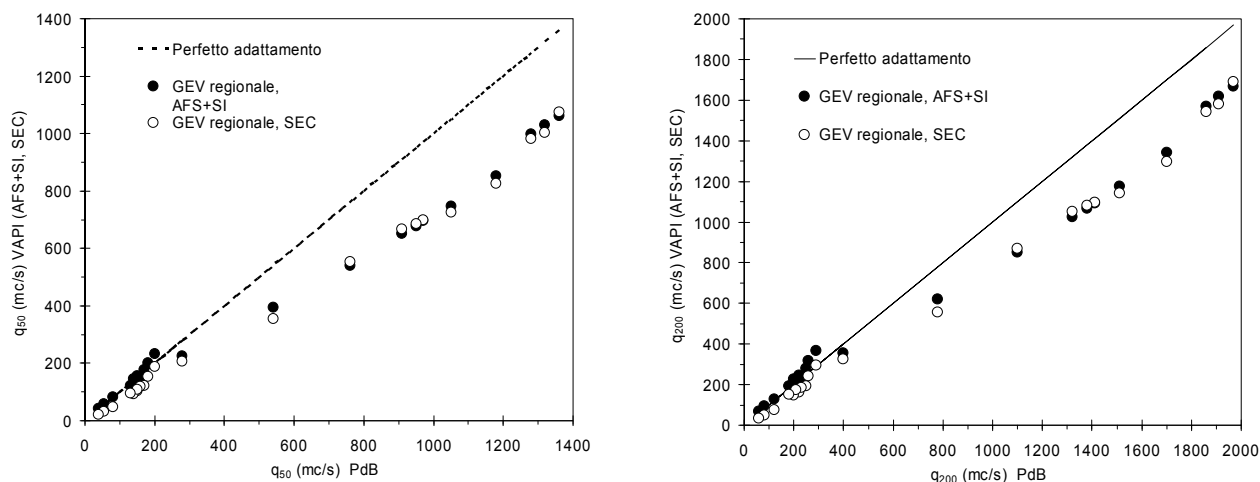


Fig. 5.6.2. Bacino idrografico del Torrente Argentina. Confronto tra le stime della portata al colmo di piena condotte con diversi metodi: valori 50-ennale (sx) e 200-ennale (dx).

In particolare, la Figura 5.6.2 mostra come le stime condotte in questa sede forniscano risultati assai prossimi a quelli adottati dal Piano di Bacino per i rii minori, che sottendono aree inferiori a 30 Km<sup>2</sup>, mentre si discosta in modo sensibile con l'aumentare dell'area sottesa dal corso d'acqua.

Osservando l'andamento del diagramma su scala logaritmica sempre riportato in Figura 5.6.3, si rileva anche come il metodo di stima adottato, che discende dall'applicazione del metodo della simulazione dell'evento critico, sia in grado di cogliere sia l'andamento scala-invariante, sia il noto fenomeno del "break" di scala che si osserva nei rii minori, con area sottesa indicativamente inferiore a 10 Km<sup>2</sup>, ampiamente documentato dalla letteratura scientifica (p.es. Gupta et al., 1994).

Poiché il metodo che utilizza la distribuzione GEV regionale della curva di crescita e la portata indice stimata tramite la simulazione idrologica presenta la caratteristica di cogliere la variabilità di scala delle portate al colmo lungo le rete idrografica, si consiglia quindi l'adozione di tali stime in sede di applicazione.

Inoltre, tale metodo presenta una base fisico-concettuale più robusta e ha la caratteristica di essere facilmente aggiornabile,

- sia quando si disporrà di più lunghe serie temporali di dati della precipitazione di breve durata e forte intensità,
- sia qualora intervenissero significativi cambiamenti di uso del suolo nel bacino preso in esame.

Per coerenza, e vista la modestissima differenza tra la stime di portata indice condotta con il metodo diretto AFS e quella ottenuta con il metodo della simulazione idrologica, si consiglia di adottare agli scopi progettuali tale criterio di stima anche per la sezione strumentata di Merelli.

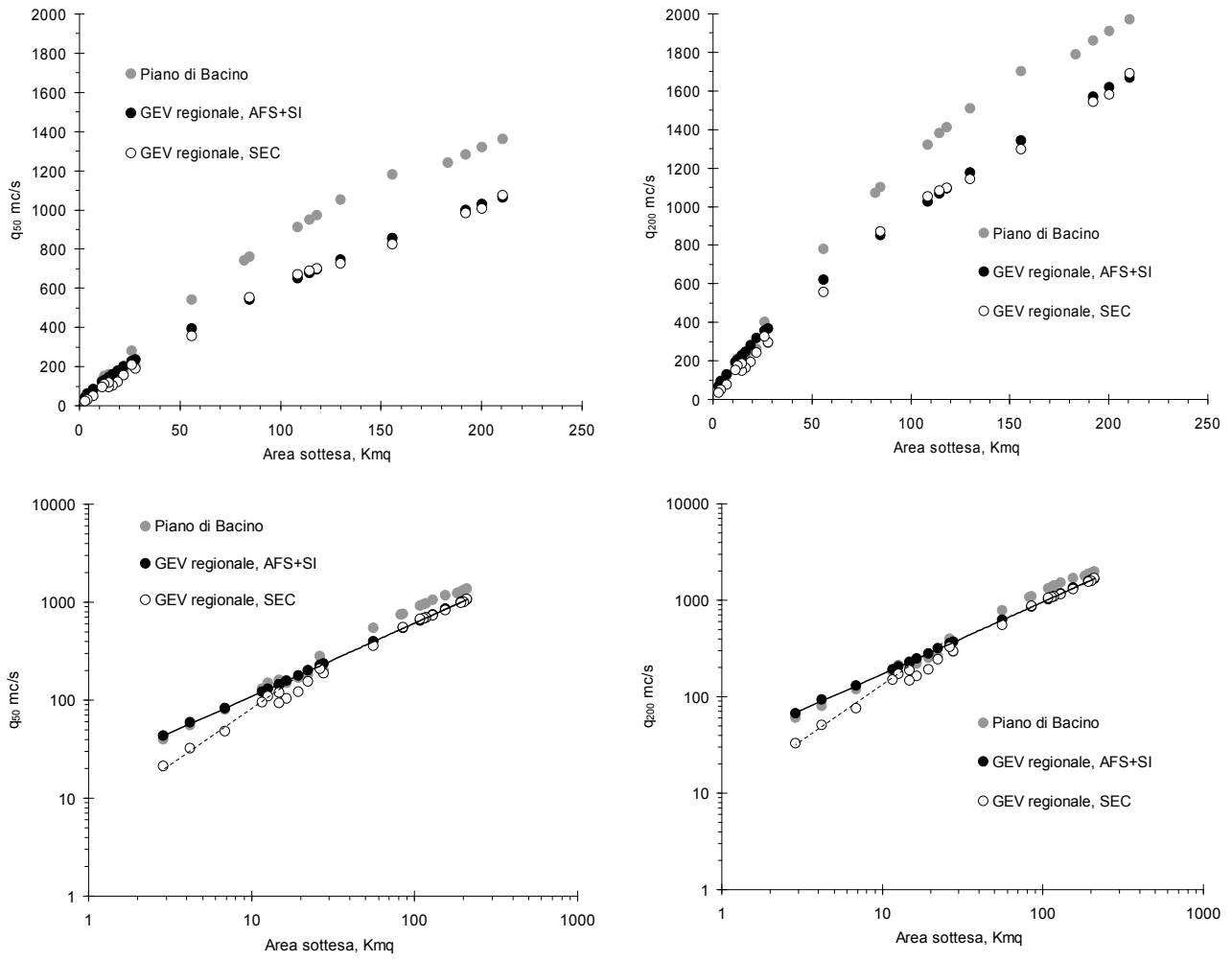


Fig. 5.6.3. Bacino idrografico del Torrente Argentina. Variabilità con l'area sottesa delle stime della portata al colmo di piena condotte con diversi metodi: valori 50-ennale (sx) e 200-ennale (dx).

## 6. Idrogrammi di riferimento

Al fine di valutare gli idrogrammi di riferimento, è stata applicata la metodologia della simulazione dell'evento idrometeorologico critico, illustrata nel precedente Capitolo 2.

### 6.1. Simulazione dell'evento idrometeorologico critico

Nel Capitolo 5 è stata illustrata, ai fini della valutazione della portata indice, la procedura della simulazione idrologica che utilizza (in ingresso a un modello di trasformazione afflussi-deflussi) la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica nel centro di scroscio localizzato in posizione baricentrica. Quando questa procedura viene utilizzata per la stima della portata  $T$ -ennale, utilizzando a tal scopo la linea segnalatrice di probabilità pluviometrica  $T$ -ennale, questa procedura fornisce in generale risultati distorti, per via della non linearità della risposta idrologica dei bacini imbriferi. In pratica, l'ipotesi di isofrequenza tra piogge intense e deflussi di piena non è confortata sotto il profilo teorico e, in molti casi, è confutata dall'analisi degli episodi osservati.

Secondo il modello scala-invariante, la linea segnalatrice nel centro di scroscio è rappresentata da un'equazione monomia del tipo

$$h = ad^{\nu}, \quad (6.1)$$

in una forma nota già dagli studi idrometeorologici della fine del secolo XIX, dove  $h$  indica il valore atteso della altezza di pioggia cumulata temibile in  $d$  ore consecutive sul bacino sotteso, il parametro  $a$  indica il coefficiente pluviale orario, generalmente in  $\text{mm/h}^{\nu}$  (pari al valore della pioggia oraria in  $\text{mm}$ ) e  $\nu$  l'esponente caratteristico di scala ( $0 < \nu < 1$ ). In termini di tasso medio di pioggia,  $p$ , la (6.1.1) si può anche scrivere come

$$p = at^{\nu-1}. \quad (6.2)$$

Nel Capitolo 4 sono state valutate le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per le stazioni di interesse, ottenute tramite l'applicazione del modello GEV scala invariante (SIGEV), poi impiegate nel Capitolo 5 per la valutazione della piena indice.

Per procedere alla valutazione approssimata degli eventi di interesse alla luce della normativa,

$$E_{V_T, Q_T}^* = [\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}, \text{ con } v \leq v_T \text{ e } q \leq q_T],$$

tenuto conto della difficoltà a valutare  $v_T$ , si considerano cautelativamente gli eventi

$$[\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}, \text{ con } q \leq q_T],$$

ossia le coppie di valori di portata e volume che si possono verificare con periodo di ritorno incondizionato  $T$ -ennale della portata al colmo  $q_T$ .

Si assume che gli eventi di interesse siano comunque prodotti da un assetto meteorologico caratterizzato dalla struttura di invarianza di scala tipica dell'area in esame, rappresentata dall'esponente caratteristico  $\nu$ . In pratica, si assume che l'esponente caratteristico  $\nu$  rappresenti l'impronta climatica degli eventi pluviali estremi nell'area in esame.

Questa ipotesi di lavoro implica che la portata  $T$ -ennale di progetto  $q_T$  sia prodotta da una precipitazione

$$h = a_{T^*} d^{\nu}, \quad (6.3)$$

dove  $\nu$  è l'esponente caratteristico della pluviometria del bacino sotteso dalla sezione di interesse, e il parametro  $a_{T^*}$  è dato dal valore di  $a$  che, con il metodo dell'evento critico, produce una portata al colmo pari a  $q_T$ .

In generale, il valore di  $a_{T^*}$  è differente dal valore di  $a_T$  proprio della linea segnalatrice  $T$ -ennale, poiché l'ipotesi di isofrequenza non è in generale verificata, sia sotto il profilo teorico, sia, nella maggioranza dei casi, sotto l'aspetto pratico (v., p.e., Reed, *Flood Estimation Handbook*, 1999).

La procedura da applicare è quindi la seguente: dato il valore  $T$ -ennale di portata al colmo  $q_T$ , va ricercata la coppia di valori  $\{a_{T^*}, d_{CR}\}$  che produce come risultato la portata di picco  $q_p = q_T$  quando si applichi la trasformazione afflussi-deflussi. Il problema risulta indeterminato se non si tiene conto del secondo assioma di criticità, ossia che il campo di pioggia critico sia anche quello che corrisponde alla minima altezza di pioggia cumulata in grado di provocare una piena con portata di picco pari a  $q_T$ . Quindi, la coppia di valori  $\{a_{T^*}, d_{CR}\}$  dovrà anche soddisfare la condizione  $a_{T^*} = \min\{a\}$ . In pratica, la criticità idrometeorologica dell'evento comporta anche che, tra tutte le possibili situazioni rappresentate dalla curva  $h = a_{T^*} d^V$ , quella che produce la portata di picco  $q_T$  sia anche quella più frequente, ossia quella che presenta il minimo coefficiente pluviale  $a$ .

Dato il valore  $T$ -ennale di portata al colmo  $q_T$ , tramite il modello di trasformazione afflussi-deflussi adottato nel Capitolo 5 e illustrato in Appendice A e indicata tale trasformazione con il simbolo  $\rightarrow$ ,

$$[p(d) = ad^{V-1}] \rightarrow q(t, a, d)$$

va ricercata la coppia di valori  $\{a_{T^*}, d_{CR}\}$  che produce la portata di picco  $q_T$ , sotto la condizione che  $a_{T^*} = \min\{a\}$ .

Viene così caratterizzato l'evento  $[\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}]$ , con  $q = q_T$ , ottenendo il volume critico  $V(q_T)$  e ricavandone contestualmente l'idrogramma caratteristico.

La ricerca dei valori della durata dello scroscio critico e del coefficiente pluviometrico critico va condotta tramite un procedimento di soluzione numerica. Si è quindi proceduto a un insieme di simulazioni per diverse durate e diversi valori del coefficiente pluviale critico, in base alle quali ricavare il valore di portata di picco con il metodo dell'evento critico. In pratica, utilizzando il modello di trasformazione afflussi-deflussi in modo iterativo, si è risolto il problema di ottimo, determinando la coppia di valori  $a = a_{T^*}$  e  $d = d_{CR}$  per cui si ha

$$\{ \max_t [q(t; a_{T^*}, d_{CR})] = q_T \} \cap \{ a_{T^*} = \min a \} \quad (6.4)$$

dove:

- $\max_t [q(t; a, d)]$  indica la portata di picco  $q_p$  dell'idrogramma  $q(t)$  prodotto da una precipitazione di altezza  $h = ad^V$  e generica durata  $d$ , e
- $q_T$  il valore  $T$ -ennale di portata al colmo valutato precedentemente con il metodo della portata indice.

Il problema è stato risolto ricercando tra tutte le possibili coppie  $\{a, d\}$  di valori di  $a$  e  $d$ , l'insieme  $\Omega = \{a', d'\}$  delle coppie che producono una portata di picco  $q_p$  pari a  $q_T$ . Tra queste, la coppia  $\{a_{T^*}, d_{CR}\}$  è quella che, nell'insieme delle coppie  $\Omega = \{a', d'\}$ , ha il minimo valore di  $a'$ .

A tal fine si è implementata una procedura speditiva di calcolo, operando la ricerca diretta di  $\{ \min a \}$  sotto il vincolo di  $\{ q_p = q_T \}$ , esplorando direttamente tutte le possibili coppie  $\{a, d\}$  dei valori di  $a$  e di  $d$  che producono, tramite il modello di trasformazione afflussi-deflussi, la portata di picco  $q_p = q_p(a, d)$ . Tale procedura è stata sviluppata iniziando correttamente il procedimento di ricerca con valori di durata prossimi al tempo di ritardo del bacino e valori del coefficiente pluviometrici prossimi al valore  $T$ -ennale della linea segnalatrice di probabilità pluviometrica.

Con questo procedimento è stato determinato il modello idrometeorologico di riferimento in grado di descrivere in modo sintetico il complesso fenomeno che può produrre una portata al colmo  $q_T$  nella sezione fluviale di interesse. Nelle Tavole 6.1.1-2 si riportano gli idrogrammi critici con periodo di ritorno 50 e 200-ennale per la sezione di Merelli.

Tavola. 6.1.1. Argentina a Merelli. Idrogramma critico 50-ennale.

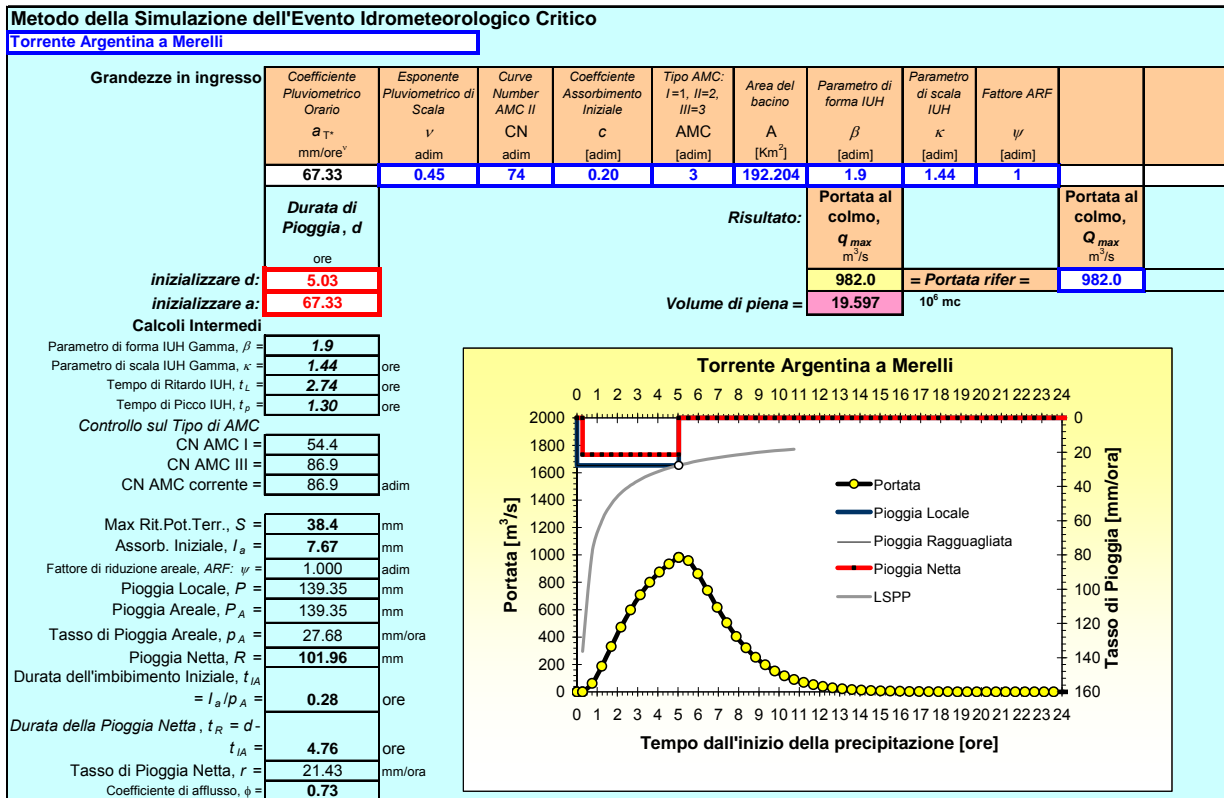
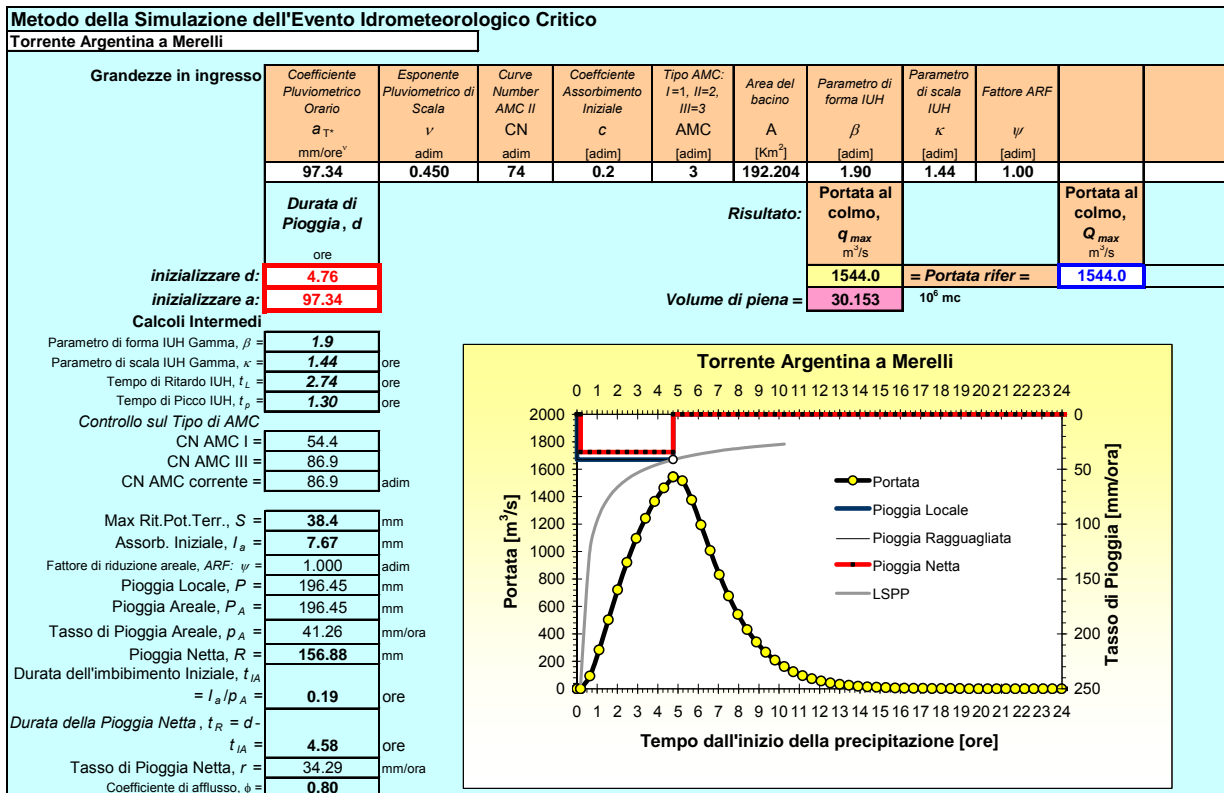


Tavola. 6.1.2. Argentina a Merelli. Idrogramma critico 200-ennale.



## 6.2. Simulazione degli idrogrammi equivalenti

Per la valutazione approssimata degli altri eventi di interesse alla luce della normativa,  $[\{V \leq v\} \wedge \{Q \leq q\}, \text{ con } q < q_T]$ , si utilizza l'ipotesi di criticità idrometeorologica, in base alla quale gli eventi di interesse sono comunque prodotti da un assetto meteorologico caratterizzato dalla struttura di invarianza di scala, rappresentata dall'esponente caratteristico  $\nu$ . Il procedimento è illustrato dal diagramma di flusso di Figura 6.2.1.

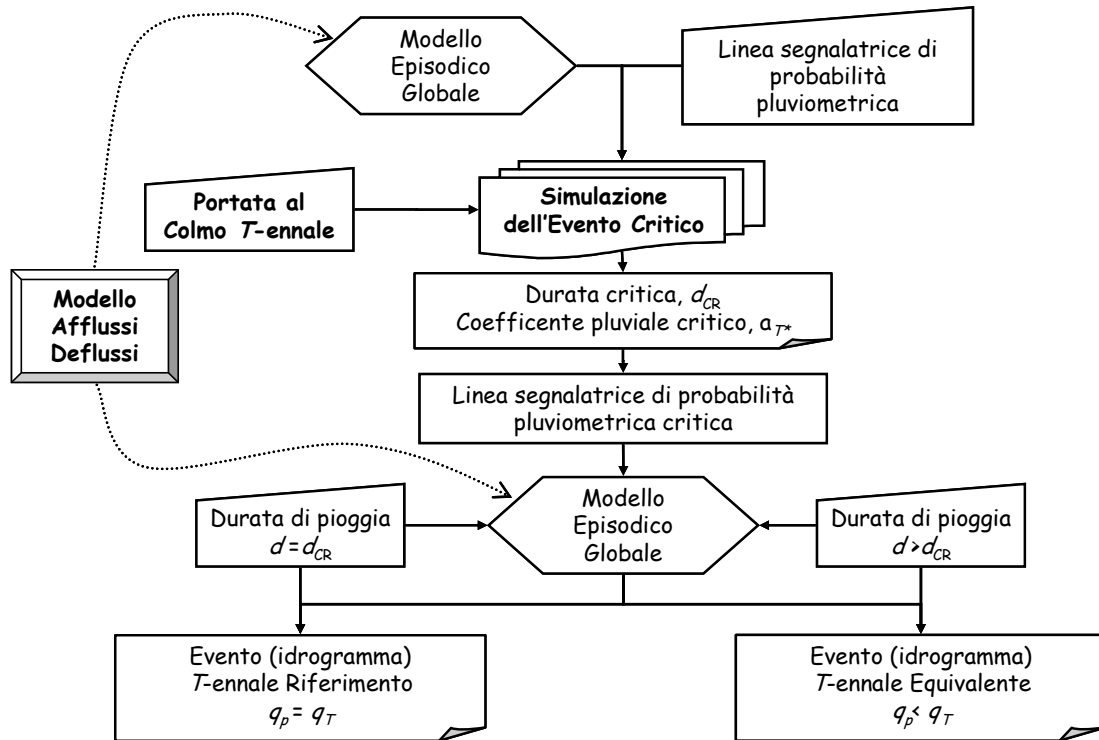


Figura 6.2.1. Procedura di simulazione idrologica con il metodo dell'evento meteorologico critico.

Una volta noto il valore del coefficiente pluviometrico critico  $a_{T^*}$  e determinata quindi la linea segnalatrice critica (6.3), tale relazione può essere quindi impiegata in ingresso al modello di trasformazione afflussi-deflussi, assumendo una generica durata di pioggia  $d_p$  diversa da  $d_{CR}$ , ossia

$$[p(d_p) = a_{T^*} d_p^{\nu-1}] \rightarrow q(t, a_{T^*}, d_p)$$

e calcolando il valore di picco  $q_p(a_{T^*}, d_p) = \max_t [q(t, a_{T^*}, d_p)]$ . Il valore della portata al colmo risulterà sempre inferiore a  $q_T$ , in virtù del concetto di evento critico, ma per valori di durata della precipitazione  $d_p$  maggiori di  $d_{CR}$  si otterranno volumi di piena maggiori di  $V(q_T)$  e idrogrammi con durata di base maggiore dell'idrogramma caratteristico determinato in precedenza.

Tali idrogrammi possono quindi essere considerati di riferimento per la valutazione della pericolosità idraulica  $T$ -ennale, in quanto prodotti da situazioni meteorologiche simili (in termini di autosomiglianza statistica o invarianza di scala) a quella che può produrre l'evento critico  $T$ -ennale in termini di portata al colmo.

Poiché in fase contrattuale sono stati richiesti gli idrogrammi 50-ennali e 200-ennali equivalenti riferiti a portate al colmo pari rispettivamente al 90% e la 75% della portata al colmo rispettivamente 50-ennale e 200-ennale, si è proceduto con un ulteriore algoritmo di ottimizzazione per risolvere il problema. La soluzione viene mostrata nelle Tavole 6.2.1-2 per gli idrogrammi di riferimento con periodo di ritorno 50-ennale rispettivamente per una portata a colmo del 90% e del

75% rispetto alla portata 50-ennale stimata nel Capitolo 5; e nelle Tavole 6.2.3-4 per gli idrogrammi di riferimento con periodo di ritorno 200-ennale rispettivamente per una portata a colmo del 90% e del 75% rispetto alla portata 200-ennale stimata nel Capitolo 5.

Per comodità d'uso i risultati sono anche riportati in forma tabellare (v. Tavola 6.2.5).

### 6.3. Idrogrammi di piena nelle sezioni non strumentate

La procedura illustrata nei precedenti paragrafi 6.1 e 6.2 è stata applicata in tutte le sezioni non strumentate, utilizzando la parametrizzazione del modello di trasformazione afflussi-deflussi illustrata nel precedente Capitolo 5. I risultati sono riportati in forma tabellare in Appendice C.

### 6.4. Idrogrammi di piena condizionati

La procedura delineata si presta anche alla valutazione del massimo volume esondabile nei casi pratici, in cui si vogliono valutare gli idrogrammi di riferimento per eventi che superano una certa soglia stabile di esondazione, ossia una portata di smaltimento  $q_0 < q_T$  data dall'officiosità idraulica del tronco fluviale in esame.

In questo caso, andrà ricercata la durata di precipitazione  $d_0$  che produce l'idrogramma di riferimento con il massimo volume al di sopra della soglia  $q_0$ . Matematicamente, si risolve il problema di ottimo incondizionato:

$$d_0 : \max_d \left\{ \int_{t_1}^{t_2} [q(t; a_{T^*}, d) - q_0] dt \right\}$$

dove:

- $q(t; a_{T^*}, d)$  indica l'idrogramma  $q(t)$  prodotto da un precipitazione di altezza  $h = a_{T^*} d^v$  e durata  $d$ ,
- $q_0$  il valore della portata di soglia, e
- $t_2 - t_1$  l'intervallo temporale in cui  $q(t; a_{T^*}, d) > q_0$ .

Dal punto di vista pratico, la soluzione del problema si può ottenere rapidamente per via iterativa tramite una serie di simulazioni successive.

Un esempio viene riportato in Tavola 6.4.1 per la sezione di Merelli, con riferimento all'evento 200-ennale e assumendo, a puro titolo di esemplificazione, un'ipotetica soglia fissa di esondazione pari a 1200 mc/s.



Tavola. 6.2.1. Argentina a Merelli. Idrogramma equivalente di riferimento 50-ennale,  $q_p = 0.9q_{50}$ .

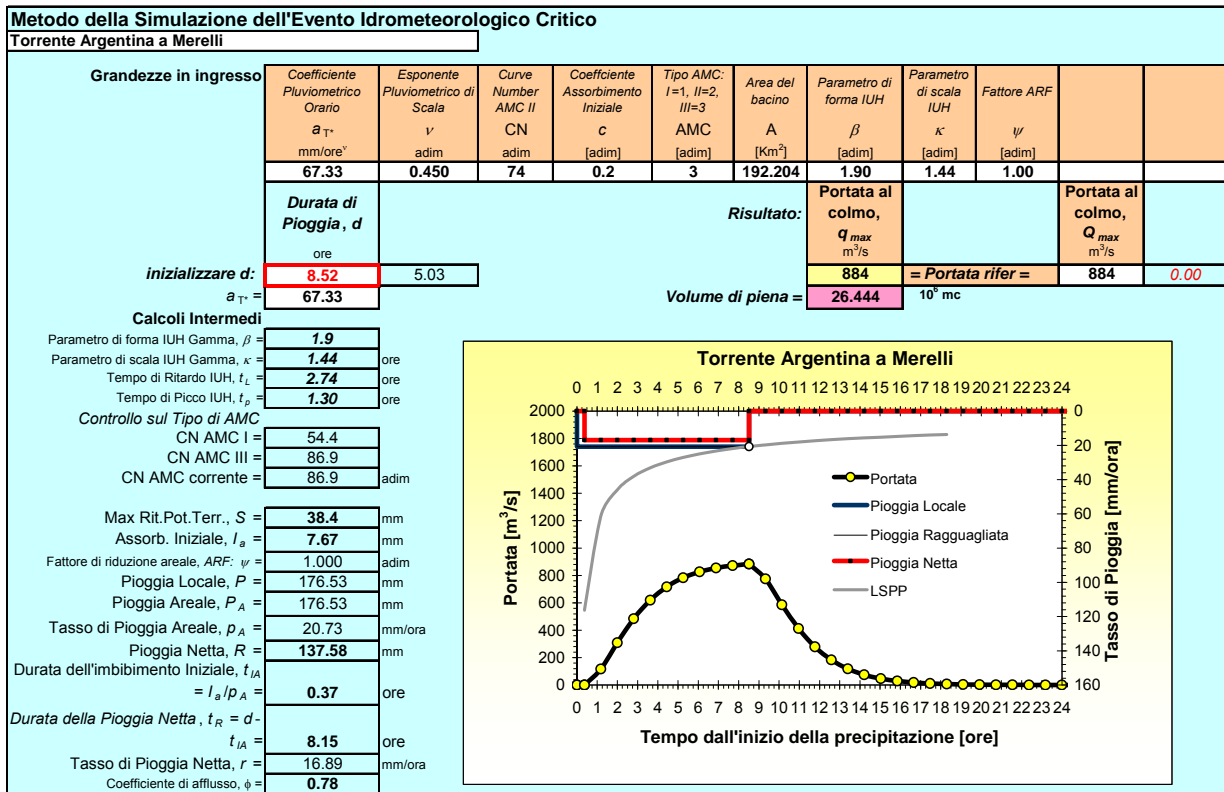


Tavola. 6.2.2. Argentina a Merelli. Idrogramma equivalente di riferimento 50-ennale,  $q_p = 0.75q_{50}$ .

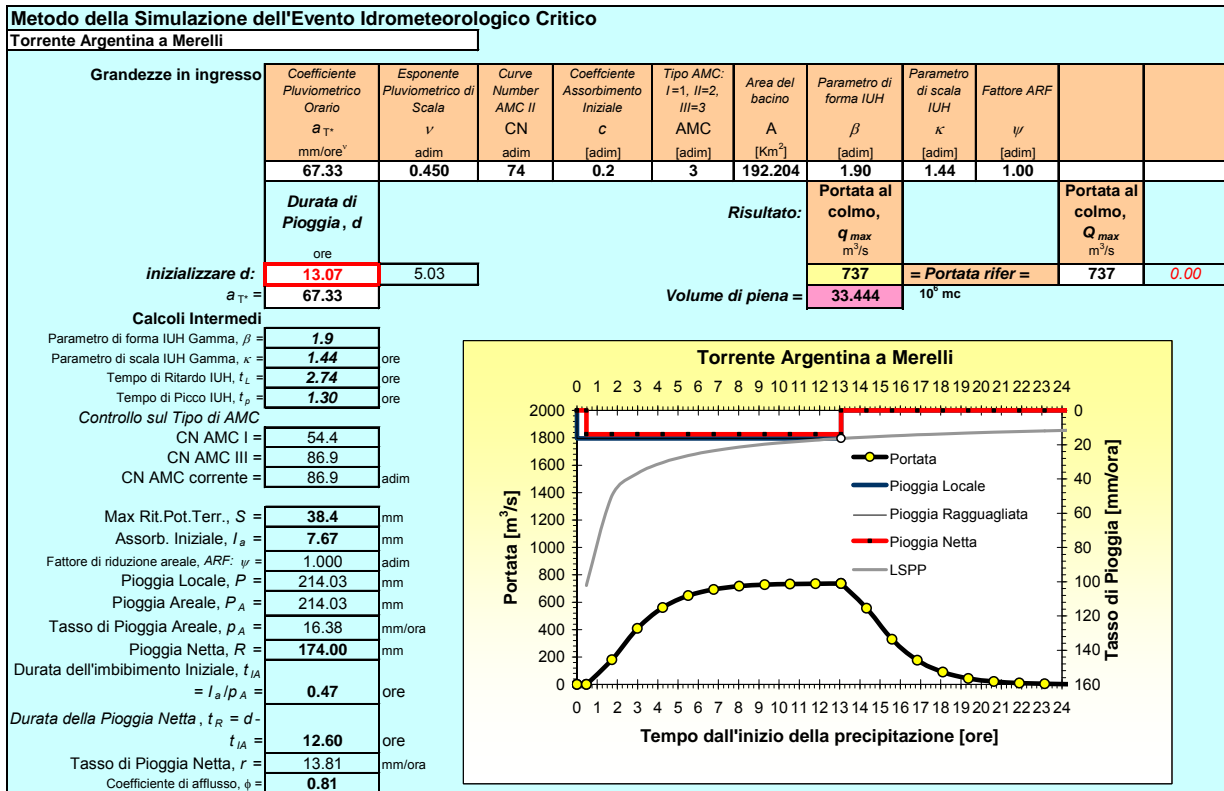




Tavola. 6.2.3. Argentina a Merelli. Idrogramma equivalente di riferimento 200-ennale,  $q_p = 0.9q_{200}$ .

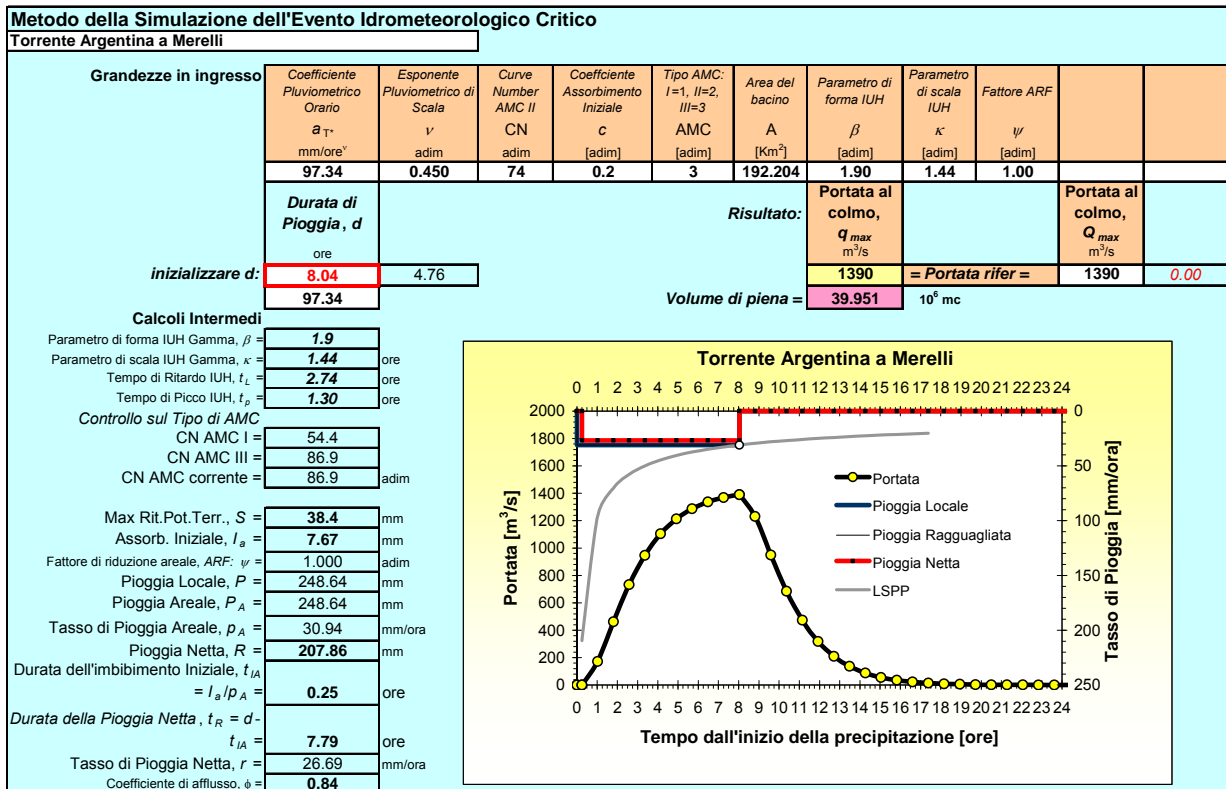


Tavola. 6.2.4. Argentina a Merelli. Idrogramma equivalente di riferimento 200-ennale,  $q_p = 0.75q_{200}$ .

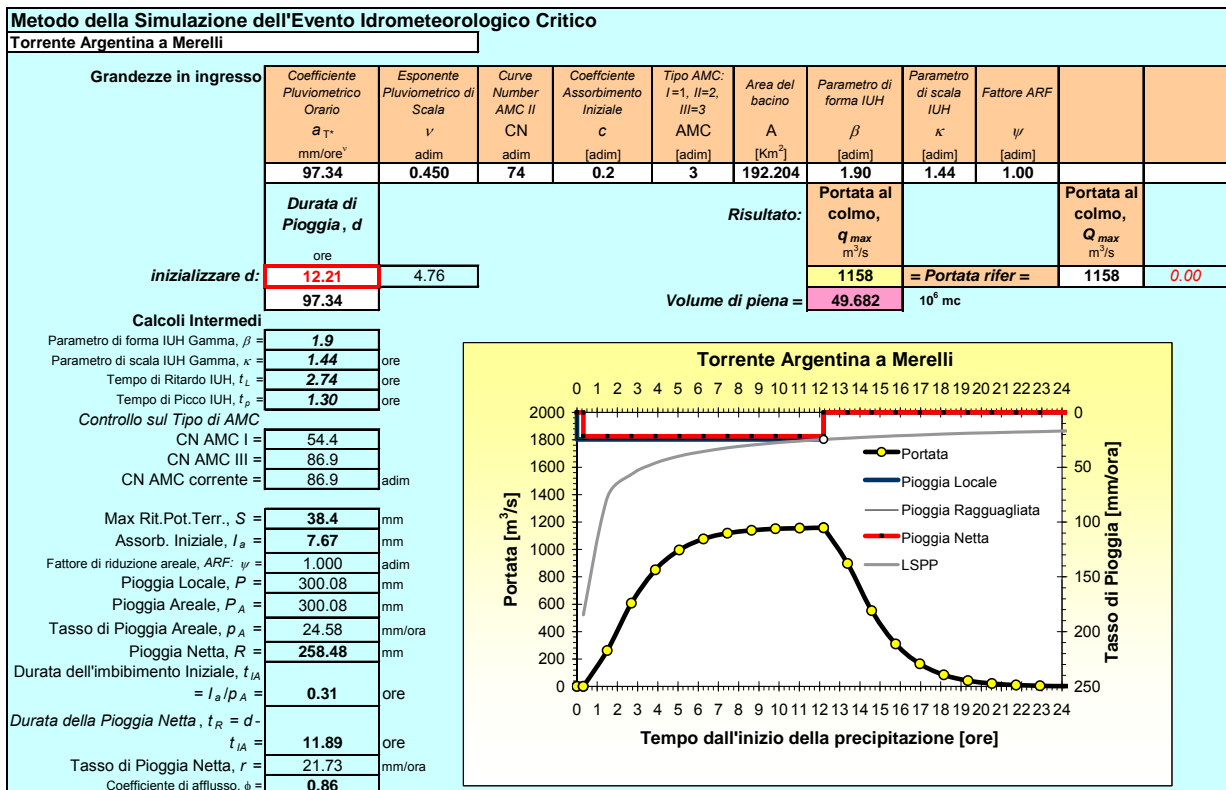
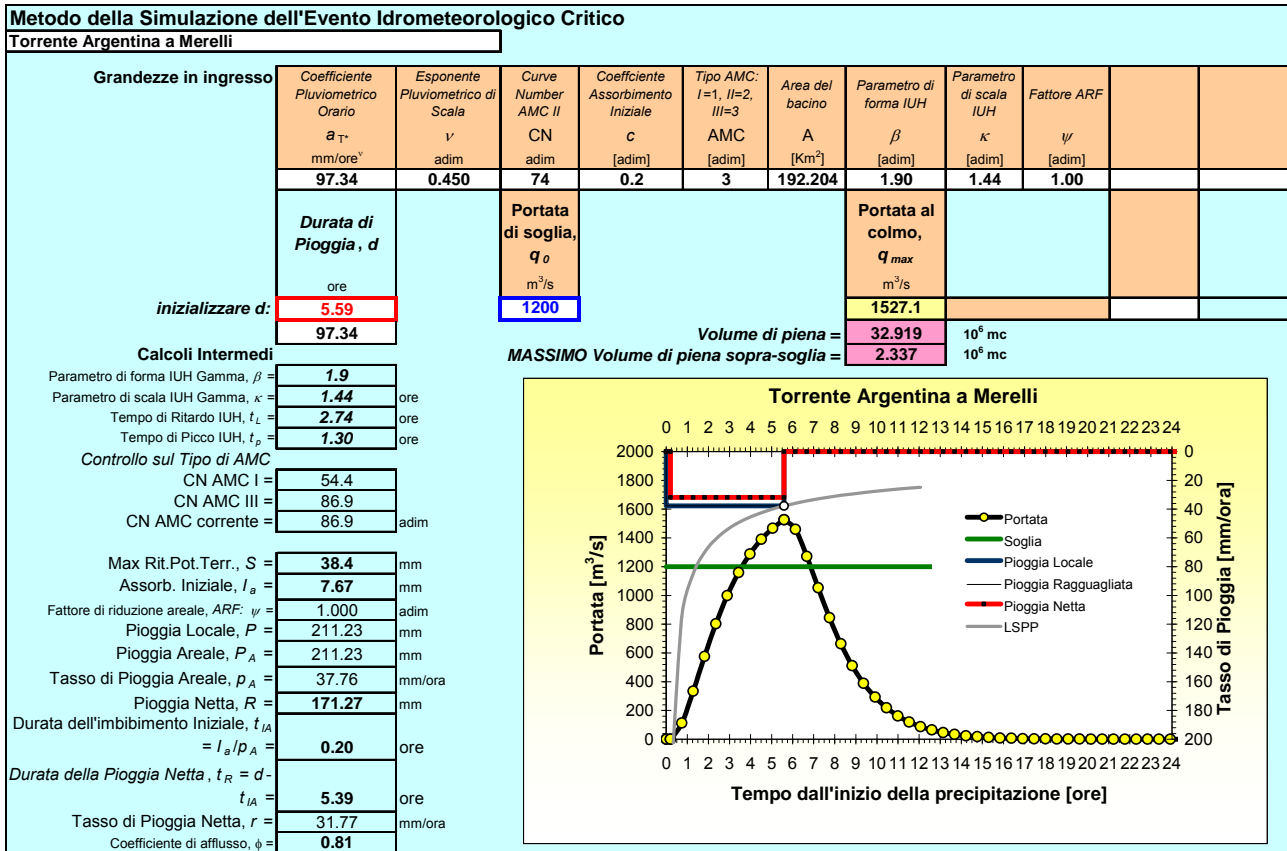


Tavola. 6.2.5. Argentina a Merelli. Idrogramma critico 50 e 200-ennale e relativi idrogrammi di riferimento.

Torrente Argentina a Merelli									
T = 50 anni			T = 200 anni						
CRITICO	EQUIVALENTE Q90%	EQUIVALENTE Q75%	CRITICO	EQUIVALENTE Q90%	EQUIVALENTE Q75%				
$q_p$ , mc/s = <b>982</b>	$q_p$ , mc/s = <b>884</b>	$q_p$ , mc/s = <b>737</b>	$q_p$ , mc/s = <b>1544</b>	$q_p$ , mc/s = <b>1390</b>	$q_p$ , mc/s = <b>1158</b>				
$V_p$ , Mmc = <b>19.597</b>	$V_p$ , Mmc = <b>26.444</b>	$V_p$ , Mmc = <b>33.444</b>	$V_p$ , Mmc = <b>30.153</b>	$V_p$ , Mmc = <b>39.951</b>	$V_p$ , Mmc = <b>49.682</b>				
Tempo, $t$	$q_{med}$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	$q_{med}$				
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[m <sup>3</sup> /s]				
0.00	0	0	0.00	0	0				
0.28	0	0	0.19	0	0				
0.28	0	0	0.19	0	0				
0.75	62	116	0.64	92	262				
1.23	187	309	1.10	283	607				
1.70	331	484	1.56	503	850				
2.18	472	620	2.02	722	996				
2.66	599	717	2.47	921	1076				
3.13	708	783	2.93	1095	1118				
3.61	799	826	3.39	1242	1139				
4.08	874	855	3.85	1365	1150				
4.56	934	873	4.30	1464	1155				
5.03	982	884	4.76	1544	1158				
5.03	982	884	4.76	1544	1158				
5.51	958	774	5.22	1515	897				
5.99	862	586	5.68	1376	553				
6.46	740	413	6.13	1194	310				
6.94	617	279	6.59	1007	164				
7.41	504	184	7.05	831	84				
7.89	405	118	7.51	676	42				
8.36	321	75	7.96	543	21				
8.84	252	47	8.42	432	10				
9.32	197	29	8.88	341	5				
9.79	152	18	9.34	267	2				
10.27	117	11	9.79	208	1				
10.74	90	7	10.25	161	1				
11.22	68	4	10.71	125	0				
11.70	52	2	11.17	96	0				
12.17	39	1	11.62	74	0				
12.65	30	1	12.08	56	0				
13.12	22	1	12.54	43	0				
13.60	17	0	13.00	33	0				
14.07	13	0	13.45	25	0				
14.55	9	0	13.91	19	0				
15.03	7	0	14.37	14	0				
15.50	5	0	14.83	11	0				
15.98	4	0	15.28	8	0				
16.45	3	0	15.74	6	0				
16.93	2	0	16.20	5	0				
17.40	2	0	16.66	3	0				
17.88	1	0	17.11	3	0				
18.36	1	0	17.57	2	0				
18.83	1	0	18.03	1	0				
19.31	0	0	18.49	1	0				
19.78	0	0	18.94	1	0				
20.26	0	0	19.40	1	0				
20.73	0	0	19.86	0	0				
21.21	0	0	20.32	0	0				
21.69	0	0	20.77	0	0				
22.16	0	0	21.23	0	0				
22.64	0	0	21.69	0	0				
23.11	0	0	22.15	0	0				
23.59	0	0	22.60	0	0				
24.06	0	0	23.06	0	0				
24.54	0	0	23.52	0	0				

Tavola. 6.4.1. Argentina a Merelli. Idrogramma equivalente di riferimento 200-ennale, condizionale a una soglia fissa di esondazione di 1200 mc/s, che fornisce il massimo volume esondabile.



## 7. Considerazioni conclusive

E' stato identificato il percorso metodologico, costruita la "scatola degli attrezzi" e sviluppata la procedura di valutazione con cui rispondere al problema di valutazione oggetto della presente consulenza, evidenziando il ruolo imprescindibile della osservazione idrometrica al fine di ricavare risultati corroborati dell'esperienza. Per via delle notevoli indeterminazioni connesse agli studi precedenti, che hanno completamente trascurato i dati forniti dalle osservazioni idrometriche, e delle scarse coperture spaziali delle osservazioni pluviometriche è stata utile l'analisi dei tracciati pluvio e idrometrografici disponibili presso l'archivio storico dell'ex Servizio Idrografico, presso la Regione Liguria, che si ringrazia in questa sede.

L'attività svolta ha quindi portato alle

- valutazioni della portata temibile nelle sezioni salienti identificate dal vigente Piano di Bacino, riportate in Tabella 7.1, ottenuta tramite l'applicazione della curva di crescita GEV regionale e la stima della portata indice con il metodo della simulazione dell'evento critico, nonché alle
- valutazioni degli idrogrammi di riferimento per le stesse sezioni idrografiche, eseguita con il metodo della simulazione dell'evento idrometeorologico critico, i cui risultati sono riportati in forma tabellare in Appendice C.

Tabella. 7.1. Stime dei valori di portata indice e per tempi di ritorno salienti nelle sezioni non strumentate del torrente Argentina. Metodo GEV regionale con portata indice stimata con il metodo della Simulazione dell'Evento Critico.

Corso d'Acqua	Sezione	Area [Km <sup>2</sup> ]	$q_{indice}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	$q_{50}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	$q_{100}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	$q_{200}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	$q_{500}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
Argentina	Alla foce	208.68	327	1074	1353	1690	2245
Argentina	A Taggia	200.54	306	1004	1265	1579	2098
Argentina	Merelli	192.20	299	982	1236	1544	2051
Argentina	T. Oxentina v	183.39	281	923	1163	1452	1929
Argentina	T. Oxentina m	155.96	251	825	1039	1297	1723
Argentina	T. Carpasina m	130.52	221	725	914	1141	1516
Argentina	Ponte nuovo	118.65	212	698	879	1097	1458
Argentina	Ponte Aigovo	114.86	209	687	865	1080	1435
Argentina	A Agaggio	108.68	203	668	841	1050	1395
Argentina	Ponte Gavano	84.87	168	553	696	869	1154
Argentina	R. Capriolo v	82.24	150	491	619	773	1027
Argentina	R. Capriolo m	55.58	108	354	446	557	740
Oxentina	T. Argentina	27.77	57	187	236	295	392
Oxentina	R. Ruglio m	22.72	47	154	194	241	321
Carpasina	T. Argentina	19.31	37	122	153	191	254
Carpasina	R. S. Antonio m	16.36	32	104	131	163	217
Carpasina	Ponte Passetto	14.69	29	94	118	148	196
Carpasina	Ponte Salini	6.87	15	48	60	75	100
Capriolo	T. Argentina	26.5	63	207	261	326	433
Capriolo	R. Corte m	14.35	36	119	149	186	247
Capriolo	Ponte Molino C.	12.74	33	109	138	173	229
Corte	R. Capriolo	11.65	29	96	120	151	200
Agaggio	T. Argentina	4.43	10	32	40	50	67
S. Antonio	T. Carpasina	2.88	6	21	26	33	44

L'analisi condotta ha messo peraltro in rilievo la situazione di notevole carenza strumentale nel bacino preso in esame, tenendo conto che il torrente Argentina drena una superficie di più di 200 kmq.

Sotto l'aspetto delle misure idrometriche, la presenza della sola stazione di Merelli comporta forti incertezze nelle valutazioni di piena e, più in generale, dei deflussi fluviali nei bacini montani. Sarebbe quindi opportuno procedere all'installazione di almeno due stazioni in siti fluviali di chiusura dei sottobacini principali.

Sotto il profilo delle misure pluviometrico-pluviografiche, la rete è fortemente carente, con una densità dell'ordine di uno strumento ogni 70 Km<sup>2</sup>. Essa non è quindi in grado di catturare in modo soddisfacente la variabilità delle precipitazioni con fattori importanti quali la quota, l'esposizione, la distanza dal mare e dallo spartiacque settentrionale.

All'Amministrazione committente si consiglia quindi di prestare particolare attenzione a questa situazione, facendone presente l'importanza e l'urgenza di migliorare la rete idrometeorologica agli enti pubblici preposti alla installazione e alla gestione della rete di misura idrometeorologica, che, a quanto risulta ai consulenti, già stanno cercando di ovviare tramite nuove installazioni, al fine di ridurre la maggiore fonte di incertezza delle valutazioni idrologiche nel bacino del torrente Argentina, ossia la carenza strumentale.

## Bibliografia

- Adom, D.N., Caroni, E. & R. Rosso, Impiego di statistiche non-parametriche nell'analisi regionale dei dati di portata al colmo di piena, Atti XXI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, L'Aquila, 5-8 settembre, Vol.2, 317-328, 1988.
- Adom, D.N., Bacchi, B., Brath, A., & R. Rosso, On the geomorphoclimatic derivation of flood frequency (peak and volume) at the basin and regional scale, in: *New Directions for Surface Water Modelling*, edited by M.L. Kavvas, IAHS Publ. no.181, 165-176, 1989.
- Ahmad, M.I., Sinclair, C.D. & B.D. Spurr, Assessment of flood frequency models using empirical distribution function statistics, *Water Resour. Res.*, 24(8), 1323-1328, 1988.
- Agnese, C., D'Asaro, F., Grossi, G. & R. Rosso, Scaling properties of topologically random channel networks, *J. Hydrol.*, 187, 183-193, 1996.
- Bacchi, B., Rosso, R. & P. La Barbera, Storm characterization by Poisson models of temporal rainfall, Proc. XXII Congr. Int. Assoc. Hydraul. Res., Lausanne, August 31-September 4, Vol.4, pp.35-40, 1987.
- Bacchi, B. & R. Rosso, Analisi geomorfoclimatica dei modelli di regionalizzazione della frequenza delle piene, Atti XXI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, L'Aquila, 5-8 settembre, Vol.1, 15-28, 1988.
- Bathurst, J.C., Wicks, J.M. & P.E. O'Connell, The SHE-SHESED basin scale water flow and sediment transport modelling system, in: *Computer Models of Watershed Hydrology*, edited by V.P. Singh, Water Resources Publications, Highlands Ranch, CO, Usa, 563-594, 1995.
- Benson, M.A., Factors influencing the occurrence of floods in a humid region of diverse terrain, *U.S. Geological Survey Water Supply Pap.*, 1580B, 1962.
- Beven, K., Calver, A. & E. Morris, *The Institute of Hydrology Distributed Model*, Natural Environmental Research Council, Institute of Hydrology, Report n.98, Wallingford, UK, 1987.
- Beven, K.J. & M.J. Kyrkby, A physically-based variable contributing area model of basin hydrology, *Hydrol. Sci. Bull.*, 24, 43-69, 1979.
- Bocchiola, D., De Michele, C., Pecora, S. & R. Rosso, Sul tempo di risposta dei bacini idrografici italiani, *L'Acqua*, no.1/2003, p.45-55, 2003a.
- Bocchiola, D., De Michele, C. & R. Rosso, Review of recent advances in index flood estimation, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.7, no.3, p.283-296, 2003b.
- Bocchiola, D., De Michele, C., & R. Rosso, L'applicazione della legge generalizzata del valore estremo GEV all'analisi regionale delle piene in Italia, *L'Acqua*, no.1/2004, p.35-52, 2004.
- Brath, A., Bacchi, B. & R. Rosso, La derivazione geomorfoclimatica della distribuzione di probabilità delle portate di piena, *Idrotecnica*, 4, 183-200, 1992.
- Brath, A., Castellarin, A., Franchini, M. & G. Galeati, La stima della portata indice mediante metodi indiretti, *L'Acqua*, 6, 17-26, 1999.
- Brath, A., De Michele, C. & R. Rosso, Una metodologia indiretta a base concettuale per la valutazione della portata indice, Atti XXV Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Torino, 18-20 settembre, Vol.1, 52-63, 1996.
- Brath, A., De Michele, C., Galeati, G. & R. Rosso, Una metodologia per l'identificazione di regioni omogenee nel regime di piena, *L'Acqua*, 1, 17-26, 1997.
- Brath, A. & R. Rosso, R., Valutazione delle piene nel bacino padano e nella Liguria tirrenica, in: *La Valutazione delle Piene in Italia*, a cura di S. Gabriele & P. Versace, Pubbl. CNR- GNDICI, Roma, 1994.
- Burlando, P. & R. Rosso, Scaling and multiscaling models of depth-duration-frequency curves of storm precipitation, *J. Hydrol.*, 187, 45-64, 1996.
- Burlando, P., Mancini, M. & R. Rosso, Impact of climate change on hydrological modeling and flood risk assessment, in: *River basin Modelling, Management and Flood Mitigation -RIBAMOD Concerted Action*, edited by R. Casale, K. Havno & P. Samuels, European Commission, Publication EUR 17456 EN, Luxemburg, 7-26, 1997.
- Burlando, P., Oliva, G. & R. Rosso, *RAP: Rainfall Analyser Package. 1. Linee segnalatrici di probabilità climatica, Bacino del fiume Po* (software tecnico-scientifico), HARPACEAS, Milano, 1997.
- Burn, D.H., Catchment similarity for regional flood frequency analysis using seasonality measures. *J. Hydrol.* 202, 212-230, 1997.
- Chowdhury, J.U., Stedinger, J.R. & L.H. Lu, Goodness of fit tests for regional generalized extreme value flood distributions, *Water Resour. Res.*, 27(7), 1765-1776, 1991.
- Cipolla, F., Conti, M., Russo, D. & C. Sebastiani, Rapporto di evento (22.09.1992 Savona, 27.09.1992 Genova), Parte III: Mappatura aree inondate; Sintesi danni; Sintesi dati storici, Pubblicazione CNR-GNDICI, Roma, 1993.



- Claps, P., Fiorentino, M. & G. Oliveto, The most probable hydrologic response of fractal river networks, in: Proc. Int. Conf. Hydrology and Water Resources, edited by V.P. Singh and B. Kumar, Vol.I, 191-204, Kluwer, Norwell, Mass., 1996.
- CNR-GNDCI, *MAPPAVI: Censimento delle aree italiane storicamente colpite da frane e da inondazioni*, Versione 1.2, mappavi@gndci.pg.cnr.it, CNR-GNDCI, Dicembre, 1998.
- Committee on Techniques for Estimating Probabilities of Extreme Floods, *Techniques for Estimating Probabilities of Extreme Floods: Methods and Recommended Research*, National Academy Press, Washington, D.C., 1988.
- Conti, M., La Barbera, P. & L. Lanza, Rapporto di evento (22.09.1992 Savona; 27.09.1992 Genova), Parte II: Analisi idrologica, Pubblicazione CNR-GNDCI, Roma, 1993.
- Cowpertwait, P.S.P., A generalized point process model of rainfall based on a clustered point process, *Proc. R. Soc. Lond A*, 447, 23-37, 1994.
- Cowpertwait, P.S.P., A Poisson-cluster model of rainfall: high-order moments and extreme values, *Proc. Royal Soc. London*, Vol.454, pp.885-898, 1998.
- Cowpertwait P.S.P., P.E.O'Connell P.E., Metcalfe A.V. & Mawdsley J.A, Stochastic point process modelling of rainfall. I. Single site fitting and validation, *J. Hydrol.*, 175, 17-46., 1996a.
- Cowpertwait P.S.P., P.E.O'Connell P.E., Metcalfe A.V. & Mawdsley J.A, Stochastic point process modelling of rainfall. II. Regionalisation and disaggregation, *J. Hydrol.*, 175, 47-65, 1996b.
- Cunanne, C., Unbiased plotting positions –A review, *J. Hydrol.*, 37(3/4), 205-222, 1978.
- Cunanne, C., A note on the Poisson assumption in partial duration series models, *Water Resour. Res.*, 15(2), 489-494, 1979.
- Cunge, J.A., On the subject of a flood propagation computation method (Muskingum Method). *J. Hydraulic Res.*, 7, 205-230, 1969.
- Danish Hydraulic Institute, *MIKE SHE WM, A short description*, Danish Hydraulic Institute, Hosholm, Danmark, 1993.
- Darlymple, T., Flood frequency analysis, U.S. Geological Survey, *Water Supply Paper* 1543-A, 1960.
- De Michele, C. Kottegoda, N.T. & R. Rosso, The derivation of areal reduction factor of storm rainfall from its scaling properties, *Water Resources Research*, Vol.37, no.12, p.3247-3252, 2001.
- De Michele, C., Kottegoda, N. T. & R., Rosso, IDAF curves of extreme storm rainfall: A scaling approach, *Water Science and Technology*, Vol.45, no.2, p.83–90, 2002.
- De Michele, C. & R. Rosso, La valutazione delle piene nell'Italia Nord-Occidentale: bacino padano e Liguria tirrenica, in: *La valutazione delle piene*, a cura di S. Gabriele & F. Rossi, Pubbl. CNR-GNDCI, Roma, 2000.
- De Michele, C., & R. Rosso, Formulazione scala-invariante del fattore di riduzione areale delle piogge, Atti XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Genova, 12-15 settembre, 2000, Vol.2, pp.205-212, 2000b.
- De Michele, C. & R. Rosso, Uncertainty assessment of regionalized flood frequency estimates, *Journal of Hydrologic Engineering ASCE*, Vol.6, no.6, p.453-459, 2001a.
- De Michele, C. & R. Rosso, A multi-level approach to flood frequency regionalization, in: *Hydrology Days*, edited by J. Ramirez, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, p.264-277, 2001b.
- De Michele, C. & R., Rosso, A multi-level approach to flood frequency regionalization, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.6, no.2, p.185-194, 2002.
- De Michele, C., Guidi, G. & R. Rosso, La valutazione della risposta idrologica del terreno nel bacino padano: caratterizzazione spaziale e mappatura del massimo potenziale di ritenzione idrica, *L'Acqua*, n.6/2000, 17-24, 2000.
- De Michele, C., Petaccia, A. & R. Rosso, La validazione dei modelli regionali di previsione statistica delle piene tramite le osservazioni sulle dighe, Atti XXVI Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Catania, 9-12 settembre, Vol.2, 173-184, 1998.
- Eagleson, P.S., *Dynamic Hydrology*, McGraw-Hill, New York, 1970.
- Fantoli, G., Inglese, I. & R. Canepa, *Sulla portata massima del torrente Bisagno e sulla conduttura urbana dello stesso*, Relazione all'Illustrissimo Sindaco di Genova, Coi tipi della S.A.I.C.C. di Bacigalupi, Genova, 1909.
- Grayson, R.B., Bloschl, G. & I.D. Moore, Distributed parameter hydrologic modelling using vector elevation data: THALES and TAPES-C, in: *Computer Models of Watershed Hydrology*, edited by V.P. Singh, Water Resources Publications, 669-696, Highlands Ranch, CO, Usa, 1995.
- Gupta, V.K., Mesa, O.J., and D.R. Dawdy Multiscaling theory of flood peaks: regional quantile analysis, *Water Resour. Res.*, 30(12), 3405-3421, 1994.
- Haested Methods, *Visual HEC-1*, Haested Methods, Waterbury, CT, Usa, 1996.
- Hydrologic Research Center, *HEC-1 Flood Hydrograph Package User Manual*, Computer program Document no.1A, U.S. Army Corps of Engineers, Davis, CA, Usa, 1990.

- Hosking, J.R.M., L-moments: analysis and estimation of distributions using linear combinations of order statistics, *J. Royal Stat. Soc.*, 52(1), 105-124, 1990.
- Hosking, J.R.M. & J.R. Wallis, Some statistics useful in regional frequency analysis, *Water Resour. Res.*, 29(2), 217-281, 1993.
- Hosking, J.R.M., Wallis, J.R. & E.F. Wood, Estimation of the generalized extreme-value distribution by the method of probability-weighted moments, *Technometrics*, 27(3), 251-261, 1985.
- Institute of Hydrology, *HYRRROM-HYdrological Rainfall Runoff Model*, Natural Environmental Research Council, Institute of Hydrology, Wallingford, UK, 1996.
- Jenkinson, A.F., The frequency distribution of the annual maximum (or minimum) value of meteorological elements, *Q. J. Royal Meteorol. Soc.*, 81, 158-171, 1955.
- Kottagoda, N.T. & R. Rosso, *Statistics, Probability and Reliability for Civil and Environmental Engineers*, Mc-Graw-Hill Publishing Company, New York, 1997.
- La Barbera, P. & R. Rosso, On the fractal dimension of stream networks, *Water Resour. Res.*, 25(4), 735-741, 1989.
- Laurenson, E.M. & R.G. Mein, *RORB, Version 4, Runoff Routing Program, User Manual*, Dept. Civil Engineering, Monash University, Clayton, Victoria, Australia, 1990.
- Leavesley, G.H., Lichty, R.W., Troutman, B.M. & L.G. Saindon, Precipitation-runoff modeling system-User's manual, U.S. Geological Survey, Water Resources Investigation Report, no.83-4238.
- Lu, L.H. & J.R. Stedinger, Variance of two- and three parameter GEV/PWM quantile estimators: formulae, confidence intervals and a comparison, *J. Hydrol.*, 138, 247-267, 1992.
- Mancini, M., Montaldo, N. & R. Rosso, Effetti di laminazione di un sistema d'invasi artificiali nel bacino del fiume Toce, *L'Acqua*, 4, 31-42, 2000.
- Mancini, M., Orlandini, S., & R. Rosso, Su un modello idrologico distribuito dei fenomeni di piena con aggiornamento continuo dello stato di imbibimento della copertura vegetale e del suolo, *Idrotecnica*, 1, 3-17, 1995.
- Mancini, M. & R. Rosso, Using GIS to assess spatial variability of SCS Curve Number at the basin scale, in: *New Directions for Surface Water Modelling*, edited by M.L. Kavvas, IAHS Publ. no.181, pp.435-444, 1989.
- Moisello, U., Studio delle piene del Tidone alla diga di Molato, Università di Pavia, Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale, Novembre, 1990.
- Natural Environmental Research Council, *Flood Studies Report*, NERC Publication, London, 1975.
- Institute of Hydrology, *Flood Estimation Handbook*, 5 Voll., Institute of Hydrology, Wallingford, U.K., 1999.
- Orlandini, S., Mancini, M., Paniconi, C. & R. Rosso, Local contribution to infiltration excess runoff for a conceptual catchment scale model, *Water Resour. Res.*, 32(7), 2003-2012, 1996.
- Orlandini, S. & R. Rosso, Parametrization of stream geometry in distributed modeling of catchment dynamics, *Water Resour. Res.*, 34(8), 1971-1985, 1998.
- Pardé, M., *Fleuves et rivières*. 2<sup>ed. rev. et corr.</sup> Colin, Paris, 1947.
- Ponce, V.M., Diffusion wave modelling of catchment dynamics. *J. Hydr. Engrg. Am. Soc. Civ. Eng.*, 112(8), 716-727, 1986.
- Pirozzi, T., Supino, G., Marchi, E., Berardi, G., Gazzolo, T. & F. Rocchi, *Commissione Ministeriale di Studio per la Sistemazione dei Corsi d'Acqua del Territorio Genovese interessati dall'Alluvione del 7-8 Ottobre 1970*, Ministero dei Lavori Pubblici, Roma, 1971.
- Ranzi, R. & R. Rosso, *FLEA: Flood Event Analyser*, Versione in italiano, HARPACEAS, Milano, 1997.
- Reed, D., *Flood Estimation Handbook*, 1. *Overview*, Institute of Hydrology, Wallingford, U.K., 1999.
- Robinson, J.S., and M., Sivapalan, An investigation into the physical causes of scaling and heterogeneity of regional flood frequency, *Water Resour. Res.*, 33(5), 1045-1059, 1997.
- Rosso, R., Analisi di frequenza delle piene, in: *Modelli Idrologici e Idrogeologici*, a cura di L. Ubertini, Perugia, Pubbl. CNR-IRPI no.60, 83-134, 1981.
- Rosso, R., Nash model relation to Horton order ratios, *Water Resour. Res.*, 20(7), 914-920, 1984.
- Rosso, R., Bacchi, B. & P. La Barbera, Fractal relation of mainstream length to catchment area in river networks, *Water Resour. Res.*, 27(3), 381-388, 1991.
- Rosso, R., Brath, A., Burlando, P., De Michele, C. & M. Mancini, Invarianza di scala del regime di piena, *L'Acqua*, 5, 15-23, 1996.
- Rosso, R. & E. Caroni, Analysis, estimation and prediction of the hydrological response from catchment geomorphology, *Excerpta*, Vol.1, 93-108, 1986.



- Rosso, R., De Michele, C. & A. Montanari, La previsione statistica delle piogge di forte intensità e breve durata. Applicazione alla Liguria tirrenica e al bacino del Po, in: *La difesa idraulica del territorio*, a cura di U. Maione e A. Brath, Editoriale Bios, 1-30, Cosenza, 1997.
- Rosso, R., Peano, A., Becchi, I. & G. Bemporad, eds., *Advances in Distributed Hydrology*, Water Resources Publications, Highlands Ranch, Colorado, 416p., 1994.
- Rosso, R. & M.C. Rulli, Evoluzione storica dell'uso del suolo e portate di piena del torrente Bisagno, Atti XXVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Genova, 12-15 settembre, 2000, Vol.2, 267-275, 2000.
- Rosso, R. & M.C. Rulli, An integrated simulation approach for flash-flood risk assessment: 2. Effects of changes in land use under a historical perspective, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.6, no.2, p.285-294, 2002.
- Rulli, M.C. & R. Rosso, An integrated simulation approach for flash-flood risk assessment: 1. Frequency predictions in the Bisagno River by combining stochastic and deterministic methods, *Hydrology and Earth System Sciences*, Vol.6, no.2, p.267-284, 2002.
- Soil Conservation Service, *National Engineering Handbook*, section 4, Hydrology, Rev. ed., U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A., 1986.
- Stedinger, J.R., Vogel, R.M. & E. Foufula-Georgiu, Frequency analysis of extreme events, in: *Handbook of Hydrology*, Chapter 18, edited by D.R. Maidment, McGraw-Hill, New York, 1992.
- Troch, P., Mancini, M., Paniconi, C. & E. F. Wood, Evaluation of a distributed catchment scale water balance model, *Water Resour. Res.*, 29(6), 1805-1817, 1993.
- Tropeano, D., Chiarle, M., Deganutti, A., Mortara, G., Moscariello, A. & L. Mercalli, Gli eventi alluvionali del 22 e 27 Settembre 1992 in Liguria. Studio idrologico e geomorfologico, Associazione Mineraria Subalpina, Quaderno n.13, Supplemento a *GEAM*, Anno XXX, n.4, 3-37, 1993.
- Troutman, B.M., & M.R. Karlinger, Unit hydrograph approximations assuming linear flow through topologically random channel networks. *Water Resour. Res.*, 21(5), 743-754, 1985.
- U.S. Weather Bureau, Rainfall intensity-frequency regime, *Technical Report 29*, Washington, D.C., 1958.
- Wiltshire, S.E., (1986) Regional flood frequency analysis. I: Homogeneity statistics, *Hydrol. Sci. J.*, 31(3), 321-333, 1986.
- WMO, Manual for estimation of probable maximum precipitation, *Operational Hydrology Report 1*, World Meteorological Organization Paper n. 332, 1986.

## Appendice A. Modellazione di eventi di piena

### A.1. Impostazione del problema di identificazione del modello

Avendo raccolto ed organizzato i dati di base (v. Capitolo 3) per la costruzione dei modelli di trasformazione afflussi-deflussi del torrente Argentina, si è proceduto alla definizione del modello idrologico identificabile in base a tali dati. Per via della

- densità molto scarsa della rete pluviometrica, e della
- carenza assoluta di osservazioni di portata in sezioni dell'idrografia minore,

i vantaggi acquisibili tramite l'impiego di una formulazione idrologica distribuita non compensano gli svantaggi derivanti dalla mancanza di osservazioni pluviometriche distribuite in grado di delineare l'effettiva struttura dei campi di precipitazione. Di conseguenza, viene adottato un modello concettuale a parametri concentrati, i cui parametri, per la loro natura fisico-concettuale, siano peraltro valutabili in base all'elevato dettaglio spaziale dell'informazione territoriale disponibile.

Va qui ricordato che lo scopo del modello, che viene impiegato per la valutazione della portata indice è soprattutto quello di poter distribuire la valutazione di tale grandezza lungo tutti i rami di interesse dei reticoli idrografici.

### A.2. Modello idrologico di piena

Se si trascura la portata di base, di entità ridotta rispetto alla portata di piena nel caso in esame, il processo di formazione del deflusso di piena può essere descritto da un modello idrologico globale dalla struttura abbastanza semplice, costituito da tre componenti seriali: un modello di attenuazione spaziale del campo di precipitazione, un modello di rifiuto del terreno basato sul metodo CN-SCS (Soil Conservation Service, 1986) e un modello lineare di formazione alveata della piena basato sull'idrogramma unitario istantaneo geomorfologico (GIUH) di forma gamma (p.e. Rosso, 1984). Il modello utilizza in ingresso la pioggia nel centro di scroscio del bacino scolante, assunto baricentrica rispetto alla superficie del bacino stesso, laddove le precipitazioni locali di stazione sono ragguagliate all'area con il metodo di Thiessen (1911). La scarsa densità della rete pluviometrica non rende praticabile l'adozione di tecniche geostatistiche (kriging o co-kriging) in quanto il rumore addizionale prodotto da tali tecniche potrebbe, in questi casi, produrre distorsioni non valutabili.

#### A.2.1. MODELLO AUTO-AFFINE DI ATTENUAZIONE

La sollecitazione meteorica pioggia a scala di bacino può essere determinata riducendo quella locale (centro di scroscio) per tenere conto dell'effetto dell'attenuazione spaziale, tramite la valutazione del fattore di riduzione areale  $ARF$ , variabile con la durata dello scroscio.

Il metodo empirico del National Weather Service (WMO, 1986) secondo la parametrizzazione di Eagleson (1978) porge

$$\psi = 1 - \exp(-1.1d^{0.25}) + \exp(-1.1d^{0.25} - 0.00386A) \quad (\text{A.2.1})$$

dove  $A$  indica l'area del bacino, in  $\text{Km}^2$ ,  $d$  la durata del nubifragio, in ore, e  $\psi$  l'ARF, ossia il rapporto tra altezza di pioggia areale equivalente e altezza di pioggia nel centro di scroscio. Tale metodo è stato tarato empiricamente per la Costa Orientale degli Stati Uniti e l'estrapolazione a climi e geografie molto diverse è soggetta a elevata incertezza.

In alternativa, è applicabile il modello fisico-concettuale di De Michele et al. (2002), che porge il valore atteso del fattore di riduzione areale delle precipitazioni può essere calcolato impiegando il concetto di auto-affinità, ossia

$$\psi \equiv m[ARF(d, A)] = m \left[ \frac{h(d, A)}{h(d)} \right] = \left[ 1 + \varpi \left( \frac{A^z}{d} \right)^b \right]^{-(1-\nu)/b} \quad (A.2.2)$$

dove  $A$  indica l'area del bacino di interesse, in  $\text{Km}^2$ , e  $d$  la durata, in ore. Nella formula (2)  $\nu$  indica l'esponente di scala delle linee segnalatrici nel centro di scroscio, mentre con  $\varpi$ ,  $b$  e  $z$  sono parametri empirici, che, *p.es.*, per l'area metropolitana milanese sono dati da  $\varpi = 0.01 \text{ ore}^b/\text{Km}^{bz}$ ,  $b = 0.54$  e  $z = 1$  (v. Fig. A.2.1).

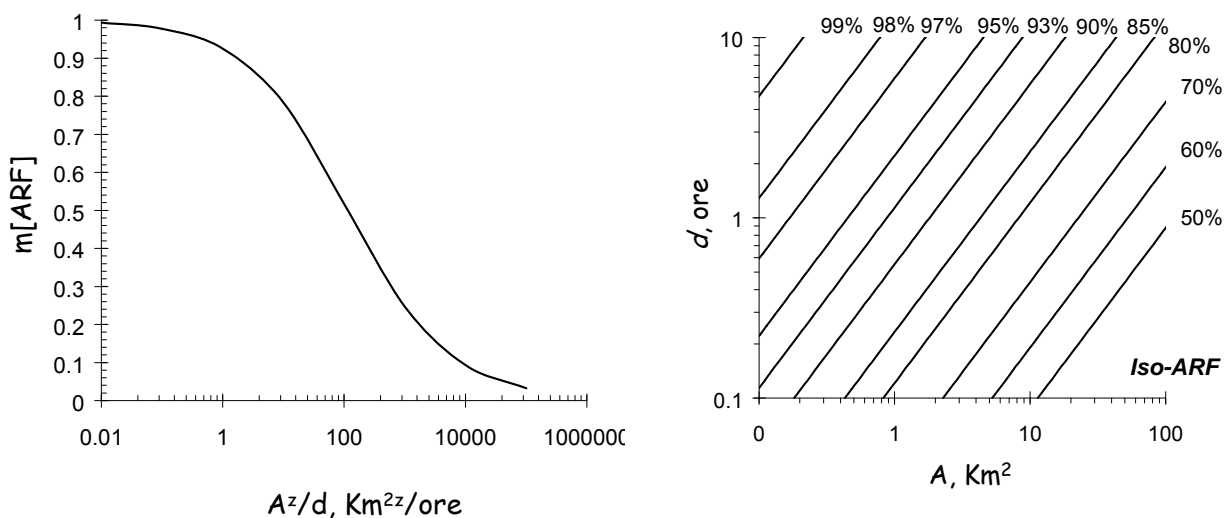


Fig. A.2.1 La legge di attenuazione spaziale della pioggia mediante il modello auto-affine e le linee iso-ARF, che, sul piano  $\text{Log}A - \text{Log}d$ , sono rappresentate da rette di coefficiente angolare  $z$ .

Purtroppo non sono disponibili tarature di questo modello per l'ambiente ligure, mentre sono disponibili per l'ambiente alpino e continentale dell'Italia settentrionale.

**A.2.2. METODO SCS\_CN**

Secondo questo metodo, il volume specifico di deflusso superficiale (altezza di pioggia netta) in un evento isolato di pioggia è dato da

$$R = \frac{(P_A - I_a)^2}{P_A - I_a + S}, \quad (A.2.3)$$

dove  $P_A$  indica il volume specifico precipitato sul bacino di superficie  $A$ ,  $S$  il volume specifico di massima ritenzione potenziale del terreno, e  $I_a = cS$  il volume specifico di assorbimento iniziale, con  $0 \leq c < 1$ . Per un dato stato iniziale AMC di imbibimento del bacino al verificarsi del nubifragio, la massima ritenzione potenziale  $S$  dipende da due fattori, la natura del terreno e l'uso del suolo, il cui effetto combinato è descritto globalmente dal parametro adimensionale  $CN$ , legato a  $S$  dalla relazione  $S = S_0(100/CN - 1)$ , dove  $0 < CN < 100$ , e  $S_0$  è una costante di scala legata all'unità di misura adottata, che, per valori di  $S$ ,  $P_A$ ,  $I_a$  e  $R$  misurati in mm, è pari a 254 mm. Il valore di  $CN$  dipende sia dalla natura idrologica e dall'uso del suolo, sia dallo stato iniziale di imbibimento, di cui

si tiene conto secondo tre tipologie: AMC Tipo I, in caso di bacino asciutto; AMC Tipo III, in caso di bacino fortemente imbibito; e AMC Tipo II, in condizioni intermedie. Il Tipo AMC viene valutato in base alla precipitazione totale nei cinque giorni antecedenti all'evento di piena (cfr. Soil Conservation Service, 1986).

A ogni passo temporale discreto  $t_m$  (ossia per  $t_m = m\Delta t$ , con  $m = 1, 2, \dots, N$ ) si può valutare in modo sequenziale il valore del volume incrementale di ruscellamento  $R_m = R(t_m)$  come

$$R_m = \begin{cases} 0, & \text{se } P_{Am} < cS \\ \frac{(P_{Am} - cS)^2}{P_{Am} + (1-c)S}, & \text{se } P_{Am} \geq cS \end{cases} \quad (\text{A.2.4})$$

dove il valore della pioggia lorda cumulata,  $P_{Am} = P_A(t_m)$ , è dato da

$$P_{Am} = \int_0^{t_m} p_A(t) dt, \quad (\text{A.2.5})$$

essendo  $p_A(t)$  lo ietogramma di ingresso al sistema. In base al valore di  $R_m$ , si ricava quindi  $\Delta R_m = R_m - R_{m-1}$ . Il tasso di ruscellamento  $r(t_m)$  durante l'intervallo  $m$ -esimo è quindi dato da  $r_m = \Delta R_m / \Delta t$ .

Deve inoltre essere considerato che il rifiuto del terreno è un fenomeno dinamico, che dipende dallo stato del sistema, ovvero dallo stato iniziale di saturazione del terreno. Si assume, perciò, che il valore di  $CN$  possa variare in relazione alle condizioni iniziali all'atto della piena. Lo stato di saturazione viene espresso in base ad un indice di pioggia, ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni che precedono l'evento di piena. Al variare di questo valore vengono identificate le tre classi  $AMC$  I, II e III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Tabella A.2.1. Valutazione della condizione AMC per il metodo CN

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

Una volta noto il valore di  $CN$  per le condizioni medie di imbibimento, ossia  $CN_{II}$ , i valori relativi alle classi  $AMC$  I e III si possono valutare rispettivamente tramite le relazioni:

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.38 - 0.0138 CN_{II}}, \quad (\text{A.2.6})$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057 CN_{II}}. \quad (\text{A.2.7})$$

Si sottolineano, infine, i due comportamenti estremi legati al  $CN$ : per un valore di  $CN$  pari a 100 il deflusso superficiale coincide con l'altezza di pioggia, per cui l'infiltrazione risulta nulla (superficie completamente impermeabile), viceversa per  $CN$  pari a 0 non si ha deflusso e la superficie è completamente permeabile.

### A.2.3. METODO IUH\_GAMMA

Per un bacino idrografico di superficie  $A$ , il modello IUH-GAMMA rappresenta l'andamento dell'idrogramma di piena tramite l'integrale di convoluzione

$$q(t) = A \int_0^t u(t-\tau)r(\tau)d\tau = A \int_0^t \frac{1}{\kappa\Gamma(\beta)} \left(\frac{t-\tau}{\kappa}\right)^{\beta-1} \exp\left(-\frac{t-\tau}{\kappa}\right) r(\tau)d\tau, \quad (\text{A.2.8})$$

dove l'idrogramma unitario istantaneo  $u(t)$  è dato dalla funzione gamma incompleta con parametri  $\beta$  e  $\kappa$ , e  $\Gamma(\cdot)$  indica la funzione gamma. La forma del GIUH, determinata dal valore di  $\beta$ , dipende prevalentemente dalla geomorfologia fluviale. L'integrale di convoluzione viene quindi risolto per sommatorie discrete con passo temporale  $t_m$  ovvero infittendo opportunamente la discretizzazione adottata.

## A.3. Taratura e validazione del modello

### A.3.1. STIMA DEL PARAMETRO CN SU BASE CARTOGRAFICA

Nel suo complesso, il modello prevede la stima dei seguenti parametri: l'area del bacino  $A$ , la massima ritenzione potenziale  $S$ , il coefficiente di assorbimento iniziale  $c$ , lo stato di imbibimento iniziale AMC, il tempo caratteristico  $\kappa$  e il parametro di forma  $\beta$  dell'IUH. Il calcolo del parametro CN può essere condotto in linea di principio sulla base della cartografia tematica. Dato tuttavia il grado non trascurabile di soggettività dell'assegnazione del valore di CN, si ritiene necessaria anche una validazione di tale valore tramite la modellazione di eventi idrometrici e pluviometrici osservati. Avendo a disposizione infatti alcuni eventi di piena osservati in dettaglio (ietogrammi e idrogrammi contemporanei) è possibile calibrare il fattore di umidità antecedente all'evento AMC ed il parametro  $c$  di assorbimento iniziale.

Il valore del CN dipende da una serie di fattori. In prima istanza dalle caratteristiche idrologiche del suolo, in relazione alla maggiore e minore permeabilità, come si può notare dalla Tabella A.3.1.

Tabella A.3.1. Gruppi idrologici per il metodo CN

<b>Tipo idrologico di suolo</b>	<b>Descrizione</b>
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici.

Inoltre, per un dato tipo idrologico di suolo, il valore di CN varia, anche notevolmente, a seconda della tipologia di uso del suolo stesso, ossia della sua copertura vegetale e del suo grado di antropizzazione, come meglio descritto nella Tabella A.3.2.

Tabella A.3.2. Copertura del suolo per il metodo CN

Indice	Descrizione	CN	
1.1.1	tessuto urbano continuo	92	
1.1.2	tessuto urbano discontinuo		90
1.2.1	aree industriali o commerciali	90	
1.2.2	reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	90	
1.2.3	aree portuali		90
1.3.1	aree estrattive		90
1.3.2	discariche		75
1.4.1	aree verdi urbane		75
1.4.2	aree sportive e ricreative	82	
2.1.1	seminativi in aree non irrigue		70
2.1.1.1	seminativi, vivai, colture ortofloricole in pien'aria	73	
2.1.2.2	seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra	90	
2.2.1	vigneti		70
2.2.2	Frutteti		70
2.2.3	oliveti		65
2.3	prati e pascoli		65
2.4	zone agricole eterogenee		70
2.5	ex coltivi		65
3.1	praterie	60	
3.2	zone boscate		56
	zone boscate (5.1 pino marittimo)	62	
3.3	zone caratterizzate da vegetazione arbustiva		60
3.4.1	spiagge, dune		//
3.4.2	rocce nude		90
3.4.3	aree con vegetazione rada (calanchi, conoidi detritici)	75	
3.4.4	aree percorse da incendi recenti	75	

Tabella A.3.3. Variazione del CN relativa al tipo litologico

CATEGORIE LITOLOGICHE	Variazione CN
rocce calcaree	+ 0
rocce argillose	+ 10
rocce arenacee	+ 10
rocce marnose	+ 5
rocce silicee	+ 5
rocce breccioidi	+ 10
rocce ofiolotiche	+ 10
rocce cristalline	+ 15
rocce metamorfiche	+ 15
coltri detritiche	- 5
Sedimenti	- 5

Come da indicazione del piano di bacino del torrente Argentina, per il presente studio l'incrocio delle caratteristiche idrologiche del suolo, secondo i 4 tipi idrologici *A-B-C-D* a permeabilità

decescente, e delle caratteristiche di uso del suolo porta per i soprassuoli classificati come “zone boscate”, “zone a vegetazione arbustiva”, “praterie”, “prati e pascoli” alla modifica dei valori del CN in funzione delle diverse categorie litologiche riportata in Tabella A.3.3.

I valori determinati con questa metodologia si riferiscono a condizioni di saturazione del terreno medie all'atto dell'evento di piena, ossia per AMC di tipo II, e forniscono quindi il valore di  $CN_{II}$ .

E' importante, infine, sottolineare come nei bacini idrografici, si riscontri generalmente un'elevata variabilità spaziale, sia per quanto riguarda il tipo idrologico del suolo, sia per l'uso del suolo. Risulta, pertanto, più conveniente determinare il valore (medio) caratteristico del parametro  $S$  a scala di bacino integrando nello spazio i diversi valori di  $S$ , e non quelli di CN e a partire da  $S$  determinare in ultima istanza il  $CN_{II}$  medio del bacino.

Si riportano nella Tabella A.3.4 sottostante i tipi litologici presenti nella mappa e le variazioni corrispondenti.

Tabella A.3.4. Tipi litologici nel bacino del Torrente Argentina e variazione del CN relativa.

SIGLA	NOME	Variazione CN
A ORV	argille di Ortovero	+ 10
AR BOR	Arenarie di Bordighera	+ 10
AS SAB	Argilloscisti a lembi interposti (Flysch Baiardo)	+ 15
AS SBA	// (S.Bartolomeo)	+ 15
BC TAG	Breccie di Taggia	+ 10
C NUD	Calcari a Nummuliti Delfinese	+ 0
C CRD	Calcareo cretaceo delfinese	+ 0
CAR FYV	Calcari arenacei (Flysch Ventimiglia)	+ 0
CG CMV	Conglomerati di Monte Villa	+ 0
CM ELM	Calcari marnosi (Flysch San Remo)	+ 0
MA PRB	Marne Priaboniane	+ 5
MA ELM	Marne (Flysch San Remo)	+ 5
OL SAB	Conglomerato oligocenico (Flysch Baiardo)	+ 10
SCC BOR	Scisti calcarei Bordighera	+ 15
AA	Terrazzati antichi	- 5
AM	Mobili attuali	- 5
AR	Terrazzati recenti	- 5
DT	Copertura detritica > 3m	- 5
DT1	// fine	- 5
DT2	// grossa	- 5

Si è, infine, valutato a partire dalle mappe un  $S_{II}$  medio pari a circa 136 per un valore di  $CN_{II} = 65$ .

In Figura A.3.1 si mostra come varia, su scala spaziale, il parametro  $S_{II}$  per il bacino del torrente Argentina.

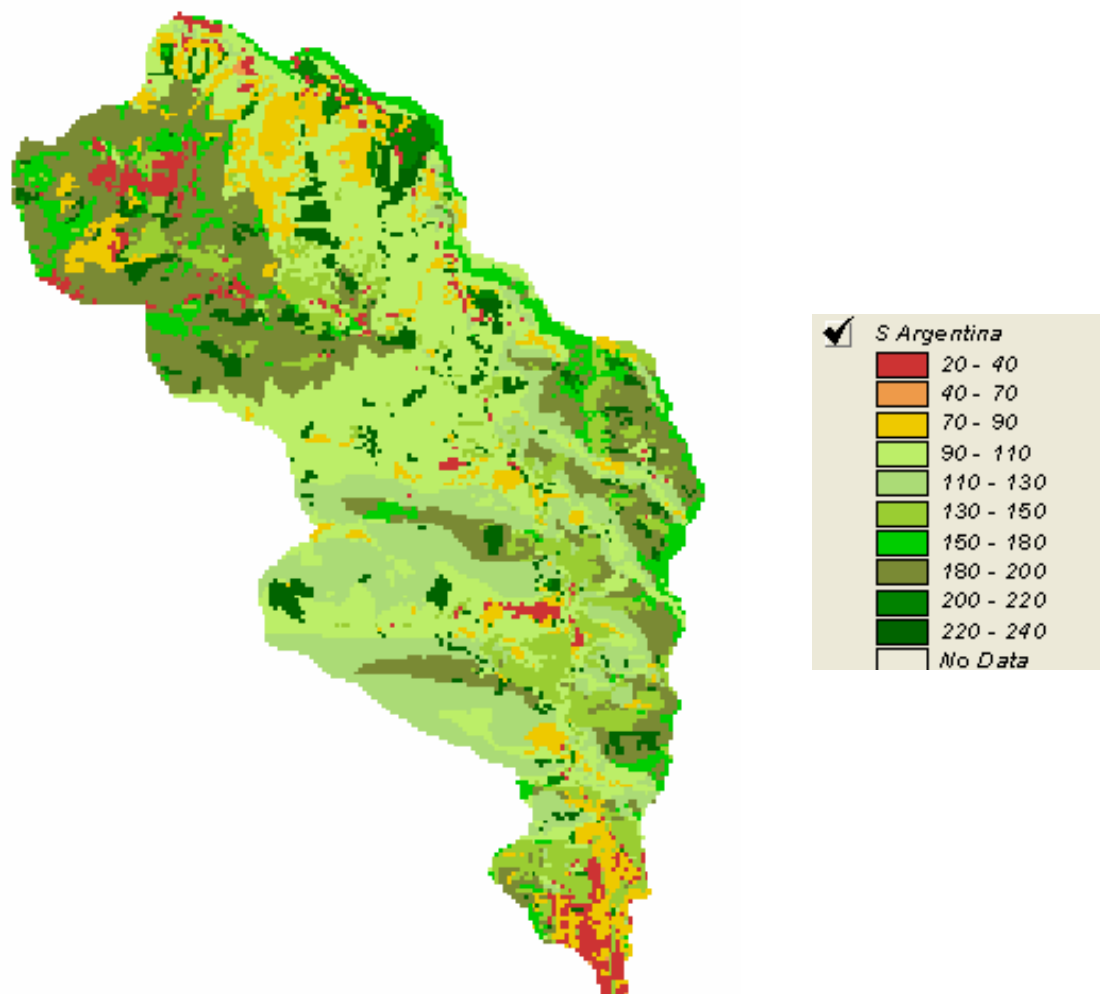


Figura A.3.1 - Valori del parametro  $S$  nel bacino del torrente Argentina.

### A.3.2. CALIBRAZIONE TRAMITE SIMULAZIONE DI EVENTO

Per il presente studio, è stato possibile reperire i dati idro-pluviometrici relativi ad un solo evento di piena, per l'anno 2006. Tali dati consistono nelle registrazioni di livello idrometrico a scala oraria per l'evento avvenuto in data 12 Agosto 2006, oltre alle registrazioni pluviometriche alla stessa scala per i pluviometri di Montalto, Triora e Colle Belenda. I dati salienti dell'evento sono riportati in Tabella A.3.6. La valutazione delle portate al colmo richiede la preliminare valutazione di una scala di deflusso atta a convertire i livelli idrometrici in portate volumetriche. Per l'anno 2006 considerato, tale scala non è disponibile tramite gli Annali del Servizio idrografico. L'ultima scala delle portate disponibile di cui sia a conoscenza chi scrive data infatti all'anno 1995 ed è disponibile sugli Annali Idrologici, Parte II per l'anno in questione. Allo scopo di definire una scala delle portate opportuna, si è condotto uno studio mirato, riportato nel seguito.



Tabella A.3.5. Argentina a Merelli. Dati salienti dell'evento di piena del 12/08/2006. Si riportano le piogge cumulate  $P$  (mm) ragguagliate a scala di bacino (metodo di Thiessen), il massimo livello idrometrico  $h_P$ , la portata corrispondente  $Q_P$ , i volumi relativi  $V_P$  ( $m^3$ ), i volumi di deflusso di piena stimati ( $V_Q$ ), il valore del coefficiente di afflusso  $\Phi$ , lo stato di imbibizione AMC il valore di  $c$  e  $CN_{II}$  calcolati, ed i parametri  $\beta$  e  $k$  del modello stimati, con il relativo tempo di ritardo,  $t_L$ , in ore.

Inizio [gg-ora]	Fine [gg-ora]	$P$ [mm]	$h_P$ [m]	$Q_P$ [ $m^3s^{-1}$ ]	$V_P$ [ $m^3$ ]	$V_Q$ [ $m^3$ ]	$\Phi$ [%]	AMC [.]	$c$ [.]	$CN_{II}$ [.]	$\beta$ [.]	$k$ [ore]	$t_L$ [ore]
12/08/06 9:00	13/08/06 10:00	99.4	4.54	408	1.9E+07	7.2E+06	38	II	0.2	74	1.9	1.44	2.74

La portata di picco stimata è di circa il 30% superiore della portata indice del bacino calcolata con il metodo AFS. Tale circostanza rende la stima dei parametri adatta per la valutazione del valore di portate indice tramite metodo dell'evento critico, che rappresenta lo scopo finale della procedura.

Il valore di  $CN$  stimato presenta un valore superiore a quello stimato sulla base della cartografia tematica, con un valore di  $CN_{II} = 74$  contro  $CN_{II} = 65$ , cioè un aumento del 14% circa. Data la relativa incertezza nell'assegnazione del  $CN$  sulla base dei tematismi cartografici, la discordanza non sembra inaccettabile.

Si osservi inoltre che il coefficiente di afflusso corrispondente al valore qui stimato,  $\Phi = 38\%$ , supportato dalla valutazione del volume di piena superficiale, rappresenta in effetti un valore piuttosto basso che alto. A titolo informativo, l'utilizzo di  $CN_{II} = 65$ , porterebbe ad un coefficiente di deflusso  $\Phi = 25\%$  circa, probabilmente basso per l'evento in esame.

In Figura A.3.2 si riporta la simulazione di evento tramite il modello idrologico.

In Figura A.3.3 si riporta il tematismo del valore di  $S$  per i torrente Argentina rivalutato in base alla calibrazione ad evento, che viene utilizzato per il calcolo della portata indice con evento critico.

Il valore dei parametri dinamici del modello di Nash,  $\kappa$  e  $\beta$  è riportato in Tabella A.3.5. Tali valori sono utilizzati nella valutazione delle portate indice di piena tramite simulazione dell'evento critico.

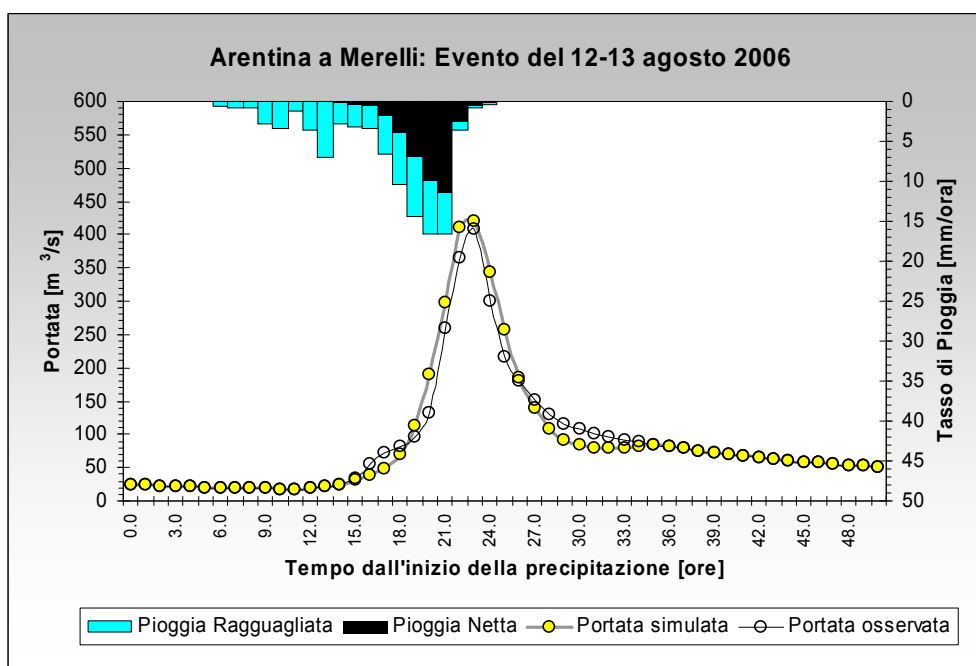


Figura A.3.2 – Evento del 12-13 Agosto 2006. Ietogramma osservato (valori ragguagliati) e idrogrammi osservato e simulato.

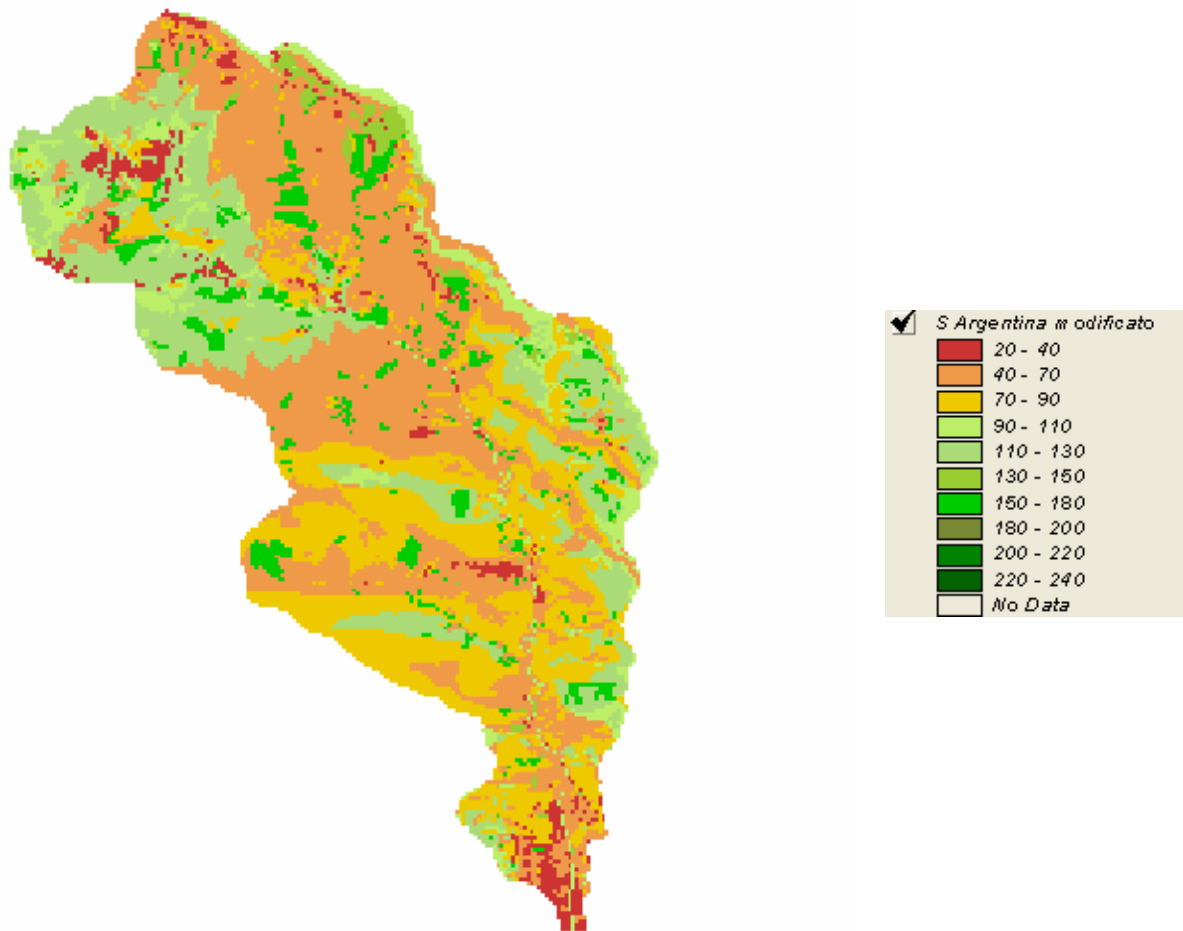


Figura A.3.3 - Valori del parametro  $S$  nel bacino del torrente Argentina modificati sulla base della simulazione idrologica a Merelli.

### A.3.3. VALIDAZIONE DEL MODELLO

Per validare un modello concettuale bisogna disporre di dati concomitanti di precipitazione e portata relativi a più eventi di piena salienti, diversi da quelli utilizzati per la calibrazione del modello stesso. Inoltre, visto l'utilizzo del modello per la valutazione della piena indice, è opportuno che la portata al colmo degli eventi di validazione sia dell'ordine di grandezza della portata indice. Nel caso specifico sono state incontrate grandi difficoltà a reperire dati sufficienti, ossia osservazioni contemporanee di piogge e portate. Inoltre la scarsa densità della rete pluviometrica ha reso ancor più difficile reperire eventi idonei sufficientemente documentati. Infine, l'archivio disponibile per la Liguria tirrenica (ex-SIMN, Sezione di Genova) sconta gli effetti del saccheggio che, nel corso del tempo, è avvenuto, poiché molti tracciati mancano in quanto strappati via da ignoti.

Con riferimento ai tracciati riportati nel Capitolo 3, reperiti dall'archivio sopra ricordato,

- per l'evento con la massima piena registrata dagli Annali, avvenuto il 17 novembre 1940, si dispone del solo tracciato idrometrico, ancorché parziale, in quanto la fase di risalita non è ben chiara. Non sono disponibili (per malfunzionamento, per guasto o per altre ragioni sopra ricordate) tracciati pluviometrici se non quello della stazione di Centrale Argentina, poco significativo in quanto poco influente per la formazione della piena. Infatti, lo ietogramma

risultante da tale tracciato mostra una precipitazione modesta, a testimonianza del fatto che la grande piena osservata è stata giocoforza prodotta da intense precipitazioni nel bacino di monte, non registrate da alcuno strumento.

- Per l'evento saliente del 19 dicembre 1945, si dispone del solo tracciato idrometrico, ma non si dispone (per malfunzionamento, per guasto o per altre ragioni sopra ricordate) di alcun tracciato pluviometrico.
- Per quanto riguarda l'evento del 30 settembre 1965, si dispone dell'idrogramma, almeno parziale (in quanto sono presenti innesti manoscritti) e della relativa scala di deflusso, nonché dello ietogramma relativo alla stazione di Centrale Argentina, mentre per Triora si dispone del solo dato pluviometrico giornaliero. Il valore di picco dell'idrogramma, che risulta dall'applicazione della scala di deflusso dell'epoca, corrisponde a quello riportato dalla Pubblicazione n.17 del Servizio Idrografico, pari a 350 mc/s.
- Per quanto riguarda l'evento del 6 novembre 1966, si dispone dei dati di due stazioni pluviografiche, ma non dell'idrogramma, in quanto tale tracciato risulta sottratto dall'archivio stesso. In questo caso, però si può fare riferimento al valore di picco riportato dalla Pubblicazione n.17 del Servizio Idrografico, pari a 604 mc/s.

Per la validazione del modello si è quindi fatto riferimento a questi ultimi due eventi, pur con la coscienza che, dia tracciati, emergono notevoli incertezze, legate alla strumentazione dell'epoca e, soprattutto, alla relativa manutenzione. I risultati sono mostrati nelle Figure A.3.3-4. Per l'evento del 1965, si nota come il modello sia in grado di riprodurre bene il picco di piena, ma in modo meno accurato il relativo volume (peraltro enorme rapportato alla pioggia registrata). Nel caso dell'evento del 1966 l'idrogramma simulato ha un valore la picco di circa 550 mc/s e il modello idrologico appare in grado di riprodurre in modo soddisfacente il picco osservato di circa 600 mc/s.

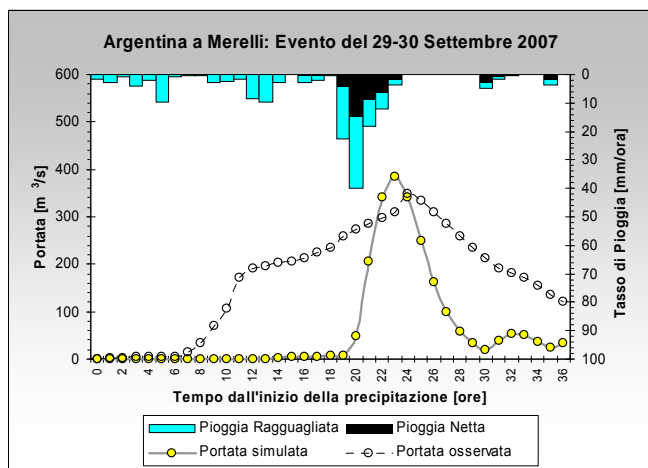


Figura A.3.3 – Ietogramma e idrogramma dell'evento del 29/30-9-1966. Piogge osservate e portata simulata e osservata. L'idrogramma osservato presenta oscillazioni di probabile natura strumentale.

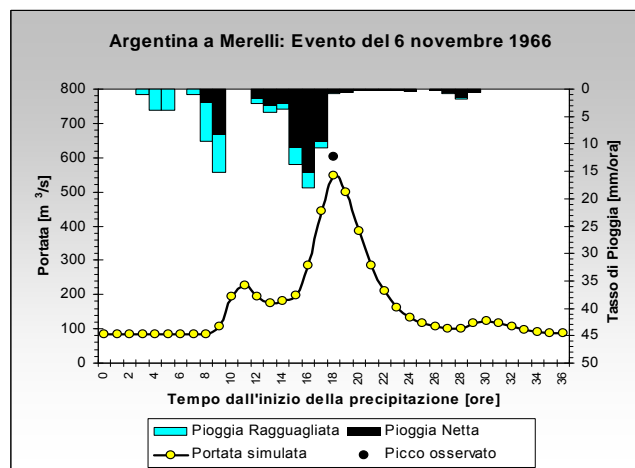


Figura A.3.4 – Ietogramma e idrogramma dell'evento del 6-11-1966. Piogge osservate e portata simulata e osservata. La localizzazione temporale del picco osservato è affatto indicativa, in quanto non si dispone dell'informazione relativa all'istante di raggiungimento del picco stesso, ma solo della sua entità.

## Appendice B. Considerazioni sulle scale di deflusso del torrente Argentina a Merelli

### B.1. La stazione di Merelli

La stazione di misura idrometrica sita in località Merelli (talora indicata come Centrale Argentina in alcune pubblicazioni) iniziò la propria attività di osservazione dei livelli idrometrici nel 1922. La Figura B.1.1 mostra l'attuale configurazione della stazione, la Figura B.1.2 dopo una piena.



Figura B.1.1. Stazione idrometrica di Merelli (foto Marzo 2006).



Figura B.1.2. Stazione idrometrica di Merelli dopo una piena.

La sezione di misura è in roccia, quindi stabile in relazione alla mobilità del contorno durante i fenomeni di piena. La presenza di una curva del corso d'acqua a valle della sezione di misura, sempre con il contorno in roccia, suggerisce una certa cautela nella estrapolazione della scala di deflusso per i livelli più elevati, laddove non si dispone di tarature per l'ovvia impossibilità di



operare con mulinelli idraulici in condizioni di alte portate. Gli usuali metodi di estrapolazione, comunque, dovrebbero fornire risultati cautelativi, poiché la stazione idrometrica è sita in sponda destra, così come la curva del corso d'acqua tende ad innalzare i livelli proprio in sponda destra.

## B.2. Valutazione della scala di deflusso per l'anno 2004

Una prima ipotesi per la determinazione delle portate di piena a partire dai livelli è quella di utilizzare le scale di deflusso storica registrate sugli annali idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico. Tali scale di deflusso derivano da registrazioni contemporanee di altezze idrometriche, di solito per valori dell'ordine di uno o due metri, nonché delle portate corrispondenti. Tali scale vengono poi estrapolate per valori di portata elevati. La relazione altezza-portata è data quasi sempre per punti in forma di tabella per basse portate, mentre spesso viene riportata un'equazione opportuna per portate elevate. Si riporta in Tabella B.2.1 la scala delle portate relativa all'anno 1995, dedotta come detto dagli Annali Idrologici, Parte II (v. Tavola B.2.1).

Tabella B.2.1. Argentina a Merelli. Scala delle portate per l'anno 1995 ( Annali Idrologici Parte II). Lo Zero Idrometrico è posto a quota 61.20 m slmm.

Livello $h$ [m]	Quota [m slm]	$Q_{oss}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]	Livello $h$ [m]	Quota [m slm]	$Q_{oss}$ [m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> ]
0.39	61.59	0	1.14	62.34	8.03
0.46	61.66	0.22	1.22	62.42	10
0.54	61.74	0.28	1.29	62.49	11.9
0.61	61.81	0.44	1.37	62.57	14.4
0.68	61.88	0.72	1.44	62.64	16.8
0.76	61.96	1.34	1.51	62.71	19.1
0.83	62.03	2.13	1.59	62.79	22.1
0.91	62.11	3.3	1.66	62.86	24.8
0.98	62.18	4.53	1.73	62.93	27.6
1.06	62.26	6.19	1.94	63.14	37.6

Per  $h \geq 1.94$  m, viene suggerita la

$$Q = 40.61 \cdot (h - 0.99)^{1.5} \quad (\text{B.2.1})$$

Tale scala risulta sicuramente affidabile per i valori di portata più bassi, mentre l'estrapolazione condotta per valori elevati può comportare maggiore incertezza. Inoltre, l'evento considerato è avvenuto 12 anni dopo le ultime misure qui riportate, circostanza che introduce ulteriore incertezza.

Sembra quindi opportuno condurre ulteriori indagini. Un metodo è quello di utilizzare modelli idraulici che siano in grado di fornire scale di deflusso più affidabili per le alte portate. Si conduce qui uno studio specifico atto a produrre una ragionevole approssimazione di tale scala di deflusso utilizzando tale approccio. Si è utilizzato a tale scopo il materiale relativo ad un rilievo dell'alveo fluviale del Torrente Argentina condotto nell'anno 2004 su incarico della Provincia di Imperia.

Si utilizza qui un codice di calcolo in regime di moto permanente, nell'ipotesi che la differenza rispetto alla situazione di moto vario, che si verifica in effetti durante una piena, sia poco influente sul valore di portata calcolato.

Tavola. B.2.1. Annale Idrologico 1995, Parte II. Argentina a Merelli. Si osservi la scala delle portate in basso a destra.

**I - ARGENTINA A MERELLI (Mr)**  
 CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio 192.00 Km<sup>2</sup> (parte permeabile 7%); altitudine max 2166 m.s.m.; media 250 m.s.m.; zero idrometrico 61.20 m.s.m.; distanza dalla foce Km 6.0; inizio delle osservazioni: 1 Maggio 1922; inizio delle misure: 16 Maggio 1922. Altezza idrometrica max: m 6.12 (17 nov.1940); minima m 0.11 (31 lug. e dal 2 al 5 ago.1945). Portata max mc./s 1370.00 (17 nov.1940); minima mc./s 0.02 (31 lug., dal 2 al 5 ago.1945).

**PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m<sup>3</sup>/s**

GIORNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	1.07	1.22	1.83	1.00	3.46	<b>6.48</b>	1.04	0.60	0.56	1.00	0.78	1.43
2	1.07	1.20	1.85	1.00	2.94	4.43	1.67	0.57	0.56	0.95	0.77	1.22
3	1.06	1.15	1.82	1.00	2.65	3.53	1.24	0.57	0.56	0.97	0.73	1.22
4	1.02	1.13	1.81	0.97	2.42	3.35	1.21	0.59	0.56	0.99	0.72	1.10
5	0.96	1.11	1.67	0.90	2.22	3.06	1.12	1.07	0.56	1.08	0.72	1.05
6	0.96	1.08	1.59	0.85	2.03	2.99	<b>2.46</b>	0.97	0.63	<b>5.00</b>	0.75	1.02
7	0.99	1.13	1.48	0.85	1.93	2.63	1.55	0.67	<b>19.50</b>	4.12	0.78	0.98
8	0.95	1.13	1.64	0.80	1.87	2.35	1.26	0.65	11.40	2.46	0.78	0.93
9	0.89	1.13	<b>1.96</b>	0.80	1.83	2.20	1.03	0.63	3.06	1.88	0.78	1.02
10	0.91	1.11	1.87	<b>0.78</b>	<b>1.74</b>	2.08	0.91	0.61	1.77	1.56	0.78	1.02
11	0.91	1.30	1.77	0.78	2.27	2.11	0.83	0.62	1.32	1.33	0.74	0.95
12	0.93	1.36	1.74	0.78	8.58	2.92	0.82	0.66	1.13	1.22	0.72	0.87
13	0.93	1.84	1.65	1.05	<b>9.83</b>	5.64	0.83	0.64	1.43	1.35	0.72	0.89
14	0.88	<b>13.90</b>	1.64	1.10	6.77	3.54	0.75	0.62	1.30	2.01	0.91	0.89
15	0.90	6.63	1.54	0.89	5.12	2.85	0.72	0.62	1.05	2.97	2.53	0.84
16	0.89	4.26	1.48	0.81	4.35	2.51	0.72	0.59	0.94	3.62	1.39	1.89
17	<b>0.85</b>	3.28	1.42	<b>0.78</b>	4.35	2.22	0.72	0.58	0.89	3.04	2.08	16.90
18	1.84	2.68	1.34	<b>0.78</b>	3.94	1.96	0.71	0.59	0.86	2.51	2.24	<b>20.10</b>
19	<b>7.51</b>	2.09	1.34	<b>0.78</b>	3.66	1.85	0.65	<b>0.56</b>	10.70	2.01	1.40	10.30
20	3.90	1.85	1.28	0.88	3.26	1.68	0.60	0.57	6.15	1.59	1.07	6.59
21	3.61	1.72	1.21	0.92	2.91	1.57	0.58	0.59	2.93	1.26	1.00	4.61
22	2.94	1.65	1.13	3.14	2.56	1.43	0.57	0.86	2.18	0.95	0.91	3.63
23	2.71	2.02	1.08	5.62	2.37	1.50	0.58	0.89	1.90	0.82	0.84	3.15
24	2.89	1.80	1.08	15.50	2.20	1.72	0.58	0.69	1.58	0.88	0.85	17.10
25	2.11	1.66	1.08	<b>26.60</b>	2.07	1.38	0.56	<b>2.10</b>	1.69	0.85	0.80	11.00
26	2.01	1.67	1.08	15.00	2.52	1.24	0.55	1.21	1.72	0.85	0.78	7.12
27	2.01	2.03	1.08	8.70	2.90	1.18	0.54	0.73	1.45	0.85	0.75	5.56
28	1.70	1.98	1.08	6.22	2.41	1.14	0.54	0.65	1.28	0.83	1.56	5.18
29	1.52	1.08	1.08	4.86	2.14	1.11	0.54	0.63	1.15	0.84	<b>4.38</b>	4.54
30	1.39	1.04	1.04	4.07	1.98	<b>1.08</b>	0.53	0.59	1.07	0.81	2.35	4.03
31	1.33	<b>1.00</b>	1.00		2.84		0.58	0.59		0.78	1.68	5.13
												14.70

**ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 1995**

	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q max m <sup>3</sup> /s	26.60	7.51	13.90	1.96	<b>26.60</b>	9.83	6.48	2.46	2.10	19.50	5.00	4.38	20.10
Q media m <sup>3</sup> /s	2.26	1.73	2.32	1.44	3.61	3.29	2.46	0.87	0.73	2.73	1.66	1.22	<b>5.02</b>
Q minima m <sup>3</sup> /s	0.53	0.85	1.08	1.00	0.78	1.74	1.08	0.53	0.56	0.56	0.78	0.72	0.84
Q media l/s-Km <sup>2</sup>	11.8	9.0	12.1	7.5	18.8	17.2	12.8	4.5	3.8	14.2	8.6	6.3	<b>26.1</b>
Deflusso mm	370.0	24.1	29.3	20.1	48.7	46.0	33.2	12.1	10.1	36.9	23.1	16.4	<b>70.0</b>
Afflusso meteor. mm	969.6	68.8	80.8	20.9	92.0	88.3	80.9	32.0	77.7	113.1	47.4	97.1	<b>170.6</b>
Coeff. di deflusso	0.38	0.35	0.36	<b>0.96</b>	0.53	0.52	0.41	0.38	0.13	0.33	0.49	0.17	0.41

**ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1925 ÷ 71, 1973 ÷ 1977, 1990 ÷ 1994**

	1925-71	1973-77	1990-94
Q max m <sup>3</sup> /s	514.00	157.00	141.00
Q media m <sup>3</sup> /s	4.61	6.11	6.25
Q minima m <sup>3</sup> /s	0.02	0.20	0.14
Q media l/s-Km <sup>2</sup>	24.0	31.8	32.6
Deflusso mm	757.5	85.2	36.3
Afflusso meteor. mm	1163.1	91.9	77.6
Coeff. di deflusso	0.65	<b>0.93</b>	0.84

**DURATA DELLE PORTATE**

Giorni	Periodo precedente	
	1995	m <sup>3</sup> /s
10	11.43	25.81
30	5.12	10.36
60	2.99	6.06
91	2.20	4.24
135	1.72	2.81
182	1.24	1.77
274	0.86	0.81
355	0.56	0.29

**SCALA NUMERICA DELLE PORTATE**

Altezza idrometrica m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altezza idrometrica m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altezza idrometrica m	Portata m <sup>3</sup> /s	Altezza idrometrica m	Portata m <sup>3</sup> /s
0.39	0.00	0.76	1.34	1.14	8.03	1.51	19.10
0.46	0.22	0.83	2.13	1.22	10.00	1.59	22.10
0.54	0.28	0.91	3.30	1.29	11.90	1.66	24.80
0.61	0.44	0.98	4.53	1.37	14.40	1.73	27.60
0.68	0.72	1.06	6.19	1.44	16.80	1.94	37.60

per H ≥ 1.94      Q = 40.61 (H - 0.99)<sup>3/2</sup>

Il modello richiede il rilievo delle sezioni idrografiche. Si sono utilizzate le sezioni (fornite dalla committente Provincia di Imperia) che vanno dalla 1010, che corrisponde alla foce del torrente, alla 1490, che si trova a monte del ponte sorgenti Reghezza, che ovviamente contengono al loro interno la sezione 1430, dove è posizionato l'idrometro di Merelli, attraverso il quale sono stati misurati i dati di altezza idrometrica dell'evento considerato nel presente studio.

Sulla base di quanto riscontrato durante il rilievo relativamente alle condizioni di fondo alveo (riportato nel Capitolo 3 del Piano di Bacino), il coefficiente di Manning  $n$  è stato assunto come variabile tra i valori 0.025 e 0.0286  $\text{m}^{-1/3} \text{s}$  a seconda delle condizioni dell'alveo e degli argini. Si sono assunti inoltre, valori del coefficiente di contrazione ed espansione della sezione rispettivamente pari a 0.1 e 0.3. Il codice permette di valutare le altezze di deflusso relative ad un'assegnata portata di riferimento e di opportune condizioni al contorno il profilo di corrente. Il modello si riferisce a condizioni di moto permanente mono-dimensionale.

Opportune condizioni al contorno sono necessarie per stabilire l'altezza del pelo libero dell'acqua nelle due sezioni 1010 e 1490, ossia le due estreme nel tratto esaminato. In regime di corrente lenta la condizione al contorno è richiesta soltanto a valle del canale. In presenza invece di un regime di corrente veloce, la condizione al contorno è necessaria soltanto a monte. In un regime misto, le condizioni al contorno devono essere specificate per entrambe le estremità del corso d'acqua. Nei casi in esame si sono fissate entrambe le condizioni al contorno, in quanto nella sostanza si verificano sempre condizioni di regime misto.

La condizione di valle nel tratto della foce è stata assegnata imponendo la quota nota di 0 m. A tal fine, alla sezione 1010, rilevata sui moli esterni, è stata anche assegnata la larghezza di 300 m per simulare la confluenza con il mare aperto.

La condizione al contorno di monte, è stata, invece, determinata assegnando la profondità di moto uniforme, valutata con l'equazione di Manning dal programma di calcolo. La portata di riferimento è stata fatta variare tra 10 mc/s e 2000 mc/s con  $\Delta Q=10$  mc/s. Tutti i valori compresi all'interno dell'intervallo di portata indicato sono stati inseriti per la sezione 1430 di Merelli.

In Figura B.2.1 si riporta, a titolo di esempio, il profilo idraulico per una portata  $Q=300 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , un valore prossimo al valore della portata indice stimata con il metodo AFS.

Tramite le simulazioni si ottengono le quote del pelo libero nella sezione di Merelli per ognuna delle portate utilizzate. Tale informazione costituisce in pratica la scala di deflusso teorica cercata, che si riporta in Tabella B.2.2, per valori del livello fino ad  $h = 5.03$  metri, corrispondente ad un valore di portata  $Q = 500 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$  e di poco superiore al valore massimo osservato nell'evento del 2006,  $h_p = 4.54$  m.

Nella Figura B.2.2 si riporta un confronto grafico tra la scala di deflusso così ottenuta e quella proposta dall'ex-SIMN per l'anno 1995.

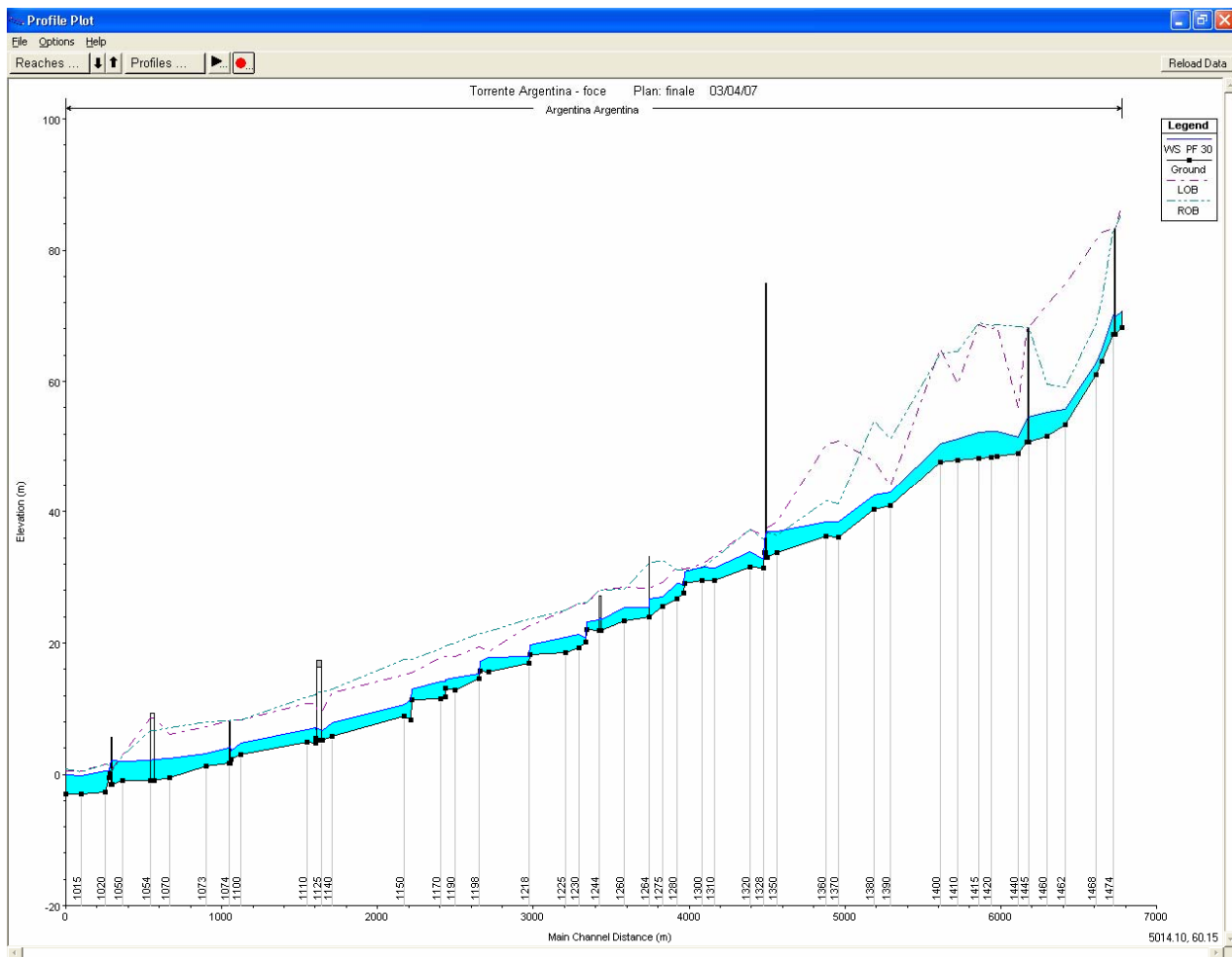


Figura B.1.1. Torrente Argentina. Profilo del fondo alveo e pelo libero, per  $q = 300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Moto permanente.

Tabella B.2.2. Argentina a Merelli. Scala delle portate per l'anno 2004. . Lo Zero Idrometrico è posto a quota 61.20 m slmm.

Livello $h$ [m]	Quota [m slm]	$Q_{oss}$ [ $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ ]	Livello $h$ [m]	Quota [m slm]	$Q_{oss}$ [ $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ ]
1.10	62.30	20	3.28	64.48	220
1.49	62.69	40	3.43	64.63	240
1.78	62.98	60	3.58	64.78	260
2.04	63.24	80	3.72	64.92	280
2.26	63.46	100	3.86	65.06	300
2.46	63.66	120	3.99	65.19	320
2.65	63.85	140	4.12	65.32	340
2.82	64.02	160	4.58	65.78	420
2.98	64.18	180	4.80	66.00	460
3.14	64.34	200	5.03	66.23	500



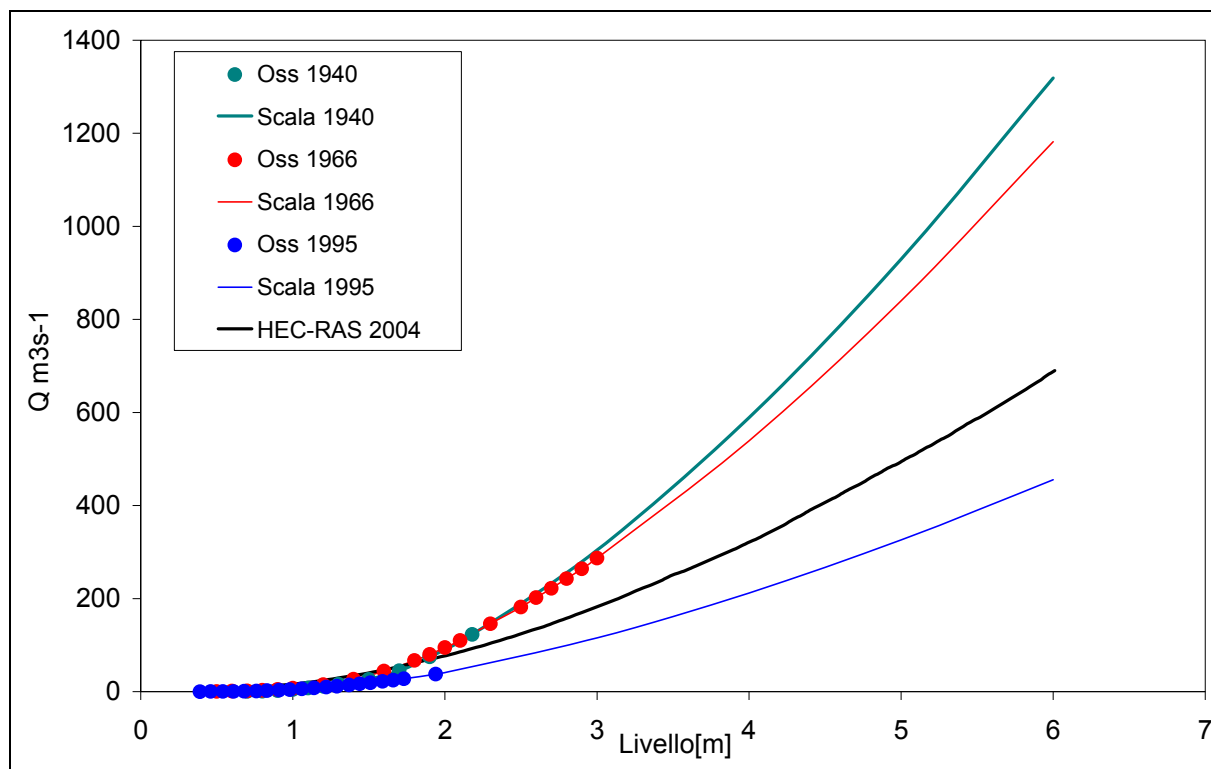


Fig.uraB.2.2. Argentina a Merelli. Scale di deflusso a confronto per l'utilizzo nell'evento dell'anno 2004.

Il grafico mostra come, tra il 1995, anno in cui è stata determinata l'ultima scala delle portate disponibile ed il 2004, anno del sopralluogo da parte della Provincia di Imperia, ci sia una non trascurabile differenza dei valori di portata per livelli notevoli, calcolati a partire dai due diversi approcci.

La scala di deflusso calcolata a partire dal modello per l'anno 2004 mostra in effetti portate considerevolmente più elevate.

Si riportano a titolo indicativo, le scale delle portate per l'anno 1940, in cui si è verificata la massima piena osservata (17/11/1940,  $h_p = 6.12$  m,  $Q_p = 1370$  m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, Tavola 6.1, in alto) e per l'anno 1966, in cui le misure di portata sono state estese per una gamma di valori del livello fino a 3 metri (massima piena in data 6/11/1966,  $Q_p = 350$  m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, corrispondenti ad un livello  $h_p = 3.27$  m. Si osservi che per gli anni 1940 e 1966, lo zero idrometrico era riferito alla quota 61.27 m s.l.m., 7 cm più in alto rispetto alla situazione del 1995 e 2004. Si osservi una variabilità negli anni, soprattutto per i livelli oltre i due metri circa.

Dato che i valori così ottenuti derivano da un rilievo condotto per l'anno 2004, più rappresentativo delle condizioni attuali dell'alveo rispetto alla scala del 1995 e che la valutazione di portate più elevate è in sostanza a favore di sicurezza, si è deciso qui di utilizzare tale scala delle portate per la modellazione dell'evento del 12 Agosto 2006.

## **Appendice C. Tabelle degli Idrogrammi di riferimento nelle Sezioni salienti del Bacino del Torrente Argentina**

Nelle tabelle che seguono sono riportati gli andamenti dell'idrogramma, ossia le due colonne del tempo, a partire dall'inizio dell'evento sintetico, e della relativa portata (media nell'intervallo di integrazione). Inoltre sono riportati il volume totale e la relativa portata al colmo.

Torrente Argentina alla Foce											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>1074</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>967</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>805</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1690</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1521</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1268</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>24.393</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>32.553</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>40.753</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>37.673</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>49.500</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>61.098</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.26	0	0.43	0	0.43	0	0.17	0	0.28	0	0.28	0
0.26	0	0.43	0	0.43	0	0.17	0	0.28	0	0.28	0
0.79	66	1.83	123	1.83	188	0.69	99	1.62	182	1.62	277
1.33	200	3.24	328	3.24	432	1.21	303	2.96	493	2.96	648
1.86	355	4.64	518	4.64	600	1.72	542	4.29	787	4.29	915
2.40	508	6.04	666	6.04	699	2.24	779	5.63	1022	5.63	1078
2.94	646	7.44	774	7.44	753	2.76	998	6.96	1196	6.96	1170
3.47	767	8.85	849	8.85	780	3.28	1189	8.30	1319	8.30	1219
4.01	868	10.25	899	10.25	794	3.79	1352	9.63	1403	9.63	1245
4.54	952	11.65	932	11.65	801	4.31	1488	10.97	1460	10.97	1258
5.08	1020	13.06	953	13.06	804	4.83	1600	12.31	1497	12.31	1264
5.62	1074	14.46	967	14.46	805	5.35	1690	13.64	1521	13.64	1268
5.62	1074	14.46	967	14.46	805	5.35	1690	13.64	1521	13.64	1268
6.15	1051	15.86	853	15.86	618	5.86	1663	14.98	1354	14.98	992
6.69	951	17.27	653	17.27	375	6.38	1516	16.31	1053	16.31	622
7.22	822	18.67	466	18.67	206	6.90	1323	17.65	766	17.65	355
7.76	690	20.07	319	20.07	108	7.42	1121	18.98	535	18.98	192
8.30	567	21.48	213	21.48	54	7.93	931	20.32	363	20.32	101
8.83	459	22.88	139	22.88	27	8.45	761	21.66	242	21.66	52
9.37	367	24.28	89	24.28	13	8.97	614	22.99	159	22.99	26
9.90	290	25.68	57	25.68	6	9.49	491	24.33	103	24.33	13
10.44	228	27.09	36	27.09	3	10.01	390	25.66	66	25.66	6
10.98	178	28.49	22	28.49	1	10.52	307	27.00	42	27.00	3
11.51	138	29.89	14	29.89	1	11.04	241	28.34	27	28.34	1
12.05	106	31.30	9	31.30	0	11.56	188	29.67	17	29.67	1
12.58	82	32.70	5	32.70	0	12.08	146	31.01	11	31.01	0
13.12	62	34.10	3	34.10	0	12.59	113	32.34	7	32.34	0
13.66	48	35.51	2	35.51	0	13.11	87	33.68	4	33.68	0
14.19	36	36.91	1	36.91	0	13.63	67	35.01	3	35.01	0
14.73	28	38.31	1	38.31	0	14.15	51	36.35	2	36.35	0
15.26	21	39.71	0	39.71	0	14.66	39	37.69	1	37.69	0
15.80	16	41.12	0	41.12	0	15.18	30	39.02	1	39.02	0
16.34	12	42.52	0	42.52	0	15.70	23	40.36	0	40.36	0
16.87	9	43.92	0	43.92	0	16.22	17	41.69	0	41.69	0
17.41	7	45.33	0	45.33	0	16.73	13	43.03	0	43.03	0
17.94	5	46.73	0	46.73	0	17.25	10	44.36	0	44.36	0
18.48	4	48.13	0	48.13	0	17.77	8	45.70	0	45.70	0
19.02	3	49.54	0	49.54	0	18.29	6	47.04	0	47.04	0
19.55	2	50.94	0	50.94	0	18.81	4	48.37	0	48.37	0
20.09	2	52.34	0	52.34	0	19.32	3	49.71	0	49.71	0
20.62	1	53.75	0	53.75	0	19.84	2	51.04	0	51.04	0
21.16	1	55.15	0	55.15	0	20.36	2	52.38	0	52.38	0
21.70	1	56.55	0	56.55	0	20.88	1	53.71	0	53.71	0
22.23	0	57.95	0	57.95	0	21.39	1	55.05	0	55.05	0
22.77	0	59.36	0	59.36	0	21.91	1	56.39	0	56.39	0
23.30	0	60.76	0	60.76	0	22.43	1	57.72	0	57.72	0
23.84	0	62.16	0	62.16	0	22.95	0	59.06	0	59.06	0
24.38	0	63.57	0	63.57	0	23.46	0	60.39	0	60.39	0
24.91	0	64.97	0	64.97	0	23.98	0	61.73	0	61.73	0
25.45	0	66.37	0	66.37	0	24.50	0	63.06	0	63.06	0
25.98	0	67.78	0	67.78	0	25.02	0	64.40	0	64.40	0
26.52	0	69.18	0	69.18	0	25.53	0	65.74	0	65.74	0
27.06	0	70.58	0	70.58	0	26.05	0	67.07	0	67.07	0
27.59	0	71.98	0	71.98	0	26.57	0	68.41	0	68.41	0

Torrente Argentina a Taggia											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>1004</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>904</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>753</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1579</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1421</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1184</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>21.591</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>28.826</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>36.074</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>33.285</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>43.687</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>53.833</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.28	0	0.48	0	0.48	0	0.19	0	0.32	0	0.32	0
0.28	0	0.48	0	0.48	0	0.19	0	0.32	0	0.32	0
0.79	61	1.81	115	1.81	176	0.68	92	1.58	170	1.58	258
1.30	187	3.14	307	3.14	404	1.17	283	2.84	460	2.84	603
1.81	333	4.47	485	4.47	562	1.66	506	4.10	734	4.10	853
2.32	475	5.79	624	5.79	654	2.15	728	5.36	954	5.36	1006
2.82	605	7.12	724	7.12	704	2.64	932	6.62	1117	6.62	1092
3.33	718	8.45	794	8.45	729	3.13	1111	7.88	1232	7.88	1138
3.84	812	9.78	841	9.78	742	3.62	1264	9.14	1311	9.14	1163
4.35	890	11.11	871	11.11	749	4.11	1391	10.40	1363	10.40	1175
4.85	953	12.44	891	12.44	752	4.59	1495	11.66	1398	11.66	1181
5.36	1004	13.77	904	13.77	753	5.08	1579	12.92	1421	12.92	1184
5.36	1004	13.77	904	13.77	753	5.08	1579	12.92	1421	12.92	1184
5.87	983	15.09	797	15.09	577	5.57	1554	14.18	1266	14.18	928
6.38	888	16.42	609	16.42	350	6.06	1417	15.43	985	15.43	583
6.89	767	17.75	435	17.75	192	6.55	1236	16.69	717	16.69	334
7.39	644	19.08	298	19.08	100	7.04	1048	17.95	501	17.95	181
7.90	529	20.41	198	20.41	50	7.53	870	19.21	341	19.21	95
8.41	427	21.74	129	21.74	25	8.02	711	20.47	227	20.47	49
8.92	341	23.07	83	23.07	12	8.51	574	21.73	149	21.73	25
9.43	270	24.39	53	24.39	6	9.00	459	22.99	97	22.99	12
9.93	212	25.72	33	25.72	3	9.49	364	24.25	62	24.25	6
10.44	165	27.05	21	27.05	1	9.98	287	25.51	40	25.51	3
10.95	128	28.38	13	28.38	1	10.47	225	26.77	25	26.77	1
11.46	99	29.71	8	29.71	0	10.96	176	28.03	16	28.03	1
11.97	76	31.04	5	31.04	0	11.45	136	29.29	10	29.29	0
12.47	58	32.36	3	32.36	0	11.94	106	30.55	6	30.55	0
12.98	44	33.69	2	33.69	0	12.43	81	31.81	4	31.81	0
13.49	34	35.02	1	35.02	0	12.91	63	33.07	2	33.07	0
14.00	25	36.35	1	36.35	0	13.40	48	34.33	1	34.33	0
14.51	19	37.68	0	37.68	0	13.89	37	35.59	1	35.59	0
15.01	15	39.01	0	39.01	0	14.38	28	36.85	1	36.85	0
15.52	11	40.34	0	40.34	0	14.87	21	38.11	0	38.11	0
16.03	8	41.66	0	41.66	0	15.36	16	39.37	0	39.37	0
16.54	6	42.99	0	42.99	0	15.85	12	40.63	0	40.63	0
17.05	5	44.32	0	44.32	0	16.34	9	41.89	0	41.89	0
17.55	3	45.65	0	45.65	0	16.83	7	43.15	0	43.15	0
18.06	3	46.98	0	46.98	0	17.32	5	44.41	0	44.41	0
18.57	2	48.31	0	48.31	0	17.81	4	45.67	0	45.67	0
19.08	1	49.64	0	49.64	0	18.30	3	46.92	0	46.92	0
19.59	1	50.96	0	50.96	0	18.79	2	48.18	0	48.18	0
20.09	1	52.29	0	52.29	0	19.28	2	49.44	0	49.44	0
20.60	1	53.62	0	53.62	0	19.77	1	50.70	0	50.70	0
21.11	0	54.95	0	54.95	0	20.26	1	51.96	0	51.96	0
21.62	0	56.28	0	56.28	0	20.75	1	53.22	0	53.22	0
22.13	0	57.61	0	57.61	0	21.24	1	54.48	0	54.48	0
22.63	0	58.94	0	58.94	0	21.72	0	55.74	0	55.74	0
23.14	0	60.26	0	60.26	0	22.21	0	57.00	0	57.00	0
23.65	0	61.59	0	61.59	0	22.70	0	58.26	0	58.26	0
24.16	0	62.92	0	62.92	0	23.19	0	59.52	0	59.52	0
24.67	0	64.25	0	64.25	0	23.68	0	60.78	0	60.78	0
25.17	0	65.58	0	65.58	0	24.17	0	62.04	0	62.04	0
25.68	0	66.91	0	66.91	0	24.66	0	63.30	0	63.30	0
26.19	0	68.23	0	68.23	0	25.15	0	64.56	0	64.56	0

Torrente Argentina a Merelli											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>982</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>884</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>737</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1544</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1390</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1158</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>19.597</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>26.444</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>33.444</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>30.153</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>39.951</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>49.682</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.28	0	0.47	0	0.47	0	0.19	0	0.31	0	0.31	0
0.28	0	0.47	0	0.47	0	0.19	0	0.31	0	0.31	0
0.75	62	1.73	116	1.73	181	0.64	92	1.50	172	1.50	262
1.23	187	2.99	309	2.99	408	1.10	283	2.69	462	2.69	607
1.70	331	4.25	484	4.25	561	1.56	503	3.88	732	3.88	850
2.18	472	5.51	620	5.51	648	2.02	722	5.07	947	5.07	996
2.66	599	6.77	717	6.77	694	2.47	921	6.26	1104	6.26	1076
3.13	708	8.03	783	8.03	717	2.93	1095	7.45	1213	7.45	1118
3.61	799	9.29	826	9.29	728	3.39	1242	8.64	1288	8.64	1139
4.08	874	10.55	855	10.55	733	3.85	1365	9.83	1337	9.83	1150
4.56	934	11.81	873	11.81	735	4.30	1464	11.02	1369	11.02	1155
5.03	982	13.07	884	13.07	737	4.76	1544	12.21	1390	12.21	1158
5.03	982	13.07	884	13.07	737	4.76	1544	12.21	1390	12.21	1158
5.51	958	14.33	774	14.33	556	5.22	1515	13.40	1231	13.40	897
5.99	862	15.59	586	15.59	329	5.68	1376	14.58	949	14.58	553
6.46	740	16.85	413	16.85	176	6.13	1194	15.77	684	15.77	310
6.94	617	18.10	279	18.10	89	6.59	1007	16.96	473	16.96	164
7.41	504	19.36	184	19.36	44	7.05	831	18.15	318	18.15	84
7.89	405	20.62	118	20.62	21	7.51	676	19.34	210	19.34	42
8.36	321	21.88	75	21.88	10	7.96	543	20.53	136	20.53	21
8.84	252	23.14	47	23.14	5	8.42	432	21.72	87	21.72	10
9.32	197	24.40	29	24.40	2	8.88	341	22.91	55	22.91	5
9.79	152	25.66	18	25.66	1	9.34	267	24.10	35	24.10	2
10.27	117	26.92	11	26.92	0	9.79	208	25.29	22	25.29	1
10.74	90	28.18	7	28.18	0	10.25	161	26.48	14	26.48	1
11.22	68	29.44	4	29.44	0	10.71	125	27.67	8	27.67	0
11.70	52	30.70	2	30.70	0	11.17	96	28.86	5	28.86	0
12.17	39	31.96	1	31.96	0	11.62	74	30.05	3	30.05	0
12.65	30	33.22	1	33.22	0	12.08	56	31.24	2	31.24	0
13.12	22	34.48	1	34.48	0	12.54	43	32.43	1	32.43	0
13.60	17	35.74	0	35.74	0	13.00	33	33.61	1	33.61	0
14.07	13	37.00	0	37.00	0	13.45	25	34.80	0	34.80	0
14.55	9	38.26	0	38.26	0	13.91	19	35.99	0	35.99	0
15.03	7	39.52	0	39.52	0	14.37	14	37.18	0	37.18	0
15.50	5	40.78	0	40.78	0	14.83	11	38.37	0	38.37	0
15.98	4	42.04	0	42.04	0	15.28	8	39.56	0	39.56	0
16.45	3	43.30	0	43.30	0	15.74	6	40.75	0	40.75	0
16.93	2	44.56	0	44.56	0	16.20	5	41.94	0	41.94	0
17.40	2	45.82	0	45.82	0	16.66	3	43.13	0	43.13	0
17.88	1	47.08	0	47.08	0	17.11	3	44.32	0	44.32	0
18.36	1	48.34	0	48.34	0	17.57	2	45.51	0	45.51	0
18.83	1	49.60	0	49.60	0	18.03	1	46.70	0	46.70	0
19.31	0	50.86	0	50.86	0	18.49	1	47.89	0	47.89	0
19.78	0	52.12	0	52.12	0	18.94	1	49.08	0	49.08	0
20.26	0	53.38	0	53.38	0	19.40	1	50.27	0	50.27	0
20.73	0	54.64	0	54.64	0	19.86	0	51.46	0	51.46	0
21.21	0	55.90	0	55.90	0	20.32	0	52.64	0	52.64	0
21.69	0	57.16	0	57.16	0	20.77	0	53.83	0	53.83	0
22.16	0	58.42	0	58.42	0	21.23	0	55.02	0	55.02	0
22.64	0	59.68	0	59.68	0	21.69	0	56.21	0	56.21	0
23.11	0	60.94	0	60.94	0	22.15	0	57.40	0	57.40	0
23.59	0	62.20	0	62.20	0	22.60	0	58.59	0	58.59	0
24.06	0	63.46	0	63.46	0	23.06	0	59.78	0	59.78	0
24.54	0	64.72	0	64.72	0	23.52	0	60.97	0	60.97	0

Torrente Argentina a valle confluenza T. Oxentina											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>923</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>831</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>692</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1452</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1307</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1089</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>20.917</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>28.012</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>35.176</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>32.269</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>42.507</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>52.585</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.27	0	0.46	0	0.46	0	0.18	0	0.31	0	0.31	0
0.27	0	0.46	0	0.46	0	0.18	0	0.31	0	0.31	0
0.81	57	1.87	107	1.87	164	0.70	85	1.64	158	1.64	241
1.35	173	3.28	284	3.28	375	1.22	262	2.98	427	2.98	561
1.88	307	4.69	448	4.69	519	1.73	468	4.32	680	4.32	790
2.42	438	6.10	576	6.10	603	2.25	672	5.66	882	5.66	929
2.96	558	7.51	668	7.51	648	2.77	860	7.00	1031	7.00	1007
3.49	661	8.92	731	8.92	671	3.29	1024	8.33	1136	8.33	1049
4.03	748	10.33	774	10.33	683	3.80	1164	9.67	1207	9.67	1070
4.56	819	11.73	802	11.73	688	4.32	1280	11.01	1255	11.01	1081
5.10	877	13.14	819	13.14	691	4.84	1375	12.35	1286	12.35	1086
5.64	923	14.55	831	14.55	692	5.36	1452	13.69	1307	13.69	1089
5.64	923	14.55	831	14.55	692	5.36	1452	13.69	1307	13.69	1089
6.17	903	15.96	731	15.96	529	5.87	1428	15.03	1162	15.03	850
6.71	815	17.37	558	17.37	318	6.39	1300	16.36	901	16.36	530
7.25	703	18.78	397	18.78	174	6.91	1133	17.70	654	17.70	301
7.78	589	20.19	271	20.19	90	7.43	958	19.04	455	19.04	162
8.32	483	21.60	180	21.60	45	7.94	794	20.38	308	20.38	84
8.86	390	23.01	117	23.01	22	8.46	648	21.72	205	21.72	43
9.39	311	24.42	75	24.42	10	8.98	522	23.06	134	23.06	21
9.93	246	25.83	47	25.83	5	9.50	417	24.39	87	24.39	11
10.47	192	27.24	30	27.24	2	10.01	330	25.73	55	25.73	5
11.00	150	28.65	18	28.65	1	10.53	260	27.07	35	27.07	2
11.54	116	30.06	11	30.06	0	11.05	203	28.41	22	28.41	1
12.08	89	31.47	7	31.47	0	11.57	158	29.75	14	29.75	1
12.61	68	32.87	4	32.87	0	12.08	123	31.09	9	31.09	0
13.15	52	34.28	3	34.28	0	12.60	95	32.42	5	32.42	0
13.69	40	35.69	2	35.69	0	13.12	73	33.76	3	33.76	0
14.22	30	37.10	1	37.10	0	13.64	56	35.10	2	35.10	0
14.76	23	38.51	1	38.51	0	14.15	43	36.44	1	36.44	0
15.29	17	39.92	0	39.92	0	14.67	33	37.78	1	37.78	0
15.83	13	41.33	0	41.33	0	15.19	25	39.11	0	39.11	0
16.37	10	42.74	0	42.74	0	15.71	19	40.45	0	40.45	0
16.90	7	44.15	0	44.15	0	16.22	14	41.79	0	41.79	0
17.44	6	45.56	0	45.56	0	16.74	11	43.13	0	43.13	0
17.98	4	46.97	0	46.97	0	17.26	8	44.47	0	44.47	0
18.51	3	48.38	0	48.38	0	17.78	6	45.81	0	45.81	0
19.05	2	49.79	0	49.79	0	18.29	5	47.14	0	47.14	0
19.59	2	51.20	0	51.20	0	18.81	4	48.48	0	48.48	0
20.12	1	52.61	0	52.61	0	19.33	3	49.82	0	49.82	0
20.66	1	54.01	0	54.01	0	19.85	2	51.16	0	51.16	0
21.20	1	55.42	0	55.42	0	20.36	2	52.50	0	52.50	0
21.73	1	56.83	0	56.83	0	20.88	1	53.84	0	53.84	0
22.27	0	58.24	0	58.24	0	21.40	1	55.17	0	55.17	0
22.81	0	59.65	0	59.65	0	21.92	1	56.51	0	56.51	0
23.34	0	61.06	0	61.06	0	22.43	0	57.85	0	57.85	0
23.88	0	62.47	0	62.47	0	22.95	0	59.19	0	59.19	0
24.41	0	63.88	0	63.88	0	23.47	0	60.53	0	60.53	0
24.95	0	65.29	0	65.29	0	23.99	0	61.87	0	61.87	0
25.49	0	66.70	0	66.70	0	24.50	0	63.20	0	63.20	0
26.02	0	68.11	0	68.11	0	25.02	0	64.54	0	64.54	0
26.56	0	69.52	0	69.52	0	25.54	0	65.88	0	65.88	0
27.10	0	70.93	0	70.93	0	26.06	0	67.22	0	67.22	0
27.63	0	72.34	0	72.34	0	26.57	0	68.56	0	68.56	0

Torrente Argentina a monte confluenza T. Oxentina											
T = 50 anni					T = 200 anni						
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>825</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>743</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>619</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1297</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1167</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>973</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>14.919</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>20.195</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>25.616</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>22.934</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>30.458</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>37.960</b>
Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.27	0	0.45	0	0.45	0	0.18	0	0.30	0	0.30	0
0.27	0	0.45	0	0.45	0	0.18	0	0.30	0	0.30	0
0.70	52	1.60	99	1.60	154	0.59	78	1.38	145	1.38	223
1.13	158	2.75	262	2.75	346	1.01	239	2.46	390	2.46	514
1.56	280	3.89	410	3.89	474	1.42	425	3.55	618	3.55	718
1.99	398	5.04	523	5.04	546	1.84	608	4.63	798	4.63	839
2.43	505	6.19	604	6.19	584	2.25	776	5.71	930	5.71	906
2.86	596	7.34	659	7.34	603	2.67	922	6.79	1021	6.79	940
3.29	673	8.49	695	8.49	612	3.09	1045	7.87	1083	7.87	958
3.72	735	9.64	719	9.64	616	3.50	1147	8.96	1124	8.96	966
4.16	785	10.79	733	10.79	618	3.92	1230	10.04	1150	10.04	971
4.59	825	11.94	743	11.94	619	4.33	1297	11.12	1167	11.12	973
4.59	825	11.94	743	11.94	619	4.33	1297	11.12	1167	11.12	973
5.02	804	13.08	649	13.08	465	4.75	1272	12.20	1033	12.20	751
5.45	722	14.23	490	14.23	273	5.16	1153	13.28	794	13.28	460
5.89	619	15.38	344	15.38	145	5.58	1000	14.37	571	14.37	256
6.32	515	16.53	232	16.53	73	5.99	842	15.45	393	15.45	135
6.75	420	17.68	152	17.68	35	6.41	694	16.53	264	16.53	69
7.18	337	18.83	97	18.83	17	6.82	563	17.61	173	17.61	34
7.61	267	19.98	61	19.98	8	7.24	451	18.69	112	18.69	17
8.05	209	21.12	38	21.12	4	7.65	358	19.77	72	19.77	8
8.48	163	22.27	24	22.27	2	8.07	282	20.86	45	20.86	4
8.91	126	23.42	14	23.42	1	8.48	221	21.94	29	21.94	2
9.34	96	24.57	9	24.57	0	8.90	172	23.02	18	23.02	1
9.78	74	25.72	5	25.72	0	9.31	133	24.10	11	24.10	0
10.21	56	26.87	3	26.87	0	9.73	103	25.18	7	25.18	0
10.64	43	28.02	2	28.02	0	10.15	79	26.27	4	26.27	0
11.07	32	29.17	1	29.17	0	10.56	60	27.35	3	27.35	0
11.51	24	30.31	1	30.31	0	10.98	46	28.43	2	28.43	0
11.94	18	31.46	0	31.46	0	11.39	35	29.51	1	29.51	0
12.37	14	32.61	0	32.61	0	11.81	27	30.59	1	30.59	0
12.80	10	33.76	0	33.76	0	12.22	20	31.68	0	31.68	0
13.23	8	34.91	0	34.91	0	12.64	15	32.76	0	32.76	0
13.67	6	36.06	0	36.06	0	13.05	12	33.84	0	33.84	0
14.10	4	37.21	0	37.21	0	13.47	9	34.92	0	34.92	0
14.53	3	38.35	0	38.35	0	13.88	7	36.00	0	36.00	0
14.96	2	39.50	0	39.50	0	14.30	5	37.09	0	37.09	0
15.40	2	40.65	0	40.65	0	14.71	4	38.17	0	38.17	0
15.83	1	41.80	0	41.80	0	15.13	3	39.25	0	39.25	0
16.26	1	42.95	0	42.95	0	15.54	2	40.33	0	40.33	0
16.69	1	44.10	0	44.10	0	15.96	2	41.41	0	41.41	0
17.12	1	45.25	0	45.25	0	16.37	1	42.50	0	42.50	0
17.56	0	46.39	0	46.39	0	16.79	1	43.58	0	43.58	0
17.99	0	47.54	0	47.54	0	17.20	1	44.66	0	44.66	0
18.42	0	48.69	0	48.69	0	17.62	0	45.74	0	45.74	0
18.85	0	49.84	0	49.84	0	18.04	0	46.82	0	46.82	0
19.29	0	50.99	0	50.99	0	18.45	0	47.91	0	47.91	0
19.72	0	52.14	0	52.14	0	18.87	0	48.99	0	48.99	0
20.15	0	53.29	0	53.29	0	19.28	0	50.07	0	50.07	0
20.58	0	54.44	0	54.44	0	19.70	0	51.15	0	51.15	0
21.02	0	55.58	0	55.58	0	20.11	0	52.23	0	52.23	0
21.45	0	56.73	0	56.73	0	20.53	0	53.32	0	53.32	0
21.88	0	57.88	0	57.88	0	20.94	0	54.40	0	54.40	0
22.31	0	59.03	0	59.03	0	21.36	0	55.48	0	55.48	0

Torrente Argentina a monte confluenza T. Carpasina											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>725</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>653</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>544</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1141</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1027</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>856</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>11.551</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>15.700</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>19.990</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>17.756</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>23.655</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>29.563</b>
Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.25	0	0.42	0	0.42	0	0.17	0	0.28	0	0.28	0
0.25	0	0.42	0	0.42	0	0.17	0	0.28	0	0.28	0
0.63	46	1.44	88	1.44	137	0.53	69	1.24	129	1.24	199
1.01	140	2.46	233	2.46	308	0.90	211	2.20	346	2.20	456
1.40	248	3.48	363	3.48	420	1.27	376	3.16	548	3.16	636
1.78	352	4.50	463	4.50	482	1.63	538	4.11	706	4.11	741
2.16	446	5.52	533	5.52	515	2.00	685	5.07	821	5.07	798
2.54	526	6.54	581	6.54	530	2.37	813	6.03	901	6.03	828
2.93	593	7.56	612	7.56	538	2.73	921	6.99	954	6.99	843
3.31	647	8.58	632	8.58	541	3.10	1011	7.95	989	7.95	851
3.69	691	9.60	645	9.60	543	3.47	1083	8.90	1012	8.90	854
4.07	725	10.62	653	10.62	544	3.83	1141	9.86	1027	9.86	856
4.07	725	10.62	653	10.62	544	3.83	1141	9.86	1027	9.86	856
4.45	706	11.64	569	11.64	407	4.20	1118	10.82	907	10.82	658
4.84	632	12.66	428	12.66	237	4.57	1012	11.78	695	11.78	401
5.22	541	13.69	299	13.69	125	4.93	876	12.74	498	12.74	222
5.60	449	14.71	200	14.71	62	5.30	736	13.69	342	13.69	116
5.98	365	15.73	130	15.73	30	5.67	605	14.65	228	14.65	59
6.37	292	16.75	83	16.75	14	6.03	490	15.61	149	15.61	29
6.75	231	17.77	52	17.77	6	6.40	392	16.57	96	16.57	14
7.13	180	18.79	32	18.79	3	6.77	311	17.53	61	17.53	7
7.51	140	19.81	20	19.81	1	7.13	244	18.48	39	18.48	3
7.89	108	20.83	12	20.83	1	7.50	191	19.44	24	19.44	2
8.28	83	21.85	7	21.85	0	7.87	148	20.40	15	20.40	1
8.66	63	22.87	4	22.87	0	8.23	114	21.36	9	21.36	0
9.04	48	23.89	3	23.89	0	8.60	88	22.32	6	22.32	0
9.42	36	24.91	2	24.91	0	8.97	68	23.27	4	23.27	0
9.81	27	25.93	1	25.93	0	9.33	52	24.23	2	24.23	0
10.19	20	26.95	1	26.95	0	9.70	39	25.19	1	25.19	0
10.57	15	27.97	0	27.97	0	10.07	30	26.15	1	26.15	0
10.95	11	28.99	0	28.99	0	10.43	23	27.11	0	27.11	0
11.33	9	30.01	0	30.01	0	10.80	17	28.06	0	28.06	0
11.72	6	31.03	0	31.03	0	11.17	13	29.02	0	29.02	0
12.10	5	32.05	0	32.05	0	11.53	10	29.98	0	29.98	0
12.48	4	33.07	0	33.07	0	11.90	7	30.94	0	30.94	0
12.86	3	34.09	0	34.09	0	12.27	6	31.90	0	31.90	0
13.24	2	35.11	0	35.11	0	12.63	4	32.85	0	32.85	0
13.63	1	36.13	0	36.13	0	13.00	3	33.81	0	33.81	0
14.01	1	37.15	0	37.15	0	13.36	2	34.77	0	34.77	0
14.39	1	38.17	0	38.17	0	13.73	2	35.73	0	35.73	0
14.77	1	39.19	0	39.19	0	14.10	1	36.69	0	36.69	0
15.16	0	40.21	0	40.21	0	14.46	1	37.64	0	37.64	0
15.54	0	41.23	0	41.23	0	14.83	1	38.60	0	38.60	0
15.92	0	42.25	0	42.25	0	15.20	1	39.56	0	39.56	0
16.30	0	43.27	0	43.27	0	15.56	0	40.52	0	40.52	0
16.68	0	44.29	0	44.29	0	15.93	0	41.47	0	41.47	0
17.07	0	45.31	0	45.31	0	16.30	0	42.43	0	42.43	0
17.45	0	46.33	0	46.33	0	16.66	0	43.39	0	43.39	0
17.83	0	47.35	0	47.35	0	17.03	0	44.35	0	44.35	0
18.21	0	48.37	0	48.37	0	17.40	0	45.31	0	45.31	0
18.60	0	49.39	0	49.39	0	17.76	0	46.26	0	46.26	0
18.98	0	50.41	0	50.41	0	18.13	0	47.22	0	47.22	0
19.36	0	51.43	0	51.43	0	18.50	0	48.18	0	48.18	0
19.74	0	52.45	0	52.45	0	18.86	0	49.14	0	49.14	0



Torrente Argentina a Ponte Nuovo											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>698</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>628</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>524</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1097</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>987</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>823</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>9.670</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>13.279</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>17.088</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>14.822</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>19.928</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>25.137</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.22	0	0.38	0	0.38	0	0.15	0	0.25	0	0.25	0
0.22	0	0.38	0	0.38	0	0.15	0	0.25	0	0.25	0
0.56	46	1.28	88	1.28	138	0.47	68	1.10	128	1.10	199
0.89	138	2.19	230	2.19	305	0.79	207	1.95	341	1.95	451
1.23	243	3.10	357	3.10	412	1.11	367	2.80	537	2.80	622
1.56	344	4.00	452	4.00	470	1.43	524	3.64	688	3.64	721
1.90	434	4.91	519	4.91	499	1.76	665	4.49	797	4.49	773
2.23	510	5.81	563	5.81	512	2.08	788	5.34	872	5.34	799
2.57	574	6.72	592	6.72	519	2.40	891	6.19	921	6.19	812
2.90	625	7.63	610	7.63	522	2.72	975	7.03	954	7.03	818
3.24	666	8.53	621	8.53	523	3.04	1043	7.88	974	7.88	821
3.57	698	9.44	628	9.44	524	3.36	1097	8.73	987	8.73	823
3.57	698	9.44	628	9.44	524	3.36	1097	8.73	987	8.73	823
3.91	677	10.34	544	10.34	385	3.68	1072	9.58	867	9.58	625
4.24	604	11.25	405	11.25	219	4.00	966	10.42	659	10.42	373
4.58	514	12.16	280	12.16	112	4.32	832	11.27	467	11.27	202
4.91	424	13.06	185	13.06	54	4.64	696	12.12	317	12.12	103
5.25	343	13.97	119	13.97	25	4.96	569	12.97	210	12.97	51
5.58	273	14.87	75	14.87	12	5.28	459	13.81	136	13.81	25
5.92	214	15.78	46	15.78	5	5.61	365	14.66	86	14.66	12
6.25	166	16.69	28	16.69	2	5.93	288	15.51	54	15.51	5
6.59	128	17.59	17	17.59	1	6.25	225	16.36	34	16.36	3
6.92	98	18.50	10	18.50	0	6.57	175	17.20	21	17.20	1
7.26	75	19.40	6	19.40	0	6.89	135	18.05	13	18.05	1
7.59	57	20.31	4	20.31	0	7.21	104	18.90	8	18.90	0
7.93	43	21.22	2	21.22	0	7.53	79	19.75	5	19.75	0
8.26	32	22.12	1	22.12	0	7.85	60	20.59	3	20.59	0
8.60	24	23.03	1	23.03	0	8.17	46	21.44	2	21.44	0
8.93	18	23.93	0	23.93	0	8.49	35	22.29	1	22.29	0
9.27	13	24.84	0	24.84	0	8.81	26	23.14	1	23.14	0
9.60	10	25.75	0	25.75	0	9.13	20	23.98	0	23.98	0
9.94	7	26.65	0	26.65	0	9.46	15	24.83	0	24.83	0
10.27	5	27.56	0	27.56	0	9.78	11	25.68	0	25.68	0
10.61	4	28.46	0	28.46	0	10.10	8	26.53	0	26.53	0
10.94	3	29.37	0	29.37	0	10.42	6	27.37	0	27.37	0
11.28	2	30.28	0	30.28	0	10.74	5	28.22	0	28.22	0
11.61	2	31.18	0	31.18	0	11.06	3	29.07	0	29.07	0
11.95	1	32.09	0	32.09	0	11.38	3	29.92	0	29.92	0
12.28	1	32.99	0	32.99	0	11.70	2	30.76	0	30.76	0
12.62	1	33.90	0	33.90	0	12.02	1	31.61	0	31.61	0
12.95	0	34.81	0	34.81	0	12.34	1	32.46	0	32.46	0
13.29	0	35.71	0	35.71	0	12.66	1	33.31	0	33.31	0
13.62	0	36.62	0	36.62	0	12.98	1	34.15	0	34.15	0
13.96	0	37.52	0	37.52	0	13.31	0	35.00	0	35.00	0
14.29	0	38.43	0	38.43	0	13.63	0	35.85	0	35.85	0
14.63	0	39.34	0	39.34	0	13.95	0	36.70	0	36.70	0
14.96	0	40.24	0	40.24	0	14.27	0	37.54	0	37.54	0
15.30	0	41.15	0	41.15	0	14.59	0	38.39	0	38.39	0
15.63	0	42.05	0	42.05	0	14.91	0	39.24	0	39.24	0
15.97	0	42.96	0	42.96	0	15.23	0	40.09	0	40.09	0
16.30	0	43.87	0	43.87	0	15.55	0	40.93	0	40.93	0
16.64	0	44.77	0	44.77	0	15.87	0	41.78	0	41.78	0
16.97	0	45.68	0	45.68	0	16.19	0	42.63	0	42.63	0
17.31	0	46.58	0	46.58	0	16.51	0	43.48	0	43.48	0

Torrente Argentina a Ponte Aigovo											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>687</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>618</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>515</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1080</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>972</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>810</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>9.053</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>12.455</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>16.057</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>13.872</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>18.678</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>23.593</b>
Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.22	0	0.37	0	0.37	0	0.15	0	0.25	0	0.25	0
0.22	0	0.37	0	0.37	0	0.15	0	0.25	0	0.25	0
0.54	45	1.24	87	1.24	137	0.45	67	1.06	127	1.06	197
0.86	136	2.10	228	2.10	302	0.76	205	1.86	337	1.86	446
1.18	240	2.97	352	2.97	407	1.06	362	2.67	530	2.67	614
1.50	339	3.83	446	3.83	463	1.37	517	3.48	679	3.48	711
1.82	428	4.70	512	4.70	491	1.68	656	4.29	786	4.29	762
2.13	503	5.56	555	5.56	505	1.98	777	5.10	859	5.10	787
2.45	565	6.43	583	6.43	511	2.29	878	5.90	908	5.90	800
2.77	616	7.29	601	7.29	514	2.59	960	6.71	939	6.71	806
3.09	656	8.16	612	8.16	515	2.90	1027	7.52	959	7.52	809
3.41	687	9.02	618	9.02	515	3.20	1080	8.33	972	8.33	810
3.41	687	9.02	618	9.02	515	3.20	1080	8.33	972	8.33	810
3.73	666	9.89	535	9.89	378	3.51	1055	9.14	853	9.14	614
4.05	594	10.75	397	10.75	214	3.81	950	9.94	647	9.94	365
4.37	505	11.62	274	11.62	109	4.12	818	10.75	458	10.75	197
4.69	416	12.48	181	12.48	52	4.42	683	11.56	311	11.56	100
5.01	336	13.35	116	13.35	24	4.73	558	12.37	205	12.37	49
5.33	267	14.21	73	14.21	11	5.03	449	13.18	132	13.18	24
5.64	209	15.08	45	15.08	5	5.34	357	13.98	84	13.98	11
5.96	162	15.94	27	15.94	2	5.65	281	14.79	53	14.79	5
6.28	125	16.81	17	16.81	1	5.95	220	15.60	33	15.60	2
6.60	95	17.67	10	17.67	0	6.26	170	16.41	20	16.41	1
6.92	73	18.54	6	18.54	0	6.56	131	17.22	12	17.22	0
7.24	55	19.40	4	19.40	0	6.87	101	18.02	8	18.02	0
7.56	41	20.27	2	20.27	0	7.17	77	18.83	5	18.83	0
7.88	31	21.13	1	21.13	0	7.48	59	19.64	3	19.64	0
8.20	23	22.00	1	22.00	0	7.78	45	20.45	2	20.45	0
8.52	17	22.86	0	22.86	0	8.09	34	21.26	1	21.26	0
8.84	13	23.73	0	23.73	0	8.39	25	22.06	1	22.06	0
9.15	10	24.59	0	24.59	0	8.70	19	22.87	0	22.87	0
9.47	7	25.46	0	25.46	0	9.00	14	23.68	0	23.68	0
9.79	5	26.32	0	26.32	0	9.31	11	24.49	0	24.49	0
10.11	4	27.19	0	27.19	0	9.61	8	25.30	0	25.30	0
10.43	3	28.05	0	28.05	0	9.92	6	26.10	0	26.10	0
10.75	2	28.92	0	28.92	0	10.23	5	26.91	0	26.91	0
11.07	2	29.78	0	29.78	0	10.53	3	27.72	0	27.72	0
11.39	1	30.65	0	30.65	0	10.84	3	28.53	0	28.53	0
11.71	1	31.51	0	31.51	0	11.14	2	29.34	0	29.34	0
12.03	1	32.38	0	32.38	0	11.45	1	30.14	0	30.14	0
12.35	0	33.24	0	33.24	0	11.75	1	30.95	0	30.95	0
12.67	0	34.11	0	34.11	0	12.06	1	31.76	0	31.76	0
12.98	0	34.97	0	34.97	0	12.36	1	32.57	0	32.57	0
13.30	0	35.84	0	35.84	0	12.67	0	33.38	0	33.38	0
13.62	0	36.70	0	36.70	0	12.97	0	34.18	0	34.18	0
13.94	0	37.57	0	37.57	0	13.28	0	34.99	0	34.99	0
14.26	0	38.43	0	38.43	0	13.58	0	35.80	0	35.80	0
14.58	0	39.30	0	39.30	0	13.89	0	36.61	0	36.61	0
14.90	0	40.16	0	40.16	0	14.20	0	37.42	0	37.42	0
15.22	0	41.02	0	41.02	0	14.50	0	38.22	0	38.22	0
15.54	0	41.89	0	41.89	0	14.81	0	39.03	0	39.03	0
15.86	0	42.75	0	42.75	0	15.11	0	39.84	0	39.84	0
16.18	0	43.62	0	43.62	0	15.42	0	40.65	0	40.65	0
16.49	0	44.48	0	44.48	0	15.72	0	41.46	0	41.46	0

Torrente Argentina a Agaggio											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>668</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>601</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>501</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>1050</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>945</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>788</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>8.166</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>11.267</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>14.565</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>12.503</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>16.872</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>21.355</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.21	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.24	0	0.24	0
0.21	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.24	0	0.24	0
0.51	44	1.17	85	1.17	135	0.43	66	0.99	124	0.99	193
0.81	133	1.97	223	1.97	296	0.71	200	1.74	330	1.74	436
1.10	234	2.78	345	2.78	397	0.99	354	2.50	518	2.50	600
1.40	331	3.59	436	3.59	452	1.28	504	3.25	662	3.25	693
1.70	417	4.39	499	4.39	479	1.56	640	4.00	766	4.00	742
1.99	490	5.20	541	5.20	491	1.85	756	4.75	837	4.75	766
2.29	551	6.01	568	6.01	497	2.13	854	5.51	883	5.51	778
2.59	599	6.81	585	6.81	499	2.41	934	6.26	914	6.26	784
2.88	638	7.62	595	7.62	501	2.70	999	7.01	933	7.01	786
3.18	668	8.43	601	8.43	501	2.98	1050	7.76	945	7.76	788
3.18	668	8.43	601	8.43	501	2.98	1050	7.76	945	7.76	788
3.48	647	9.24	520	9.24	366	3.26	1024	8.52	828	8.52	595
3.77	576	10.04	384	10.04	206	3.55	922	9.27	627	9.27	352
4.07	489	10.85	264	10.85	104	3.83	793	10.02	442	10.02	189
4.37	403	11.66	174	11.66	50	4.11	661	10.77	299	10.77	96
4.66	324	12.46	111	12.46	23	4.40	540	11.52	197	11.52	47
4.96	257	13.27	69	13.27	10	4.68	434	12.28	127	12.28	22
5.26	201	14.08	43	14.08	5	4.97	345	13.03	80	13.03	11
5.55	156	14.88	26	14.88	2	5.25	271	13.78	50	13.78	5
5.85	120	15.69	16	15.69	1	5.53	211	14.53	31	14.53	2
6.15	91	16.50	9	16.50	0	5.82	164	15.29	19	15.29	1
6.44	69	17.31	6	17.31	0	6.10	126	16.04	12	16.04	0
6.74	52	18.11	3	18.11	0	6.38	97	16.79	7	16.79	0
7.04	39	18.92	2	18.92	0	6.67	74	17.54	4	17.54	0
7.33	29	19.73	1	19.73	0	6.95	56	18.30	3	18.30	0
7.63	22	20.53	1	20.53	0	7.23	42	19.05	2	19.05	0
7.93	16	21.34	0	21.34	0	7.52	32	19.80	1	19.80	0
8.22	12	22.15	0	22.15	0	7.80	24	20.55	1	20.55	0
8.52	9	22.95	0	22.95	0	8.09	18	21.30	0	21.30	0
8.82	7	23.76	0	23.76	0	8.37	14	22.06	0	22.06	0
9.11	5	24.57	0	24.57	0	8.65	10	22.81	0	22.81	0
9.41	4	25.37	0	25.37	0	8.94	8	23.56	0	23.56	0
9.71	3	26.18	0	26.18	0	9.22	6	24.31	0	24.31	0
10.00	2	26.99	0	26.99	0	9.50	4	25.07	0	25.07	0
10.30	1	27.80	0	27.80	0	9.79	3	25.82	0	25.82	0
10.60	1	28.60	0	28.60	0	10.07	2	26.57	0	26.57	0
10.89	1	29.41	0	29.41	0	10.35	2	27.32	0	27.32	0
11.19	1	30.22	0	30.22	0	10.64	1	28.08	0	28.08	0
11.49	0	31.02	0	31.02	0	10.92	1	28.83	0	28.83	0
11.78	0	31.83	0	31.83	0	11.21	1	29.58	0	29.58	0
12.08	0	32.64	0	32.64	0	11.49	1	30.33	0	30.33	0
12.38	0	33.44	0	33.44	0	11.77	0	31.08	0	31.08	0
12.67	0	34.25	0	34.25	0	12.06	0	31.84	0	31.84	0
12.97	0	35.06	0	35.06	0	12.34	0	32.59	0	32.59	0
13.27	0	35.87	0	35.87	0	12.62	0	33.34	0	33.34	0
13.56	0	36.67	0	36.67	0	12.91	0	34.09	0	34.09	0
13.86	0	37.48	0	37.48	0	13.19	0	34.85	0	34.85	0
14.16	0	38.29	0	38.29	0	13.48	0	35.60	0	35.60	0
14.45	0	39.09	0	39.09	0	13.76	0	36.35	0	36.35	0
14.75	0	39.90	0	39.90	0	14.04	0	37.10	0	37.10	0
15.05	0	40.71	0	40.71	0	14.33	0	37.85	0	37.85	0
15.34	0	41.51	0	41.51	0	14.61	0	38.61	0	38.61	0

Torrente Argentina a Ponte Gavano											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>553</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>498</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>415</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>869</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>782</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>652</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>5.853</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>8.117</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>10.547</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>8.947</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>12.123</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>15.403</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.20	0	0.33	0	0.33	0	0.13	0	0.22	0	0.22	0
0.20	0	0.33	0	0.33	0	0.13	0	0.22	0	0.22	0
0.45	37	1.04	72	1.04	114	0.38	55	0.88	104	0.88	163
0.71	112	1.75	187	1.75	248	0.63	167	1.54	276	1.54	365
0.97	196	2.45	288	2.45	332	0.87	295	2.19	432	2.19	500
1.23	276	3.16	364	3.16	376	1.12	420	2.85	552	2.85	576
1.49	347	3.86	415	3.86	397	1.36	532	3.50	637	3.50	616
1.74	408	4.57	449	4.57	407	1.61	628	4.16	695	4.16	635
2.00	457	5.28	471	5.28	412	1.86	709	4.81	733	4.81	644
2.26	497	5.98	484	5.98	414	2.10	774	5.47	757	5.47	649
2.52	528	6.69	493	6.69	414	2.35	827	6.13	772	6.13	651
2.78	553	7.39	498	7.39	415	2.60	869	6.78	782	6.78	652
2.78	553	7.39	498	7.39	415	2.60	869	6.78	782	6.78	652
3.03	535	8.10	429	8.10	301	2.84	847	7.44	684	7.44	490
3.29	475	8.81	315	8.81	167	3.09	760	8.09	515	8.09	287
3.55	402	9.51	215	9.51	83	3.33	652	8.75	362	8.75	152
3.81	330	10.22	141	10.22	39	3.58	543	9.40	244	9.40	76
4.07	265	10.92	89	10.92	18	3.83	442	10.06	159	10.06	37
4.32	209	11.63	55	11.63	8	4.07	354	10.72	102	10.72	17
4.58	163	12.34	34	12.34	3	4.32	281	11.37	64	11.37	8
4.84	126	13.04	20	13.04	1	4.56	220	12.03	40	12.03	4
5.10	97	13.75	12	13.75	1	4.81	171	12.68	25	12.68	2
5.36	73	14.45	7	14.45	0	5.06	132	13.34	15	13.34	1
5.61	56	15.16	4	15.16	0	5.30	102	13.99	9	13.99	0
5.87	42	15.87	2	15.87	0	5.55	78	14.65	6	14.65	0
6.13	31	16.57	1	16.57	0	5.80	59	15.31	3	15.31	0
6.39	23	17.28	1	17.28	0	6.04	45	15.96	2	15.96	0
6.64	17	17.98	0	17.98	0	6.29	34	16.62	1	16.62	0
6.90	13	18.69	0	18.69	0	6.53	26	17.27	1	17.27	0
7.16	10	19.40	0	19.40	0	6.78	19	17.93	0	17.93	0
7.42	7	20.10	0	20.10	0	7.03	14	18.58	0	18.58	0
7.68	5	20.81	0	20.81	0	7.27	11	19.24	0	19.24	0
7.93	4	21.51	0	21.51	0	7.52	8	19.90	0	19.90	0
8.19	3	22.22	0	22.22	0	7.76	6	20.55	0	20.55	0
8.45	2	22.92	0	22.92	0	8.01	4	21.21	0	21.21	0
8.71	2	23.63	0	23.63	0	8.26	3	21.86	0	21.86	0
8.97	1	24.34	0	24.34	0	8.50	2	22.52	0	22.52	0
9.22	1	25.04	0	25.04	0	8.75	2	23.17	0	23.17	0
9.48	1	25.75	0	25.75	0	9.00	1	23.83	0	23.83	0
9.74	0	26.45	0	26.45	0	9.24	1	24.49	0	24.49	0
10.00	0	27.16	0	27.16	0	9.49	1	25.14	0	25.14	0
10.26	0	27.87	0	27.87	0	9.73	1	25.80	0	25.80	0
10.51	0	28.57	0	28.57	0	9.98	0	26.45	0	26.45	0
10.77	0	29.28	0	29.28	0	10.23	0	27.11	0	27.11	0
11.03	0	29.98	0	29.98	0	10.47	0	27.76	0	27.76	0
11.29	0	30.69	0	30.69	0	10.72	0	28.42	0	28.42	0
11.54	0	31.40	0	31.40	0	10.96	0	29.08	0	29.08	0
11.80	0	32.10	0	32.10	0	11.21	0	29.73	0	29.73	0
12.06	0	32.81	0	32.81	0	11.46	0	30.39	0	30.39	0
12.32	0	33.51	0	33.51	0	11.70	0	31.04	0	31.04	0
12.58	0	34.22	0	34.22	0	11.95	0	31.70	0	31.70	0
12.83	0	34.93	0	34.93	0	12.20	0	32.35	0	32.35	0
13.09	0	35.63	0	35.63	0	12.44	0	33.01	0	33.01	0
13.35	0	36.34	0	36.34	0	12.69	0	33.67	0	33.67	0

Torrente Argentina a valle confluenza T. Capriolo											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>491</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>442</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>368</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>773</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>696</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>580</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>6.100</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>8.450</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>10.966</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>9.344</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>12.649</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>16.054</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.23	0	0.39	0	0.39	0	0.15	0	0.26	0	0.26	0
0.23	0	0.39	0	0.39	0	0.15	0	0.26	0	0.26	0
0.53	33	1.21	64	1.21	101	0.44	49	1.03	93	1.03	144
0.83	99	2.04	166	2.04	220	0.73	148	1.80	245	1.80	324
1.13	173	2.87	255	2.87	294	1.02	262	2.56	383	2.56	444
1.44	245	3.69	322	3.69	333	1.31	373	3.33	490	3.33	512
1.74	308	4.52	368	4.52	353	1.60	472	4.10	566	4.10	547
2.04	362	5.35	399	5.35	361	1.89	558	4.87	617	4.87	565
2.34	406	6.17	418	6.17	365	2.18	630	5.64	651	5.64	573
2.65	441	7.00	430	7.00	367	2.46	689	6.40	673	6.40	577
2.95	469	7.83	437	7.83	368	2.75	736	7.17	687	7.17	579
3.25	491	8.65	442	8.65	368	3.04	773	7.94	696	7.94	580
3.25	491	8.65	442	8.65	368	3.04	773	7.94	696	7.94	580
3.55	475	9.48	381	9.48	267	3.33	753	8.71	609	8.71	436
3.86	422	10.31	281	10.31	149	3.62	677	9.48	459	9.48	256
4.16	357	11.13	192	11.13	74	3.91	581	10.25	323	10.25	136
4.46	294	11.96	125	11.96	35	4.20	484	11.01	218	11.01	69
4.76	236	12.79	80	12.79	16	4.49	394	11.78	142	11.78	33
5.07	187	13.61	50	13.61	7	4.77	316	12.55	91	12.55	16
5.37	146	14.44	30	14.44	3	5.06	251	13.32	58	13.32	7
5.67	113	15.27	18	15.27	1	5.35	197	14.09	36	14.09	3
5.97	86	16.09	11	16.09	1	5.64	153	14.86	22	14.86	2
6.28	66	16.92	7	16.92	0	5.93	118	15.62	14	15.62	1
6.58	50	17.75	4	17.75	0	6.22	91	16.39	8	16.39	0
6.88	37	18.57	2	18.57	0	6.51	70	17.16	5	17.16	0
7.18	28	19.40	1	19.40	0	6.80	53	17.93	3	17.93	0
7.49	21	20.23	1	20.23	0	7.08	40	18.70	2	18.70	0
7.79	16	21.05	0	21.05	0	7.37	30	19.47	1	19.47	0
8.09	12	21.88	0	21.88	0	7.66	23	20.23	1	20.23	0
8.39	9	22.71	0	22.71	0	7.95	17	21.00	0	21.00	0
8.70	6	23.53	0	23.53	0	8.24	13	21.77	0	21.77	0
9.00	5	24.36	0	24.36	0	8.53	10	22.54	0	22.54	0
9.30	3	25.19	0	25.19	0	8.82	7	23.31	0	23.31	0
9.60	3	26.01	0	26.01	0	9.11	5	24.08	0	24.08	0
9.91	2	26.84	0	26.84	0	9.39	4	24.84	0	24.84	0
10.21	1	27.67	0	27.67	0	9.68	3	25.61	0	25.61	0
10.51	1	28.49	0	28.49	0	9.97	2	26.38	0	26.38	0
10.81	1	29.32	0	29.32	0	10.26	2	27.15	0	27.15	0
11.12	1	30.15	0	30.15	0	10.55	1	27.92	0	27.92	0
11.42	0	30.97	0	30.97	0	10.84	1	28.69	0	28.69	0
11.72	0	31.80	0	31.80	0	11.13	1	29.45	0	29.45	0
12.02	0	32.63	0	32.63	0	11.42	0	30.22	0	30.22	0
12.33	0	33.45	0	33.45	0	11.70	0	30.99	0	30.99	0
12.63	0	34.28	0	34.28	0	11.99	0	31.76	0	31.76	0
12.93	0	35.11	0	35.11	0	12.28	0	32.53	0	32.53	0
13.23	0	35.93	0	35.93	0	12.57	0	33.30	0	33.30	0
13.54	0	36.76	0	36.76	0	12.86	0	34.06	0	34.06	0
13.84	0	37.59	0	37.59	0	13.15	0	34.83	0	34.83	0
14.14	0	38.41	0	38.41	0	13.44	0	35.60	0	35.60	0
14.44	0	39.24	0	39.24	0	13.73	0	36.37	0	36.37	0
14.75	0	40.07	0	40.07	0	14.01	0	37.14	0	37.14	0
15.05	0	40.89	0	40.89	0	14.30	0	37.91	0	37.91	0
15.35	0	41.72	0	41.72	0	14.59	0	38.67	0	38.67	0
15.65	0	42.55	0	42.55	0	14.88	0	39.44	0	39.44	0

Torrente Argentina a monte confluenza T. Capiolo											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>354</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>319</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>266</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>557</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>501</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>418</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>3.766</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>5.247</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>6.848</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>5.758</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>7.829</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>9.979</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.21	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.24	0	0.24	0
0.21	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.24	0	0.24	0
0.47	24	1.07	47	1.07	75	0.39	36	0.90	68	0.90	106
0.73	72	1.79	121	1.79	161	0.64	108	1.57	179	1.57	236
0.99	126	2.51	186	2.51	214	0.89	190	2.23	279	2.23	323
1.25	178	3.22	234	3.22	242	1.13	270	2.89	356	2.89	371
1.51	223	3.94	267	3.94	255	1.38	342	3.55	410	3.55	395
1.77	262	4.65	289	4.65	261	1.63	404	4.22	446	4.22	408
2.03	293	5.37	302	5.37	264	1.88	455	4.88	470	4.88	413
2.29	319	6.09	310	6.09	265	2.13	497	5.54	486	5.54	416
2.55	339	6.80	316	6.80	265	2.37	531	6.21	495	6.21	417
2.81	354	7.52	319	7.52	266	2.62	557	6.87	501	6.87	418
2.81	354	7.52	319	7.52	266	2.62	557	6.87	501	6.87	418
3.07	342	8.23	274	8.23	191	2.87	542	7.53	437	7.53	312
3.33	303	8.95	200	8.95	105	3.12	486	8.19	329	8.19	182
3.59	256	9.67	136	9.67	51	3.37	416	8.86	230	8.86	95
3.85	209	10.38	88	10.38	24	3.61	345	9.52	154	9.52	47
4.11	168	11.10	56	11.10	11	3.86	281	10.18	100	10.18	23
4.37	132	11.81	34	11.81	5	4.11	225	10.85	64	10.85	11
4.63	103	12.53	21	12.53	2	4.36	177	11.51	40	11.51	5
4.89	79	13.25	13	13.25	1	4.60	139	12.17	25	12.17	2
5.15	60	13.96	7	13.96	0	4.85	108	12.83	15	12.83	1
5.41	46	14.68	4	14.68	0	5.10	83	13.50	9	13.50	0
5.67	35	15.39	3	15.39	0	5.35	64	14.16	6	14.16	0
5.93	26	16.11	1	16.11	0	5.60	49	14.82	3	14.82	0
6.19	19	16.83	1	16.83	0	5.84	37	15.49	2	15.49	0
6.45	14	17.54	0	17.54	0	6.09	28	16.15	1	16.15	0
6.71	11	18.26	0	18.26	0	6.34	21	16.81	1	16.81	0
6.97	8	18.97	0	18.97	0	6.59	16	17.47	0	17.47	0
7.23	6	19.69	0	19.69	0	6.84	12	18.14	0	18.14	0
7.49	4	20.41	0	20.41	0	7.08	9	18.80	0	18.80	0
7.75	3	21.12	0	21.12	0	7.33	7	19.46	0	19.46	0
8.01	2	21.84	0	21.84	0	7.58	5	20.13	0	20.13	0
8.27	2	22.55	0	22.55	0	7.83	4	20.79	0	20.79	0
8.53	1	23.27	0	23.27	0	8.08	3	21.45	0	21.45	0
8.79	1	23.99	0	23.99	0	8.32	2	22.11	0	22.11	0
9.05	1	24.70	0	24.70	0	8.57	1	22.78	0	22.78	0
9.31	0	25.42	0	25.42	0	8.82	1	23.44	0	23.44	0
9.57	0	26.13	0	26.13	0	9.07	1	24.10	0	24.10	0
9.83	0	26.85	0	26.85	0	9.32	1	24.77	0	24.77	0
10.09	0	27.57	0	27.57	0	9.56	0	25.43	0	25.43	0
10.35	0	28.28	0	28.28	0	9.81	0	26.09	0	26.09	0
10.61	0	29.00	0	29.00	0	10.06	0	26.75	0	26.75	0
10.88	0	29.71	0	29.71	0	10.31	0	27.42	0	27.42	0
11.14	0	30.43	0	30.43	0	10.55	0	28.08	0	28.08	0
11.40	0	31.15	0	31.15	0	10.80	0	28.74	0	28.74	0
11.66	0	31.86	0	31.86	0	11.05	0	29.41	0	29.41	0
11.92	0	32.58	0	32.58	0	11.30	0	30.07	0	30.07	0
12.18	0	33.29	0	33.29	0	11.55	0	30.73	0	30.73	0
12.44	0	34.01	0	34.01	0	11.79	0	31.39	0	31.39	0
12.70	0	34.73	0	34.73	0	12.04	0	32.06	0	32.06	0
12.96	0	35.44	0	35.44	0	12.29	0	32.72	0	32.72	0
13.22	0	36.16	0	36.16	0	12.54	0	33.38	0	33.38	0
13.48	0	36.88	0	36.88	0	12.79	0	34.05	0	34.05	0

Torrente Oxentina alla confluenza nel T. Argentina											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>187</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>168</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>140</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>295</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>266</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>221</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>1.482</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.001</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.527</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.278</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>3.007</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>3.718</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.18	0	0.32	0	0.32	0	0.13	0	0.22	0	0.22	0
0.18	0	0.32	0	0.32	0	0.13	0	0.22	0	0.22	0
0.37	12	0.82	22	0.82	34	0.31	18	0.68	33	0.68	49
0.56	36	1.32	59	1.32	78	0.49	54	1.15	88	1.15	115
0.75	63	1.82	93	1.82	107	0.67	96	1.61	139	1.61	161
0.94	90	2.32	118	2.32	123	0.85	138	2.08	180	2.08	189
1.13	114	2.82	137	2.82	132	1.03	176	2.55	210	2.55	205
1.32	135	3.32	149	3.32	136	1.21	209	3.01	231	3.01	213
1.51	152	3.82	158	3.82	139	1.39	237	3.48	246	3.48	218
1.70	167	4.32	163	4.32	140	1.57	261	3.94	255	3.94	220
1.89	178	4.82	166	4.82	140	1.75	280	4.41	261	4.41	221
2.08	187	5.32	168	5.32	140	1.93	295	4.87	266	4.87	221
2.08	187	5.32	168	5.32	140	1.93	295	4.87	266	4.87	221
2.27	182	5.82	147	5.82	106	2.11	290	5.34	236	5.34	172
2.46	164	6.32	111	6.32	63	2.29	263	5.81	182	5.81	107
2.65	140	6.82	78	6.82	33	2.48	228	6.27	131	6.27	60
2.84	117	7.32	53	7.32	17	2.66	193	6.74	91	6.74	32
3.03	95	7.82	35	7.82	8	2.84	159	7.20	61	7.20	17
3.22	76	8.32	22	8.32	4	3.02	129	7.67	41	7.67	8
3.40	60	8.82	14	8.82	2	3.20	104	8.14	26	8.14	4
3.59	47	9.32	9	9.32	1	3.38	83	8.60	17	8.60	2
3.78	37	9.82	5	9.82	0	3.56	65	9.07	11	9.07	1
3.97	28	10.32	3	10.32	0	3.74	51	9.53	7	9.53	0
4.16	22	10.82	2	10.82	0	3.92	40	10.00	4	10.00	0
4.35	17	11.32	1	11.32	0	4.10	31	10.46	3	10.46	0
4.54	13	11.82	1	11.82	0	4.28	24	10.93	2	10.93	0
4.73	10	12.32	0	12.32	0	4.46	18	11.40	1	11.40	0
4.92	7	12.82	0	12.82	0	4.64	14	11.86	1	11.86	0
5.11	6	13.32	0	13.32	0	4.83	11	12.33	0	12.33	0
5.30	4	13.82	0	13.82	0	5.01	8	12.79	0	12.79	0
5.49	3	14.32	0	14.32	0	5.19	6	13.26	0	13.26	0
5.68	2	14.82	0	14.82	0	5.37	5	13.73	0	13.73	0
5.87	2	15.31	0	15.31	0	5.55	4	14.19	0	14.19	0
6.06	1	15.81	0	15.81	0	5.73	3	14.66	0	14.66	0
6.25	1	16.31	0	16.31	0	5.91	2	15.12	0	15.12	0
6.44	1	16.81	0	16.81	0	6.09	2	15.59	0	15.59	0
6.63	1	17.31	0	17.31	0	6.27	1	16.05	0	16.05	0
6.82	0	17.81	0	17.81	0	6.45	1	16.52	0	16.52	0
7.00	0	18.31	0	18.31	0	6.63	1	16.99	0	16.99	0
7.19	0	18.81	0	18.81	0	6.81	1	17.45	0	17.45	0
7.38	0	19.31	0	19.31	0	6.99	0	17.92	0	17.92	0
7.57	0	19.81	0	19.81	0	7.18	0	18.38	0	18.38	0
7.76	0	20.31	0	20.31	0	7.36	0	18.85	0	18.85	0
7.95	0	20.81	0	20.81	0	7.54	0	19.32	0	19.32	0
8.14	0	21.31	0	21.31	0	7.72	0	19.78	0	19.78	0
8.33	0	21.81	0	21.81	0	7.90	0	20.25	0	20.25	0
8.52	0	22.31	0	22.31	0	8.08	0	20.71	0	20.71	0
8.71	0	22.81	0	22.81	0	8.26	0	21.18	0	21.18	0
8.90	0	23.31	0	23.31	0	8.44	0	21.64	0	21.64	0
9.09	0	23.81	0	23.81	0	8.62	0	22.11	0	22.11	0
9.28	0	24.31	0	24.31	0	8.80	0	22.58	0	22.58	0
9.47	0	24.81	0	24.81	0	8.98	0	23.04	0	23.04	0
9.66	0	25.31	0	25.31	0	9.16	0	23.51	0	23.51	0
9.85	0	25.81	0	25.81	0	9.34	0	23.97	0	23.97	0

Torrente Oxentina a monte confluenza R. Ruglio											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>154</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>139</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>116</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>241</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>217</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>181</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>1.036</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.407</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.787</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.577</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.094</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.602</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.17	0	0.30	0	0.30	0	0.12	0	0.20	0	0.20	0
0.17	0	0.30	0	0.30	0	0.12	0	0.20	0	0.20	0
0.33	10	0.73	19	0.73	29	0.27	15	0.60	27	0.60	41
0.49	30	1.15	50	1.15	65	0.43	45	1.00	73	1.00	95
0.65	53	1.58	77	1.58	89	0.58	79	1.40	115	1.40	133
0.82	75	2.01	98	2.01	102	0.73	113	1.80	149	1.80	156
0.98	95	2.44	113	2.44	109	0.89	145	2.20	173	2.20	168
1.14	112	2.87	123	2.87	113	1.04	172	2.60	190	2.60	175
1.30	126	3.30	130	3.30	114	1.20	195	3.00	201	3.00	178
1.46	138	3.73	134	3.73	115	1.35	213	3.39	209	3.39	180
1.62	147	4.16	137	4.16	115	1.50	229	3.79	214	3.79	180
1.79	154	4.59	139	4.59	116	1.66	241	4.19	217	4.19	181
1.79	154	4.59	139	4.59	116	1.66	241	4.19	217	4.19	181
1.95	150	5.02	121	5.02	86	1.81	236	4.59	192	4.59	140
2.11	134	5.45	91	5.45	50	1.97	214	4.99	147	4.99	86
2.27	115	5.88	63	5.88	26	2.12	185	5.39	106	5.39	48
2.43	95	6.31	42	6.31	13	2.27	156	5.79	73	5.79	25
2.59	77	6.74	28	6.74	6	2.43	128	6.19	49	6.19	13
2.76	62	7.17	18	7.17	3	2.58	104	6.59	32	6.59	6
2.92	49	7.60	11	7.60	1	2.74	83	6.99	21	6.99	3
3.08	38	8.02	7	8.02	1	2.89	66	7.39	13	7.39	2
3.24	29	8.45	4	8.45	0	3.04	52	7.78	8	7.78	1
3.40	23	8.88	3	8.88	0	3.20	41	8.18	5	8.18	0
3.56	17	9.31	2	9.31	0	3.35	31	8.58	3	8.58	0
3.72	13	9.74	1	9.74	0	3.51	24	8.98	2	8.98	0
3.89	10	10.17	1	10.17	0	3.66	19	9.38	1	9.38	0
4.05	8	10.60	0	10.60	0	3.81	14	9.78	1	9.78	0
4.21	6	11.03	0	11.03	0	3.97	11	10.18	0	10.18	0
4.37	4	11.46	0	11.46	0	4.12	8	10.58	0	10.58	0
4.53	3	11.89	0	11.89	0	4.28	6	10.98	0	10.98	0
4.69	2	12.32	0	12.32	0	4.43	5	11.38	0	11.38	0
4.86	2	12.75	0	12.75	0	4.58	4	11.78	0	11.78	0
5.02	1	13.18	0	13.18	0	4.74	3	12.17	0	12.17	0
5.18	1	13.61	0	13.61	0	4.89	2	12.57	0	12.57	0
5.34	1	14.04	0	14.04	0	5.05	2	12.97	0	12.97	0
5.50	1	14.47	0	14.47	0	5.20	1	13.37	0	13.37	0
5.66	0	14.90	0	14.90	0	5.35	1	13.77	0	13.77	0
5.83	0	15.32	0	15.32	0	5.51	1	14.17	0	14.17	0
5.99	0	15.75	0	15.75	0	5.66	0	14.57	0	14.57	0
6.15	0	16.18	0	16.18	0	5.82	0	14.97	0	14.97	0
6.31	0	16.61	0	16.61	0	5.97	0	15.37	0	15.37	0
6.47	0	17.04	0	17.04	0	6.12	0	15.77	0	15.77	0
6.63	0	17.47	0	17.47	0	6.28	0	16.16	0	16.16	0
6.80	0	17.90	0	17.90	0	6.43	0	16.56	0	16.56	0
6.96	0	18.33	0	18.33	0	6.59	0	16.96	0	16.96	0
7.12	0	18.76	0	18.76	0	6.74	0	17.36	0	17.36	0
7.28	0	19.19	0	19.19	0	6.89	0	17.76	0	17.76	0
7.44	0	19.62	0	19.62	0	7.05	0	18.16	0	18.16	0
7.60	0	20.05	0	20.05	0	7.20	0	18.56	0	18.56	0
7.77	0	20.48	0	20.48	0	7.36	0	18.96	0	18.96	0
7.93	0	20.91	0	20.91	0	7.51	0	19.36	0	19.36	0
8.09	0	21.34	0	21.34	0	7.66	0	19.76	0	19.76	0
8.25	0	21.77	0	21.77	0	7.82	0	20.16	0	20.16	0
8.41	0	22.19	0	22.19	0	7.97	0	20.55	0	20.55	0



Torrente Carpasina alla confluenza nel T. Argentina											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>122</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>110</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>92</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>191</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>172</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>143</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.898</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.230</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.576</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.365</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.825</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.282</b>
Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>	Tempo, t	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.21	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.25	0	0.25	0
0.21	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.25	0	0.25	0
0.38	8	0.84	15	0.84	24	0.31	12	0.69	22	0.69	34
0.56	24	1.32	40	1.32	53	0.48	36	1.13	59	1.13	77
0.74	42	1.80	62	1.80	72	0.65	64	1.57	93	1.57	107
0.92	60	2.27	79	2.27	82	0.82	91	2.02	119	2.02	125
1.10	76	2.75	91	2.75	87	0.99	116	2.46	138	2.46	134
1.27	89	3.23	98	3.23	90	1.16	137	2.90	151	2.90	139
1.45	100	3.71	103	3.71	91	1.33	155	3.34	160	3.34	141
1.63	109	4.18	107	4.18	91	1.50	170	3.78	166	3.78	142
1.81	116	4.66	109	4.66	91	1.67	181	4.22	170	4.22	143
1.99	122	5.14	110	5.14	92	1.84	191	4.67	172	4.67	143
1.99	122	5.14	110	5.14	92	1.84	191	4.67	172	4.67	143
2.16	118	5.62	95	5.62	68	2.01	187	5.11	151	5.11	110
2.34	106	6.10	71	6.10	39	2.18	169	5.55	116	5.55	66
2.52	90	6.57	49	6.57	20	2.34	145	5.99	82	5.99	36
2.70	74	7.05	32	7.05	10	2.51	122	6.43	56	6.43	19
2.88	60	7.53	21	7.53	5	2.68	100	6.88	37	6.88	9
3.05	48	8.01	13	8.01	2	2.85	81	7.32	24	7.32	5
3.23	37	8.49	8	8.49	1	3.02	64	7.76	16	7.76	2
3.41	29	8.96	5	8.96	0	3.19	51	8.20	10	8.20	1
3.59	22	9.44	3	9.44	0	3.36	40	8.64	6	8.64	0
3.77	17	9.92	2	9.92	0	3.53	31	9.09	4	9.09	0
3.94	13	10.40	1	10.40	0	3.70	24	9.53	2	9.53	0
4.12	10	10.88	1	10.88	0	3.87	18	9.97	1	9.97	0
4.30	7	11.35	0	11.35	0	4.04	14	10.41	1	10.41	0
4.48	6	11.83	0	11.83	0	4.21	11	10.85	1	10.85	0
4.66	4	12.31	0	12.31	0	4.38	8	11.29	0	11.29	0
4.84	3	12.79	0	12.79	0	4.55	6	11.74	0	11.74	0
5.01	2	13.27	0	13.27	0	4.71	5	12.18	0	12.18	0
5.19	2	13.74	0	13.74	0	4.88	4	12.62	0	12.62	0
5.37	1	14.22	0	14.22	0	5.05	3	13.06	0	13.06	0
5.55	1	14.70	0	14.70	0	5.22	2	13.50	0	13.50	0
5.73	1	15.18	0	15.18	0	5.39	2	13.95	0	13.95	0
5.90	1	15.66	0	15.66	0	5.56	1	14.39	0	14.39	0
6.08	0	16.13	0	16.13	0	5.73	1	14.83	0	14.83	0
6.26	0	16.61	0	16.61	0	5.90	1	15.27	0	15.27	0
6.44	0	17.09	0	17.09	0	6.07	0	15.71	0	15.71	0
6.62	0	17.57	0	17.57	0	6.24	0	16.16	0	16.16	0
6.79	0	18.05	0	18.05	0	6.41	0	16.60	0	16.60	0
6.97	0	18.52	0	18.52	0	6.58	0	17.04	0	17.04	0
7.15	0	19.00	0	19.00	0	6.75	0	17.48	0	17.48	0
7.33	0	19.48	0	19.48	0	6.92	0	17.92	0	17.92	0
7.51	0	19.96	0	19.96	0	7.09	0	18.36	0	18.36	0
7.68	0	20.44	0	20.44	0	7.25	0	18.81	0	18.81	0
7.86	0	20.91	0	20.91	0	7.42	0	19.25	0	19.25	0
8.04	0	21.39	0	21.39	0	7.59	0	19.69	0	19.69	0
8.22	0	21.87	0	21.87	0	7.76	0	20.13	0	20.13	0
8.40	0	22.35	0	22.35	0	7.93	0	20.57	0	20.57	0
8.57	0	22.83	0	22.83	0	8.10	0	21.02	0	21.02	0
8.75	0	23.30	0	23.30	0	8.27	0	21.46	0	21.46	0
8.93	0	23.78	0	23.78	0	8.44	0	21.90	0	21.90	0
9.11	0	24.26	0	24.26	0	8.61	0	22.34	0	22.34	0
9.29	0	24.74	0	24.74	0	8.78	0	22.78	0	22.78	0

Torrente Carpasina a monte confluenza Rio S. Antonio											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>104</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>94</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>78</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>163</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>147</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>122</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.751</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.030</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.321</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.144</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.529</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.914</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.20	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.25	0	0.25	0
0.20	0	0.36	0	0.36	0	0.14	0	0.25	0	0.25	0
0.38	7	0.83	13	0.83	21	0.31	10	0.68	19	0.68	29
0.55	21	1.30	34	1.30	45	0.47	31	1.11	50	1.11	66
0.73	36	1.77	53	1.77	61	0.64	54	1.55	79	1.55	92
0.90	51	2.24	67	2.24	70	0.81	78	1.98	102	1.98	106
1.08	65	2.71	77	2.71	74	0.97	99	2.42	118	2.42	114
1.25	76	3.18	84	3.18	76	1.14	117	2.85	129	2.85	119
1.43	86	3.65	88	3.65	77	1.31	132	3.29	137	3.29	121
1.60	93	4.12	91	4.12	78	1.47	145	3.72	142	3.72	122
1.78	99	4.59	93	4.59	78	1.64	155	4.15	145	4.15	122
1.95	104	5.06	94	5.06	78	1.80	163	4.59	147	4.59	122
1.95	104	5.06	94	5.06	78	1.80	163	4.59	147	4.59	122
2.13	101	5.53	81	5.53	58	1.97	159	5.02	129	5.02	93
2.30	90	6.00	60	6.00	33	2.14	144	5.46	98	5.46	56
2.48	76	6.47	42	6.47	17	2.30	124	5.89	70	5.89	31
2.65	63	6.94	28	6.94	8	2.47	104	6.32	48	6.32	16
2.83	51	7.41	18	7.41	4	2.64	85	6.76	32	6.76	8
3.00	40	7.88	11	7.88	2	2.80	69	7.19	21	7.19	4
3.18	32	8.35	7	8.35	1	2.97	55	7.63	13	7.63	2
3.35	25	8.82	4	8.82	0	3.13	43	8.06	8	8.06	1
3.53	19	9.29	3	9.29	0	3.30	34	8.50	5	8.50	0
3.70	14	9.76	2	9.76	0	3.47	26	8.93	3	8.93	0
3.88	11	10.23	1	10.23	0	3.63	20	9.36	2	9.36	0
4.05	8	10.70	1	10.70	0	3.80	16	9.80	1	9.80	0
4.23	6	11.17	0	11.17	0	3.97	12	10.23	1	10.23	0
4.40	5	11.64	0	11.64	0	4.13	9	10.67	0	10.67	0
4.58	4	12.11	0	12.11	0	4.30	7	11.10	0	11.10	0
4.75	3	12.58	0	12.58	0	4.47	5	11.53	0	11.53	0
4.93	2	13.05	0	13.05	0	4.63	4	11.97	0	11.97	0
5.10	1	13.52	0	13.52	0	4.80	3	12.40	0	12.40	0
5.28	1	13.99	0	13.99	0	4.96	2	12.84	0	12.84	0
5.45	1	14.46	0	14.46	0	5.13	2	13.27	0	13.27	0
5.63	1	14.93	0	14.93	0	5.30	1	13.71	0	13.71	0
5.80	0	15.40	0	15.40	0	5.46	1	14.14	0	14.14	0
5.98	0	15.87	0	15.87	0	5.63	1	14.57	0	14.57	0
6.15	0	16.34	0	16.34	0	5.80	1	15.01	0	15.01	0
6.33	0	16.81	0	16.81	0	5.96	0	15.44	0	15.44	0
6.50	0	17.28	0	17.28	0	6.13	0	15.88	0	15.88	0
6.68	0	17.75	0	17.75	0	6.29	0	16.31	0	16.31	0
6.85	0	18.22	0	18.22	0	6.46	0	16.75	0	16.75	0
7.03	0	18.69	0	18.69	0	6.63	0	17.18	0	17.18	0
7.20	0	19.16	0	19.16	0	6.79	0	17.61	0	17.61	0
7.37	0	19.63	0	19.63	0	6.96	0	18.05	0	18.05	0
7.55	0	20.10	0	20.10	0	7.13	0	18.48	0	18.48	0
7.72	0	20.57	0	20.57	0	7.29	0	18.92	0	18.92	0
7.90	0	21.04	0	21.04	0	7.46	0	19.35	0	19.35	0
8.07	0	21.51	0	21.51	0	7.62	0	19.78	0	19.78	0
8.25	0	21.98	0	21.98	0	7.79	0	20.22	0	20.22	0
8.42	0	22.45	0	22.45	0	7.96	0	20.65	0	20.65	0
8.60	0	22.92	0	22.92	0	8.12	0	21.09	0	21.09	0
8.77	0	23.39	0	23.39	0	8.29	0	21.52	0	21.52	0
8.95	0	23.86	0	23.86	0	8.46	0	21.96	0	21.96	0
9.12	0	24.33	0	24.33	0	8.62	0	22.39	0	22.39	0

Torrente Carpasina a Ponte Passetto											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p, mc/s =$	<b>94</b>	$q_p, mc/s =$	<b>85</b>	$q_p, mc/s =$	<b>71</b>	$q_p, mc/s =$	<b>148</b>	$q_p, mc/s =$	<b>133</b>	$q_p, mc/s =$	<b>111</b>
$V_p, Mmc =$	<b>0.644</b>	$V_p, Mmc =$	<b>0.889</b>	$V_p, Mmc =$	<b>1.147</b>	$V_p, Mmc =$	<b>0.983</b>	$V_p, Mmc =$	<b>1.321</b>	$V_p, Mmc =$	<b>1.662</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.21	0	0.37	0	0.37	0	0.14	0	0.25	0	0.25	0
0.21	0	0.37	0	0.37	0	0.14	0	0.25	0	0.25	0
0.38	6	0.82	12	0.82	19	0.30	9	0.67	17	0.67	27
0.54	19	1.27	32	1.27	42	0.46	28	1.08	46	1.08	61
0.71	33	1.72	49	1.72	56	0.62	50	1.50	73	1.50	84
0.88	47	2.17	62	2.17	64	0.78	71	1.91	93	1.91	97
1.04	59	2.62	70	2.62	67	0.94	90	2.33	108	2.33	104
1.21	69	3.08	76	3.08	69	1.09	107	2.74	118	2.74	108
1.38	78	3.53	80	3.53	70	1.25	120	3.16	124	3.16	110
1.54	84	3.98	82	3.98	70	1.41	132	3.57	129	3.57	110
1.71	90	4.43	84	4.43	70	1.57	141	3.99	131	3.99	111
1.88	94	4.88	85	4.88	71	1.73	148	4.40	133	4.40	111
1.88	94	4.88	85	4.88	71	1.73	148	4.40	133	4.40	111
2.04	91	5.33	73	5.33	51	1.88	144	4.82	117	4.82	84
2.21	81	5.79	54	5.79	29	2.04	130	5.23	89	5.23	50
2.38	68	6.24	37	6.24	15	2.20	112	5.65	63	5.65	27
2.54	56	6.69	24	6.69	7	2.36	93	6.06	43	6.06	14
2.71	45	7.14	15	7.14	3	2.52	76	6.48	28	6.48	7
2.88	36	7.59	10	7.59	1	2.68	61	6.90	18	6.90	3
3.04	28	8.04	6	8.04	1	2.83	49	7.31	12	7.31	2
3.21	22	8.49	4	8.49	0	2.99	38	7.73	7	7.73	1
3.38	17	8.95	2	8.95	0	3.15	30	8.14	5	8.14	0
3.54	13	9.40	1	9.40	0	3.31	23	8.56	3	8.56	0
3.71	10	9.85	1	9.85	0	3.47	18	8.97	2	8.97	0
3.88	7	10.30	0	10.30	0	3.62	14	9.39	1	9.39	0
4.04	5	10.75	0	10.75	0	3.78	10	9.80	1	9.80	0
4.21	4	11.20	0	11.20	0	3.94	8	10.22	0	10.22	0
4.38	3	11.66	0	11.66	0	4.10	6	10.63	0	10.63	0
4.54	2	12.11	0	12.11	0	4.26	5	11.05	0	11.05	0
4.71	2	12.56	0	12.56	0	4.41	3	11.46	0	11.46	0
4.88	1	13.01	0	13.01	0	4.57	3	11.88	0	11.88	0
5.04	1	13.46	0	13.46	0	4.73	2	12.29	0	12.29	0
5.21	1	13.91	0	13.91	0	4.89	1	12.71	0	12.71	0
5.38	0	14.36	0	14.36	0	5.05	1	13.12	0	13.12	0
5.54	0	14.82	0	14.82	0	5.21	1	13.54	0	13.54	0
5.71	0	15.27	0	15.27	0	5.36	1	13.95	0	13.95	0
5.88	0	15.72	0	15.72	0	5.52	0	14.37	0	14.37	0
6.04	0	16.17	0	16.17	0	5.68	0	14.78	0	14.78	0
6.21	0	16.62	0	16.62	0	5.84	0	15.20	0	15.20	0
6.38	0	17.07	0	17.07	0	6.00	0	15.62	0	15.62	0
6.54	0	17.53	0	17.53	0	6.15	0	16.03	0	16.03	0
6.71	0	17.98	0	17.98	0	6.31	0	16.45	0	16.45	0
6.88	0	18.43	0	18.43	0	6.47	0	16.86	0	16.86	0
7.04	0	18.88	0	18.88	0	6.63	0	17.28	0	17.28	0
7.21	0	19.33	0	19.33	0	6.79	0	17.69	0	17.69	0
7.38	0	19.78	0	19.78	0	6.95	0	18.11	0	18.11	0
7.54	0	20.23	0	20.23	0	7.10	0	18.52	0	18.52	0
7.71	0	20.69	0	20.69	0	7.26	0	18.94	0	18.94	0
7.88	0	21.14	0	21.14	0	7.42	0	19.35	0	19.35	0
8.04	0	21.59	0	21.59	0	7.58	0	19.77	0	19.77	0
8.21	0	22.04	0	22.04	0	7.74	0	20.18	0	20.18	0
8.38	0	22.49	0	22.49	0	7.89	0	20.60	0	20.60	0
8.54	0	22.94	0	22.94	0	8.05	0	21.01	0	21.01	0
8.71	0	23.40	0	23.40	0	8.21	0	21.43	0	21.43	0

Torrente Carpasina a Ponte Salini											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>48</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>43</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>36</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>75</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>68</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>56</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.213</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.313</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.432</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.320</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.453</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.601</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.18	0	0.32	0	0.32	0	0.13	0	0.22	0	0.22	0
0.18	0	0.32	0	0.32	0	0.13	0	0.22	0	0.22	0
0.29	4	0.65	8	0.65	13	0.23	5	0.52	11	0.52	17
0.40	11	0.99	19	0.99	25	0.34	16	0.81	27	0.81	36
0.52	19	1.32	28	1.32	31	0.44	28	1.11	41	1.11	47
0.63	26	1.65	34	1.65	34	0.55	39	1.41	51	1.41	52
0.74	32	1.98	38	1.98	35	0.65	48	1.71	58	1.71	54
0.85	37	2.32	40	2.32	36	0.76	56	2.00	62	2.00	56
0.97	41	2.65	42	2.65	36	0.87	63	2.30	64	2.30	56
1.08	44	2.98	43	2.98	36	0.97	68	2.60	66	2.60	56
1.19	46	3.32	43	3.32	36	1.08	72	2.89	67	2.89	56
1.30	48	3.65	43	3.65	36	1.18	75	3.19	68	3.19	56
1.30	48	3.65	43	3.65	36	1.18	75	3.19	68	3.19	56
1.41	46	3.98	36	3.98	23	1.29	72	3.49	57	3.49	39
1.53	39	4.32	25	4.32	11	1.39	63	3.78	41	3.78	20
1.64	32	4.65	16	4.65	5	1.50	53	4.08	27	4.08	10
1.75	26	4.98	9	4.98	2	1.60	43	4.38	17	4.38	4
1.86	20	5.31	5	5.31	1	1.71	34	4.67	11	4.67	2
1.98	15	5.65	3	5.65	0	1.82	26	4.97	6	4.97	1
2.09	11	5.98	2	5.98	0	1.92	20	5.27	4	5.27	0
2.20	8	6.31	1	6.31	0	2.03	15	5.56	2	5.56	0
2.31	6	6.65	1	6.65	0	2.13	12	5.86	1	5.86	0
2.42	5	6.98	0	6.98	0	2.24	9	6.16	1	6.16	0
2.54	3	7.31	0	7.31	0	2.34	6	6.46	0	6.46	0
2.65	2	7.65	0	7.65	0	2.45	5	6.75	0	6.75	0
2.76	2	7.98	0	7.98	0	2.55	4	7.05	0	7.05	0
2.87	1	8.31	0	8.31	0	2.66	3	7.35	0	7.35	0
2.99	1	8.65	0	8.65	0	2.77	2	7.64	0	7.64	0
3.10	1	8.98	0	8.98	0	2.87	1	7.94	0	7.94	0
3.21	0	9.31	0	9.31	0	2.98	1	8.24	0	8.24	0
3.32	0	9.64	0	9.64	0	3.08	1	8.53	0	8.53	0
3.44	0	9.98	0	9.98	0	3.19	1	8.83	0	8.83	0
3.55	0	10.31	0	10.31	0	3.29	0	9.13	0	9.13	0
3.66	0	10.64	0	10.64	0	3.40	0	9.42	0	9.42	0
3.77	0	10.98	0	10.98	0	3.50	0	9.72	0	9.72	0
3.88	0	11.31	0	11.31	0	3.61	0	10.02	0	10.02	0
4.00	0	11.64	0	11.64	0	3.72	0	10.31	0	10.31	0
4.11	0	11.98	0	11.98	0	3.82	0	10.61	0	10.61	0
4.22	0	12.31	0	12.31	0	3.93	0	10.91	0	10.91	0
4.33	0	12.64	0	12.64	0	4.03	0	11.21	0	11.21	0
4.45	0	12.97	0	12.97	0	4.14	0	11.50	0	11.50	0
4.56	0	13.31	0	13.31	0	4.24	0	11.80	0	11.80	0
4.67	0	13.64	0	13.64	0	4.35	0	12.10	0	12.10	0
4.78	0	13.97	0	13.97	0	4.45	0	12.39	0	12.39	0
4.90	0	14.31	0	14.31	0	4.56	0	12.69	0	12.69	0
5.01	0	14.64	0	14.64	0	4.67	0	12.99	0	12.99	0
5.12	0	14.97	0	14.97	0	4.77	0	13.28	0	13.28	0
5.23	0	15.31	0	15.31	0	4.88	0	13.58	0	13.58	0
5.34	0	15.64	0	15.64	0	4.98	0	13.88	0	13.88	0
5.46	0	15.97	0	15.97	0	5.09	0	14.17	0	14.17	0
5.57	0	16.30	0	16.30	0	5.19	0	14.47	0	14.47	0
5.68	0	16.64	0	16.64	0	5.30	0	14.77	0	14.77	0
5.79	0	16.97	0	16.97	0	5.41	0	15.07	0	15.07	0
5.91	0	17.30	0	17.30	0	5.51	0	15.36	0	15.36	0

Torrente Capriolo alla confluenza nel T. Argentina											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>207</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>186</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>155</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>326</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>293</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>244</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>1.422</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.971</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.558</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.175</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>2.943</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>3.732</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.14	0	0.24	0	0.24	0	0.10	0	0.16	0	0.16	0
0.14	0	0.24	0	0.24	0	0.10	0	0.16	0	0.16	0
0.31	14	0.70	27	0.70	43	0.26	21	0.59	39	0.59	61
0.48	42	1.16	70	1.16	93	0.42	63	1.01	103	1.01	136
0.64	73	1.62	108	1.62	124	0.58	111	1.43	162	1.43	187
0.81	103	2.07	136	2.07	141	0.73	157	1.86	207	1.86	216
0.98	130	2.53	155	2.53	149	0.89	199	2.28	239	2.28	231
1.15	153	2.99	168	2.99	152	1.05	236	2.71	260	2.71	238
1.31	171	3.45	176	3.45	154	1.21	266	3.13	275	3.13	242
1.48	186	3.90	181	3.90	155	1.37	290	3.55	284	3.55	243
1.65	198	4.36	184	4.36	155	1.53	310	3.98	290	3.98	244
1.82	207	4.82	186	4.82	155	1.69	326	4.40	293	4.40	244
1.82	207	4.82	186	4.82	155	1.69	326	4.40	293	4.40	244
1.98	200	5.28	160	5.28	113	1.85	318	4.82	257	4.82	184
2.15	178	5.73	118	5.73	62	2.01	285	5.25	194	5.25	108
2.32	150	6.19	81	6.19	31	2.17	245	5.67	136	5.67	58
2.49	123	6.65	53	6.65	15	2.33	204	6.09	92	6.09	29
2.65	99	7.10	33	7.10	7	2.49	166	6.52	60	6.52	14
2.82	78	7.56	21	7.56	3	2.65	133	6.94	39	6.94	7
2.99	61	8.02	13	8.02	1	2.81	106	7.36	24	7.36	3
3.16	47	8.48	8	8.48	1	2.97	83	7.79	15	7.79	1
3.32	36	8.93	5	8.93	0	3.13	64	8.21	9	8.21	1
3.49	27	9.39	3	9.39	0	3.29	50	8.63	6	8.63	0
3.66	21	9.85	2	9.85	0	3.45	38	9.06	4	9.06	0
3.82	16	10.31	1	10.31	0	3.61	29	9.48	2	9.48	0
3.99	12	10.76	1	10.76	0	3.76	22	9.90	1	9.90	0
4.16	9	11.22	0	11.22	0	3.92	17	10.33	1	10.33	0
4.33	6	11.68	0	11.68	0	4.08	13	10.75	0	10.75	0
4.49	5	12.14	0	12.14	0	4.24	10	11.17	0	11.17	0
4.66	4	12.59	0	12.59	0	4.40	7	11.60	0	11.60	0
4.83	3	13.05	0	13.05	0	4.56	5	12.02	0	12.02	0
5.00	2	13.51	0	13.51	0	4.72	4	12.45	0	12.45	0
5.16	1	13.96	0	13.96	0	4.88	3	12.87	0	12.87	0
5.33	1	14.42	0	14.42	0	5.04	2	13.29	0	13.29	0
5.50	1	14.88	0	14.88	0	5.20	2	13.72	0	13.72	0
5.67	1	15.34	0	15.34	0	5.36	1	14.14	0	14.14	0
5.83	0	15.79	0	15.79	0	5.52	1	14.56	0	14.56	0
6.00	0	16.25	0	16.25	0	5.68	1	14.99	0	14.99	0
6.17	0	16.71	0	16.71	0	5.84	1	15.41	0	15.41	0
6.34	0	17.17	0	17.17	0	6.00	0	15.83	0	15.83	0
6.50	0	17.62	0	17.62	0	6.16	0	16.26	0	16.26	0
6.67	0	18.08	0	18.08	0	6.32	0	16.68	0	16.68	0
6.84	0	18.54	0	18.54	0	6.48	0	17.10	0	17.10	0
7.01	0	19.00	0	19.00	0	6.63	0	17.53	0	17.53	0
7.17	0	19.45	0	19.45	0	6.79	0	17.95	0	17.95	0
7.34	0	19.91	0	19.91	0	6.95	0	18.37	0	18.37	0
7.51	0	20.37	0	20.37	0	7.11	0	18.80	0	18.80	0
7.67	0	20.83	0	20.83	0	7.27	0	19.22	0	19.22	0
7.84	0	21.28	0	21.28	0	7.43	0	19.64	0	19.64	0
8.01	0	21.74	0	21.74	0	7.59	0	20.07	0	20.07	0
8.18	0	22.20	0	22.20	0	7.75	0	20.49	0	20.49	0
8.34	0	22.65	0	22.65	0	7.91	0	20.91	0	20.91	0
8.51	0	23.11	0	23.11	0	8.07	0	21.34	0	21.34	0
8.68	0	23.57	0	23.57	0	8.23	0	21.76	0	21.76	0

Torrente Capriolo a monte della confluenza del Rio Corte											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>119</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>107</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>89</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>186</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>167</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>140</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.751</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.042</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.355</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.140</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.545</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.962</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.13	0	0.23	0	0.23	0	0.09	0	0.16	0	0.16	0
0.13	0	0.23	0	0.23	0	0.09	0	0.16	0	0.16	0
0.29	8	0.65	16	0.65	25	0.24	12	0.55	22	0.55	35
0.44	24	1.07	40	1.07	54	0.39	36	0.94	59	0.94	78
0.60	42	1.49	62	1.49	72	0.53	63	1.33	93	1.33	107
0.75	60	1.91	78	1.91	81	0.68	90	1.72	118	1.72	123
0.90	75	2.34	90	2.34	86	0.83	114	2.11	136	2.11	132
1.06	88	2.76	97	2.76	88	0.97	135	2.50	149	2.50	136
1.21	98	3.18	101	3.18	89	1.12	152	2.89	157	2.89	138
1.37	107	3.60	104	3.60	89	1.27	166	3.28	162	3.28	139
1.52	114	4.02	106	4.02	89	1.41	177	3.67	165	3.67	139
1.67	119	4.44	107	4.44	89	1.56	186	4.06	167	4.06	140
1.67	119	4.44	107	4.44	89	1.56	186	4.06	167	4.06	140
1.83	115	4.86	92	4.86	65	1.71	181	4.45	146	4.45	105
1.98	102	5.29	68	5.29	36	1.85	163	4.84	110	4.84	61
2.13	86	5.71	46	5.71	18	2.00	139	5.23	77	5.23	33
2.29	71	6.13	30	6.13	8	2.15	116	5.62	52	5.62	16
2.44	57	6.55	19	6.55	4	2.29	94	6.01	34	6.01	8
2.60	45	6.97	12	6.97	2	2.44	76	6.40	22	6.40	4
2.75	35	7.39	7	7.39	1	2.59	60	6.79	14	6.79	2
2.90	27	7.81	4	7.81	0	2.73	47	7.18	9	7.18	1
3.06	21	8.24	3	8.24	0	2.88	36	7.57	5	7.57	0
3.21	16	8.66	2	8.66	0	3.03	28	7.96	3	7.96	0
3.37	12	9.08	1	9.08	0	3.17	22	8.35	2	8.35	0
3.52	9	9.50	1	9.50	0	3.32	16	8.74	1	8.74	0
3.67	7	9.92	0	9.92	0	3.47	13	9.13	1	9.13	0
3.83	5	10.34	0	10.34	0	3.61	10	9.52	0	9.52	0
3.98	4	10.77	0	10.77	0	3.76	7	9.91	0	9.91	0
4.14	3	11.19	0	11.19	0	3.91	5	10.30	0	10.30	0
4.29	2	11.61	0	11.61	0	4.05	4	10.69	0	10.69	0
4.44	1	12.03	0	12.03	0	4.20	3	11.08	0	11.08	0
4.60	1	12.45	0	12.45	0	4.35	2	11.47	0	11.47	0
4.75	1	12.87	0	12.87	0	4.49	2	11.86	0	11.86	0
4.90	1	13.29	0	13.29	0	4.64	1	12.25	0	12.25	0
5.06	0	13.72	0	13.72	0	4.79	1	12.64	0	12.64	0
5.21	0	14.14	0	14.14	0	4.93	1	13.03	0	13.03	0
5.37	0	14.56	0	14.56	0	5.08	1	13.42	0	13.42	0
5.52	0	14.98	0	14.98	0	5.23	0	13.81	0	13.81	0
5.67	0	15.40	0	15.40	0	5.37	0	14.20	0	14.20	0
5.83	0	15.82	0	15.82	0	5.52	0	14.59	0	14.59	0
5.98	0	16.24	0	16.24	0	5.67	0	14.98	0	14.98	0
6.14	0	16.67	0	16.67	0	5.81	0	15.37	0	15.37	0
6.29	0	17.09	0	17.09	0	5.96	0	15.76	0	15.76	0
6.44	0	17.51	0	17.51	0	6.11	0	16.15	0	16.15	0
6.60	0	17.93	0	17.93	0	6.25	0	16.55	0	16.55	0
6.75	0	18.35	0	18.35	0	6.40	0	16.94	0	16.94	0
6.91	0	18.77	0	18.77	0	6.55	0	17.33	0	17.33	0
7.06	0	19.19	0	19.19	0	6.69	0	17.72	0	17.72	0
7.21	0	19.62	0	19.62	0	6.84	0	18.11	0	18.11	0
7.37	0	20.04	0	20.04	0	6.98	0	18.50	0	18.50	0
7.52	0	20.46	0	20.46	0	7.13	0	18.89	0	18.89	0
7.68	0	20.88	0	20.88	0	7.28	0	19.28	0	19.28	0
7.83	0	21.30	0	21.30	0	7.42	0	19.67	0	19.67	0
7.98	0	21.72	0	21.72	0	7.57	0	20.06	0	20.06	0

Torrente Capiolo a Ponte Molino C.											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>109</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>98</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>82</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>173</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>156</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>130</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.582</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.812</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.061</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.895</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.217</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.551</b>
Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.12	0	0.21	0	0.21	0	0.08	0	0.14	0	0.14	0
0.12	0	0.21	0	0.21	0	0.08	0	0.14	0	0.14	0
0.25	7	0.57	15	0.57	23	0.21	11	0.47	21	0.47	33
0.38	22	0.93	38	0.93	50	0.33	34	0.80	56	0.80	74
0.51	39	1.29	58	1.29	66	0.45	59	1.13	87	1.13	100
0.64	55	1.65	72	1.65	75	0.58	84	1.47	111	1.47	115
0.77	69	2.01	82	2.01	79	0.70	106	1.80	127	1.80	123
0.91	81	2.37	89	2.37	80	0.83	126	2.13	139	2.13	127
1.04	90	2.73	93	2.73	81	0.95	141	2.46	146	2.46	128
1.17	98	3.09	96	3.09	82	1.08	154	2.79	151	2.79	129
1.30	104	3.45	97	3.45	82	1.20	165	3.12	154	3.12	130
1.43	109	3.81	98	3.81	82	1.32	173	3.46	156	3.46	130
1.43	109	3.81	98	3.81	82	1.32	173	3.46	156	3.46	130
1.56	105	4.17	84	4.17	59	1.45	168	3.79	136	3.79	97
1.69	93	4.53	61	4.53	32	1.57	151	4.12	102	4.12	56
1.82	78	4.89	42	4.89	16	1.70	129	4.45	71	4.45	30
1.95	64	5.25	27	5.25	7	1.82	107	4.78	48	4.78	15
2.08	51	5.61	17	5.61	3	1.94	87	5.11	31	5.11	7
2.21	40	5.97	10	5.97	1	2.07	70	5.45	20	5.45	3
2.34	31	6.33	6	6.33	1	2.19	55	5.78	12	5.78	2
2.47	24	6.69	4	6.69	0	2.32	43	6.11	8	6.11	1
2.60	18	7.05	2	7.05	0	2.44	33	6.44	5	6.44	0
2.74	14	7.41	1	7.41	0	2.57	26	6.77	3	6.77	0
2.87	10	7.77	1	7.77	0	2.69	20	7.10	2	7.10	0
3.00	8	8.14	0	8.14	0	2.81	15	7.44	1	7.44	0
3.13	6	8.50	0	8.50	0	2.94	11	7.77	1	7.77	0
3.26	4	8.86	0	8.86	0	3.06	9	8.10	0	8.10	0
3.39	3	9.22	0	9.22	0	3.19	6	8.43	0	8.43	0
3.52	2	9.58	0	9.58	0	3.31	5	8.76	0	8.76	0
3.65	2	9.94	0	9.94	0	3.44	4	9.09	0	9.09	0
3.78	1	10.30	0	10.30	0	3.56	3	9.43	0	9.43	0
3.91	1	10.66	0	10.66	0	3.68	2	9.76	0	9.76	0
4.04	1	11.02	0	11.02	0	3.81	2	10.09	0	10.09	0
4.17	1	11.38	0	11.38	0	3.93	1	10.42	0	10.42	0
4.30	0	11.74	0	11.74	0	4.06	1	10.75	0	10.75	0
4.43	0	12.10	0	12.10	0	4.18	1	11.09	0	11.09	0
4.57	0	12.46	0	12.46	0	4.30	0	11.42	0	11.42	0
4.70	0	12.82	0	12.82	0	4.43	0	11.75	0	11.75	0
4.83	0	13.18	0	13.18	0	4.55	0	12.08	0	12.08	0
4.96	0	13.54	0	13.54	0	4.68	0	12.41	0	12.41	0
5.09	0	13.90	0	13.90	0	4.80	0	12.74	0	12.74	0
5.22	0	14.26	0	14.26	0	4.93	0	13.08	0	13.08	0
5.35	0	14.62	0	14.62	0	5.05	0	13.41	0	13.41	0
5.48	0	14.98	0	14.98	0	5.17	0	13.74	0	13.74	0
5.61	0	15.34	0	15.34	0	5.30	0	14.07	0	14.07	0
5.74	0	15.70	0	15.70	0	5.42	0	14.40	0	14.40	0
5.87	0	16.06	0	16.06	0	5.55	0	14.73	0	14.73	0
6.00	0	16.42	0	16.42	0	5.67	0	15.07	0	15.07	0
6.13	0	16.78	0	16.78	0	5.80	0	15.40	0	15.40	0
6.27	0	17.14	0	17.14	0	5.92	0	15.73	0	15.73	0
6.40	0	17.50	0	17.50	0	6.04	0	16.06	0	16.06	0
6.53	0	17.87	0	17.87	0	6.17	0	16.39	0	16.39	0
6.66	0	18.23	0	18.23	0	6.29	0	16.72	0	16.72	0
6.79	0	18.59	0	18.59	0	6.42	0	17.06	0	17.06	0

Rio Corte alla confluenza nel Torrente Capiolo											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>96</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>86</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>72</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>151</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>136</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>113</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.529</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.741</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.973</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.806</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.101</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>1.407</b>
Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>	Tempo, $t$	<i>qmed</i>
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.13	0	0.23	0	0.23	0	0.09	0	0.15	0	0.15	0
0.13	0	0.23	0	0.23	0	0.09	0	0.15	0	0.15	0
0.27	7	0.60	13	0.60	21	0.22	10	0.50	19	0.50	29
0.40	20	0.98	33	0.98	44	0.35	30	0.84	49	0.84	65
0.54	35	1.35	51	1.35	59	0.48	52	1.19	76	1.19	88
0.67	49	1.73	64	1.73	66	0.60	74	1.53	97	1.53	101
0.81	61	2.10	73	2.10	69	0.73	93	1.88	112	1.88	107
0.94	71	2.48	79	2.48	71	0.86	110	2.22	121	2.22	111
1.08	80	2.85	82	2.85	72	0.99	124	2.57	128	2.57	112
1.21	87	3.23	84	3.23	72	1.12	135	2.91	132	2.91	113
1.35	92	3.60	86	3.60	72	1.25	144	3.26	134	3.26	113
1.48	96	3.98	86	3.98	72	1.38	151	3.60	136	3.60	113
1.48	96	3.98	86	3.98	72	1.38	151	3.60	136	3.60	113
1.62	92	4.35	74	4.35	51	1.50	147	3.95	118	3.95	84
1.75	82	4.73	54	4.73	28	1.63	131	4.29	88	4.29	48
1.89	69	5.10	36	5.10	13	1.76	112	4.64	61	4.64	25
2.03	56	5.48	23	5.48	6	1.89	93	4.98	41	4.98	12
2.16	45	5.85	15	5.85	3	2.02	75	5.33	27	5.33	6
2.30	35	6.23	9	6.23	1	2.15	60	5.67	17	5.67	3
2.43	27	6.60	5	6.60	0	2.28	47	6.01	10	6.01	1
2.57	21	6.98	3	6.98	0	2.40	37	6.36	6	6.36	1
2.70	16	7.35	2	7.35	0	2.53	28	6.70	4	6.70	0
2.84	12	7.73	1	7.73	0	2.66	22	7.05	2	7.05	0
2.97	9	8.10	1	8.10	0	2.79	17	7.39	1	7.39	0
3.11	7	8.48	0	8.48	0	2.92	13	7.74	1	7.74	0
3.24	5	8.85	0	8.85	0	3.05	10	8.08	1	8.08	0
3.38	4	9.23	0	9.23	0	3.17	7	8.43	0	8.43	0
3.51	3	9.60	0	9.60	0	3.30	5	8.77	0	8.77	0
3.65	2	9.98	0	9.98	0	3.43	4	9.12	0	9.12	0
3.79	1	10.36	0	10.36	0	3.56	3	9.46	0	9.46	0
3.92	1	10.73	0	10.73	0	3.69	2	9.81	0	9.81	0
4.06	1	11.11	0	11.11	0	3.82	2	10.15	0	10.15	0
4.19	1	11.48	0	11.48	0	3.95	1	10.50	0	10.50	0
4.33	0	11.86	0	11.86	0	4.07	1	10.84	0	10.84	0
4.46	0	12.23	0	12.23	0	4.20	1	11.19	0	11.19	0
4.60	0	12.61	0	12.61	0	4.33	1	11.53	0	11.53	0
4.73	0	12.98	0	12.98	0	4.46	0	11.88	0	11.88	0
4.87	0	13.36	0	13.36	0	4.59	0	12.22	0	12.22	0
5.00	0	13.73	0	13.73	0	4.72	0	12.57	0	12.57	0
5.14	0	14.11	0	14.11	0	4.85	0	12.91	0	12.91	0
5.27	0	14.48	0	14.48	0	4.97	0	13.26	0	13.26	0
5.41	0	14.86	0	14.86	0	5.10	0	13.60	0	13.60	0
5.54	0	15.23	0	15.23	0	5.23	0	13.95	0	13.95	0
5.68	0	15.61	0	15.61	0	5.36	0	14.29	0	14.29	0
5.82	0	15.98	0	15.98	0	5.49	0	14.64	0	14.64	0
5.95	0	16.36	0	16.36	0	5.62	0	14.98	0	14.98	0
6.09	0	16.73	0	16.73	0	5.75	0	15.33	0	15.33	0
6.22	0	17.11	0	17.11	0	5.87	0	15.67	0	15.67	0
6.36	0	17.48	0	17.48	0	6.00	0	16.02	0	16.02	0
6.49	0	17.86	0	17.86	0	6.13	0	16.36	0	16.36	0
6.63	0	18.23	0	18.23	0	6.26	0	16.71	0	16.71	0
6.76	0	18.61	0	18.61	0	6.39	0	17.05	0	17.05	0
6.90	0	18.98	0	18.98	0	6.52	0	17.40	0	17.40	0
7.03	0	19.36	0	19.36	0	6.65	0	17.74	0	17.74	0



Rio Agaggio alla confluenza nel Torrente Argentina											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>32</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>29</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>24</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>50</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>45</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>38</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.111</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.169</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.240</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.166</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.242</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.329</b>
Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.16	0	0.28	0	0.28	0	0.11	0	0.20	0	0.20	0
0.16	0	0.28	0	0.28	0	0.11	0	0.20	0	0.20	0
0.25	3	0.56	6	0.56	9	0.20	4	0.44	8	0.44	13
0.34	8	0.84	13	0.84	18	0.28	11	0.68	19	0.68	25
0.43	13	1.12	20	1.12	22	0.36	19	0.93	28	0.93	32
0.51	18	1.40	24	1.40	23	0.45	27	1.17	35	1.17	35
0.60	22	1.67	26	1.67	24	0.53	33	1.41	39	1.41	37
0.69	25	1.95	27	1.95	24	0.61	38	1.66	42	1.66	37
0.78	28	2.23	28	2.23	24	0.70	42	1.90	43	1.90	37
0.87	30	2.51	28	2.51	24	0.78	46	2.14	44	2.14	37
0.96	31	2.78	29	2.78	24	0.86	48	2.39	45	2.39	37
1.05	32	3.06	29	3.06	24	0.95	50	2.63	45	2.63	38
1.05	32	3.06	29	3.06	24	0.95	50	2.63	45	2.63	38
1.14	30	3.34	23	3.34	15	1.03	48	2.87	38	2.87	25
1.23	26	3.62	15	3.62	6	1.11	41	3.12	26	3.12	12
1.32	21	3.89	9	3.89	2	1.20	34	3.36	17	3.36	5
1.41	16	4.17	5	4.17	1	1.28	27	3.61	10	3.61	2
1.50	12	4.45	3	4.45	0	1.36	21	3.85	6	3.85	1
1.59	9	4.73	2	4.73	0	1.45	16	4.09	4	4.09	0
1.67	7	5.01	1	5.01	0	1.53	12	4.34	2	4.34	0
1.76	5	5.28	0	5.28	0	1.61	9	4.58	1	4.58	0
1.85	4	5.56	0	5.56	0	1.70	7	4.82	1	4.82	0
1.94	3	5.84	0	5.84	0	1.78	5	5.07	0	5.07	0
2.03	2	6.12	0	6.12	0	1.87	4	5.31	0	5.31	0
2.12	1	6.39	0	6.39	0	1.95	3	5.55	0	5.55	0
2.21	1	6.67	0	6.67	0	2.03	2	5.80	0	5.80	0
2.30	1	6.95	0	6.95	0	2.12	1	6.04	0	6.04	0
2.39	0	7.23	0	7.23	0	2.20	1	6.28	0	6.28	0
2.48	0	7.51	0	7.51	0	2.28	1	6.53	0	6.53	0
2.57	0	7.78	0	7.78	0	2.37	1	6.77	0	6.77	0
2.66	0	8.06	0	8.06	0	2.45	0	7.01	0	7.01	0
2.75	0	8.34	0	8.34	0	2.53	0	7.26	0	7.26	0
2.83	0	8.62	0	8.62	0	2.62	0	7.50	0	7.50	0
2.92	0	8.89	0	8.89	0	2.70	0	7.74	0	7.74	0
3.01	0	9.17	0	9.17	0	2.78	0	7.99	0	7.99	0
3.10	0	9.45	0	9.45	0	2.87	0	8.23	0	8.23	0
3.19	0	9.73	0	9.73	0	2.95	0	8.48	0	8.48	0
3.28	0	10.00	0	10.00	0	3.03	0	8.72	0	8.72	0
3.37	0	10.28	0	10.28	0	3.12	0	8.96	0	8.96	0
3.46	0	10.56	0	10.56	0	3.20	0	9.21	0	9.21	0
3.55	0	10.84	0	10.84	0	3.28	0	9.45	0	9.45	0
3.64	0	11.12	0	11.12	0	3.37	0	9.69	0	9.69	0
3.73	0	11.39	0	11.39	0	3.45	0	9.94	0	9.94	0
3.82	0	11.67	0	11.67	0	3.54	0	10.18	0	10.18	0
3.91	0	11.95	0	11.95	0	3.62	0	10.42	0	10.42	0
3.99	0	12.23	0	12.23	0	3.70	0	10.67	0	10.67	0
4.08	0	12.50	0	12.50	0	3.79	0	10.91	0	10.91	0
4.17	0	12.78	0	12.78	0	3.87	0	11.15	0	11.15	0
4.26	0	13.06	0	13.06	0	3.95	0	11.40	0	11.40	0
4.35	0	13.34	0	13.34	0	4.04	0	11.64	0	11.64	0
4.44	0	13.62	0	13.62	0	4.12	0	11.88	0	11.88	0
4.53	0	13.89	0	13.89	0	4.20	0	12.13	0	12.13	0
4.62	0	14.17	0	14.17	0	4.29	0	12.37	0	12.37	0
4.71	0	14.45	0	14.45	0	4.37	0	12.61	0	12.61	0

Rio Sant'Antonio alla confluenza nel Torrente Carpasina											
T = 50 anni						T = 200 anni					
CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%		CRITICO		EQUIVALENTE Q90%		EQUIVALENTE Q75%	
$q_p$ , mc/s =	<b>21</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>19</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>16</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>33</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>30</b>	$q_p$ , mc/s =	<b>25</b>
$V_p$ , Mmc =	<b>0.071</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.100</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.131</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.107</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.146</b>	$V_p$ , Mmc =	<b>0.187</b>
Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$	Tempo, $t$	$q_{med}$
[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]	[ore]	[m <sup>3</sup> /s]
0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0
0.15	0	0.28	0	0.28	0	0.11	0	0.19	0	0.19	0
0.15	0	0.28	0	0.28	0	0.11	0	0.19	0	0.19	0
0.24	1	0.51	3	0.51	5	0.19	2	0.40	4	0.40	6
0.32	4	0.74	7	0.74	10	0.27	7	0.61	11	0.61	14
0.40	8	0.97	11	0.97	13	0.34	11	0.82	17	0.82	19
0.49	11	1.20	14	1.20	15	0.42	16	1.03	21	1.03	22
0.57	13	1.43	16	1.43	15	0.50	20	1.24	24	1.24	24
0.65	16	1.66	17	1.66	16	0.58	24	1.45	27	1.45	24
0.73	18	1.89	18	1.89	16	0.66	27	1.66	28	1.66	25
0.82	19	2.12	18	2.12	16	0.74	30	1.87	29	1.87	25
0.90	20	2.36	19	2.36	16	0.81	31	2.08	29	2.08	25
0.98	21	2.59	19	2.59	16	0.89	33	2.29	30	2.29	25
0.98	21	2.59	19	2.59	16	0.89	33	2.29	30	2.29	25
1.07	20	2.82	16	2.82	11	0.97	32	2.50	26	2.50	18
1.15	18	3.05	12	3.05	6	1.05	29	2.71	19	2.71	11
1.23	15	3.28	8	3.28	3	1.13	24	2.92	13	2.92	5
1.32	12	3.51	5	3.51	1	1.21	20	3.12	9	3.12	3
1.40	10	3.74	3	3.74	1	1.28	16	3.33	6	3.33	1
1.48	7	3.97	2	3.97	0	1.36	13	3.54	4	3.54	1
1.57	6	4.20	1	4.20	0	1.44	10	3.75	2	3.75	0
1.65	4	4.44	1	4.44	0	1.52	8	3.96	1	3.96	0
1.73	3	4.67	0	4.67	0	1.60	6	4.17	1	4.17	0
1.81	3	4.90	0	4.90	0	1.68	5	4.38	1	4.38	0
1.90	2	5.13	0	5.13	0	1.75	4	4.59	0	4.59	0
1.98	1	5.36	0	5.36	0	1.83	3	4.80	0	4.80	0
2.06	1	5.59	0	5.59	0	1.91	2	5.01	0	5.01	0
2.15	1	5.82	0	5.82	0	1.99	2	5.22	0	5.22	0
2.23	1	6.05	0	6.05	0	2.07	1	5.43	0	5.43	0
2.31	0	6.28	0	6.28	0	2.15	1	5.64	0	5.64	0
2.40	0	6.51	0	6.51	0	2.23	1	5.85	0	5.85	0
2.48	0	6.75	0	6.75	0	2.30	0	6.06	0	6.06	0
2.56	0	6.98	0	6.98	0	2.38	0	6.27	0	6.27	0
2.65	0	7.21	0	7.21	0	2.46	0	6.48	0	6.48	0
2.73	0	7.44	0	7.44	0	2.54	0	6.69	0	6.69	0
2.81	0	7.67	0	7.67	0	2.62	0	6.89	0	6.89	0
2.89	0	7.90	0	7.90	0	2.70	0	7.10	0	7.10	0
2.98	0	8.13	0	8.13	0	2.77	0	7.31	0	7.31	0
3.06	0	8.36	0	8.36	0	2.85	0	7.52	0	7.52	0
3.14	0	8.59	0	8.59	0	2.93	0	7.73	0	7.73	0
3.23	0	8.83	0	8.83	0	3.01	0	7.94	0	7.94	0
3.31	0	9.06	0	9.06	0	3.09	0	8.15	0	8.15	0
3.39	0	9.29	0	9.29	0	3.17	0	8.36	0	8.36	0
3.48	0	9.52	0	9.52	0	3.24	0	8.57	0	8.57	0
3.56	0	9.75	0	9.75	0	3.32	0	8.78	0	8.78	0
3.64	0	9.98	0	9.98	0	3.40	0	8.99	0	8.99	0
3.73	0	10.21	0	10.21	0	3.48	0	9.20	0	9.20	0
3.81	0	10.44	0	10.44	0	3.56	0	9.41	0	9.41	0
3.89	0	10.67	0	10.67	0	3.64	0	9.62	0	9.62	0
3.97	0	10.91	0	10.91	0	3.71	0	9.83	0	9.83	0
4.06	0	11.14	0	11.14	0	3.79	0	10.04	0	10.04	0
4.14	0	11.37	0	11.37	0	3.87	0	10.25	0	10.25	0
4.22	0	11.60	0	11.60	0	3.95	0	10.46	0	10.46	0
4.31	0	11.83	0	11.83	0	4.03	0	10.66	0	10.66	0
4.39	0	12.06	0	12.06	0	4.11	0	10.87	0	10.87	0