

## 1.0 PREMESSA

Su incarico della Città di Saluzzo (CN), nell'ambito degli studi a supporto dello strumento urbanistico comunale, è stata condotta una indagine a carattere idrologico ed idraulico sui corsi d'acqua presenti sul territorio comunale volta alla definizione della loro pericolosità idraulica e a definire le fasce di rispetto lungo gli stessi.

In particolare nel presente elaborato si prenderanno in considerazione alcuni rii minori, tra quelli che solcano il rilievo collinare di Saluzzo, che l'Amministrazione Comunale ha ritenuto di studiare in modo più approfondito per valutare il grado di intensità/pericolosità dei processi legati alla loro dinamica torrentizia.

In accordo con la D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656 per questi corsi d'acqua sono stati condotti approfonditi studi idrologici e idraulici, mentre per la restante parte della rete idrografica secondaria, la perimetrazione di eventuali fenomeni di esondazione, anche se potenziali, è stata operata in base a valutazioni di carattere geomorfologico, storico e/o idraulico di tipo semplificato/speditivo.

I bacini idrografici dei rii considerati si sviluppano sul rilievo collinare sovrastante l'abitato di Saluzzo, che morfologicamente fa da spartiacque tra la valli Bronda e Po ad occidente e la Valle Varaita ad oriente, e nel settore di pianura compreso tra le suddette valli principali.

In particolare i rii in questione sono (cfr. Tavola IB01 – Carta del reticolo idrografico e dei bacini imbriferi):

- sul versante occidentale del rilievo collinare
  - Bedale dei Molini, tributario di destra del Torrente Bronda;
  - Rio di Via dei Camini, tributario di sinistra del Bedale dei Molini;
  - Rio di Via Terre Rosse, tributario di sinistra del Bedale dei Molini;
  - Rio Bramafarina, tributario di destra del Torrente Bronda;
- sul versante orientale del rilievo collinare
  - Rio di Santa Caterina, tributario di sinistra del Rio Torto;
  - Rio Comba Santo, tributario di sinistra del Rio Torto.

- sul settore di pianura
  - Rio Tepice, tributario di destra del F. Po;

Lo studio ha previsto dapprima un'indagine idrologica per la definizione delle portate di progetto per diversi tempi di ritorno e, significativamente, di quelle con tempo di ritorno pari a 20, 200 e 500 anni.

Successivamente, con riferimento all'alveo attuale, sono state condotte le opportune verifiche idrauliche al fine di valutare le problematiche connesse al deflusso delle piene e giungere alla definizione delle aree di pericolosità idraulica lungo il corso d'acqua, oltre ad individuare i punti critici lungo l'alveo che necessitano di interventi di sistemazione idraulica, volti alla mitigazione delle condizioni di rischio idrogeologico potenziale.

Nei paragrafi che seguono sono esposti la metodologia di lavoro adottata per la definizione delle portate di progetto e i risultati a cui si è pervenuti.

## 2.0 METODOLOGIA D'INDAGINE

### 2.1. ACQUISIZIONE DEI DATI

Lo studio si è sviluppato, per la fase di inquadramento generale e di definizione dei dati idrologici di progetto, attraverso la ricerca di studi pregressi e la consultazione delle carte elaborate dalla Regione Piemonte - Banca Dati Geologica - Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, con riferimento ai tematismi di interesse specifico e riferite al comportamento dei corsi d'acqua in risposta ai principali eventi alluvionali che ne hanno interessato il bacino imbrifero e l'alveo.

Per quanto concerne l'adozione della cartografia necessaria agli opportuni inquadramenti territoriali di rappresentazione ci si è avvalsi:

- delle basi in scala 1:10.000 della Carta Tecnica Regionale
- delle basi fotorestituite messe a disposizione dell'Amministrazione

comunale anch'esse alla scala 1:10.000 aggiornate al 1980.

- della Tavoletta I.G.M. 80 IV NO "Saluzzo", 79 I NE "Revello", 79 I SE "Venasca" alla scala 1:25.000.

## 2.2. RILIEVI SUL TERRENO

Per le verifiche di tipo idraulico si è fatto riferimento ai rilievi topografici di dettaglio condotti nella primavera del 2005 e aggiornati nel 2006, con definizione di una serie di sezioni trasversali del corso d'acqua alla scala 1:500, rappresentative dello stato attuale dei luoghi, rilevate con passo variabile ed opportunamente infittite in corrispondenza dei manufatti di condizionamento del deflusso presenti in alveo.

## 3.0 COMPETENZE AMMINISTRATIVE SUI CORSI D'ACQUA

Dei sei rii oggetto di studio solo il Comba Santo e il Tepice risultano catastalmente censiti come acqua pubblica, avendo alveo demaniale. Esso risulta di competenza del Servizio OO.PP e Difesa del Suolo della Regione Piemonte.

Gli alveo degli altri cinque corsi d'acqua: Bedale dei Molini, Rio dei Camini, Rio Via Terre Rosse, Rio Bramafarina e Rio Santa Caterina, risultano insistere catastalmente su sedime privato.

## 4.0 ASPETTI FISICI DEI BACINI E DEI CORSI D'ACQUA

### 4.1. FISIOGRAFIA

Il settore collinare e pedecollinare del territorio comunale di Saluzzo è interessato da rii e canali minori. I primi solcano entrambi i versanti della dorsale che separa la Valle Bronda-Po dalla Val Varaita, con una netta prevalenza in numero di corsi

d'acqua per il versante occidentale. Molti di questi rii alimentano bacini artificiali, altri convergono nei canali artificiali che scorrono alla base del pendio.

I corsi d'acqua collinari oggetto della presente relazione presentano bacini imbriferi estesi per lo più dal crinale spartiacque fino al piede dei versanti, al limite con la pianura.

Il Bedale dei Molini, alla sezione di chiusura considerata (confluenza del Rio di Via Terre Rosse in Via Pagno), ha un bacino di poco superiore ai 110 ha, esteso interamente a sud della Via Pagno, a coprire il versante collinare dal crinale al piede del pendio, che comprende i sottobacini dei rii di Via Terre Rosse e dei Camini. Il Rio Bramafarina presenta un bacino di forma triangolare, esteso dal crinale spartiacque alla pianura a coprire una superficie di 67 ha, con sezione di chiusura alla confluenza nel Torrente Bronda. Il Rio di Via Terre Rosse ha un bacino di forma allungata ed superficie assai ridotta (19 ha), estesa da una quota di circa 60 m inferiore al crinale spartiacque fino al fondovalle ove confluisce nel Bedale dei Molini in corrispondenza della Via Pagno, circa 200 m a Ovest della località C. Porta.

Il Rio di Via dei Camini ha un bacino di forma ampia, a ventaglio, estesa a coprire una superficie di poco inferiore ai 70 ha; si sviluppa dal crinale spartiacque fino al punto in cui, a monte di un villaggio residenziale di recente realizzazione l'alveo è costretto in uno scatolare; la confluenza nel Bedale dei Molini avviene circa 350 m più a valle, sulla Via Pagno.

Il Rio di Santa Caterina ha un bacino poco esteso (27 ha), di forma allungata in direzione W-E, che si estende dal crinale spartiacque alla pianura, ove confluisce nel Rio Torto circa 150 m a occidente della località C. Peretia.

Il Rio Comba Santo presenta un bacino di forma allungata in direzione W-E, a coprire una superficie di poco superiore ai 150 ha; si estende dal crinale spartiacque del rilievo fino alla pianura, ove confluisce nel Rio Torto in località C. Nuova. Fa eccezione alle considerazioni su esposte il Rio Tepice il cui bacino idrografico si sviluppa interamente nel settore di pianura compreso tra le valli Po e Varaita. La delimitazione risulta incerta stante la morfologia subpianeggiante

frequentemente interrotta dalla presenza di canali irrigui e rilevati stradali. In senso generale comunque il bacino si sviluppa con andamento da Sud verso Nord a occupare una superficie di circa 28 kmq. L'asta torrentizia confluisce nel F. Po a Nord dell'abitato al di fuori del territorio comunale.

Per i bacini idrografici collinari considerati si è dato corso all'elaborazione della curva ipsometrica e alla definizione della pendenza media dei versanti secondo la seguente correlazione proposta in letteratura (Horton):

$$p_v = e * \Sigma l_i / S = 35,80\%$$

dove:

- e = equidistanza tra le curve di livello i
- l<sub>i</sub> = sviluppo dell'i-esima curva di livello
- S = superficie del bacino

Per la definizione della pendenza media dell'asta si è fatto riferimento alla seguente correlazione:

$$(i)^{1/2} = L / \Sigma [L_i / (i_i)^{1/2}]$$

dove:

- i = pendenza media
- i<sub>i</sub> = pendenza del tratto i-esimo
- L = lunghezza dell'asta
- L<sub>i</sub> = lunghezza del tratto i-esimo

Tale procedura non è stata applicata al bacino del Rio Tepice, stante il suo andamento pianeggiante si è ricorsi a tecniche GIS (Arcview 3.2) che, utilizzando come base topografica-altimetrica il DTM 50 m elaborato dalla Regione Piemonte, ha permesso una stima dei parametri morfometrici

La sezione di chiusura assunta per ognuno dei rii corrisponde rispettivamente a:

- Bedale dei Molini: confluenza del Rio di Via Terre Rosse (Via Pagno);
- Rio di Via dei Camini: scatolare di attraversamento dell'omonima area residenziale;
- Rio di Via Terre Rosse: confluenza nel Bedale dei Molini (Via Pagno);

- Rio Bramafarina: scatolare di attraversamento della Via Pagno;
- Rio di Santa Caterina: scatolare di attraversamento della Via Bodoni;
- Rio Comba Santo: confluenza nel Rio Torto.
- Rio Tepice: ponte della strada di collegamento Cardè-Torre San Giorgio, ponte presso località Brasse.

Le caratteristiche fisiche dei singoli bacini idrografici alle sezioni di chiusura considerate risultano dalla Tabella 1 di pagina seguente.

Alle pagine seguenti sono riportati, per ogni singolo corso d'acqua in studio, la curva ipsometrica, il profilo longitudinale e uno stralcio planimetrico raffigurante il bacino imbrifero alla sezione di chiusura considerata (tratto dall' Elaborato I-B06).

La fisiografia dei bacini è quella propria di un ambiente di collina, con copertura arborea diffusa nei settori più elevati mentre nei settori di piede dei versanti prevalgono le aree urbanizzate, intercalate ad aree destinate a seminativo, frutteto o prato irriguo. Per il Tepice si è in presenza invece di un ambiente di pianura ove prevalgono i seminativi irrigui, i frutteti e i pioppeti e la copertura arborea è limitata alla fascia ripariale dei corsi d'acqua. Pressoché assente risulta il tessuto residenziale, mentre gli aspetti infrastrutturali sono limitati alla presenza di insediamenti rurali e alle infrastrutture viabili ed irrigue.

Corso d'acqua	Bedale dei Molini	Rio di Via dei Camini	Rio di Via Terre Rosse	Rio Bramafarina	Rio di Santa Caterina	Rio Comba Santo
Superficie del bacino [km <sup>2</sup> ]	1,12	0,57	0,19	0,67	0,27	1,59
Quota massima del bacino (m s.l.m.)	533	533	476	572	533	576
Quota media del bacino (m s.l.m.)	378,87	407,16	383,75	434,00	432,81	443,97
Quota sezione di chiusura (m s.l.m.)	325	344	325	324	377	372

Lunghezza dell'asta [Km]	1,86	0,90	1,18	1,7	0,63	2,64
Pendenza media asta [%]	0,13	0,12	0,08	0,07	0,10	0,04

TABELLA 1a – Parametri fisici dei bacini dei rii collinari

Parametro morfometrico	Ponte strada Cardè-Torre San Giorgio.	Ponte presso località Brasse
Superficie del bacino [km <sup>2</sup> ]	9.36	27.59
Lunghezza dell'asta principale (km)	2.10	4.50
Quota alla sezione di chiusura (m s.l.m.)	259	254
Quota media (m s.l.m.)	270.1	266.7
Quota massima (m s.l.m.)	284	284
Pendenza dell'asta principale	0.0015	0.0017

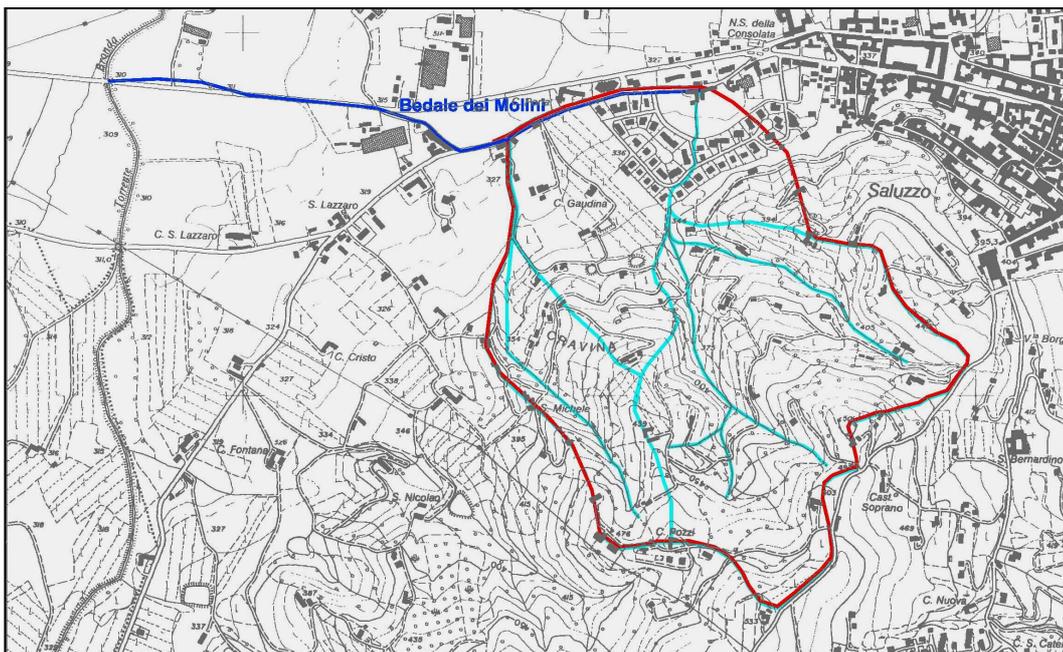
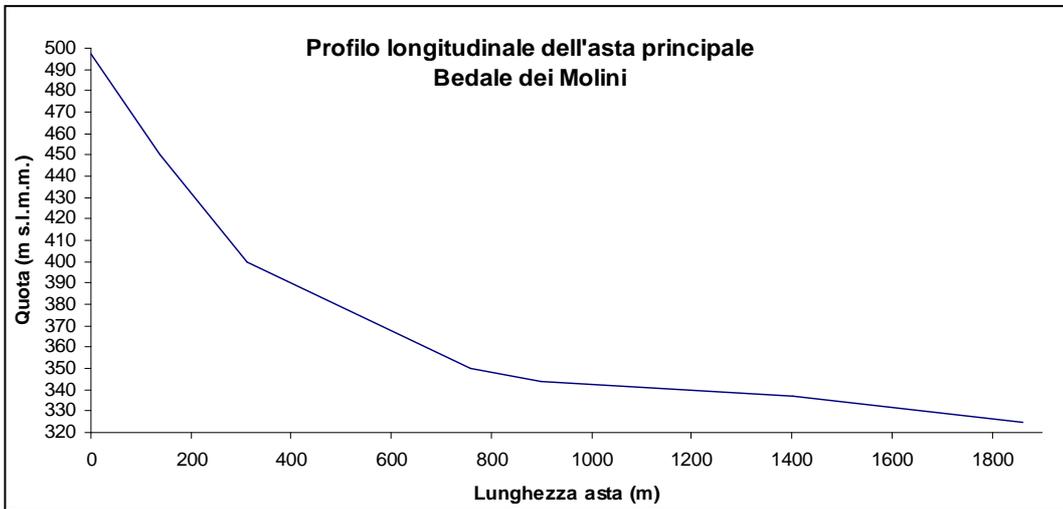
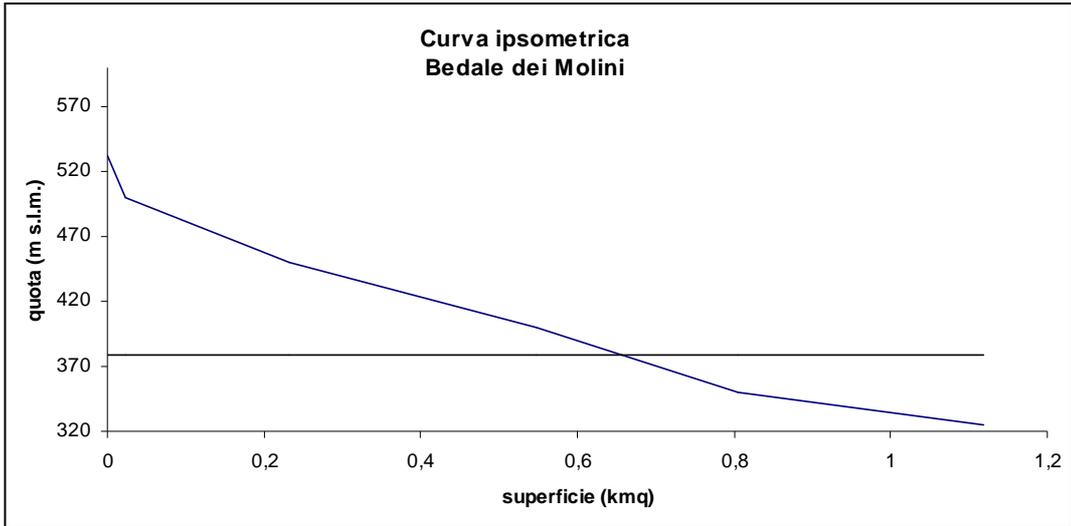
TABELLA 1b – Parametri fisici bacino Rio Tepice

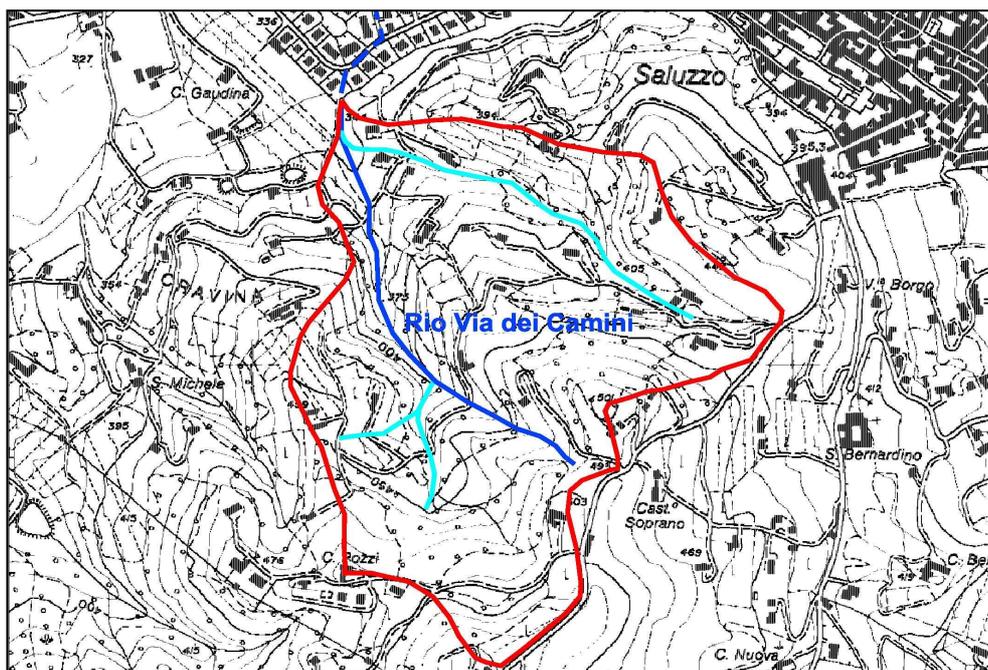
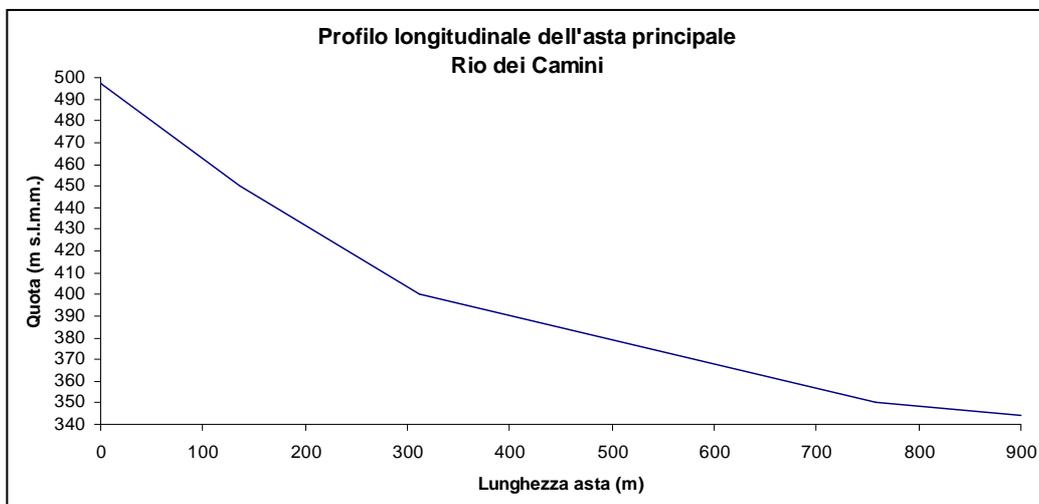
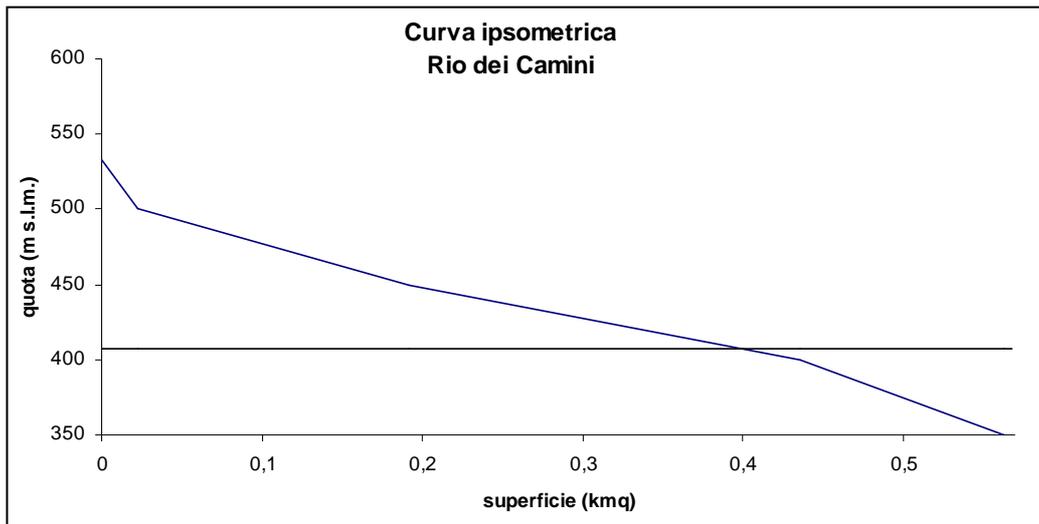
#### 4.2. CARATTERISTICHE DEGLI ALVEI

Gli alvei dei corsi d'acqua in esame nel settore collinare sono caratterizzati da un andamento scarsamente sinuoso, a tratti subrettilineo; nella parte alta e media dei bacini essi si presentano, di norma, sufficientemente incisi, approfonditi nel substrato litoide nei settori più elevati. Nella parte terminale risultano frequentemente condizionati in scatolari o tubi di diversa sezione; nei tratti a cielo aperto sono presenti frequenti opere di attraversamento.

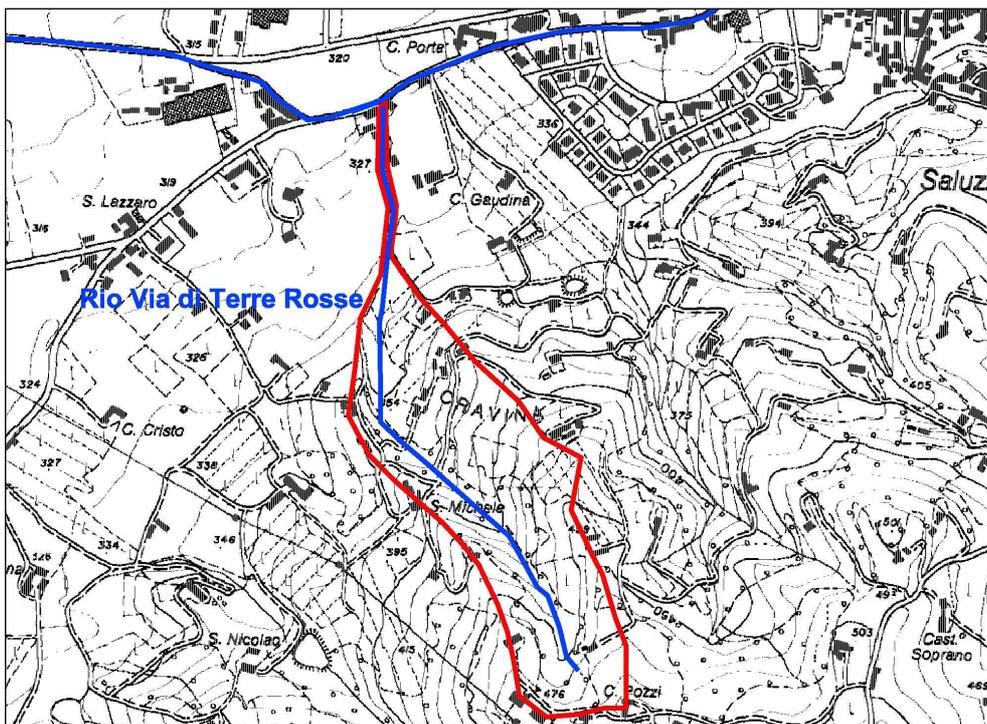
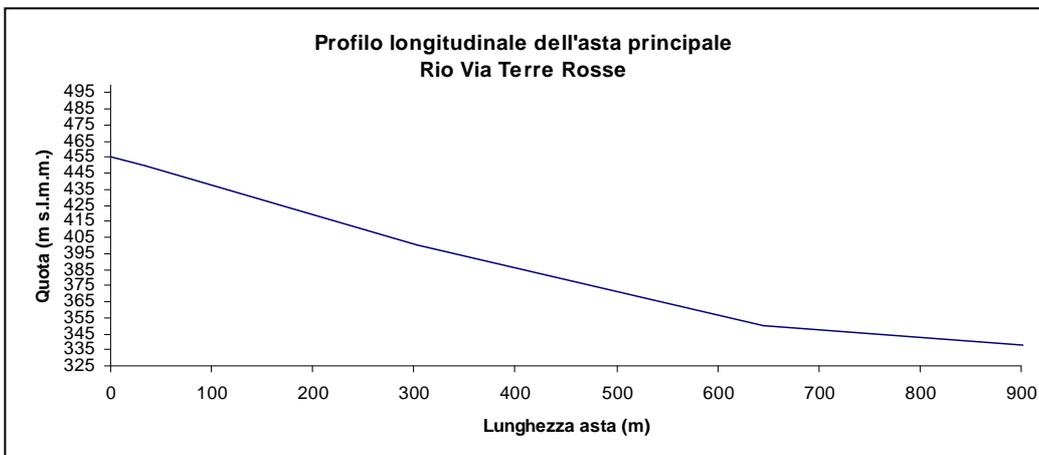
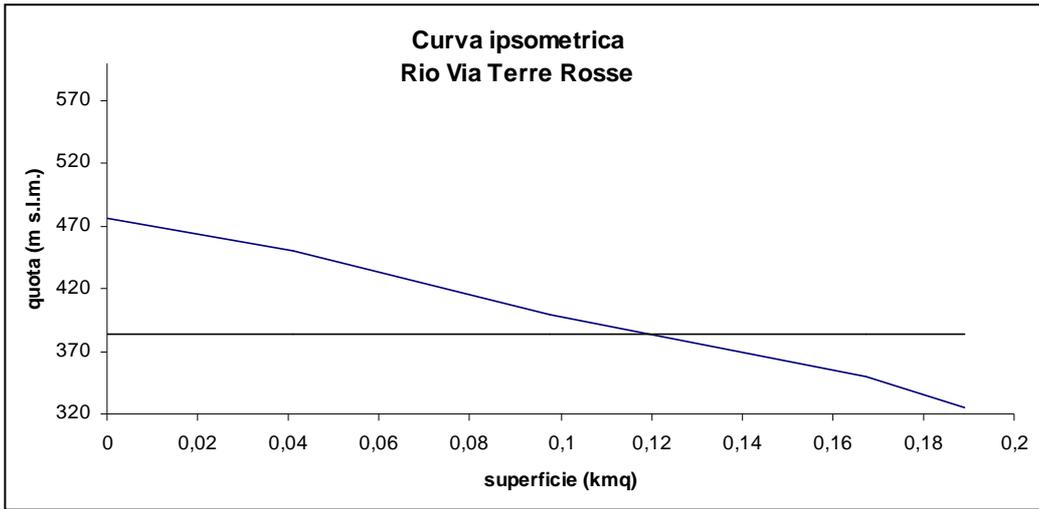
Discorso a parte vale per il Bedale dei Molini, che a valle della confluenza del Rio di Via dei Camini (attribuito come tratto iniziale dell'alveo nella costruzione del profilo longitudinale), si sviluppa con pendenze mediamente poco superiori all' 1%, perlopiù intubato lungo la Via Pagno. Da questa si diparte, all'altezza della località S. Lazzaro, per dirigersi verso Nord fino alla confluenza nel Torrente Bronda, con tratti a cielo aperto alternati a tratti intubati.

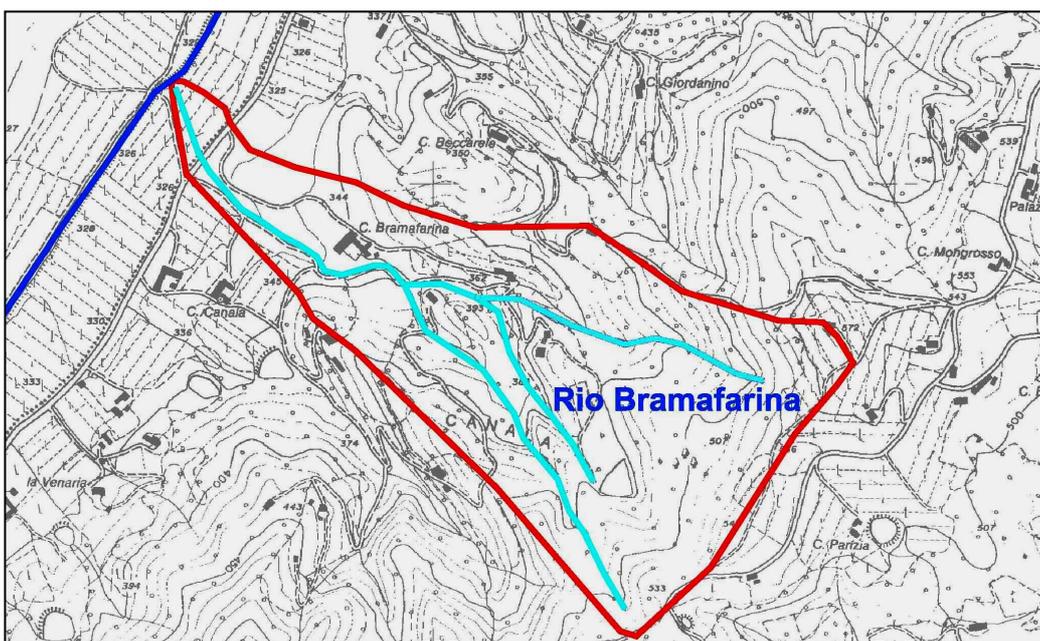
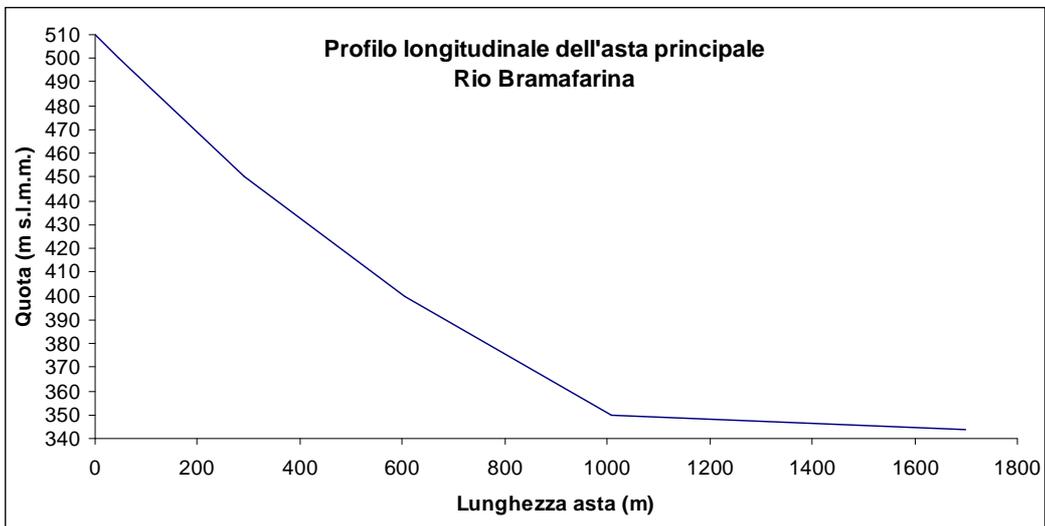
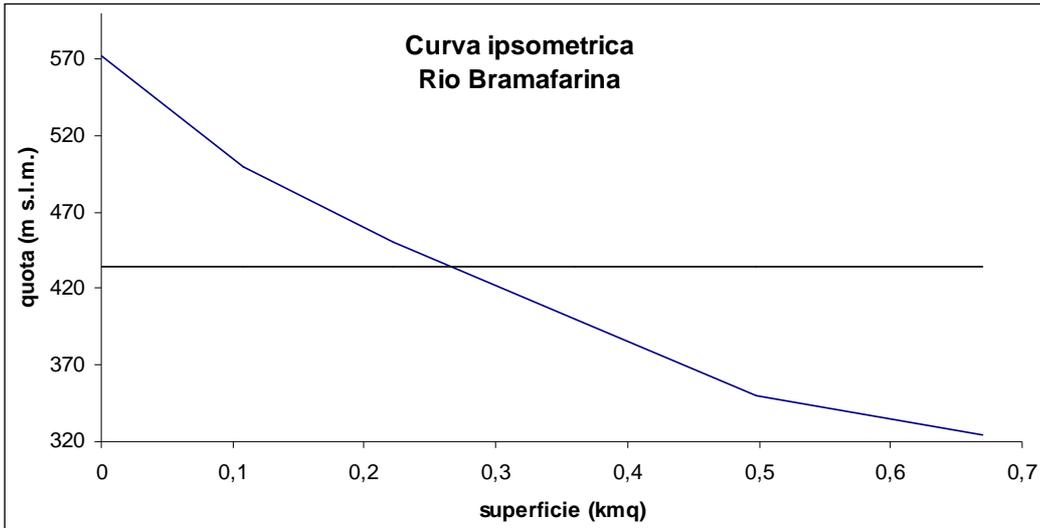
Nel seguito si riportano i profili di fondo, la delimitazione dei bacini e le curve ipsometriche dei rii collinari considerati nel presente elaborato.

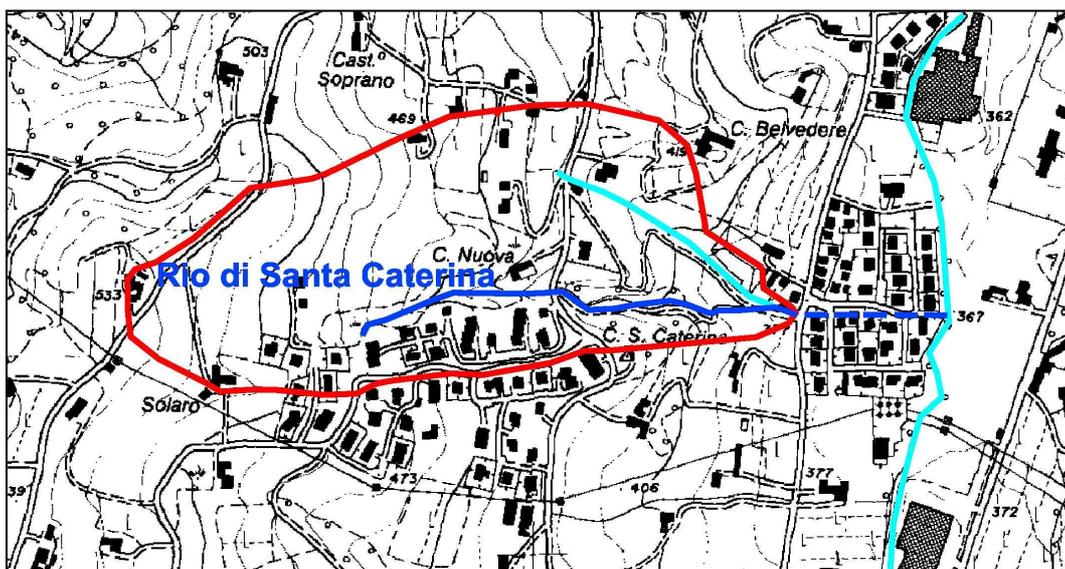
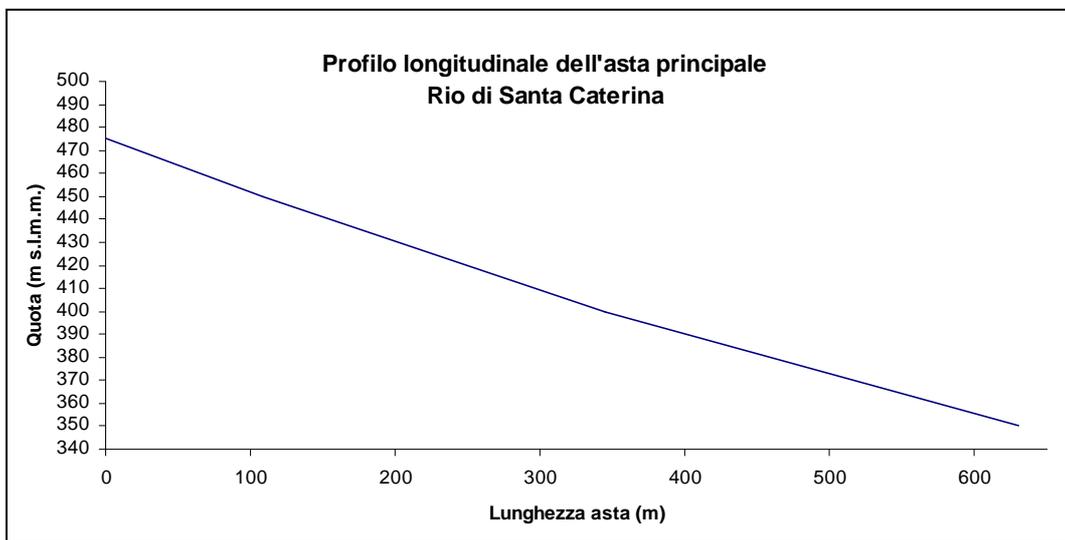
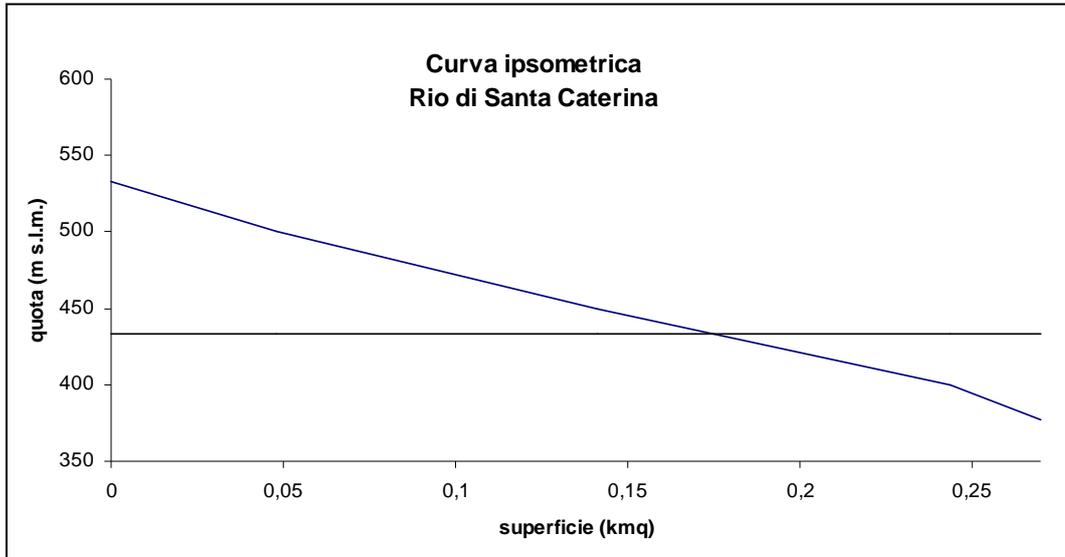




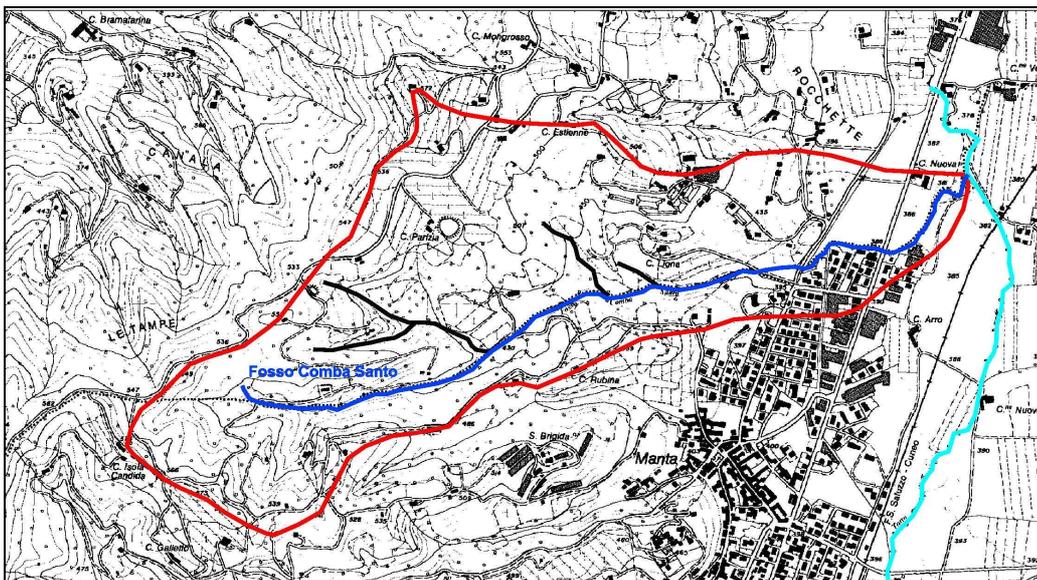
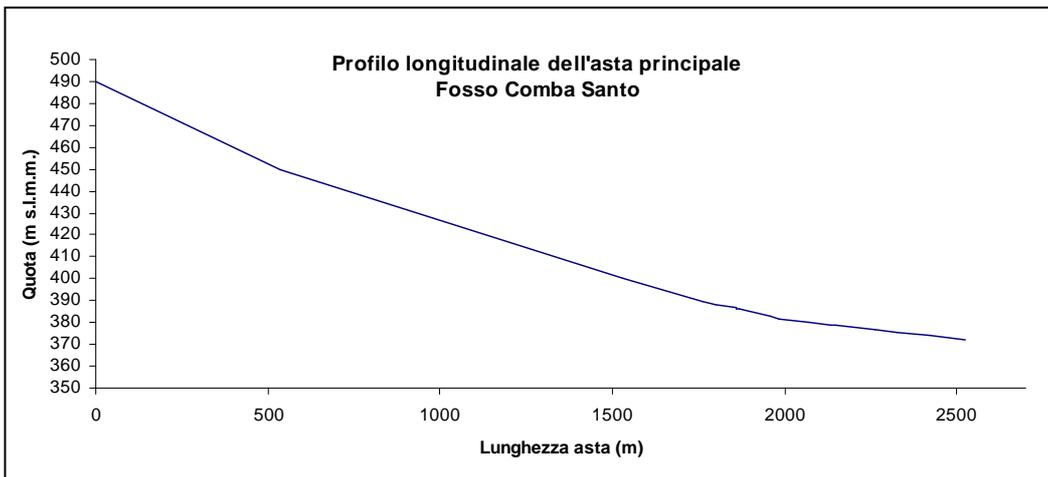
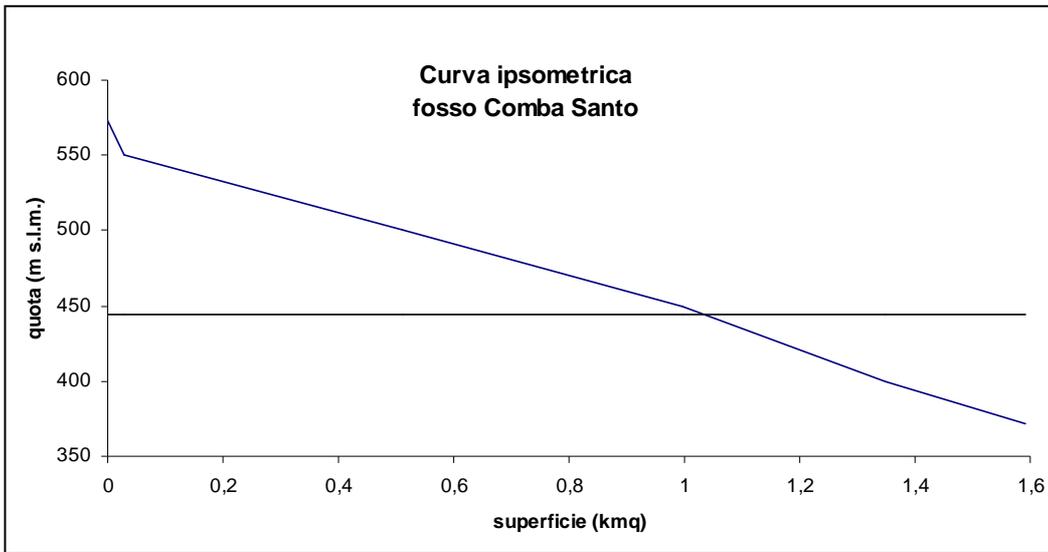
Il bacino del Rio di Via dei Camini, con sezione di chiusura a monte dell'area residenziale







Il bacino del Rio di S. Caterina, con sezione di chiusura in corrispondenza della Via Bodoni.



Per quanto riguarda il Rio Tepice questo è caratterizzato da un alveo con morfologia unicursale, in cui tratti subrettilinei si alternano ad altri sinuoso-irregolari. Il deflusso è concentrato in un unico canale che presenta una sezione regolare a forma trapezia. Il rio incide costantemente depositi alluvionali ghiaiosi ciottolosi; l'alveo è compreso tra sponde ovunque ben definite, la cui altezza è mediamente pari a 2-3 m. Lungo il suo sviluppo in territorio di Saluzzo l'alveo è frequentemente condizionato dai manufatti di attraversamento delle strade comunali e provinciali. Si riscontra inoltre la presenza di diverse traverse di derivazione ad uso irriguo in prevalenza a distribuire le acque in destra idrografica.

#### 4.3. GEOLOGIA

Per le caratteristiche geolitologiche dei bacini imbriferi dei corsi d'acqua in esame si rimanda alla relazione geologica e alle carte tematiche.

Sotto il profilo geomorfologico i corsi d'acqua collinari, soprattutto, quelli del versante settentrionale (fianco destro della Valle Bronda), sono caratterizzati da erosione di fondo di tipo regressivo, con conseguente tendenza all'arretramento del settore di testata in corrispondenza della sommità del rilievo.

Attualmente, la maggior parte dei tratti collinari di questi corsi d'acqua appaiono modellati direttamente entro il substrato roccioso; i terreni di copertura sono stati erosi e il materiale trasportato ha condotto alla edificazione di conoidi torrentizi sviluppati alla base dei versanti.

Tutti i conoidi appaiono terrazzati e/o poggiano su superfici terrazzate formatesi per migrazione laterale ed erosione ad opera del T. Bronda o di un corso d'acqua con analoga direttrice.

Per quanto riguarda il Rio Tepice si osserva come il bacino si sviluppi costantemente in termini sedimentari olocenici, da ascrivere a depositi alluvionali medi recenti.

#### 4.4. PERMEABILITÀ

In senso generale, il substrato roccioso del settore collinare del bacino sono interessati da una permeabilità per fessurazione il cui grado è direttamente legato alla frequenza delle discontinuità. In tale ambito l'instaurarsi di una falda idrica o, comunque, di una circolazione ipodermica è possibile qualora le fratture siano pervie ed interconnesse.

Le unità detritiche di copertura (in senso ampio) sono caratterizzate da una permeabilità per porosità, che è funzione della dimensione dei pori intergranulari, a sua volta legata alla granulometria della componente clastica, alla natura della frazione fine e al grado di addensamento o di cementazione.

Da segnalare nelle parte bassa dei versanti e nelle aree di pianura sono presenti ampi settori urbanizzati.

Con riferimento a quanto sopra ed alle caratteristiche geolitologiche dei terreni compresi nell'ambito del bacino è stato quindi possibile assegnare a ciascuna delle sub-aree un dato di permeabilità, con lo scopo di fornire un elemento indispensabile per l'elaborazione del modello idrologico. A tal fine, per la definizione delle classi di permeabilità ci si è riferiti alle seguenti accezioni semplificate, previste dal modello idrologico stesso: *molto permeabile, mediamente permeabile, poco permeabile, impermeabile*.

La natura delle unità geologiche presenti nel territorio porta ad escludere la possibilità di riferire ad interi settori l'attribuzione di "molto permeabile", adeguata per descrivere specifiche situazioni locali ma non rappresentativa di un intero contesto. Tale situazione rende manifesta la difficoltà di adottare un termine univoco per connotare settori estesi quali quelli compresi dalle sub-aree, in cui si affiancano situazioni distinte per aspetti litologici, morfologici, plano-altimetrici, ciascuno dei quali può condizionare, in modo non trascurabile, le capacità di assorbimento idrico del substrato. Con tali premesse si è ritenuto di applicare la connotazione di "mediamente permeabile" alla maggior parte dell'area in studio, tenendo conto dei seguenti fattori: i settori di piede del versanti, costituenti circa

1/4÷1/6 della superficie dei bacini imbriferi è caratterizzata da una tessitura mediamente medio fine a prevalente componente limo sabbiosa, posta a copertura del substrato o di depositi grossolani; il substrato roccioso mostra un significativo grado di fratturazione, che consente l'infiltrazione delle acque meteoriche; le aree urbanizzate rappresentano porzioni poco significative della superficie dei bacini imbriferi.

Relativamente al settore di pianura nell'ambito del quale si sviluppa il bacino del Tepice si osserva come l'unità sedimentaria di copertura è caratterizzata da una permeabilità per porosità, che è essenzialmente funzione della dimensione dei pori intergranulari, a sua volta legata alla granulometria della componente clastica, alla natura della frazione fine e del grado di addensamento. I settori urbanizzati di pertinenza del bacino risultano trascurabili.

#### 4.5. USO DEL SUOLO

Le condizioni climatiche e pedologiche non pongono limitazioni all'uso del suolo; nei settori al piede dei versanti prevalgono il seminativo irriguo, il frutteto e il prato stabile.

La copertura arborea risulta assai diffusa sui settori medio alti dei bacini, con prevalenza del bosco ceduo che rappresenta in estensione circa 1/2÷1/3 della superficie del bacino, oltre alla vegetazione ripariale bordante la rete idrografica.

#### 4.6. DINAMICA DI VERSANTE E TRASPORTO SOLIDO

Viene qui di seguito riportata una sintetica analisi sulle condizioni di dissestabilità dei bacini, particolarmente indirizzata ad evidenziare la predisposizione dei bacini stessi a fungere da sorgente per il carico solido veicolabile dai corsi d'acqua.

A questo proposito i rilievi condotti non hanno evidenziato situazioni di "fragilità" riconducibili a processi di dissesto gravitativo in atto o latente in grado di apportare apprezzabili quantità di materiale solido agli alvei.

In senso generale si sottolinea che il trasporto solido, nel contesto esaminato, trova origine per la massima parte da locali erosioni di sponda, localizzate perlopiù nella parte terminale dei corsi d'acqua e limitate a settori di battuta della corrente.

Con riferimento a quanto sopra riportato si ritiene di poter affermare che in tale contesto il trasporto solido, per il settore d'alveo in esame, costituisca un aspetto trascurabile per quanto concerne la dinamica dei deflussi; tale considerazione risulta inoltre confermata dai dati acquisiti attraverso le osservazioni di campagna e dalla documentazione storica.

## 5.0 IDROLOGIA

Il presente capitolo riassume le metodologie, i contenuti ed i risultati dello studio idrologico finalizzato all'esame degli eventi meteorici intensi sui bacini dei corsi d'acqua minori presi in considerazione e alla definizione delle interferenze tra il territorio circostante gli alvei e il deflusso delle portate di piena nel tratto in esame.

Obiettivi dello studio sono stati quelli di:

- *fornire l'inquadramento idrologico generale dei bacini sulla base dei dati idro-climatici disponibili, delle caratteristiche morfologiche e di copertura del suolo;*
- *analizzare l'effetto dei deflussi delle piene di riferimento sul territorio.*

### 5.1. DATI IDROLOGICI

Data l'assenza di misure idrometriche dirette si sono ricercate le stazioni di misura pluviometrica significative per l'area oggetto dello studio, in possesso di osservazioni pluviometriche tali da consentire la definizione delle massime portate di piena del corso d'acqua. Le stazioni pluviometriche individuate in prossimità dell'ambito in studio sono quelle di Verzuolo e Saluzzo per le quali risultano disponibili rispettivamente 50 e 31 osservazioni.

## 5.2. ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI

In base alle osservazioni pluviometriche locali disponibili sono state dapprima eseguite le usuali elaborazioni statistiche necessarie a fornire l'adeguata legge di distribuzione delle probabilità che meglio rappresenta il fenomeno idrologico. Sono state inoltre riportate le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica fornite dall'Autorità di Bacino del Fiume Po e contenute, fra l'altro anche nella D.G.R. 15 luglio 2002 n. 45-6656 "*Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Deliberazione del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino del fiume Po in data 26 aprile 2001, approvato con decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri in data 24 maggio 2001. Indirizzi per l'attuazione del PAI nel settore urbanistico*".

### 5.2.1. Curve di possibilità climatica puntuali

Nel presente studio ai fini delle valutazioni degli eventi estremi interessano essenzialmente le precipitazioni relativamente brevi ed intense; tali eventi hanno come elementi caratteristici il tempo di pioggia  $t_p$ , definito "durata" della precipitazione e l'altezza di pioggia  $h$ .

Qualora in una stazione pluviometrica si siano misurate le precipitazioni per un sufficiente numero di anni risulterà possibile classificare le massime annue aventi un'assegnata durata  $t_p$  in base ai tempi di ritorno  $T_r$ .

Ripetendo la classificazione per i vari  $t_p$ , si possono tracciare nel piano  $h-t_p$  le curve aventi parametro  $T_r$ , che si definiscono linee segnalatrici di possibilità pluviometrica. Tali curve, dette anche "*curve di possibilità climatica*" sono rappresentabili con buona approssimazione da equazioni del tipo:

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

ove  $a$  ed  $n$  dipendono dalla stazione considerata e dal tempo di ritorno  $T_r$ .

Le elaborazioni necessarie alla valutazione delle precipitazioni di assegnata probabilità possono essere sviluppate sulla base delle serie storiche disponibili: in particolare per le stazioni di Verzuolo e Saluzzo sono state regolarizzate le serie disponibili dei valori massimi annuali delle precipitazioni di durata di 1, 3, 6, 12 e

24 ore secondo diverse leggi di probabilità.

Le elaborazioni statistiche dei campioni di pioggia forniscono, per ciascuna stazione considerata, i coefficienti  $a$  ed  $n$  delle curve di possibilità climatica per differenti tempi di ritorno  $T_r$ . Nella tabella seguente si riportano i risultati ottenuti.

STAZIONI DI MISURA	TEMPI DI CORRIVAZIONE		
	$T_r = 20$	$T_r = 200$	$T_r = 500$
Verzuolo	$h = 53,74 t^{0,270}$	$h = 79,25 t^{0,253}$	$h = 89,31 t^{0,249}$
Saluzzo	$h = 44,51 t^{0,373}$	$h = 63,63 t^{0,369}$	$h = 71,18 t^{0,368}$

TABELLA 2 - Curve di possibilità climatica

#### 5.2.2. Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica di cui al PAI

Il Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino del Fiume Po fornisce, nell'ambito della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica", i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni. Tali parametri sono discretizzati su un reticolo avente maglia quadrata con lato di 2 km. Le celle che risultano baricentriche per i bacini in esame risultano rispettivamente:

- la cella AN128 per il Bedale dei Molini, il Rio Bramafarina, Il Rio di Via Terre Rosse e il Rio di Via dei Camini;
- la AN129 per il Rio S. Caterina e il Rio Comba Santo.

Nella Tabella 3 vengono riportate le espressioni analitiche delle curve proposte per le suddette celle, fornite dalla Direttiva dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

CELLA ASSUNTA	CORSI D'ACQUA	TEMPI DI RITORNO			
		$T_r = 20$	$T_r = 100$	$T_r = 200$	$T_r = 500$
AN128	Bedale dei Molini Rio V. Terre Rosse Rio V. dei Camini Rio Bramafaria	$h = 44,43 t^{0,401}$	$h = 58,12 t^{0,397}$	$h = 63,93 t^{0,395}$	$h = 71,66 t^{0,394}$
AN129	Rio S. Caterina Rio Comba Santo	$h = 44,93 t^{0,373}$	$h = 58,97 t^{0,366}$	$h = 64,91 t^{0,364}$	$h = 72,85 t^{0,361}$

TABELLA 3a - Curve di possibilità pluviometrica PAI - Rii collinari

Per il Rio Tepice il cui bacino presenta estensione tale da essere interessato da più celle si è fatto riferimento ai valori riportati nelle seguenti tabelle

cella	T=20 anni		T=100 anni		T=200 anni		T=500 anni	
	a	n	a	n	a	n	a	n
AO125	47.44	0.345	62.33	0.336	68.55	0.333	77.06	0.33
AP125	47.1	0.332	61.96	0.322	68.18	0.319	76.65	0.315
AO124	47.61	0.34	62.6	0.33	68.81	0.328	77.42	0.323
AP124	47.36	0.327	62.34	0.316	68.58	0.313	77.17	0.309

TABELLA 3b - Curve possibilità pluviometrica PAI – R. Tepice Ponte Cardé Torre

cella	T=20 anni		T=100 anni		T=200 anni		T=500 anni	
	a	n	a	n	a	n	a	n
AN125	47.78	0.359	62.71	0.35	68.93	0.348	77.47	0.345
AO125	47.44	0.345	62.33	0.336	68.55	0.333	77.06	0.33
AP125	47.1	0.332	61.96	0.322	68.18	0.319	76.65	0.315
AO124	47.61	0.34	62.6	0.33	68.81	0.328	77.42	0.323
AP124	47.36	0.327	62.34	0.316	68.58	0.313	77.17	0.309
AO123	48.11	0.33	63.26	0.324	69.51	0.321	78.26	0.317
AP123	48.03	0.32	63.29	0.308	69.6	0.305	78.38	0.3
AP122	48.41	0.314	63.81	0.301	70.15	0.298	79.05	0.293

TABELLA 3c - Curve possibilità pluviometrica PAI – R. Tepice Ponte Loc. Brasse

### 5.2.3. Curve di regionalizzazione “Regione Piemonte” TCEV

Sulla base dello studio di regionalizzazione redatto dal servizio Difesa Assetto Idrogeologico della Regione Piemonte (Progetto VAPI Modello TCEV), elaborando le serie storiche dei dati di pioggia disponibili nell'ambito del territorio regionale, è possibile definire l'altezza di pioggia critica in relazione alla quota media del bacino (Z), al tempo di corrivazione (t) e alla sua ubicazione nell'ambito del territorio

regionale.

In particolare questo è stato suddiviso in sei macrozone omogenee e in tre sottozone pluviometriche specifiche a tenere in conto la diversa esposizione alle perturbazioni meteoriche del territorio regionale.

Per il bacino considerato, ubicato in relazione alla citata suddivisione all'interno del settore omogeneo 02 sottozona 02, il legame tra altezza di pioggia e i parametri  $t$  e  $Z$  sono espressi nella forma:

$$\text{area 02} \quad h = 25,37 * t^{0,469+0,00023z/1,38}$$

Successivamente, attraverso l'utilizzo delle curve di crescita si definiscono i coefficienti correttivi che consentono di individuarne, noto il valore del tempo di corrivazione, l'altezza critica.

## 6.0 METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA

Per la definizione della metodologia di calcolo delle portate di piena lungo l'asta principale del corso d'acqua è stato considerato il comportamento idraulico del corso d'acqua definito in base alla documentazione storica, ai dati di rilevamento, alla morfologia degli alvei e dei settori ad esso limitrofi nonché alle caratteristiche generali del bacino. Per la definizione della portata di progetto, in assenza di stazioni di misura diretta nell'ambito del bacino considerato, per la valutazione delle portate di piena si è utilizzato un approccio di tipo indiretto basato sull'uso dei modelli proposti in letteratura per piccolo bacini. Nel caso specifico sono stati utilizzati metodi congruenti con quanto proposto dal Piano per l'Assetto Idrogeologico del bacino del Po nell'ambito delle norme di attuazione della "Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica".

## 6.1. METODO RAZIONALE

Tale metodo fa riferimento alla così detta “formula razionale”, presentando quindi già caratteri di un modello deterministico di formazione delle piene pur mantenendo nella definizione dei parametri notevole dose di empirismo. E' stato quindi applicato il metodo cinematico che esprime la portata al colmo come segue:

$$Q_{max} = \frac{C \cdot hc \cdot S}{3.6 \cdot tc}$$

dove:

- C* = *coefficiente di deflusso*.
- hc* = *altezza di precipitazione, espressa in mm, relativa ad un dato tempo di ritorno ed una durata di pioggia pari a tc;*
- S* = *superficie del bacino espressa in km<sup>2</sup>;*
- tc* = *tempo di corrivazione del bacino espresso in ore.*

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto il bacino contribuisce al deflusso nella sezione terminale. Per valutare il tempo di corrivazione nel presente studio sono state applicate le correlazioni seguenti:

*Formula di Ventura:*

$$t_c = 0,127 \cdot (S/i)^{1/2}$$

dove:

- S* = *superficie del bacino (km<sup>2</sup>)*
- i* = *pendenza media dell'asta fluviale (%)*

*Formula di Pezzoli:*

$$t_c = 0,055 \cdot L \cdot (i)^{-1/2}$$

dove:

- L* = *lunghezza dell'asta principale (km)*
- i* = *pendenza media dell'asta fluviale (%)*

*Formula di Giandotti:*

$$t_c = \frac{4 \cdot (S)^{1/2} + 1,5 \cdot L}{0,8 \cdot (H_m - H_o)^{1/2}}$$

dove:

- S* = *superficie del bacino (km<sup>2</sup>)*
- L* = *lunghezza dell'asta del corso d'acqua principale (km)*
- H<sub>m</sub>* = *altitudine media del bacino*
- H<sub>o</sub>* = *altitudine alla sezione di chiusura*

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino,
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno dell'altezza di pioggia critica,
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione,
- la massima intensità di pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione  $t_c$ .

Il coefficiente di deflusso tiene conto di tre fattori:

- il fattore di ragguaglio della precipitazione alla superficie del bacino idrografico,
- il fattore di trattenuta del terreno, funzione della sua capacità di assorbimento,
- il fattore di laminazione che dipende dalla capacità d'invaso sulla superficie del bacino e nel reticolo idrografico stesso.

Normalmente per bacini come quello in esame di ridotte dimensioni l'effetto d'invaso può essere trascurato. Per gli altri parametri diversi autori hanno fornito diverse correlazioni ottenendo valori non univoci.

In definitiva occorre osservare come il valore del coefficiente di deflusso  $c$  assume valori molto diversi a seconda delle caratteristiche geomorfologiche e meteorologiche del bacino, esso dipende infatti dalla natura dei terreni, dal grado di saturazione del suolo al momento della precipitazione (condizione questa che cambia nel tempo in funzione anche dell'intensità dell'evento pluviometrico), dalla pendenza media dei versanti del bacino imbrifero, dall'estensione e dal tipo di copertura vegetale, dalla presenza delle opere realizzate dall'uomo.

Inoltre il bacino normalmente non ha caratteristiche uniformi ed è quindi necessario adottare un valore medio.

Nella letteratura tecnica esistono diverse tabelle di riferimento che aiutano i progettisti nella valutazione di tale coefficiente.

I valori indicati in tali tabelle oscillano mediamente da un minimo di 0,1, per superfici molto permeabili coperte da boschi, a 0,8 per terreni compatti ed utilizzati in agricoltura.

Nel seguito si riportano le indicazioni fornite dalla Direttiva citata in precedenza.

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose, suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

TABELLA 4 - Valori di riferimento coefficiente di deflusso (Ven Te Chow, 1964)

## 7.0 VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA

Il presente paragrafo si prefigge di valutare le portate al colmo nelle sezioni significative dei rii minori considerati, con particolare riferimento alle sezioni di chiusura assegnate ad ogni bacino.

### 7.1. STUDI PREGRESSI

Per il corsi d'acqua in esame è stato possibile reperire presso l'Amministrazione Comunale dati di portata riferiti al solo Rio Bramafarina, derivanti da uno studio recente con il quale si concorda circa la metodologia seguita e i risultati ottenuti<sup>1</sup>.

Per gli altri corsi d'acqua non risultano disponibili dati utilizzabili, in quanto alcuni dati di progetto, relativi alla verifica idraulica di qualche opera di attraversamento si riferiscono a tratti limitato di bacino e quindi non applicabili al presente studio.

<sup>1</sup> Ing. D. Michelis, Saluzzo – Febbraio 2004 – Integrazione n. 3 all'Istanza di Variante al P.R.G.C. inerente le AA.NN. 41.SP.03-41.sl.07 (Cascina Bramafarina) - Studio di compatibilità idraulica

## 7.2. METODO RAZIONALE

Con riferimento a quanto esposto al paragrafo 6.1 sulla base delle altezze di pioggia calcolate con le diverse curve di possibilità climatica disponibili si sono calcolate le portate al colmo nelle sezioni di interesse per diversi tempi di ritorno.

### 7.2.1. Tempo di corrivazione

I valori ottenuti applicando le diverse correlazioni esposte al paragrafo 6.1 sono riportati nella Tabella 8 seguente; in essa compaiono, per ogni bacino e per le sezioni di chiusura considerate, sia i valori calcolati con le diverse formule sia il valore medio. Per il Rio Tepice si farà riferimento per le diverse sezioni di chiusura considerate ai valori riportati nella tabella 9.

METODO	TEMPI DI CORRIVAZIONE (h)					
	Bedale dei Molini	Rio dei Camini	Rio Via Terre Rosse	Rio Bramafarina	Rio Santa Caterina	Rio Comba Santo
Giandotti	1,20	0,69	0,57	0,69	0,51	1,33
Pezzoli	0,28	0,14	0,22	0,72	0,11	0,74
Ventura	0,37	0,27	0,19	0,39	0,21	0,81
<b>MEDIA</b>	<b>0,61</b>	<b>0,37</b>	<b>0,33</b>	<b>0,60</b>	<b>0,27</b>	<b>0,96</b>

TABELLA 5a - *Tempi corrivazione dei Rii Minori alle sezioni di chiusura considerate*

Formula	Ponte Cardè Torre	Ponte Loc. Brasse
Giandotti	5.78	9.74
Pezzoli	2.99	5.97
<b>MEDIA</b>	<b>4.39</b>	<b>7.85</b>

TABELLA 5b – *Tempi corrivazione Rio Tepice alle sezioni di chiusura considerate*

### 7.2.2. Coefficienti di deflusso

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso C, con riferimento alle tabelle riportate in precedenza, si è adottato per il settore collinare un unico valore per le diverse sezioni di chiusura considerate.

Per la definizione di un valore di calcolo medio di tale parametro si è tenuto in conto la presenza diffusa della copertura boschiva per il settore collinare e la destinazione a coltivo, prato stabile e frutteto per le aree prossime alla pianura.

Essendo le aree urbane percentualmente assai limitate rispetto alla superficie del bacino si ritiene adeguato assumere un valore del coefficiente di deflusso pari a 0,5.

Relativamente al bacino di pianura del Tepice con riferimento alle condizioni di permeabilità del bacino esposte in precedenza, dell'assenza di significative aree urbane e con le indicazioni di letteratura risultando il bacino caratterizzato da pendenze modeste si è assunto un coefficiente di deflusso pari a 0,30.

### 7.2.3. Altezze di pioggia

Sulla base delle curve di possibilità climatica disponibili e del tempo di corrivazione medio definito in precedenza è possibile definire l'altezza della pioggia di progetto.

I valori ottenuti per ogni corso d'acqua sono riportati nelle tabelle seguenti.

Corso d'acqua	Curva di riferimento	h (tr 20) [mm]	h (tr 200) [mm]	H (tr 500) [mm]
Bedale dei Molini	Stazione di Saluzzo	37.10	53.14	59.47
	PAI Cella AN128	38.36	55.69	62.60
Rio di Via dei Camini	Stazione di Saluzzo	30.65	43.99	49.26
	PAI Cella AN128	31.76	46.34	52.17
Rio di Via Terre Rosse	Stazione di Saluzzo	29.38	42.19	47.24
	PAI Cella AN128	29.89	43.68	49.19
Rio Bramafarina	Stazione di Saluzzo	36.79	52,71	58.98
	PAI Cella AN128	38.05	55.24	62.10
Rio S. Caterina	Stazione di Saluzzo	27.48	39.49	44.23
	PAI Cella AN129	27.74	40.54	45.68
Rio Comba Santo	Stazione di Saluzzo	43.84	62.68	70.12
	PAI Cella AN129	44.25	63.95	71.78

TABELLA 6a – *Altezza di pioggia per i corsi d'acqua considerati*

Celle	T=20 anni	T=200 anni	T=500 anni
AO125	96.59413	136.1672	152.1278
AP125	93.36643	131.5802	146.712
AO124	95.94642	135.2823	150.6493
AP124	92.91934	130.7256	145.8919

TABELLA 6b – *Altezza di pioggia Rio Tepice – Ponte Cardè Torre S. Giorgio*

Celle	T=20 anni	T=200 anni	T=500 anni
AN125	100.134	141.221	157.739
AO125	96.5941	136.167	152.128
AP125	93.3664	131.58	146.712
AO124	95.9464	135.282	150.649
AP124	92.9193	130.726	145.892
AO123	94.9763	134.701	150.412
AP123	92.8841	130.5	145.456
AP122	92.4684	129.648	144.598

TABELLA 6c – Altezza di pioggia Rio Tepice – Ponte Loc. Brasse

#### 7.2.4. Valori di portata

Con riferimento ai parametri caratteristici dei bacini definiti in precedenza, per i diversi tempi di ritorno e per le altezze di pioggia considerate, si ottengono per ogni corso d'acqua considerato i risultati esposti nelle seguenti tabelle.

Curva di riferimento	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Stazione di Saluzzo	9.40	13.46	15.06
PAI Cella AN128	9.76	14.11	15.86
Valori medi	9.52	13.78	15.46

TABELLA 7a - Portate del Bedale dei Molini

Curva di riferimento	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Stazione di Saluzzo	6.57	9.44	10.57
PAI Cella AN128	6.81	9.94	11.19
Valori medi	6.69	9.69	10.88

TABELLA 7b - Portate del Rio di Via dei Camini

Curva di riferimento	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Stazione di Saluzzo	2.35	3.38	3.78
PAI Cella AN128	2.39	3.50	3.94
Valori medi	2.37	3.44	3.86

TABELLA 7c - Portate del Rio di Via Terre Rosse

Curva di riferimento	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Stazione di Saluzzo	4.28	9.93	11.96
PAI Cella AN128	4.25	10.00	12.09
Valori medi	4.27	9.97	12.03

TABELLA 7d - Portate del Rio Bramafarina

Curva di riferimento	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Stazione di Saluzzo	3.75	5.39	6.04
PAI Cella AN129	3.79	5.54	6.24
Valori medi	3.77	5.47	6.14

TABELLA 7e - Portate del Rio S. Caterina

Curva di riferimento	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Stazione di Saluzzo	10.10	14.44	16.15
PAI Cella AN129	10.19	14.73	16.53
Valori medi	10.14	14.58	16.34

TABELLA 7f - Portate del Rio Comba Santo

Curva	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
PAI Cella AO125	14.0	19.9	22.3
PAI Cella AP125	13.7	19.4	21.7
PAI Cella AO124	14.0	19.9	22.2
PAI Cella AP124	13.7	19.4	21.7
Valori medi	13.8	19.7	22.0

TABELLA 7g - Portate del Rio Tepice – Ponte Cardè Torre S. Giorgio

Curva	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
PAI Cella AN125	29.3	41.3	46.2
PAI Cella AO125	28.3	39.9	44.5
PAI Cella AP125	27.3	38.5	42.9
PAI Cella AO124	28.1	39.6	44.1
PAI Cella AP124	27.2	38.3	42.7
PAI Cella AO123	27.8	39.4	44.0
PAI Cella AP123	27.2	38.2	42.6
PAI Cella AP122	27.1	38.0	42.3
Valori medi	27.8	39.1	43.7

TABELLA 7h - Portate del Rio Tepice – Ponte Loc. Brasse

### 7.3. PORTATE DI PROGETTO

Sulla base delle considerazioni svolte ai punti precedenti nelle tabelle seguenti si riportano i valori di portata di progetto assunti per i corsi d'acqua oggetto di studio.

Corso d'acqua	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Bedale dei Molini	9.52	13.78	15.46
Rio di Via dei Camini	6.69	9.69	10.88
Rio di Via Terre Rosse	2.37	3.44	3.86
Rio Bramafarina	4.27	9.97	12.03
Ria S. Caterina	3.77	5.47	6.14
Rio Comba Santo	10.14	14.54	16.34

TABELLA 8a – *Portate di progetto dei Rii Minori collinari*

Corso d'acqua	Q (tr 20) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 200) [m <sup>3</sup> /s]	Q (tr 500) [m <sup>3</sup> /s]
Ponte Cardè Torre S. Giorgio	13.8	19.7	22.0
Ponte località Brasse	27.8	39.1	43.7

TABELLA 8b – *Portate di progetto Rio Tepice*

Sulla base dei valori di portata definiti nel presente documento si è proceduto alla analisi idraulica dei tratti d'alveo d'interesse. I risultati ottenuti e le procedure di verifica sono riportate nell'Elaborato A02.4 "Rii Minori: Relazione idraulica".

## INDICE

1	PREMESSA	pag. 1
2	METODOLOGIA D'INDAGINE	“ 2
2.1	ACQUISIZIONE DEI DATI	“ 2
2.2	RILIEVI SUL TERRENO	“ 3
3	COMPETENZE AMMINISTRATIVE SUL CORSO D'ACQUA	“ 3
4	ASPETTI FISICI DEL BACINO E DEL CORSO D'ACQUA	“ 3
4.1	FISIOGRAFIA	“ 3
4.2	CARATTERISTICHE DEGLI ALVEI	“ 7
4.3	GEOLOGIA	“ 14
4.4	PERMEABILITÀ	“ 15
4.5	USO DEL SUOLO	“ 16
4.6	DINAMICA DI VERSANTE E TRASPORTO SOLIDO	“ 16
5	IDROLOGIA	“ 17
5.1	DATI IDROLOGICI	“ 17
5.2	ELABORAZIONI STATISTICHE DEI DATI PLUVIOMETRICI	“ 18
6	METODOLOGIA DI CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA	“ 21
6.1	METODO RAZIONALE	“ 22
7	VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PIENA	“ 24
7.1	STUDI PREGRESSI	“ 24
7.2	METODO RAZIONALE	“ 25
7.3	PORTATA DI PROGETTO	“ 28