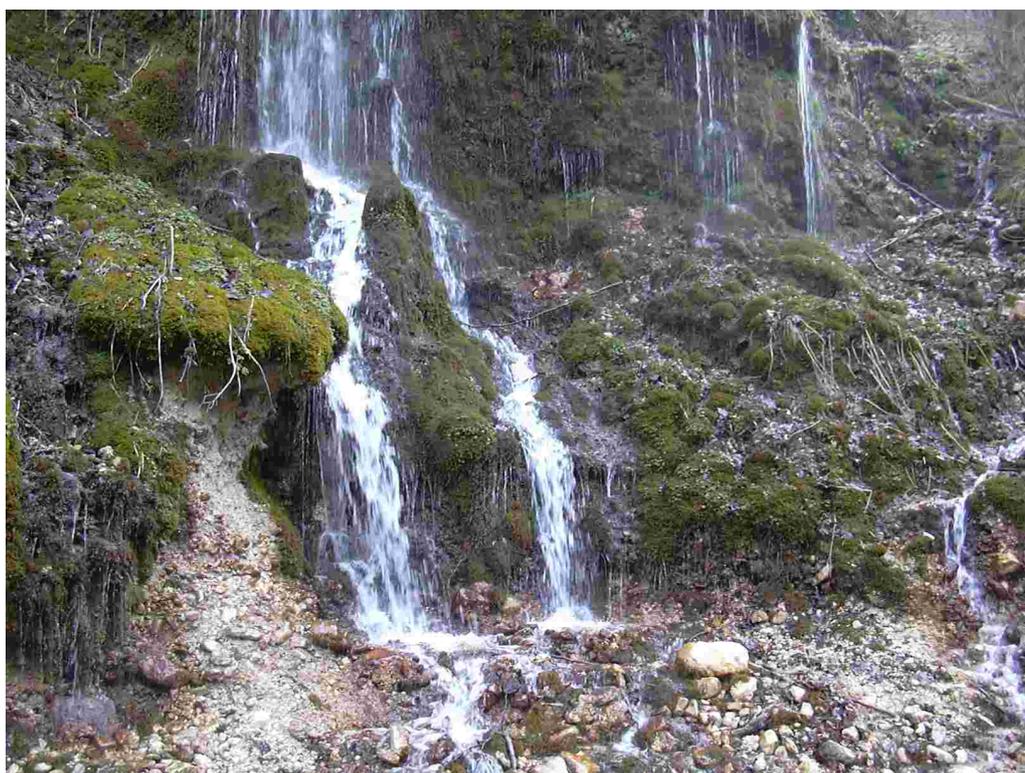


RUWA

acqua
territorio
energia

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO
SUL TORRENTE SCURA**

Relazione Idrologica



Aprile 2009

RUWA srl

acqua territorio energia

Via Carlo Pisacane 25/F

88100 Catanzaro

tel/fax 0961 33381 - cel. 334 7090356

www.ruwa.it - info@ruwa.it - P.I. 02723670796

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO
SUL TORRENTE SCURA**

Relazione Idrologica

SINTESI

RUWA srl
acqua territorio energia
Via Carlo Pisacane 25/F
88100 Catanzaro
tel/fax 0961 33381 - cel. 334 7090356
www.ruwa.it - info@ruwa.it - P.I. 02723670796

Ing. Dario Tricoli

Catanzaro 10/04/2009

I contenuti del presente documento sono di proprietà della società Ruwa srl e ne è vietata la riproduzione, anche parziale, degli stessi.

Indice generale

1 – Premessa.....	3
2 – Ricostruzione ed elaborazione preliminare quadro conoscitivo di base.....	4
2.1 – Analisi dati territoriali.....	5
2.1.1 – Cartografie.....	5
2.1.2 - Carte Tematiche.....	8
2.2 – Dati idro-meteorologici.....	26
2.2.1 – Pluviometria.....	28
2.2.2 – Idrometria.....	31
2.2.3 – Termometria.....	32
2.3 – Studi esistenti.....	34
3 – Bilancio idrologico.....	36
3.1 – Richiami di idrologia tecnica.....	37
3.2 – Implementazione modello.....	44
3.2.1 – Fase di separazione delle piogge (calcolo pioggia netta).....	45
3.2.2 – Fase di formazione della piena.....	49
3.2.3 - Deflusso di Base (profondo).....	51
3.2.4 – Fase di propagazione della piena.....	52
3.2.5 – Modello meteorologico.....	54
3.3 – Taratura modello.....	59
3.4 – Risultati ottenuti.....	59
3.4.1 – Bilancio idrologico anno medio.....	63
3.4.2 – Bilancio idrologico anni estremi.....	65
3.4.3 – Curva delle durate.....	68
3.5 – Valutazione Deflusso Minimo Vitale (DMV).....	75
3.6 – Valutazione risorsa idrica utilizzabile.....	78
4 – Conclusioni e Raccomandazioni.....	79
Allegati.....	80
Allegato A.1 – Carta dei sistemi Idrogeologici del territorio della Regione Lazio.....	81
Allegato A.2 – Carta idrogeologica dell'alta e media valle del fiume Velino.....	86
Allegato A.3 – Carta dei fenomeni franosi interessanti i centri abitati e la viabilità nella provincia di Rieti.....	91
Allegato A.4 – Dati Pluviometrici (periodo 1950-2002).....	95
Allegato A.5 – Dati termometrici (periodo 1950-2002).....	104
Allegato A.6 – Dati pluviometrici (periodo 2004-2008).....	107
Allegato A.7 – Dati termometrici (periodo 2004-2008).....	109
Allegato A.8 – Dati idrometrici (periodo 2006-2007).....	111
Allegato A.9 – Modellazione idrologica in HEC-HMS.....	113
Allegato A.10 – Modellazione Idrologica – Idrogrammi ricostruiti.....	116
Allegato A.11 – Modellazione Idrologica – Curve di durate ricostruite.....	122
Allegato A.12 – Documentazione fotografica.....	128

1 – Premessa

Consulenza per la redazione del bilancio idrologico del bacino del torrente Scura, affluente del fiume Velino, in provincia di Rieti, finalizzato al dimensionamento di un impianto idroelettrico. L'attività di consulenza prevede le seguenti fasi:

- A) raccolta ed elaborazione dati idro-pluviometrici ai fini della caratterizzazione meteorologica ed idrologica del bacino di interesse;
- B) raccolta ed elaborazione dati cartografici (Carta Tecnica Regionale, uso del suolo, geologia, litologia, pedologia, ecc.) ai fini della caratterizzazione morfologica e geologica del bacino di interesse;
- C) raccolta studi, ricerche e pubblicazioni attinenti la problematica del bilancio idrologico e la determinazione del deflusso minimo vitale nell'area di interesse;
- D) implementazione modellistica idrologica su base annuale per la ricostruzione delle portate medie mensili e della curva di durata.

Al termine delle attività condotte è stata redatta la presente relazione contenente la descrizione delle varie fasi di lavoro svolte e dei principali risultati ottenuti in termini di ricostruzione delle caratteristiche di deflusso del bacino di interesse. La relazione contiene inoltre tutti i dati utilizzati ed i risultati ottenuti nelle varie fasi di lavoro.

Il torrente Scura che è alimentato da una serie di sorgenti dispone di un consistente deflusso di base, pur avendo un bacino di solo 16 Km² circa, come sarà meglio descritto nel seguito.

La presente relazione ha lo scopo di stimare la risorsa idrica disponibile ai fini dell'ottimizzazione dell'impianto idroelettrico da realizzare al fine anche del suo corretto inserimento nel contesto ambientale della zona in modo da mitigare eventuali suoi impatti negativi.

Nel presente studio sarà quindi predisposta una modellazione idrologica del bacino idrografico del Torrente Scura che opportunamente calibrata e attraverso i dati disponibili, sarà in grado di simulare in modo sufficientemente realistico il regime dei deflussi nel corso d'acqua e quindi stimare la risorsa idrica disponibile con riferimento sia all'anno medio che a quello secco ed umido.

Opportune valutazioni saranno quindi fatte sul Deflusso Minimo Vitale da rilasciare per garantire una buona qualità delle acque e quindi sarà stimata la effettiva risorsa utilizzabile.

2 – Ricostruzione ed elaborazione preliminare quadro conoscitivo di base

Nella prima fase di lavoro sono stati raccolti ed elaborati in modo preliminare tutti i dati disponibili nella zona oggetto di studio ed utili per caratterizzare il bacino idrografico dal punto di vista geomorfologico, idrologico, idrogeologico e climatico.

Sono stati altresì raccolti i risultati di alcuni precedenti utili per approfondire le conoscenze del bacino oggetto di studio.

2.1 – Analisi dati territoriali

Si è svolto dapprima uno studio delle principali caratteristiche geomorfologiche, litologiche, orografiche e di altri tematismi che in ogni caso hanno una certa influenza sul regime idrologico, idraulico e sedimentologico del corso d'acqua. In una prima fase sono stati analizzati i dati necessari per la caratterizzazione del bacino idrografico, in un secondo tempo si è passati allo studio delle caratteristiche del corso d'acqua.

Tutte le cartografie raccolte sono state inserite in un sistema informatico territoriale (GIS) per le successive elaborazioni.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
 Relazione idrologica - **SINTESI**

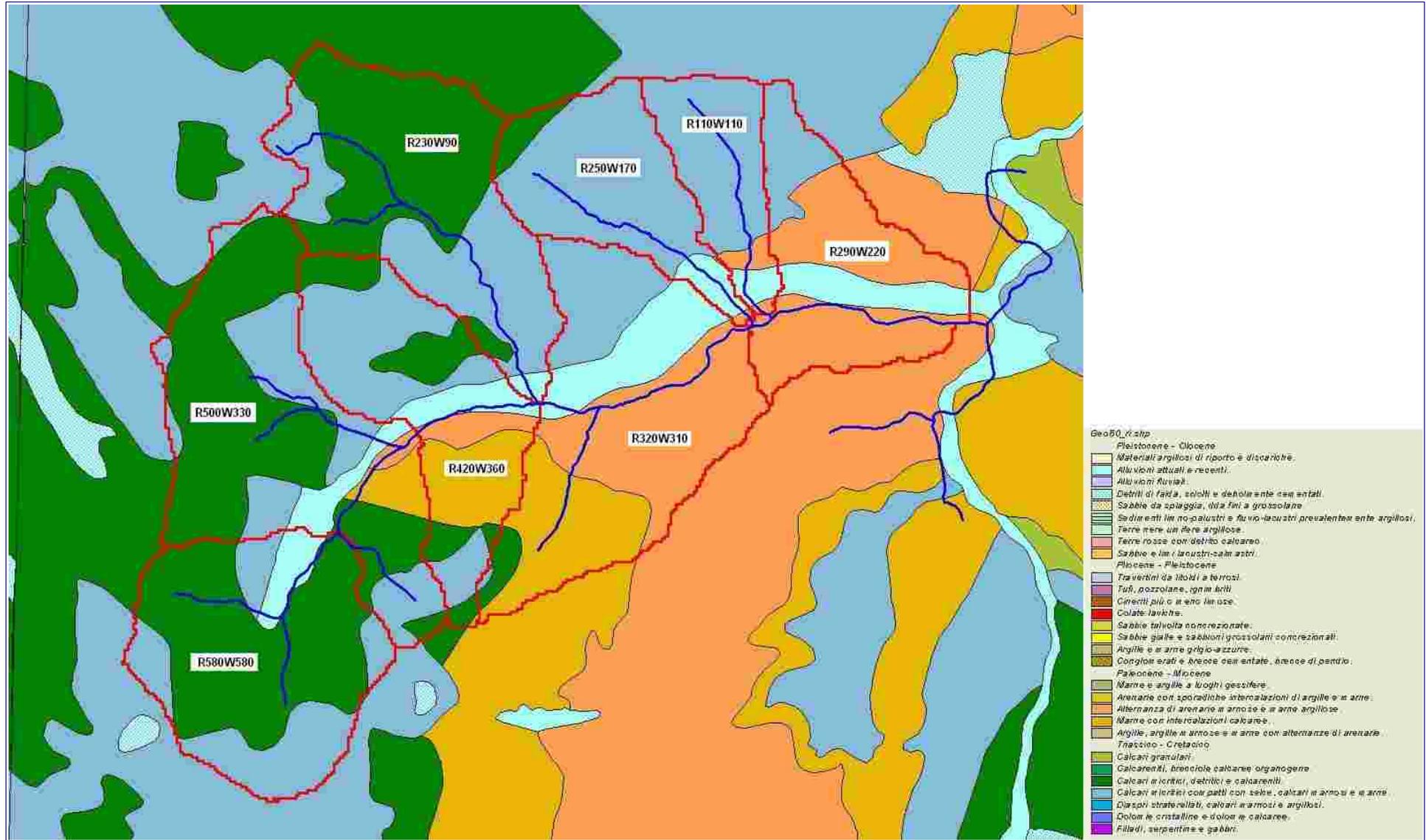


Fig. 2.4 – Torrente Scura: Carta geologica

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

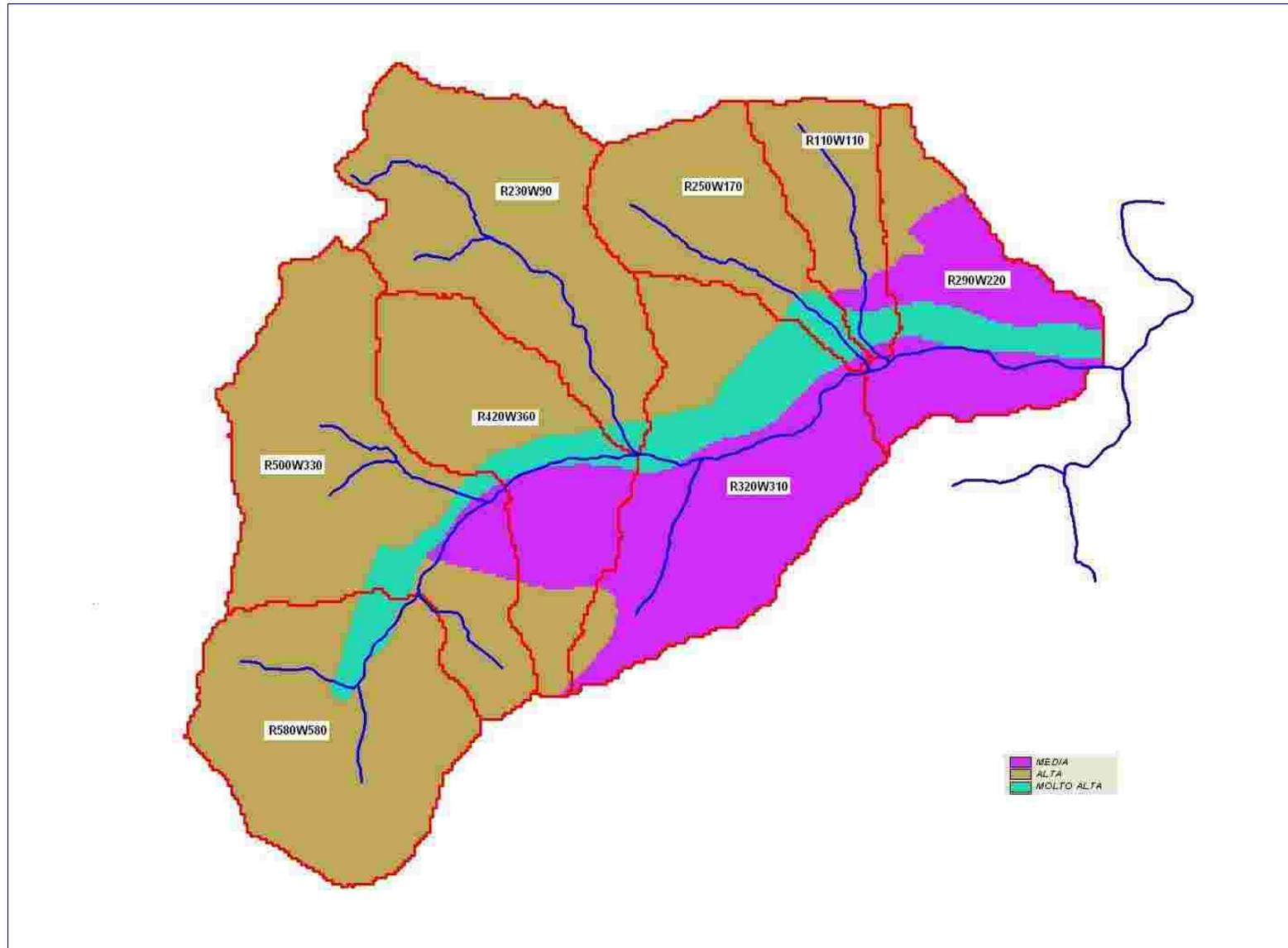


Fig. 2.7 – Torrente Scura: Classi litologiche

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

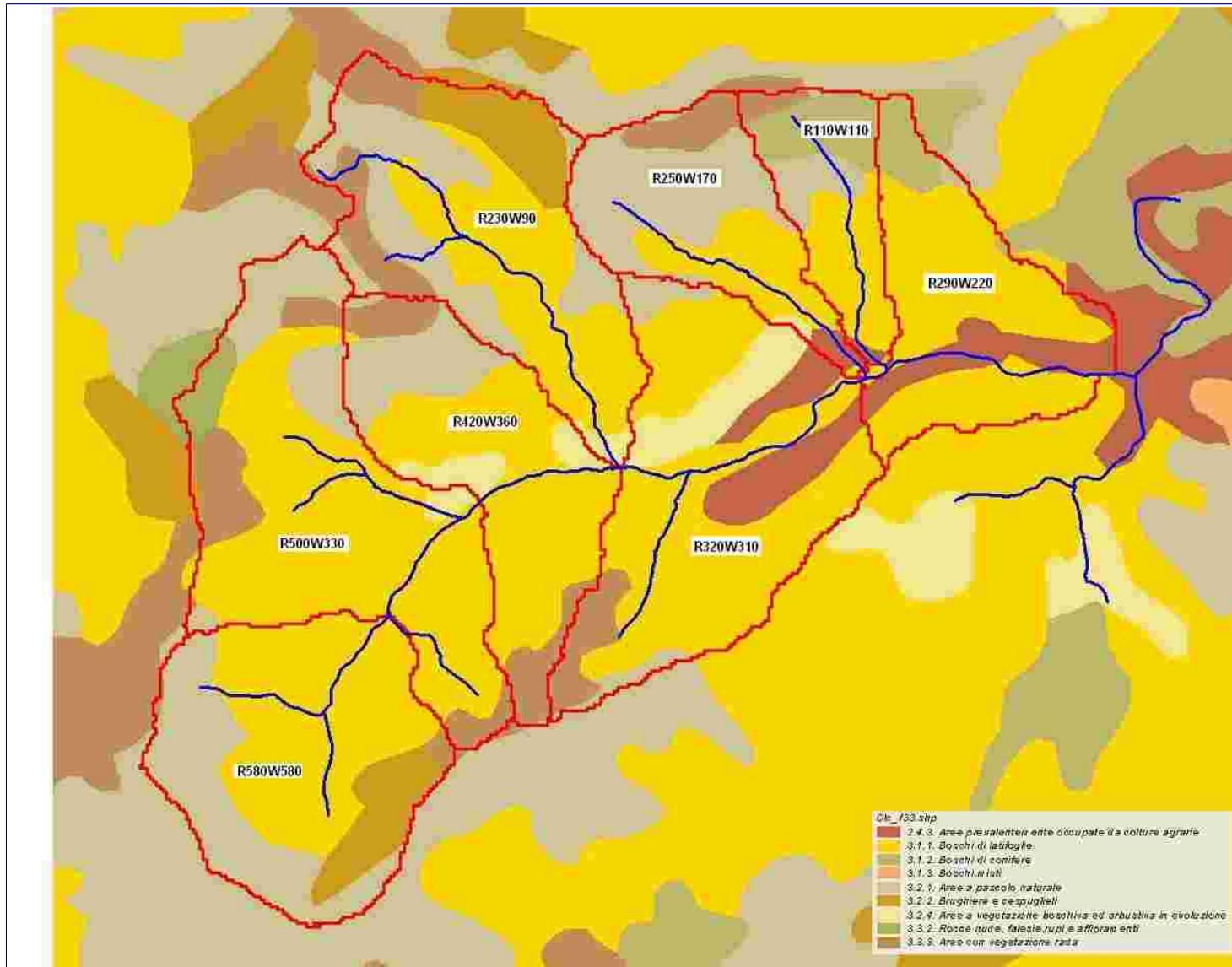


Fig. 2.10 – Torrente Scura: Classi uso del suolo

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

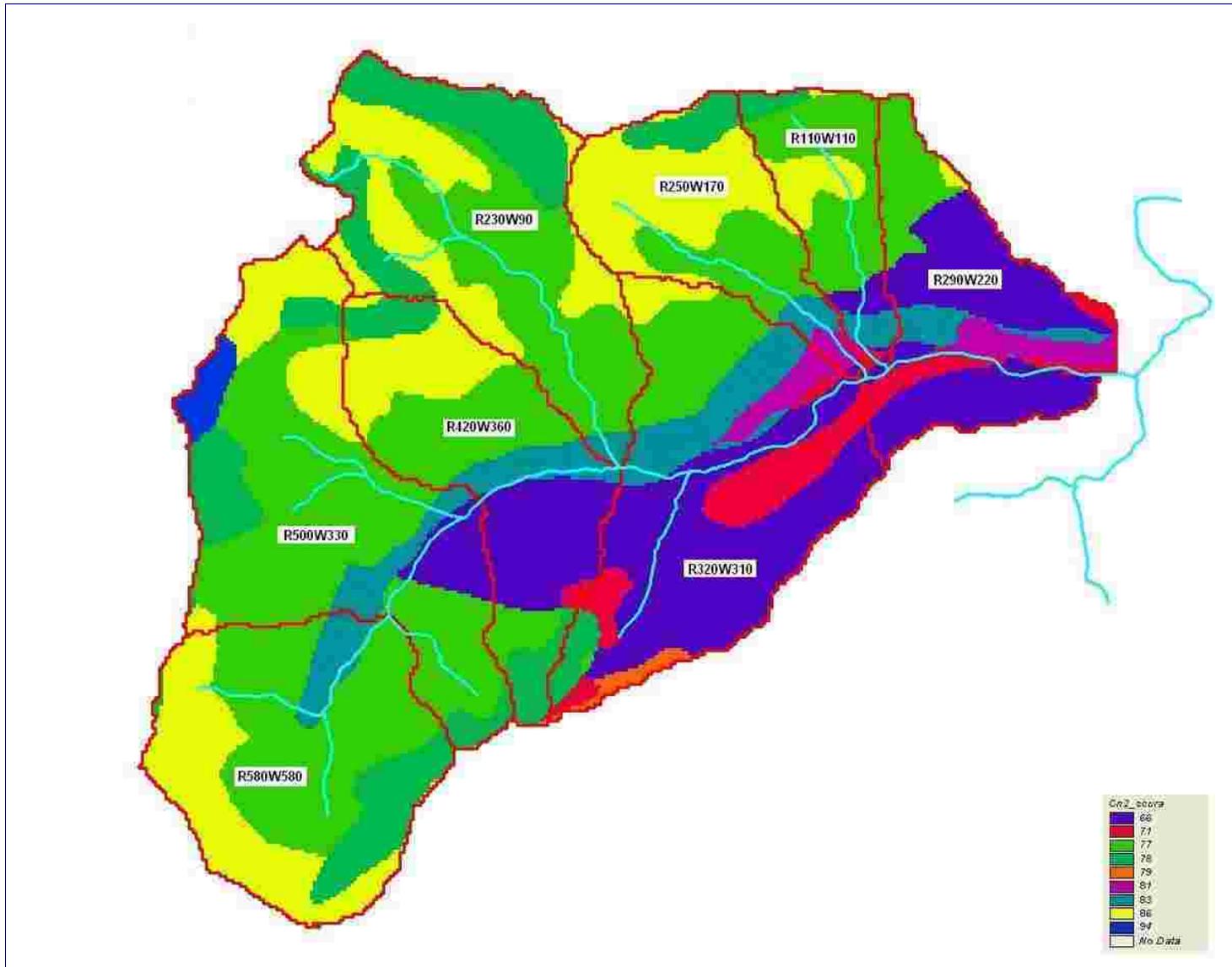


Fig. 2.11 – Torrente Scura: Curve Number

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

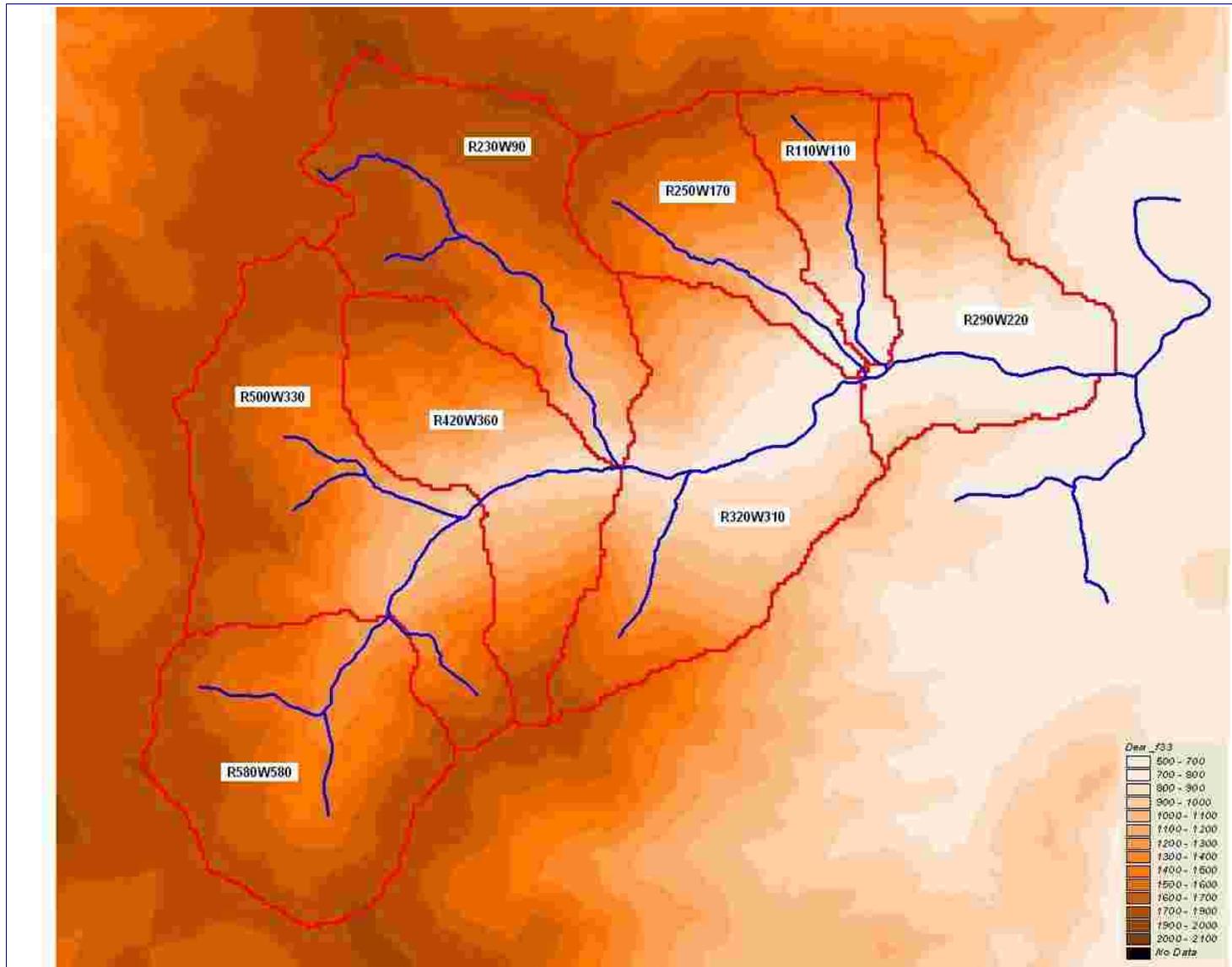


Fig. 2.13 – Torrente Scura: Classi altimetriche

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

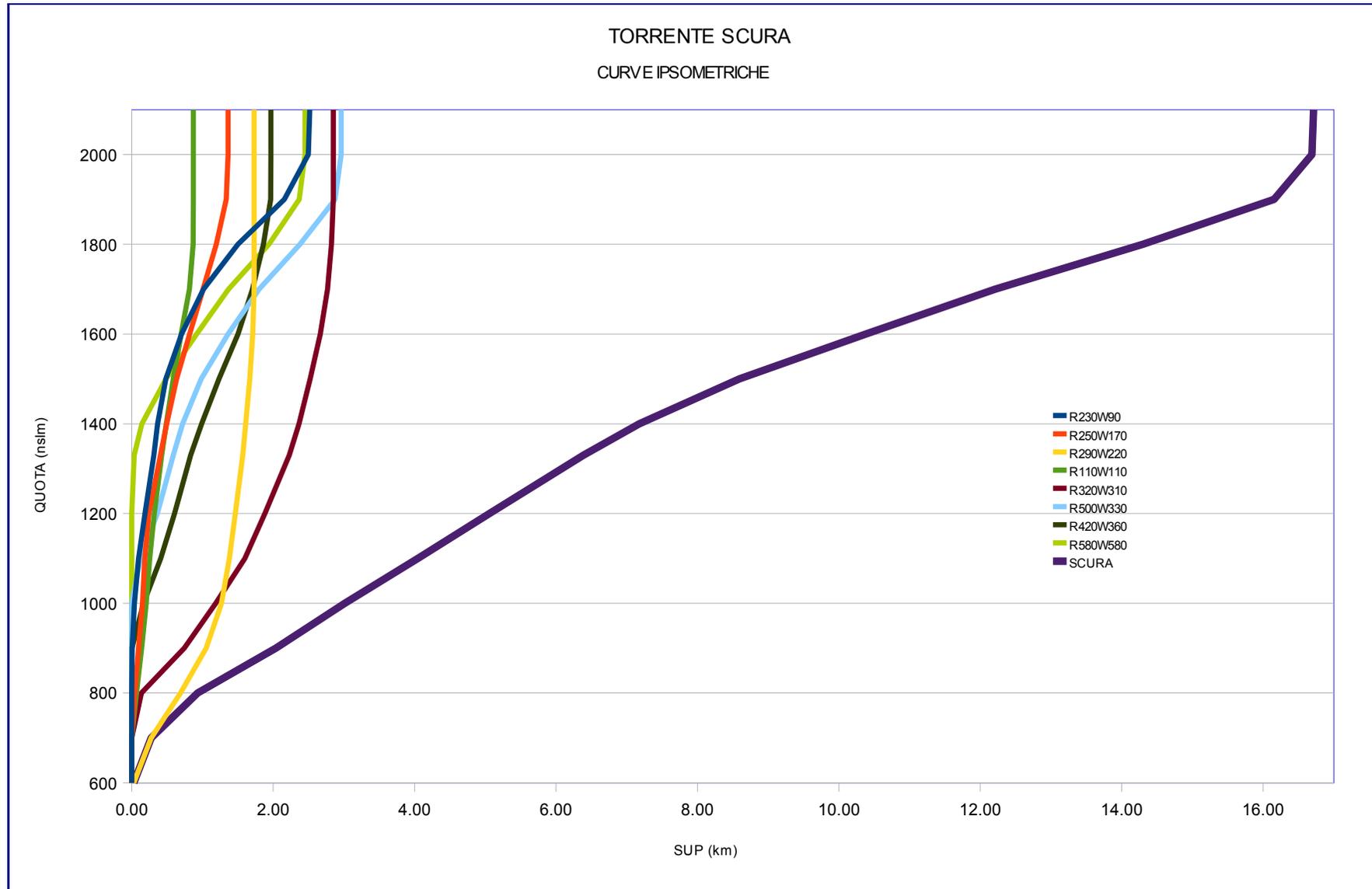


Fig. 2.14 – Curve ipsometriche assolute

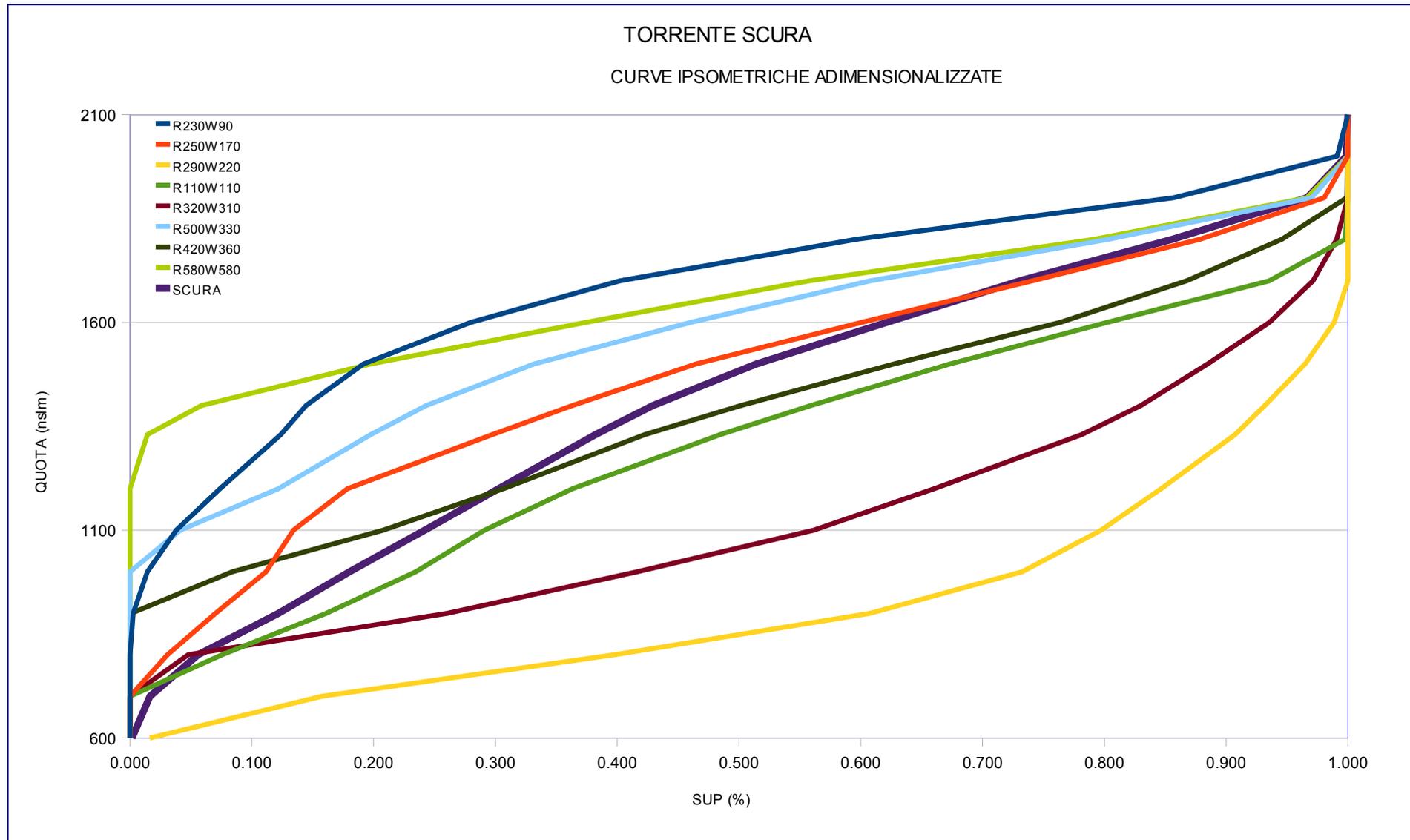


Fig. 2.15 – Curve ipsometriche adimensionalizzate

2.2 – Dati idro-meteorologici

Ai fini della caratterizzazione del regime climatico delle zone sono stati utilizzati i dati meteorologici disponibili raccolti negli anni passati soprattutto a cura dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, le cui competenze sono ora passate al Centro Funzionale Decentrato della Regione Lazio, e dell'ARSIAL. In particolare le stazioni per cui sono state trovate le serie di osservazioni di temperatura e pioggia più lunga e che sono le più rappresentative per il bacino oggetto di studio sono: Albanato, Micigliano, Monte Terminillo, Posta e Borgo Velino.

La posizione delle sopra citate stazioni è riportata in fig. 2.16 mentre la fig. 2.17 riporta le rispettive aree di influenza con riferimento al bacino idrografico del Torrente Scura tracciate con il metodo di topoiet.

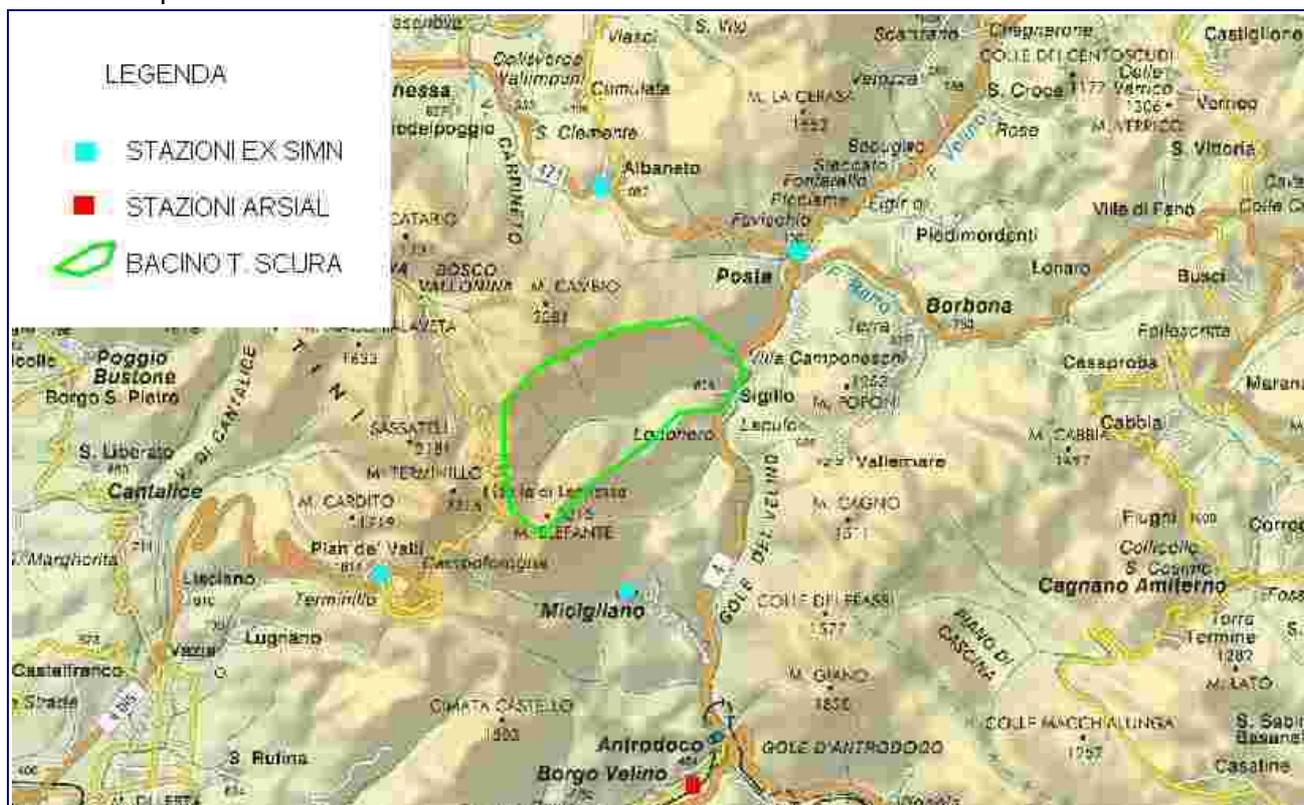


Fig. 2.16 – Stazioni meteorologiche

Nelle stazioni dell'ex S.I.M.N. le osservazioni pluviometriche e termometriche sono disponibili dal 1950 al 2001, sfortunatamente nel periodo in cui il presente studio è stato redatto il CFD di Roma aveva sospeso la fornitura dei dati più recenti a causa della riorganizzazione del sistema di pubblicazione dei dati. Per questo motivo sono stati raccolti anche i dati pluviometrici e termometrici della stazione di Borgo Velino gestita dall'ARSIAL che pur essendo meno rappresentativa del clima del bacino del Torrente Scura rispetto a quelle elencate in precedenza era quella più vicina allo stesso bacino per cui i dati erano disponibili tra il 2004 e il 2008.

Gli unici dati idrometrici disponibili ricadono proprio in questo periodo per cui era essenziale per la taratura del modello idrologico poter disporre dei dati meteorologici, pioggia e temperatura, nello stesso periodo.

Nei paragrafi che seguono con riferimento rispettivamente a pluviometria, idrometria e termometria verranno descritti nel dettaglio le procedure adottate per la raccolta e la preparazione dei dati per la successiva modellazione idrografica.

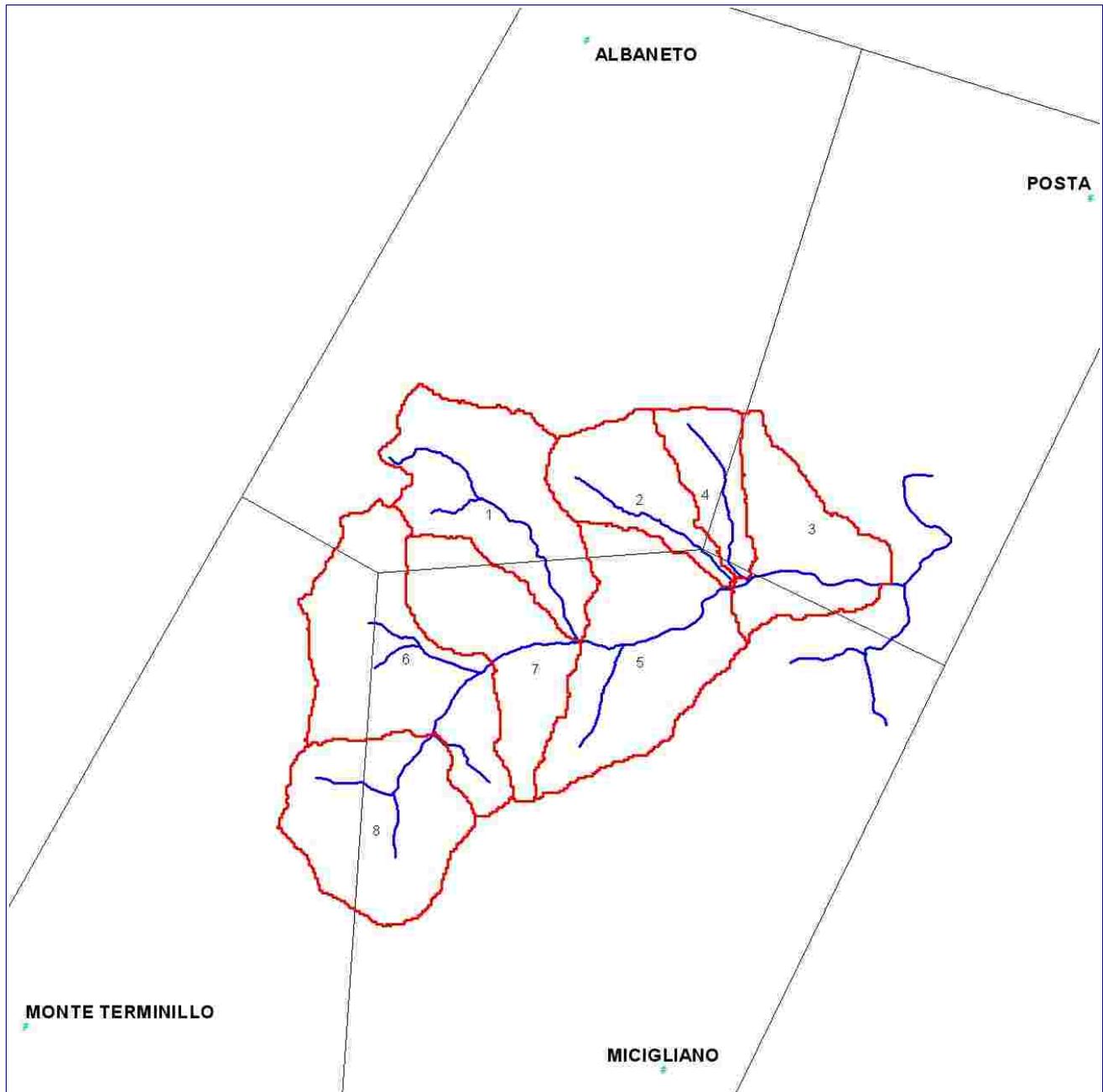


Fig. 2.17 - Stazioni meteorologiche utilizzate per la modellazione – topiети (ex S.I.M.N.)

2.2.1 – Pluviometria

Come già in precedenza accennato per caratterizzare la pluviometria del bacino idrografico del Torrente Scura sono stati raccolti i dati disponibili presso il Centro Funzionale Decentrato di Roma che ha ereditato la rete di sensori dello S.I.M.N., solo per il periodo più recente, dal 2004 al 2008, sono stati raccolti dalla stazione di Borgo Velino gestita dall'ARSIAL.

Per l'acquisizione dei dati pluviometrici della rete ex S.I.M.N. si è proceduto ad acquisire le pagine degli annali presenti sul sito del C.F.D. di Roma e quindi alla loro digitalizzazione tramite riconoscimento automatico dei caratteri, dopo tutte le verifiche necessarie i dati sono stati inseriti in una base dati, in formato DDS, per le successive elaborazioni. In particolare sono state acquisite le altezze mensili di pioggia per le quattro stazioni sottoelencate per un periodo compreso tra il 1951 ed il 2002.

STAZIONI PLUVIOMETRICHE EX SIMN – DATI DISPINIBILI PERIODO 1951 – 2002					
N	NOME	NORD	EST	QUOTA (mslm)	MESI
1	ALBANETO	4711895	339286	1055	576
2	MICIGLIANO	4702024	340015	1000	34
3	MONTE TERMINILLO	4702437	333946	1600	577
4	POSTA	4710385	344073	721	298

Tab. 2. 8 – Consistenza stazioni pluviometriche

In totale sono state acquisite 1485 altezze mensili di pioggia, le stazioni con serie pluviometriche più lunghe sono quelle di Albaneto e Monte Terminillo con circa 48 anni di misure.

Una volta inseriti i dati nell'archivio sono state eseguite una serie di elaborazioni statistiche, riportate nell'allegato 1.4, per individuare per ogni stazione l'andamento mensile di:

- pioggia media;
- pioggia minima;
- pioggia massima;
- pioggia con percentuale 5% (anno secco)
- pioggia con percentuale 50% (anno medio)
- pioggia con percentuale 95% (anno umido)

In fig. 2.18 è riportato l'andamento dell'anno mediano (percentuale 50%) della pluviometria nelle quattro stazioni esaminate, si può notare un abbassamento delle precipitazioni nel periodo estivo mentre nella parte restante dell'anno si mantengono abbastanza uniformi con una punta nel periodo dicembre – gennaio.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
 Relazione idrologica - **SINTESI**

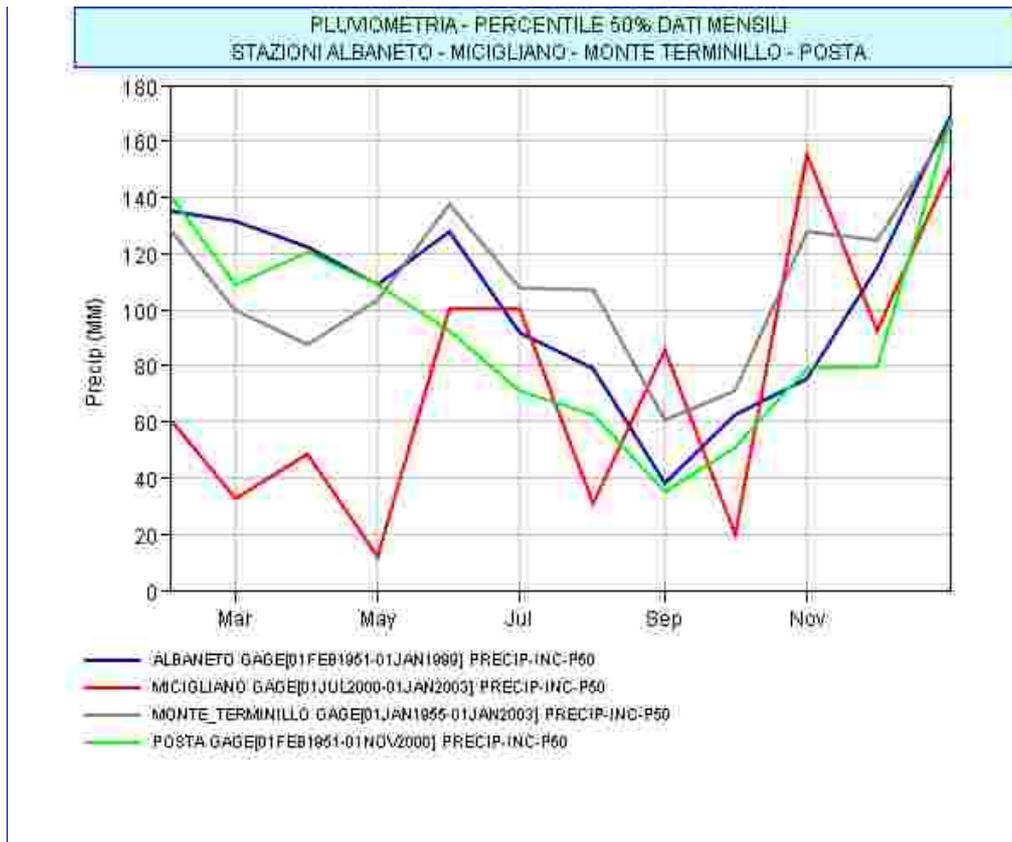


Fig. 2.18 – Pluviometria – anno mediano

Come in precedenza accennato per caratterizzare la pluviometria nel periodo 2004-2008 sono stati acquisiti i dati della stazione di Borgo Velino gestita dall'ARSIAL attraverso il sito della stessa Agenzia e riportati in fig. 2.19

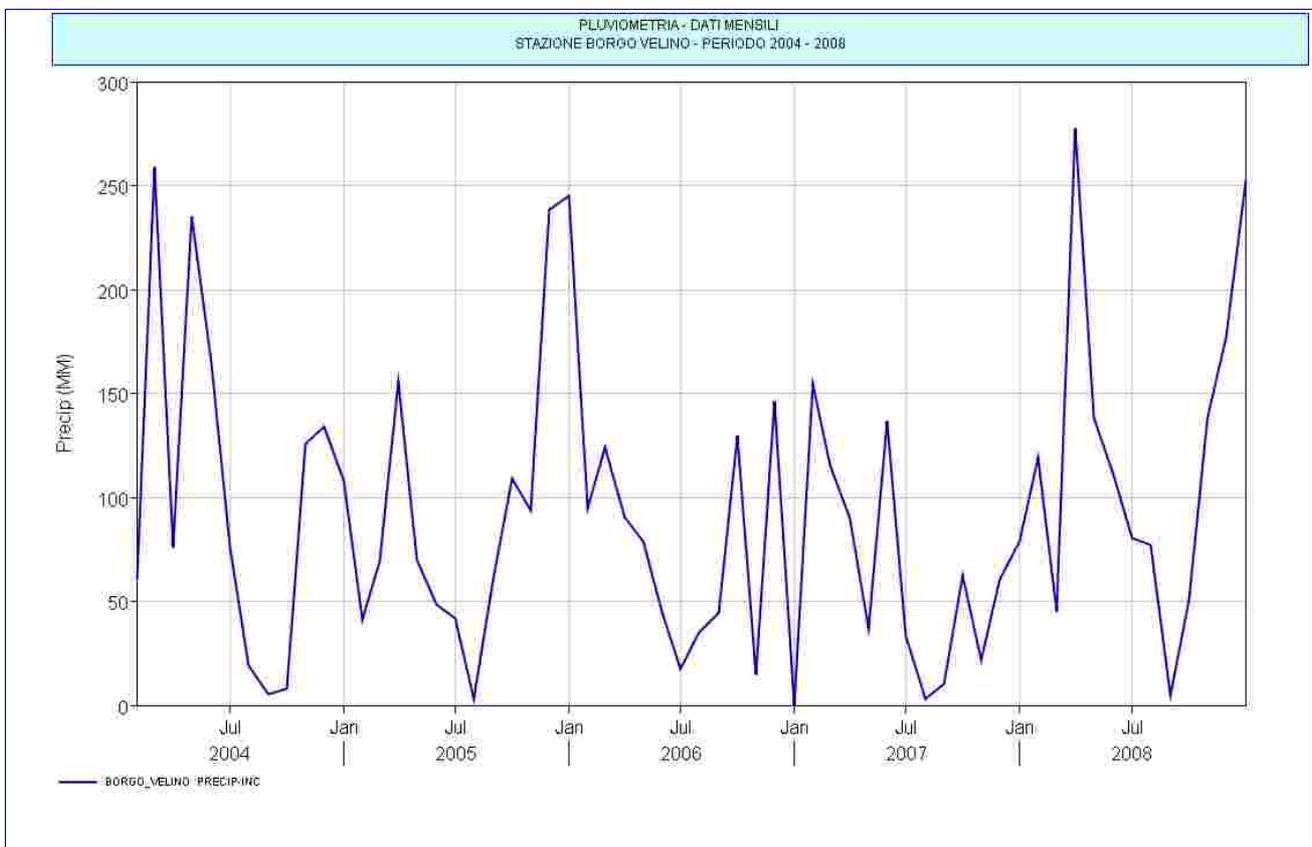


Fig. 2.19 – Pluviometria – Borgo Velino

In considerazione del fatto che i dati della stazione di Borgo Velino devono essere utilizzati per la taratura del modello e non per simulazioni sull'anno medio gli stessi dati non sono stati sottoposti ad alcuna elaborazione statistica.

Il dettaglio dei dati pluviometrici acquisiti per la stazione di Borgo Velino è riportata in allegato A.6

2.2.2 – Idrometria

Nel Torrente Scura non erano disponibili misurazioni sistematiche di portate pregresse se non alcune misure estemporanee fatte in passato in prossimità della sua immissione nel fiume Velino. Al fine di caratterizzare il regime dei deflussi e nell'ambito della redazione dello studio preliminare il committente ha fatto eseguire una serie di misurazioni sistematiche della portata del Torrente Scura in prossimità della sezione di presa dell'impianto idroelettrico da realizzare.

A questo scopo è stato installato un misuratore di livello e pressione e tramite una serie di misurazioni dirette di portata è stata ricostruita una scala di deflusso. Le misurazioni giornaliere effettuate sono riportate in fig. 2.20 e mostrano come il deflusso, con riferimento al periodo considerato, sia stato caratterizzato da una fase di esaurimento che corrisponde al periodo di scioglimento della neve che inizia a marzo e si prolunga fino a maggio-giugno in funzione dell'andamento termometrico.

Il dettaglio dei dati termometrici è riportato in allegato A.8

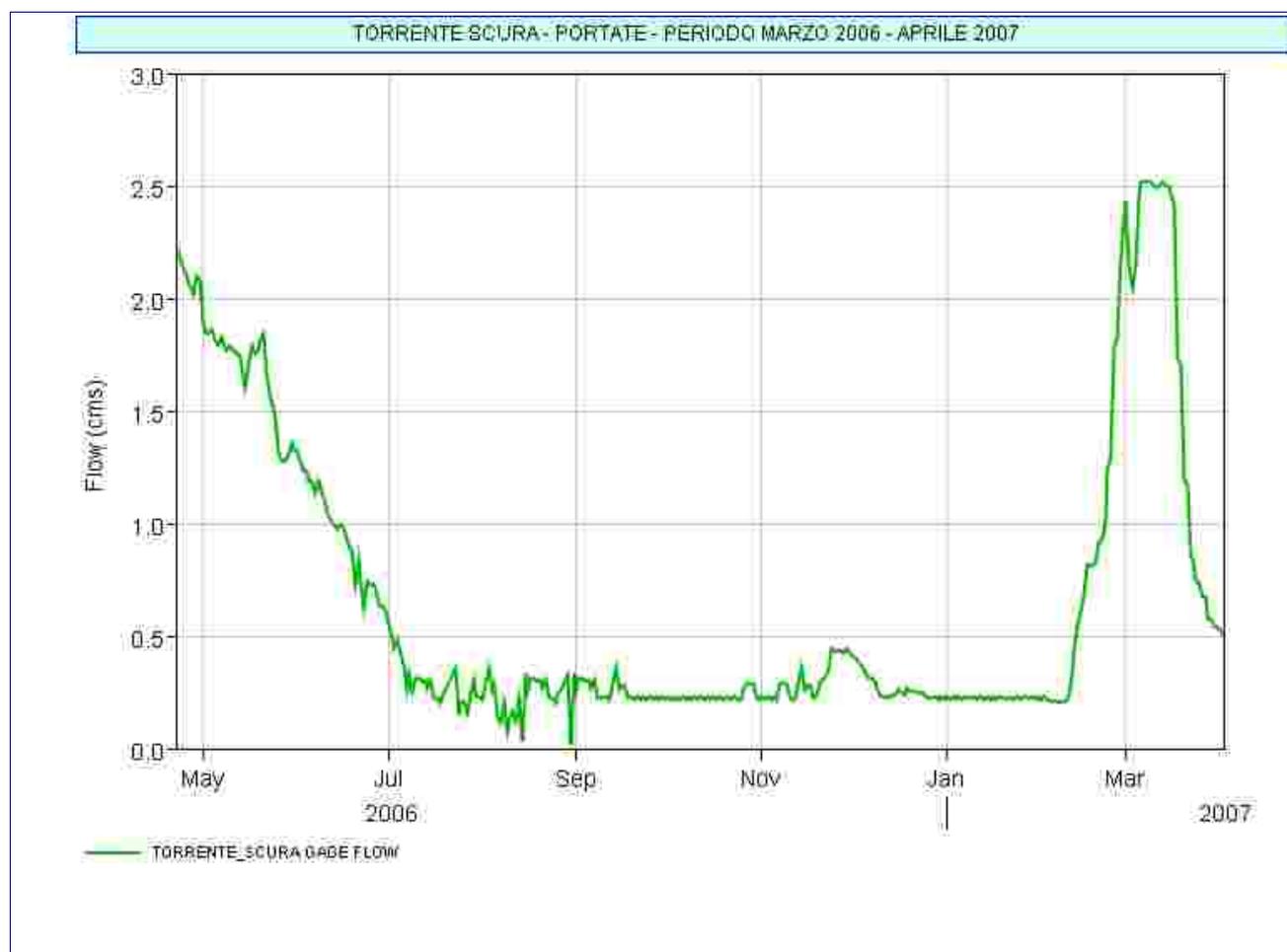


Fig. 2.20 – Misure di portata

2.2.3 – Termometria

In maniera analoga a quanto fatto per la pluviometria sono stati acquisiti le serie termometriche per due stazioni della rete dell'ex S.I.M.N. Poste, Monte Terminillo, per caratterizzare il regime termometrico della zona relativamente all'anno medio. La stazione di Borgo Velino, gestita dall'ARSIAL, è stata invece utilizzata per caratterizzare la termometria nel periodo 2004-2008 che è servito per la taratura del modello idrologico.

Le temperature medie mensili per le due stazioni dell'ex S.I.M.N. sono riportate nella fig. 2.21. La consistenza dei dati termometrici rilevati è riportata nella tab. 2.9. In totale sono stati acquisiti 788 valori di temperatura.

STAZIONI TERMOMETRICHE EX SIMN – DATI DISPINIBILI PERIODO 1951 – 2002					
N	NOME	NORD	EST	QUOTA (mslm)	MESI
1	MONTE TERMINILLO	4702437	333946	1600	549
2	POSTA	4710385	344073	721	239

Tab. 2.9 - Consistenza stazioni termometriche

Il dettaglio dei dati acquisiti e delle elaborazioni statistiche svolte per caratterizzare la termometria della zona oggetto di studio è riportata nell'allegato A.5

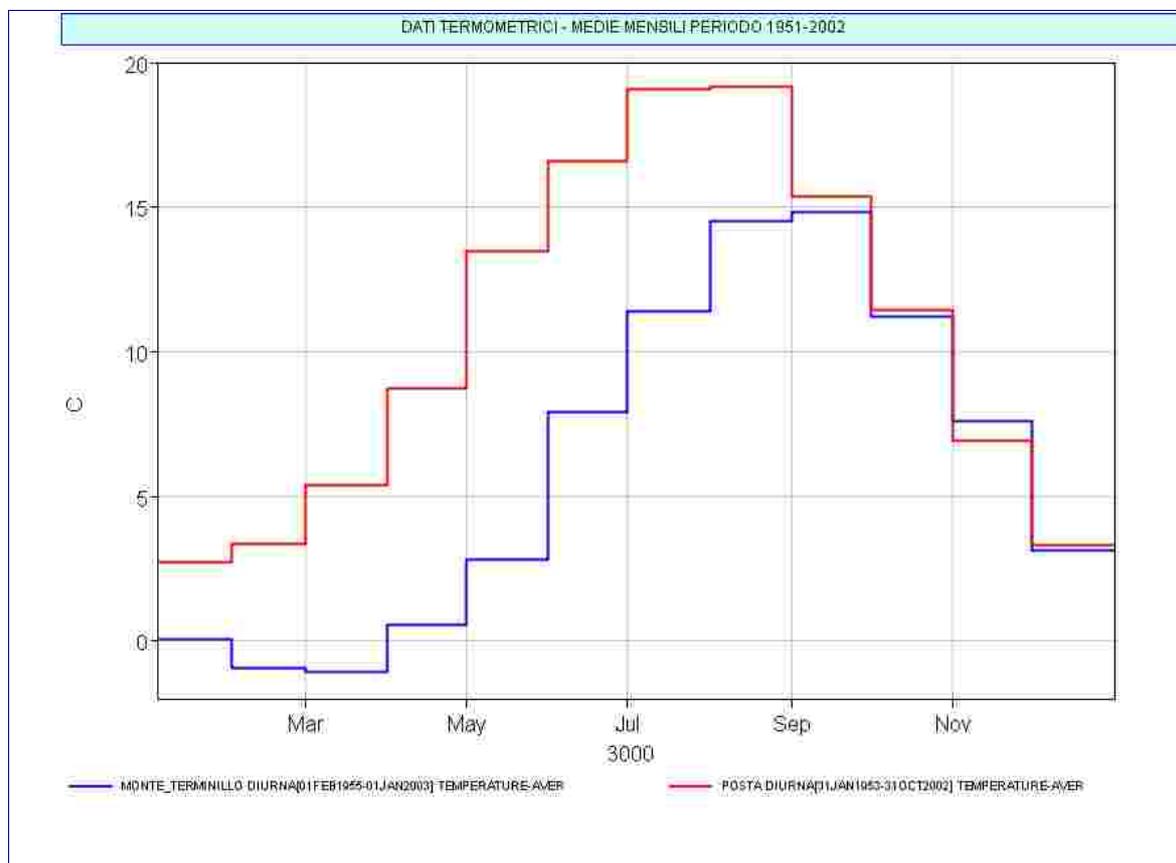


Fig. 2.21 – Misure di temperatura

Il dettaglio dei dati di temperatura acquisiti relativamente alla stazione di Borgo Velino è riportata in allegato A.7, nella figura 2.22 sono invece riportati gli andamenti delle temperature minime, medie e massime mensili con riferimento al periodo considerato.

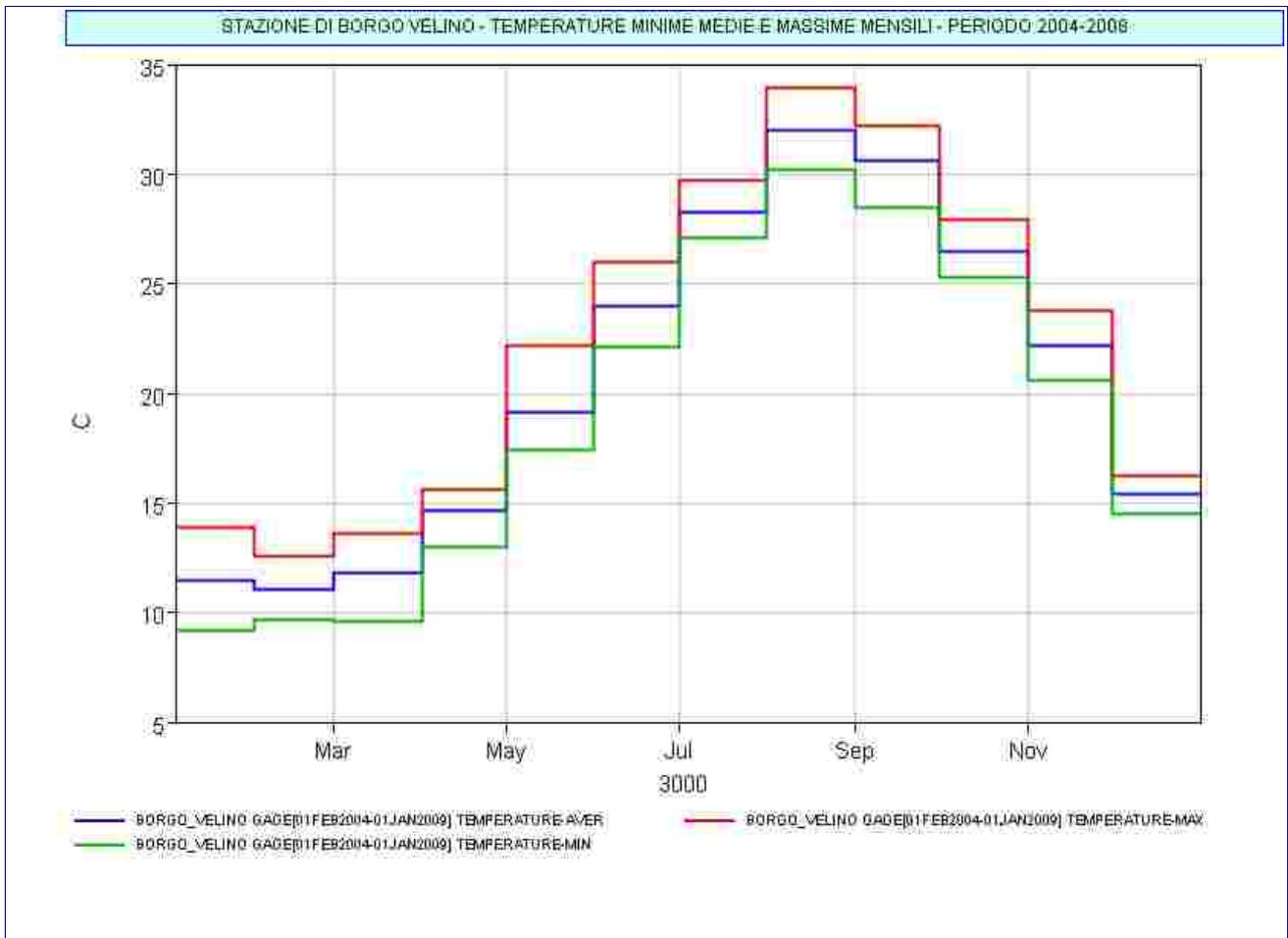


Fig. 2.22 – Misure di temperatura

2.3 – Studi esistenti

Studi Autorità di Bacino del Tevere

Nell'ambito degli studi preliminari per la predisposizione del Piano di Bacino del Fiume Tevere il Provveditorato alle Opere Pubbliche prima e poi l'Autorità di Bacino hanno commissionato una serie di studi finalizzati tra l'altro alla valutazione della risorsa idrica. In particolare due sono gli studi di interesse del presente lavoro:

- A) Studio Sapro 1985 – Provveditorato DOPP Roma
- A) Gestione integrata degli invasi e definizione del minimo vitale, 1993 – L.Ubertini e G.Calenda – Autorità di Bacino del Fiume Tevere.

Lo studio Sapro era finalizzato in particolare alla verifica idraulica del reticolo idraulico principale nel bacino del fiume Tevere e valutava i deflussi attraverso un modello idrologico sviluppato ad hoc e denominato Tiber che è stato utilizzato per ricostruire le curve di durata anche in piccoli sottobacini del fiume Tevere. I risultati ottenuti per il Torrente Scura sono riportati in fig. 2.23

Il lavoro di Ubertini e Calenda era invece finalizzato alla gestione degli invasi presenti nel bacino del fiume Tevere sia durante gli eventi di piena che durante le magre ed alla definizione del Flusso Minimo Vitale. In questo ambito è stata proposta una metodologia per la regionalizzazione dei deflussi ed in particolare delle curve di durata basate sulla conoscenza di soli due parametri: l'indice del deflusso di base (BFI), calcolato secondo la procedura proposta da Lvovitch, e la superficie del bacino versante (AREA).

Si ritiene che i risultati ottenuti nei due studi sopraelencati possano essere considerati solo indicativi e non comunque utili nell'ambito del presente studio in quanto realizzati e calibrati per lavorare su una scala spaziale a livello del bacino idrografico del fiume Tevere e quindi non utili nel dettaglio di un bacino di pochi kmq.

Altri studi consultati sono stati la relazione per il progetto preliminare dell'impianto in oggetto e uno studio finalizzato alla realizzazione di alcuni interventi di mitigazione del rischio idraulico resisi necessari a seguito di un evento alluvionale verificatosi nella valle del Torrente Scura nel dicembre del 1999.

In particolare da quest'ultimo lavoro sono state tratte informazioni riportanti la idrogeologia della zona.

È stato quindi consultato il rapporto di Ingeo che ha eseguito per conto del committente del presente studio una serie di misurazioni di deflusso sul Torrente Scura durante un periodo di circa un anno tra il 2006 ed il 2007. Queste misure di deflusso rappresentano le uniche disponibili sul Torrente Scura per la taratura del modello idrologico che sarà ampiamente descritta nel seguito. I principali dati raccolti da Lugeo ed utilizzati nel presente studio sono riportati nell'allegato A.8

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
 Relazione idrologica - **SINTESI**

DATI IDROLOGICI DEL TORRENTE SCURA ELABORAZIONE STUDIO SAPPRO, 1985

BACINO	332	H1 (S/1000)	0	11 (S/1000)	0	F1 (S/1000)	0	JAB	.813				
S (Km ²)	16.3	H2 (S/1000)	0	12 (S/1000)	0	F2 (S/1000)	0	JHB	.912				
NM (m s.m.)	1398	H3 (S/1000)	0	13 (S/1000)	0	F3 (S/1000)	0	JH'B	.875				
HMA (m s.m.)	1977	H4 (S/1000)	156	14 (S/1000)	16	F4 (S/1000)	1000	JIB	1.000				
HMI (m s.m.)	650	H5 (S/1000)	172	15 (S/1000)	16	F5 (S/1000)	0	JPR	.433				
L (km)	18.7	H6 (S/1000)	219	16 (S/1000)	267	F6 (S/1000)	0	JFU	.954				
L/S (Km/Km ²)	1.148	H7 (S/1000)	297	17 (S/1000)	703	P1 (S/1000)	266	JZR	.982				
A (mm/anno)	1364.0	H8 (S/1000)	156			P2 (S/1000)	156						
		H9 (S/1000)	0			P3 (S/1000)	422						
						P4 (S/1000)	156						
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
D (mm)	88.1	96.9	138.0	141.4	162.1	145.8	117.2	126.7	94.0	92.9	105.2	130.9	1451.6
A (mm)	115.4	129.3	106.9	123.3	110.1	93.4	47.6	62.1	103.9	140.9	185.5	152.4	1364.0
c	.763	.750	1.291	1.146	1.472	1.748	2.503	2.040	.905	.659	.567	.859	1.064
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	ANNO
	.5	.6	.8	.9	1.0	.9	.7	.8	.6	.6	.7	.8	.7
	Q10	Q91	Q182	Q274	Q355	QMAX10	QMAX20	QMAX50	QMAX100	QMAX500			
	.8	.9	.9	.9	1.0	31.1	36.0	42.1	46.8	57.1			

Fig. 2.23 - Studio Sapro - Sintesi risultati

3 – Bilancio idrologico

Il presente studio ha lo scopo principale di ricostruire il bilancio idrologico nel bacino del torrente Scura al fine di dimensionare in modo ottimale l'impianto idroelettrico da realizzare sullo stesso corso d'acqua e consentirne quindi l'inserimento nel contesto locale in maniera sostenibile anche dal punto di vista ambientale.

La procedura utilizzata per la ricostruzione del bilancio idrologico prevede l'implementazione di un modello numerico di simulazione, basato sul software HEC-HMS, sviluppato da "Hydrologic Engineering Center" del US Army Corps of Engineers, per la modellazione del bacino idrografico del torrente Scura.

L'implementazione del modello, che prevede l'utilizzo della caratterizzazione del bacino idrografico e risultati dell'elaborazione dei dati idropluviometrici precedentemente descritti, serve a schematizzare il fenomeno di trasformazione afflussi-deflussi e quindi sulla base di un anno idrologico medio a ricostruire i deflussi idrici nella sezione di chiusura del bacino idrografico.

La trasformazione afflussi-deflussi viene generalmente schematizzata nella modellazione idrologica come composta da quattro fasi: separazione delle piogge, formazione della piena, propagazione della piena e deflusso di base. Nel caso in cui, come in quello in esame, il bacino idrografico è caratterizzato da una importante circolazione sotterranea allora è fondamentale concentrare le proprie attenzioni nella stima del deflusso di base, che avviene per restituzione d'acqua dalle falde al deflusso superficiale, che rappresenta la componente più importante del deflusso totale.

Considerato che la quota media del bacino idrografico del torrente Scura è di circa 1500 m.sl.m. in un'importante porzione dello stesso bacino il regime idrologico è fortemente influenzato dalla temperatura ed in particolare dal fenomeno di accumulo della precipitazione in forma nevosa durante il periodo invernale ed il suo scioglimento durante i mesi primaverili. Per tale motivo nella modellazione idrologica si è dovuto tenere conto anche della presenza della neve.

Una volta implementato il modello idrologico ne è stata eseguita la taratura, con la calibrazione dei parametri, basandosi sulle misure di deflusso disponibili relative ad un periodo poco più lungo di un anno compreso tra il 2006 ed il 2007. Si è quindi passati alla simulazione dell'anno idrologico medio e degli anni idrologici estremi, secco e umido con riferimento a un tempo di ritorno di 5 anni. La simulazione ha quindi condotto alla stima dei deflussi idrici e quindi dell'idrogramma annuale e della curva di durata delle portate.

In un secondo tempo si è passati quindi alla stima della risorsa idrica utilizzabile sottraendo ai deflussi stimati le quantità d'acqua da rilasciare per garantire il deflusso minimo vitale (DMV) nel corso d'acqua e quindi rispettarne le esigenze ambientali.

Nel presente capitolo vengono descritte nel dettaglio le varie fasi di sopra richiamate e precisamente nel paragrafo 3.1 vengono brevemente richiamate alcune nozioni dei metodi utilizzati in idrologia tecnica per affrontare le problematiche connesse alla stima di un bilancio idrologico al fine di inquadrare in modo corretto i metodi utilizzati nel presente studio. Nel paragrafo 3.2 vengono descritte le varie fasi dell'implementazione del modello numerico di calcolo e quindi, nel paragrafo 3.3, la sua taratura. Nel paragrafo 3.4 sono descritti i principali risultati ottenuti dal modello idrologico. La valutazione del deflusso minimo vitale è riportata nel paragrafo 3.5. Nel paragrafo 3.6 viene infine valutata la risorsa idrica utilizzabile sulla base di quella totale disponibile, del DMV ed anche della portata massima derivabile.

Il software HEC-HMS

Il software HEC-HMS è specifico per la modellazione idrologica dei bacini idrografici e quindi per la determinazione delle portate di piena attese in determinate sezioni del bacino in funzione dei tempi di ritorno considerati.

Il software HEC-HMS permette di simulare la risposta di un bacino idrografico investito da un evento meteorico di caratteristiche note. Il funzionamento del programma è stato testato in varie zone geografiche ed è risultato utile per schematizzare una grande serie di situazioni che si possono trovare in natura; sia riferite a grandi bacini idrografici che a piccole aree urbane o naturali.

Gli idrogrammi calcolati dal programma possono essere utilizzati, anche in combinazione con altri software, per studiare problemi diversi come per esempio la disponibilità della risorsa idrica, il drenaggio urbano, la previsione delle piene, l'impatto dello sviluppo delle aree urbane, il progetto degli sfioratori di piena nelle dighe, la mitigazione del rischio idraulico, ecc..

Il programma è caratterizzato da un ambiente di lavoro integrato e completo di: database, utility per l'inserimento e la modifica dei dati, un motore di calcolo e un sistema di visualizzazione dei risultati. Tutte le componenti sono accessibili tramite un interfaccia grafica molto funzionale.

I dati relativi alle serie temporali sono archiviati in file in formato Data Storage System (DSS), la scrittura e la lettura dei dati vengono gestiti dal programma stesso in maniera del tutto trasparente.

Il motore di calcolo deriva da oltre 30 anni di esperienza, infatti molti algoritmi che derivano dalle versioni precedenti del programma (HEC-1 1998, HEC-1F 1989, PRECIP 1989 e HEC-IFH 1992) sono stati implementati in nuove e moderne librerie di calcolo.

Il software HEC-HMS, nel suo utilizzo di base, permette di modellare il comportamento di un bacino idrografico interessato da un singolo evento pluviometrico e di stimare, quindi, le caratteristiche della sua risposta, quali: volume di deflusso, forma dell'idrogramma, portata massima e tempo di corrivazione. Esiste anche la possibilità di eseguire modellazioni idrologiche continue di un bacino idrografico, che prevede l'utilizzo di schematizzazioni più complesse, ma che non sono inserite nella presente trattazione, in quanto presuppongono un uso avanzato del software.

La modellazione idrologica di un bacino idrografico viene fatta, in genere, quando è necessario conoscere, nel dettaglio, le caratteristiche della piena di progetto, quando cioè non è sufficiente valutare la portata massima, ma serve anche conoscere la forma dell'idrogramma di piena. Il procedimento per arrivare a valutare le caratteristiche dell'evento di piena di progetto (vedi schema seguente) è costituito dalle fasi sotto elencate:

- 1) *schematizzazione del modello fisico del bacino idrografico ed implementazioni nel software*
- 2) *inserimento dati misurati di pioggia e di portata di un evento di piena "storico"*
- 3) *taratura dei parametri del modello fisico attraverso la simulazione dell'evento di piena "storico"*
- 4) *inserimento dati di pioggia di progetto*
- 5) *simulazione dell'evento di piena di progetto.*

Nel caso in cui non si disponga delle misure di pioggia e di portata relativa ad un evento storico di piena, i passi 2 e 3 verranno omessi. Ognuna di queste fasi necessita di alcuni dati in ingresso e produce dei risultati in uscita, che vengono in genere utilizzati nella fase successiva, come meglio specificato nello schema seguente.

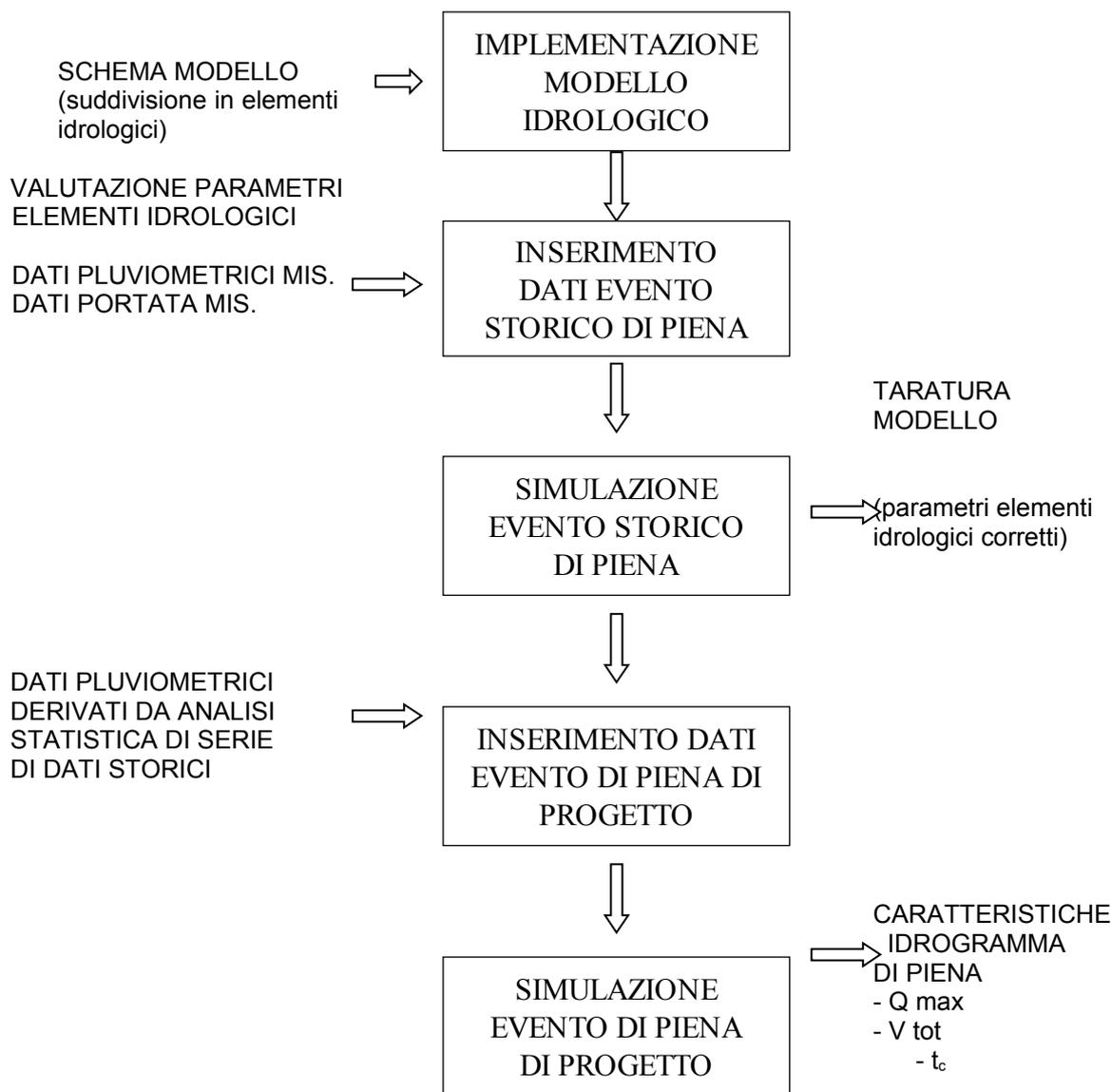


Fig. 3.2

Esistono poi anche limitazioni all'estensione spaziale della modellazione. Nella modellazione del fenomeno afflussi-deflussi, i metodi idrologici utilizzati dal software hanno la principale caratteristica di essere stazionari e lineari, che sono caratteristiche che si associano bene a bacini idrografici di limitate dimensioni, fino a qualche decina di Km², e che si presentano abbastanza omogenei come caratteristiche geologiche, litologiche, orografiche e dell'uso del suolo. Nel caso di bacini molto grandi, o nei quali le caratteristiche sopra citate variano in maniera significativa, allora è facile che il sistema nel suo complesso non sia né stazionario, né lineare, anche per la presenza di discontinuità nel regime idrologico, quali zone di espansione, tratti intermedi del reticolo particolarmente incassati e ad elevata pendenza e zone endoreiche. In questo caso occorre studiare attentamente la schematizzazione del bacino idrografico e utilizzare tutti gli elementi idrologici disponibili, in particolare sottobacini e tronchi fluviali, in modo da ottenere una modellazione che sia quanto più possibile vicina alla situazione reale.

Nella presente trattazione non si intende affrontare la possibilità di eseguire la modellazione idrologica continua di un bacino idrografico che riguarda l'uso avanzato del software. A tale proposito si può notare che la necessità di una modellazione idrologica continua di un bacino idrologico si ha quando si sta indagando sul bilancio idrologico e quindi per valutare la risorsa idrica di un bacino. Si può ricorrere alla modellazione continua anche per stimare le condizioni di saturazione del suolo prima dell'avvio di un evento di pioggia che investe un bacino idrografico e

quindi nel caso della necessità di implementare modelli di previsione delle piene funzionanti in tempo reale. In questi casi è necessario utilizzare il modello di valutazione dell'umidità del suolo (SMA) per il calcolo della pioggia netta.

Prima di implementare il modello fisico del bacino idrografico nel software, è opportuno valutare con attenzione la schematizzazione da utilizzare attraverso un'analisi delle caratteristiche del bacino idrografico oggetto dello studio, ma anche delle proprie esigenze in termini di risultati che si intende ottenere e della loro precisazione.

Di seguito si riportano schematicamente le varie fasi che compongono l'analisi sopra citata. Tali fasi saranno illustrate nel dettaglio in seguito:

1. *Raccolta cartografica*
2. *Raccolta dati pluviometrici ed idrometrici*
3. *Individuazione della/e sezione/i di chiusura del reticolo idrografico, laddove serva conoscere la portata di piena*
4. *Individuazione e perimetrazione del/i bacino/i idrografico/i che afferiscono alle sezioni di chiusura di cui sopra*
5. *Individuazione e perimetrazione di sottobacini omogenei dal punto di vista geomorfologico, uso del suolo e pluviometrico*
6. *Individuazione schema di concessione tra i diversi sottobacini di cui al punto precedente tramite tronchi e giunzioni.*

I passi 5) ed 6) non sono previsti solo in caso di bacini idrografici molto semplici, per la modellazione dei quali è sufficiente utilizzare un sottobacino come unico elemento idrologico della schematizzazione.

3.2 – Implementazione modello

Una volta identificati i sottobacini in cui suddividere il bacino idrografico oggetto di studio e il loro sistema di connessione si passa all'inserimento dei dati nel software HEC-HMS e precisamente nel modulo dedicato alla schematizzazione fisica del bacino e quindi per ogni fase della trasformazione afflusso-deflusso occorre selezionare il metodo di utilizzo e quindi inserire i parametri necessari per quel metodo. Nel presente lavoro i metodi utilizzati per le varie fasi riportati in tab. 3.1 sono descritti nei paragrafi seguenti.

FASE	METODO
- separazione delle piogge	Soil Moisture Accounting
- formazione della piena	UH del del Soil Conservature Service
- propagazione delle piene	Muskingum Cunge
- deflusso di base	Serbatoio lineare

Tab. 3.1

Nel paragrafo 3.5 è invece descritto il modello meteorologico da utilizzare per la modellazione che tiene in conto anche del fenomeno dell'evaporazione e dell'accumulo e scioglimento della neve.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

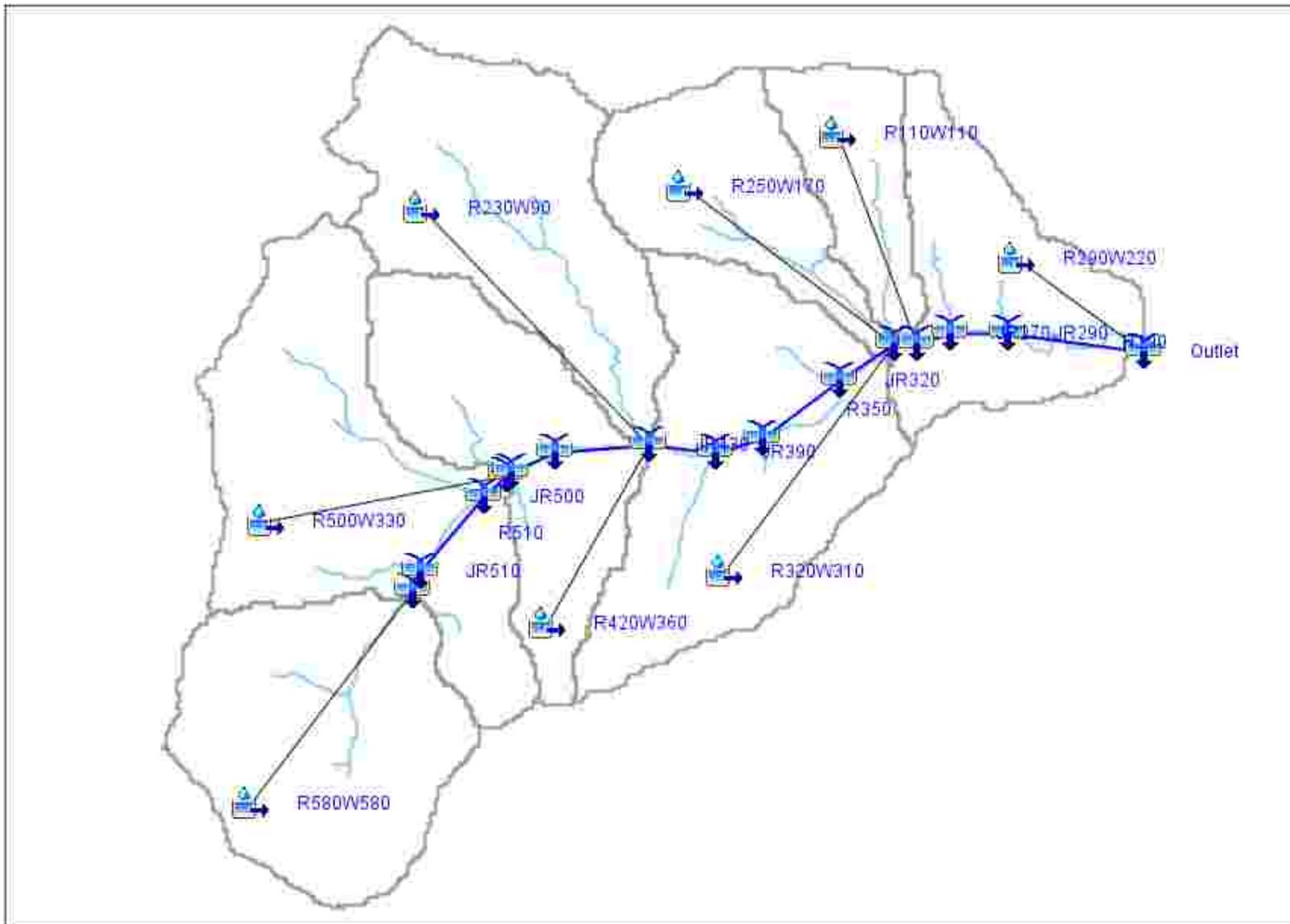


Fig. 3.9 - Modellazione idrologica – schema fisico

Pluviometria

Come già in precedenza specificato per caratterizzare la pluviometria del bacino idrografico del torrente Scura sono stati utilizzati i dati delle quattro stazioni pluviometriche gestite dall'ex S.I.M.N. (vedi Fig. 2.17), determinandone le relative aree di influenza con il metodo dei topoieti nei vari sottobacini in cui il modello fisico è stato scomposto. In considerazione dell'orografia molto accentuata dell'area di studio e della sua influenza sulla pluviometria si è ritenuto opportuno inserire nel calcolo dei pesi da utilizzare per la determinazione della pluviometria per ogni sottobacino anche la quota media con riferimento alle quote delle stazioni pluviometriche. Il risultato finale è riportato nella tabella seguente.

PLUVIOMETRIA – PESI DA COMPOSIZIONE TOPOIETI EQUOTA									
STAZIONE	QUOTA msIm	R230W90	R250W170	R290W220	R110W110	R320W310	R500W330	R420W360	R580W580
ALBANETO	1055	0.423	0.717	0.000	0.745	0.035	0.139	0.553	0.023
MICIGLIANO	1000	0.077	0.028	0.392	0.013	0.804	0.271	0.446	0.313
MONTE TERMINILLO	1600	0.500	0.249	0.000	0.074	0.000	0.590	0.001	0.664
POSTA	721	0.000	0.006	0.608	0.168	0.162	0.000	0.000	0.000

Tab. 3.2 – Pesi topoieti

La Fig. 3.10 indica le modalità di inserimento dei pesi calcolati, come sopra specificato, nel modello di calcolo



Name: R110W110		
Gage Name	Depth Weight	Time Weight
ALBANETO	0,745	1
MICIGLIANO	0,013	1
MONTE_TERMIN...	0,074	1
POSTA	0,168	1

Fig. 3.10 - Modellazione meteorologica – inserimento pesi

Evapotraspirazione

I valori di evapotraspirazione media mensile sono stati calcolati con le classiche formule presenti in letteratura in funzione della temperatura e della posizione geografica, sulla valutazione dell' evapotraspirazione non sono stati condotti particolari approfondimenti in quanto si è constatato come il modello idrologico non fosse particolarmente sensibile a tale parametro. I valori di evapotraspirazione utilizzati e le relative modalità di inserimento sono riportati in fig. 3.11.

Fenomeno accumulo e scioglimento della neve

Il modello idrologico implementato per il bacino idrografico del torrente Scura si è dimostrato particolarmente sensibile al fenomeno di accumulo e scioglimento della neve per cui sono stati condotti opportuni approfondimenti in modo da simulare al meglio tale fenomeno.

Il metodo utilizzato per simulare il fenomeno legato alla neve è quello dell'indice di temperatura, secondo questo metodo in estrema sintesi la precipitazione si accumula all'interno del sottobacino sotto forma nevosa quando la temperatura scende al di sotto dello zero, successivamente quando la temperatura risale al di sopra dello zero la neve inizia a sciogliersi e quindi c'è una restituzione d'acqua che partecipa al deflusso- Il metodo in realtà è più sofisticato e tiene conto anche dei fenomeni di inerzia termica dell'acqua e della neve ma non si ritiene necessario descrivere nel dettaglio tale metodo in questa sede.

3.3 – Taratura modello

Una volta implementato il modello di calcolo si è passati alla fase di taratura utilizzando come periodo di riferimento quello comprendente il periodo in cui sono disponibili le uniche misure di deflusso in moto continuo sul Torrente Scura.

Per avvicinare i risultati delle simulazioni all'idrogramma misurato si è preferito agire manualmente sul valore di alcuni parametri del modello piuttosto che utilizzare le possibilità offerte dal software HEC-HMS di procedere ad una taratura automatica in quanto tale procedura è stata ritenuta più idonea in considerazione della complessità del modello idrologico utilizzato perchè più facilmente controllabile.

A tale proposito occorre notare che i primi tentativi di simulazione fatti senza tenere in conto il fenomeno di accumulo e di scioglimento della neve hanno dato risultati, in termini di idrogramma, completamente diversi da quello misurato, ciò dimostra l'importanza del fenomeno di accumulo e di scioglimento della neve nel bacino che tende a far concentrare la maggior parte dei deflussi durante il periodo primaverile.

Per rendere i risultati della modellazione più simili all'idrogramma misurato si è agito in particolare sui parametri dei metodi di separazione delle piogge e del deflusso di base, rispetto ai quali il modello si è dimostrato più sensibile, variandone i valori all'interno di un certo range predefinito, vedi fig. 3.16

Per i sopracitati motivi di complessità del modello idrologico si è proceduto dapprima ad utilizzare un modello semplificato, costituito da un unico bacino, per una taratura preliminare dei parametri.

3.4 – Risultati ottenuti

I risultati ottenuti dopo la taratura sono riportati in forma grafica in fig. 3.17 e 3.18. Nella prima figura sono evidenziati: l'idrogramma totale calcolato (in blu), il deflusso di base calcolato (in tratteggio) e l'idrogramma misurato (in nero).

Da notare le piogge che si verificano nel periodo compreso tra l'estate e l'inverno danno luogo ad un deflusso quasi nullo, per via dell'evapotraspirazione in estate e inizio autunno e del fenomeno di accumulo della precipitazione in forma nevosa in autunno avanzato e inverno.

In figura 3.18 sono evidenziati la componente superficiale (tratto continuo blu) e la componente di base (tratto e punto in viola) del deflusso calcolato sempre a confronto di quello misurato (puntinato in viola). Il deflusso totale misurato è invece riportato in rosso.

La taratura effettuata ha dato la possibilità di avvicinare i risultati del modello agli idrogrammi misurati in modo accettabile nonostante alcune differenze permangano. In realtà non si è voluto avere un'aderenza perfetta alle misure disponibili in quanto si ritiene che esse non siano totalmente affidabili e che in ogni caso non si ha la certezza che esse rappresentino in modo corretto il reale comportamento del bacino.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

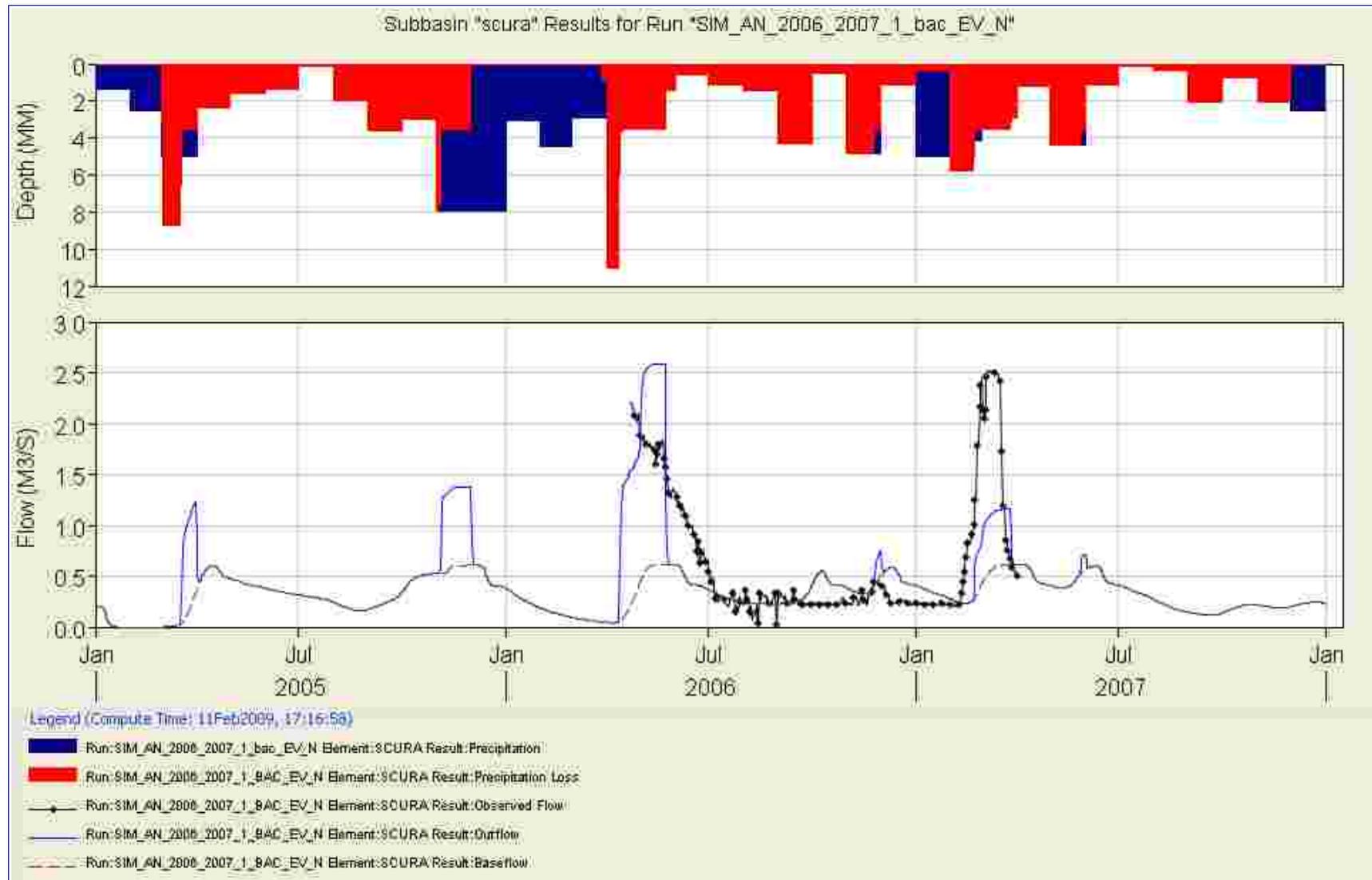


Fig. 3.17 - Modellazione idrologica – grafico taratura

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

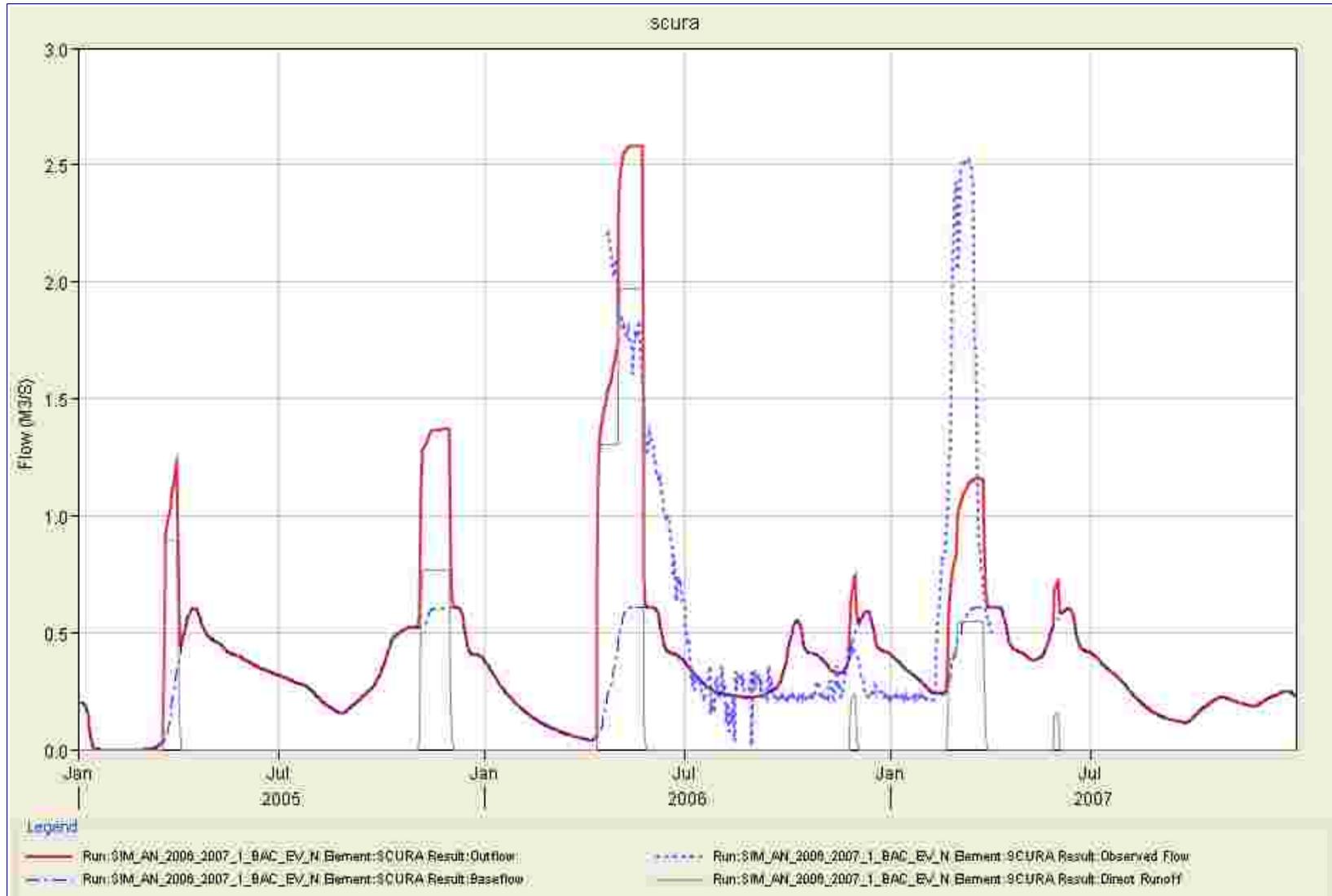


Fig. 3.18 - Modellazione idrologica – grafico taratura

3.4.1 – Bilancio idrologico anno medio

Utilizzando il modello numerico di calcolo, tarato come in precedenza descritto, è stata effettuata la simulazione dell'anno idrologico medio. I dati pluviometrici e termometrici utilizzati sono quelli delle stazioni gestite dal Ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale che hanno funzionato tra il 1950 ed il 2002 con dati abbastanza continui e che ricadono nelle immediate vicinanze del bacino. I criteri utilizzati per la scelta delle stazioni meteo e della ricostruzione dell'anno idrologico medio è stata ampiamente descritta nel paragrafo 2.2.

In considerazione dell'importanza del deflusso di base, dovuto al riempimento ed al successivo svuotamento dei volumi sotterranei, e della presenza della neve che richiedono una durata della simulazione superiore all'anno idrologico per evitare problemi di transitorio, dovuti alla non corretta impostazione dei valori iniziali dei parametri utilizzati, la simulazione è stata protratta per una durata di tre anni ed sono stati considerati unicamente i risultati relativi all'ultimo anno. La figura 3.19 riporta gli idrogrammi ottenuti dalla simulazione con durata di tre anni per i singoli sottobacini e l'intero bacino idrografico del torrente Scura.

L'andamento dell'idrogramma risultante, relativo all'anno medio, evidenzia che i deflussi sono caratterizzati da due picchi, il primo più basso che si verifica in autunno quando le temperature non sono tali da consentire l'accumulo di precipitazioni in forma nevosa, il secondo più alto che corrisponde alla fase di scioglimento della neve e si verifica in primavera. I valori massimi dei due picchi sono rispettivamente di 0.8 e 1.8 m³/s.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

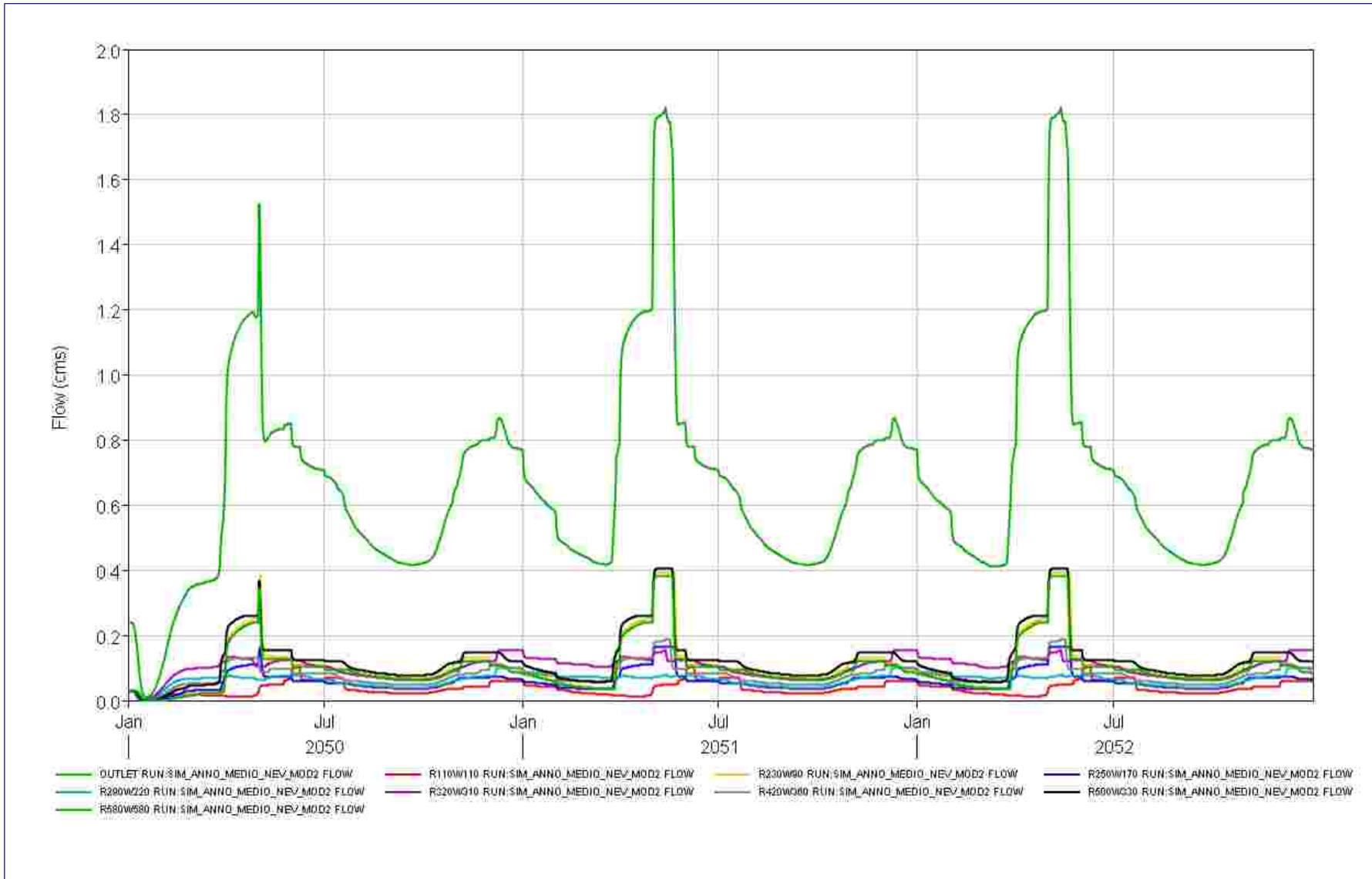


Fig. 3.19 – Simulazione anno idrologico medio - Idrogrammi

3.4.2 – Bilancio idrologico anni estremi

In modo analogo a quanto fatto per la simulazione dell'anno idrologico medio, in considerazione dell'importanza del deflusso di base e della presenza della neve che richiedono una durata della simulazione superiore all'anno idrologico per evitare problemi di transitorio la simulazione sia per l'anno idrologico secco che per quello umido è stata protratta per una durata di tre anni ed sono stati considerati unicamente i risultati relativi all'ultimo anno. Le figure 3.20 e 3.21 riportano rispettivamente gli idrogrammi ottenuti dalla simulazione con durata di tre anni per i singoli sottobacini e l'intero bacino idrografico del torrente Scura con riferimento all'anno idrologico secco e umido.

Con riferimento all'anno secco la ricostruzione dei deflussi mostra un andamento simile a quello dell'anno medio anche se i picchi sono meno pronunciati ed hanno valori rispettivamente di 0.21 e 0.38 m³/s. Al termine della fase di esaurimento le portate assumono valori minimi di circa 0.15 m³/s.

Anche con riferimento all'anno umido i deflussi calcolati hanno un andamento simile a quello dell'anno medio con volumi di deflusso e portate massime amplificate. Il valore dei due picchi è rispettivamente di 1.4 e 2.2 m³/s e la portata minima è circa 0.7 m³/s.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
 Relazione idrologica - **SINTESI**

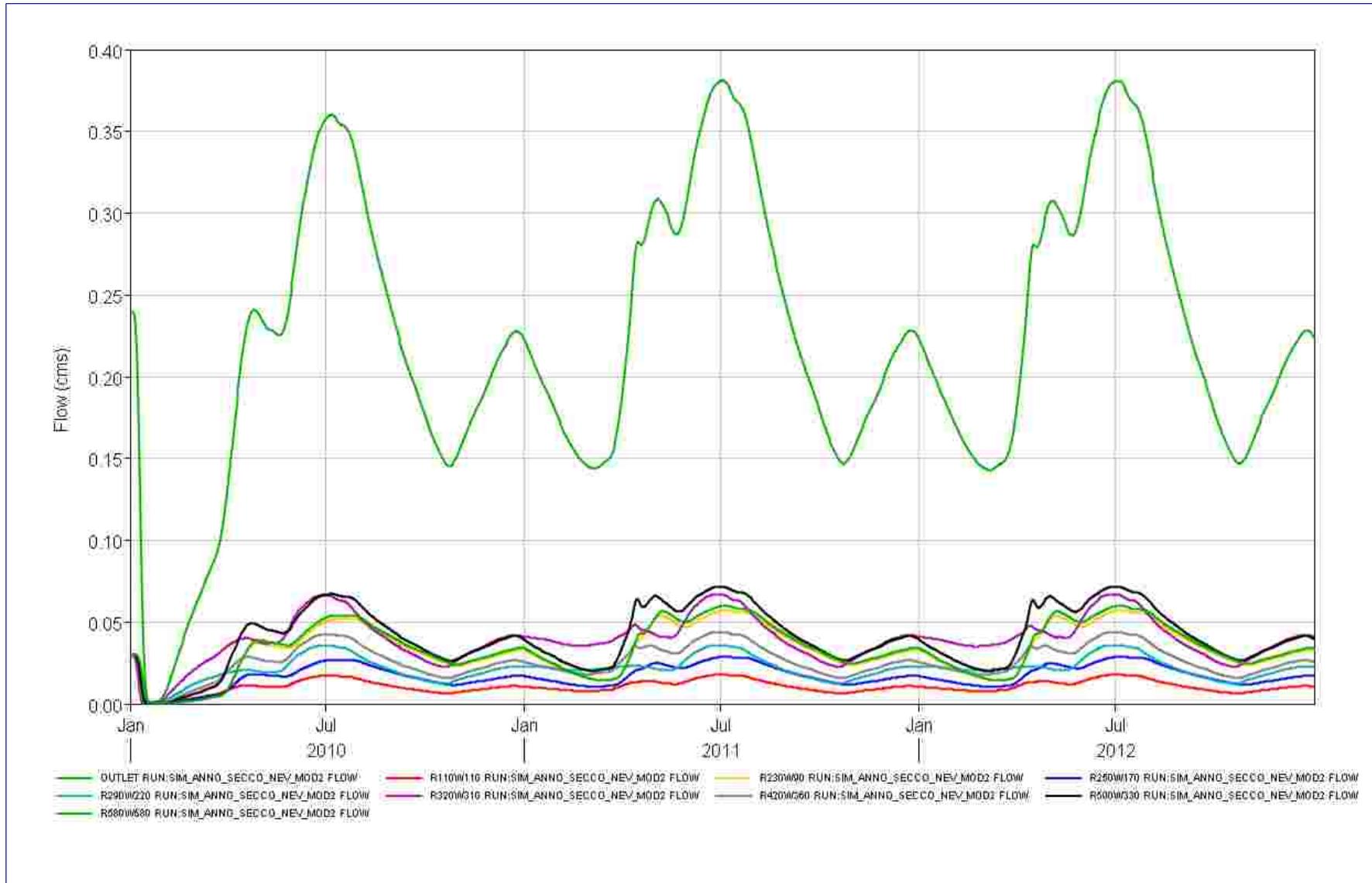


Fig. 3.20 – Simulazione anno idrologico secco - Idrogrammi

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

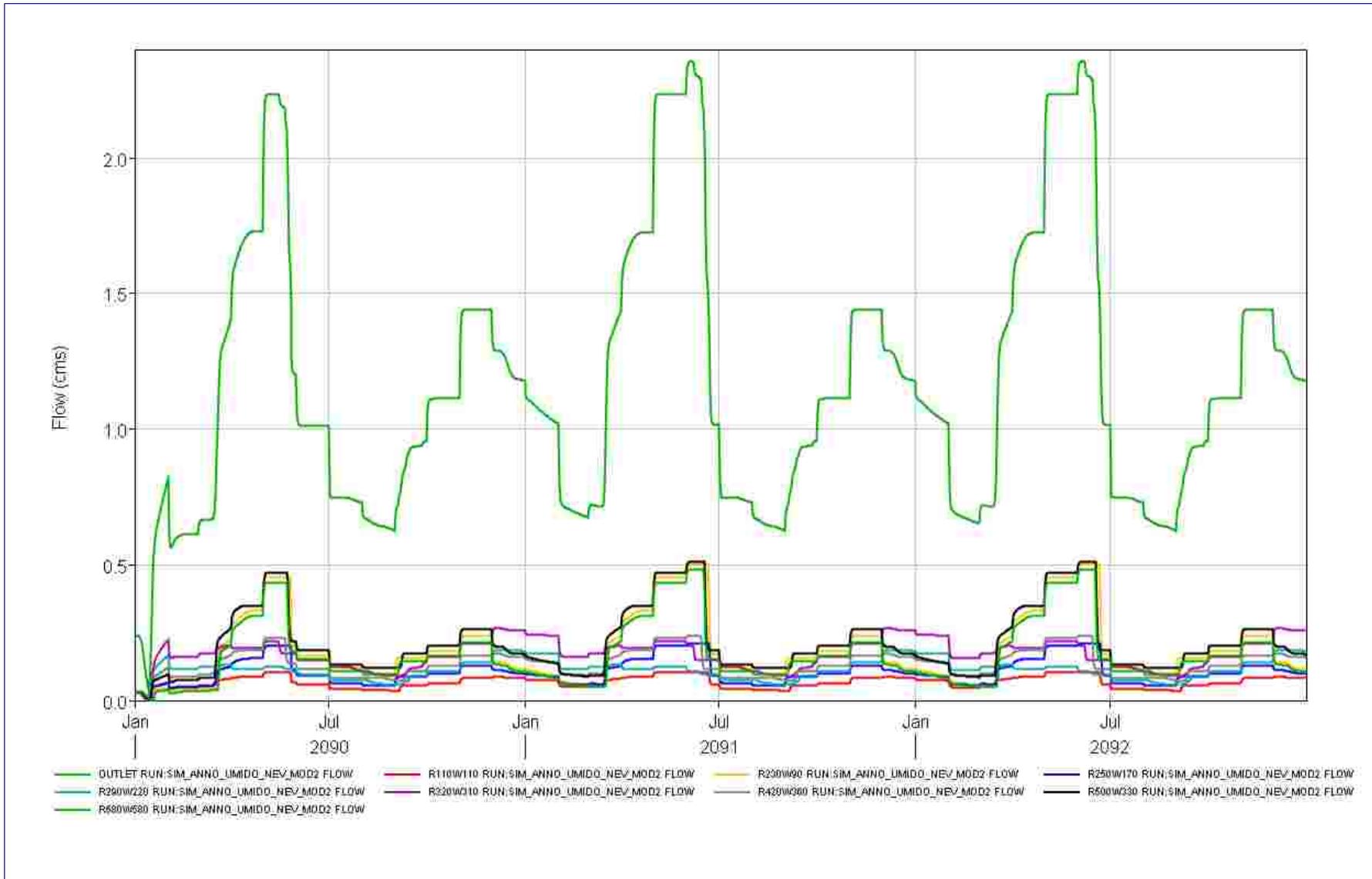


Fig. 3.21 – Simulazione anno idrologico umido - Idrogrammi

3.4.3 – Curva delle durate

Come precedentemente illustrato le simulazioni idrologiche per la ricostruzione dei deflussi hanno avuto una durata di tre anni ma solo i risultati relativi all'ultimo anno di simulazione sono stati considerati.

La modellazione idrologica ha permesso di ricostruire i deflussi in tutti gli otto sottobacini con i quali è stato schematizzato l'intero bacino idrografico del torrente Scura. Di conseguenza è stato possibile ricostruire i deflussi e quindi le curve di durata delle portate in varie sezioni di chiusura lungo il corso principale del torrente Scura. Per brevità di seguito si riportano unicamente gli idrogrammi (figg. 3.22, 23 e 24) e le curve di durata (figg. 3.25, 26 e 27) , con riferimento agli anni medio secco e umido, per le seguenti sezioni di chiusura:

- all'immissione nel fiume Velino (bacino con sup. 16.71 kmq);
- alla presa dell'acquedotto comunale (bacino con sup. 14.98 kmq);
- a monte della presa dell'acquedotto comunale (bacino con sup. 12.75 kmq).

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

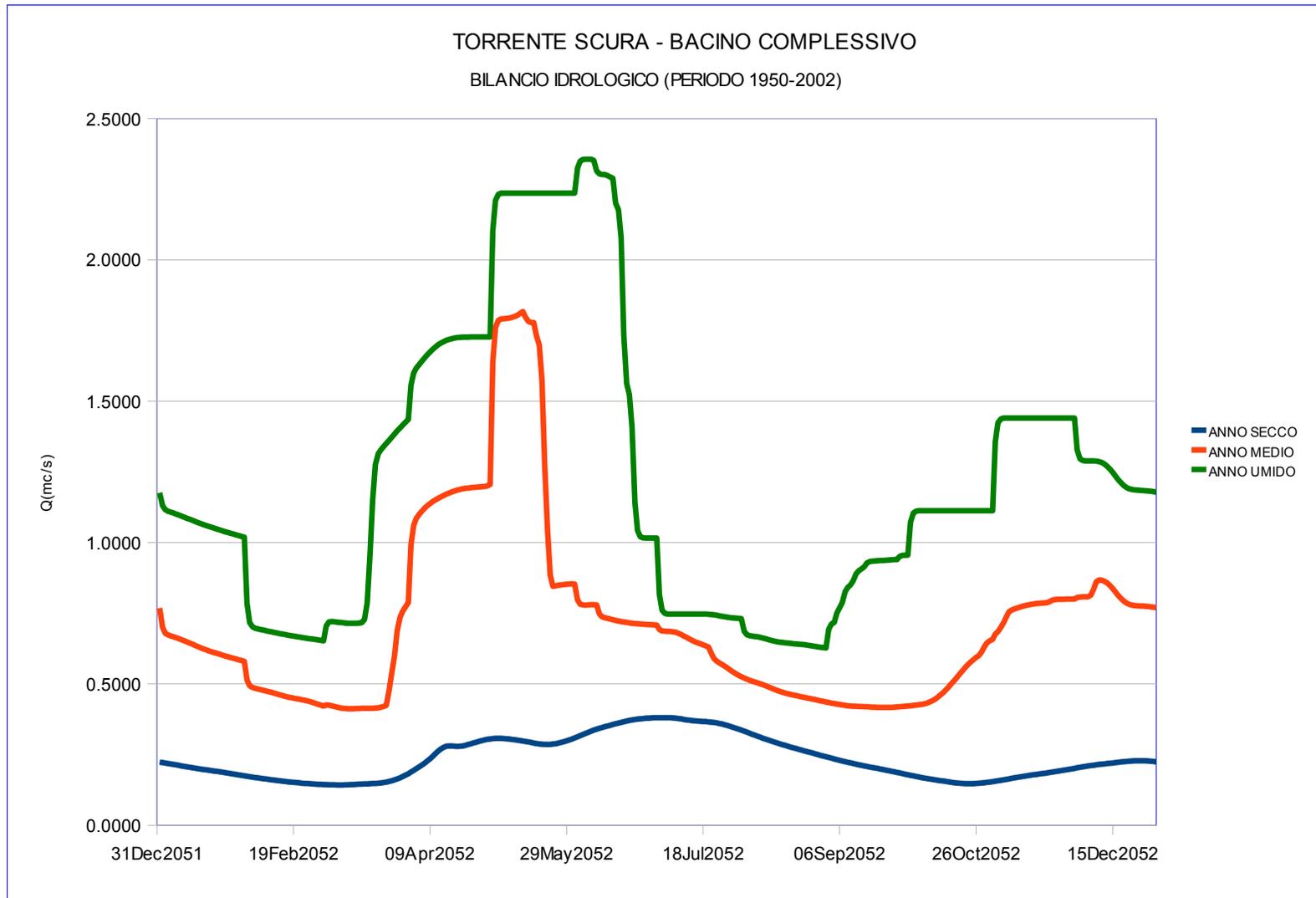


Fig. 3.22 – Ricostruzione andamento portate – bacino complessivo (sup. 16.71 kmq)

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

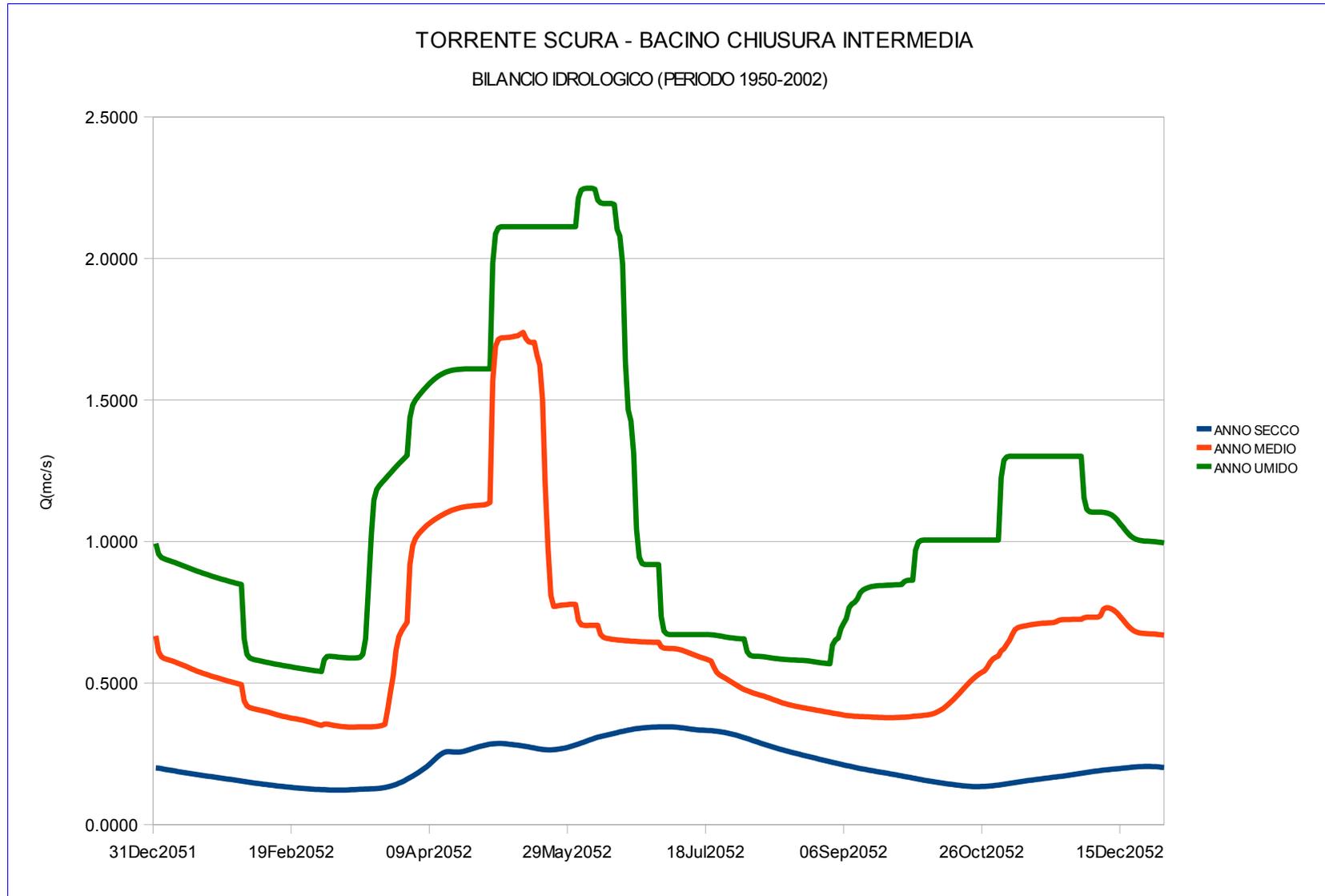


Fig. 3.23 – Ricostruzione andamento portate – bacino chiuso all'altezza della presa dell'acquedotto comunale (sup. = 14.98 kmq)

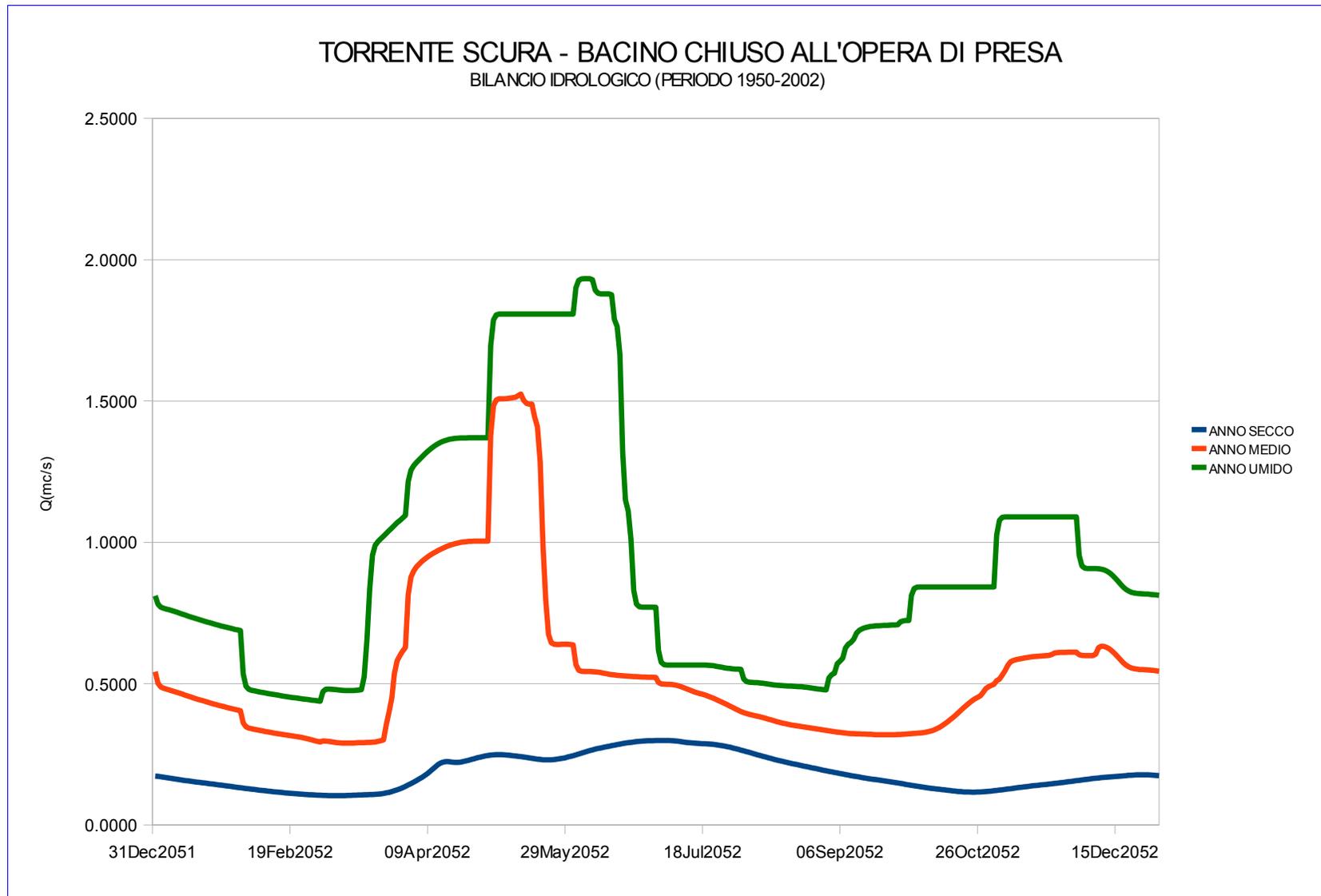


Fig. 3.24 – Ricostruzione andamento portate – bacino chiuso a monte della presa dell'acquedotto comunale (sup. = 12.75 kmq)

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO IDROELETTRICO SUL TORRENTE SCURA
Relazione idrologica - **SINTESI**

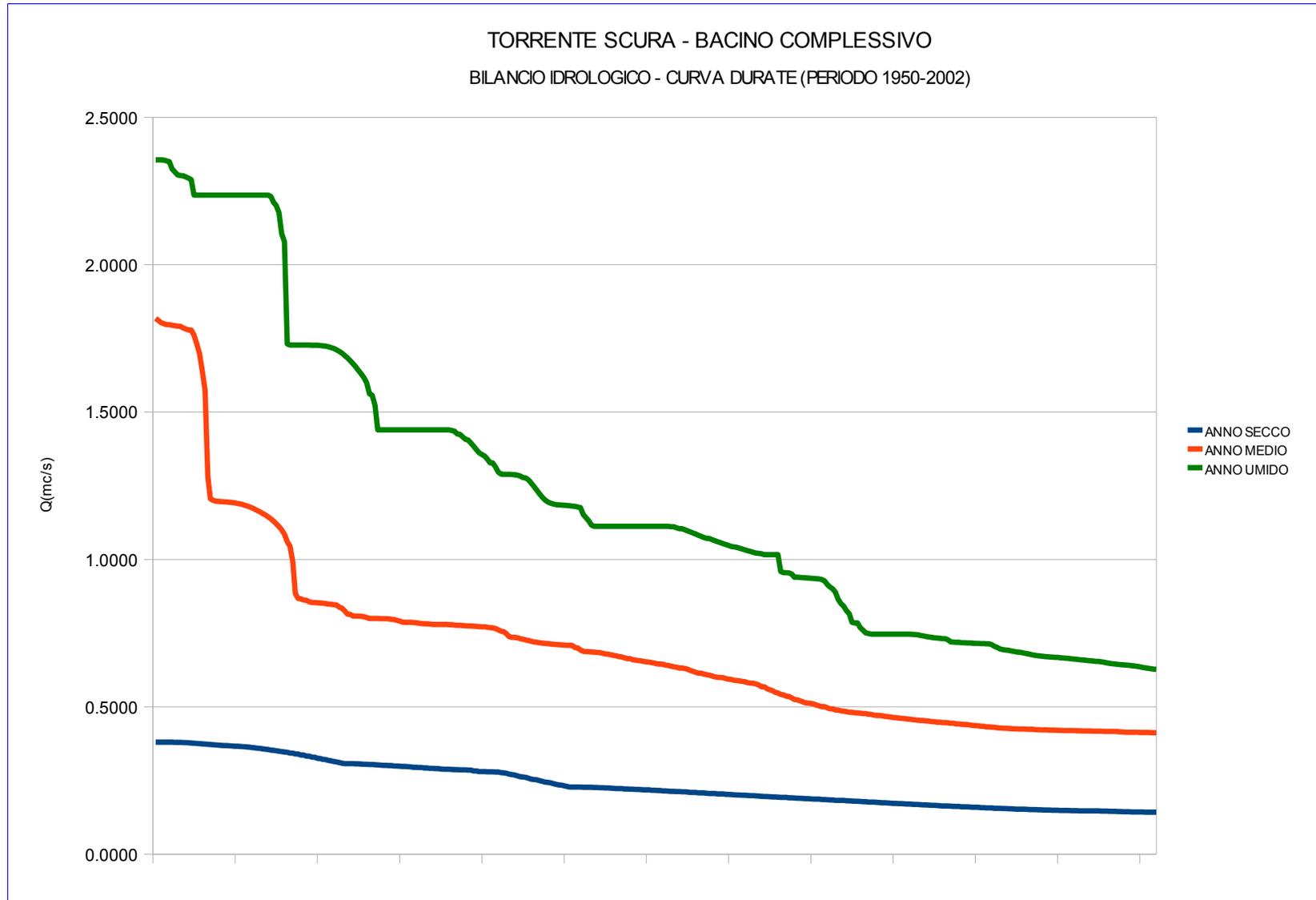


Fig. 3.25 – Curva di durata delle portate – bacino complessivo (sup. 16.71 kmq)

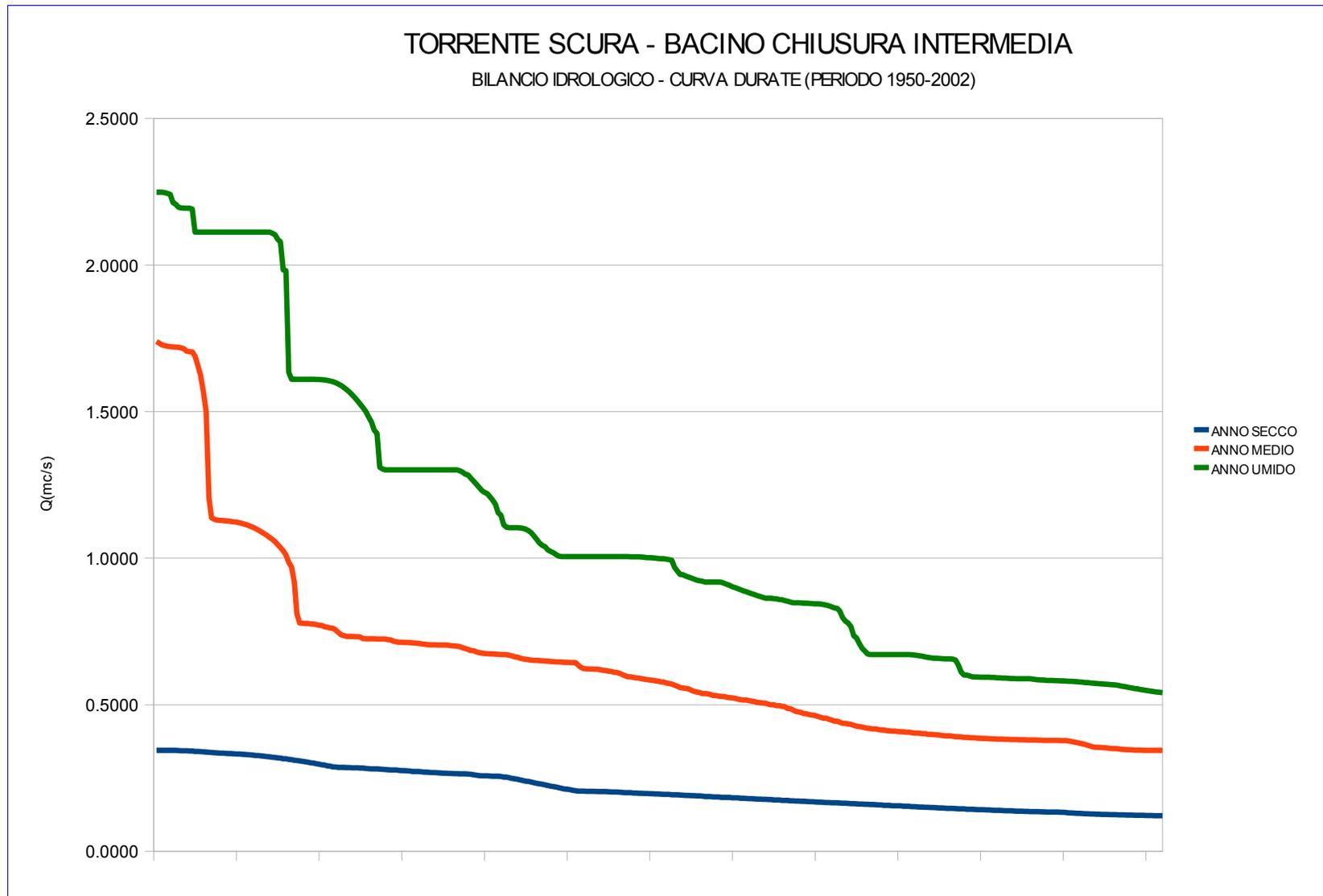


Fig. 3.26 – Curva di durata delle portate – bacino chiuso all'altezza della presa dell'acquedotto comunale (sup. = 14.98 kmq)

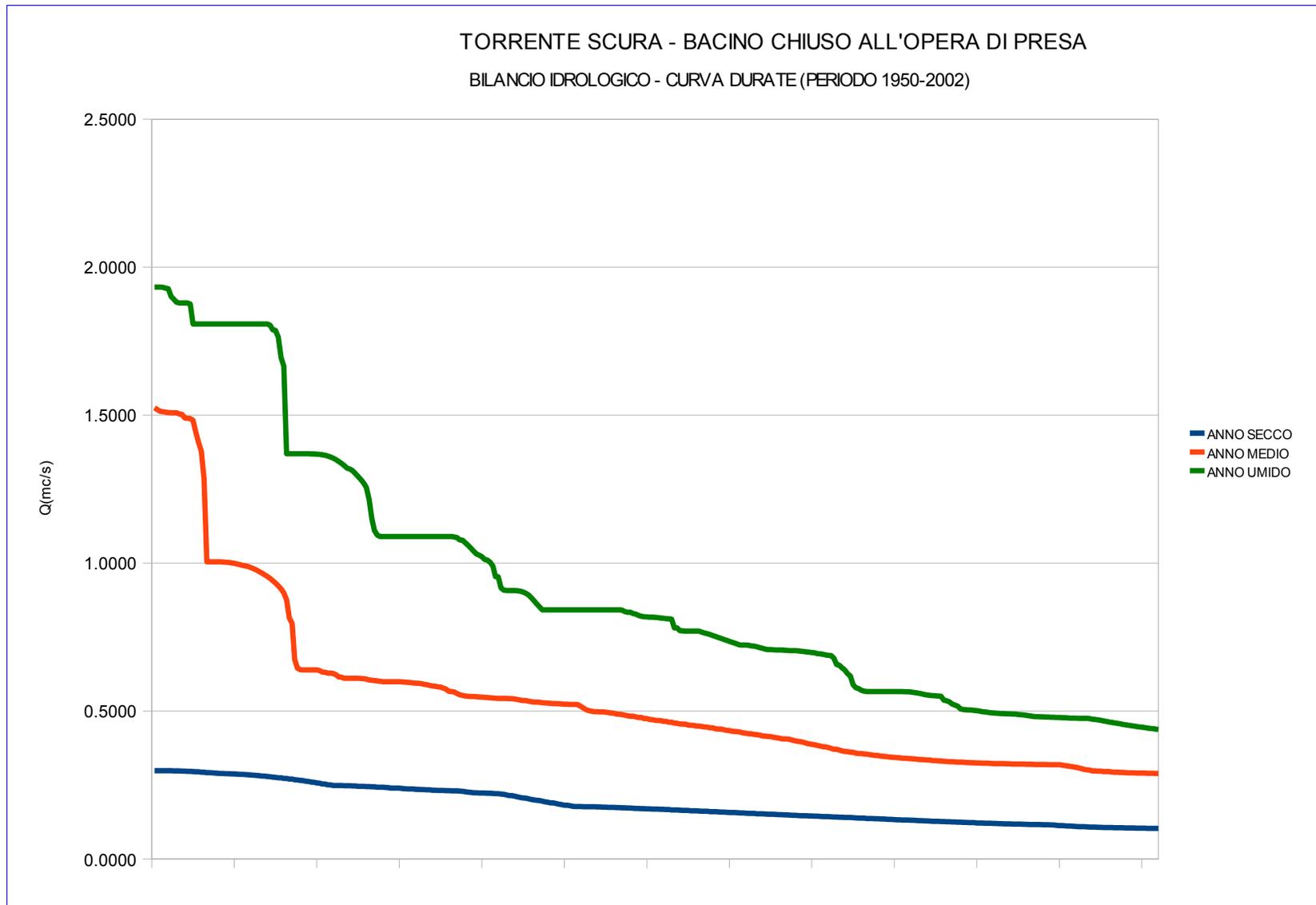


Fig. 3.27 – Curva di durata delle portate – bacino chiuso a monte della presa dell'acquedotto comunale (sup. = 12.75 kmq)

3.5 – Valutazione Deflusso Minimo Vitale (DMV)

Il Deflusso Minimo Vitale di un corso d'acqua (nel seguito DMV) è stato introdotto nel quadro legislativo nazionale dalla legge 183/1989 (art. 3, comma 1, lettera i) e successivamente è stato ripreso dal D.Lgs. 275/1993, dalla legge 36/1994, dal D.Lgs. 152/1999 e, infine, dal recente D.Lgs. 152/2006 di recepimento della Direttiva Europea sulle Acque 2000/60. Il DMV è la portata minima necessaria per ogni tronco omogeneo del corso d'acqua a garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico e chimico-fisiche delle acque, nonché per mantenere le biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.

Tale parametro, evidentemente, è di estrema importanza per le esigenze di tutela delle acque e deve costituire un riferimento fondamentale per la disciplina delle concessioni di derivazione, oltre che per le autorizzazioni degli scarichi.

È importante sottolineare, che le “Linee Guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino, comprensive dei criteri per il censimento delle utilizzazioni in atto e per la determinazione del minimo deflusso vitale” (nel seguito LG), richiamate all'art. 22, comma 4, del D.Lgs. 152/1999 ed emanate dal Ministero dell'Ambiente e Territorio con il D.M. 28/7/2004 (G.U. n. 268 del 15/11/2004), al paragrafo 7.1 definiscono il DMV come “la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-fisico delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali”. Le stesse LG, al paragrafo 7.2, specificano che il DMV rappresenta una portata di stretta attinenza al Piano di Tutela e che alla determinazione del DMV “attengono aspetti di tipo naturalistico e di tipo antropico caratteristici di ogni tronco di corso d'acqua di interesse”. Allo scopo di consentire la naturale variabilità del regime dei deflussi in base al quale si forma l'equilibrio fisico e biologico del corso d'acqua, può inoltre essere opportuno individuare valori del DMV differenti per ciascun mese o stagione dell'anno.

La fase conoscitiva di cui al par. 3 delle citate LG del Decreto 28/07/2004 presuppone un livello di conoscenza dei corsi d'acqua, suddivisi in tratti omogenei, tale che, per ogni sezione o tratto considerato, si debbano acquisire una serie di elementi conoscitivi di tipo:

- morfologico, geologico, idrogeologico, climatico e idrologico;
- regime dei deflussi naturali e relativa caratterizzazione statistica
- parametri geometrici dell'alveo;
- parametri idraulici della corrente;
- parametri biologici;
- indice di funzionalità fluviale;
- presenza di aree a specifica tutela;
- prelievi e immissioni di acqua.

Nel caso in questione il deflusso minimo vitale indicato nella concessione è una portata fissa da rilasciare pari a 30 lt/s (67 lt/s indica il rapporto Ingeo).

In considerazione del fatto che studi recenti hanno dimostrato al fine di minimizzare l'impatto di una derivazione su un corso d'acqua la portata da rilasciare come DMV non deve essere costante ma deve risentire delle variazioni naturali di deflusso ed al fine quindi di consentire un corretto inserimento dell'impianto nel pregievole contesto ambientale che caratterizza il torrente Scura si ritiene opportuno proporre un adeguamento del deflusso minimo vitale ed in particolare che la portata da rilasciare come DMV deve essere composta da un termine fisso (Z) e una modulazione di portata (Md) con

$$Z = 3.44 \text{ lt/s/kmq} \times 14.98 \text{ kmq} = 51 \text{ lt/s} \quad (\text{rilascio specifico} \times \text{superficie del bacino})$$
$$Md = (Q \text{ istantanea} - Z) / 10$$

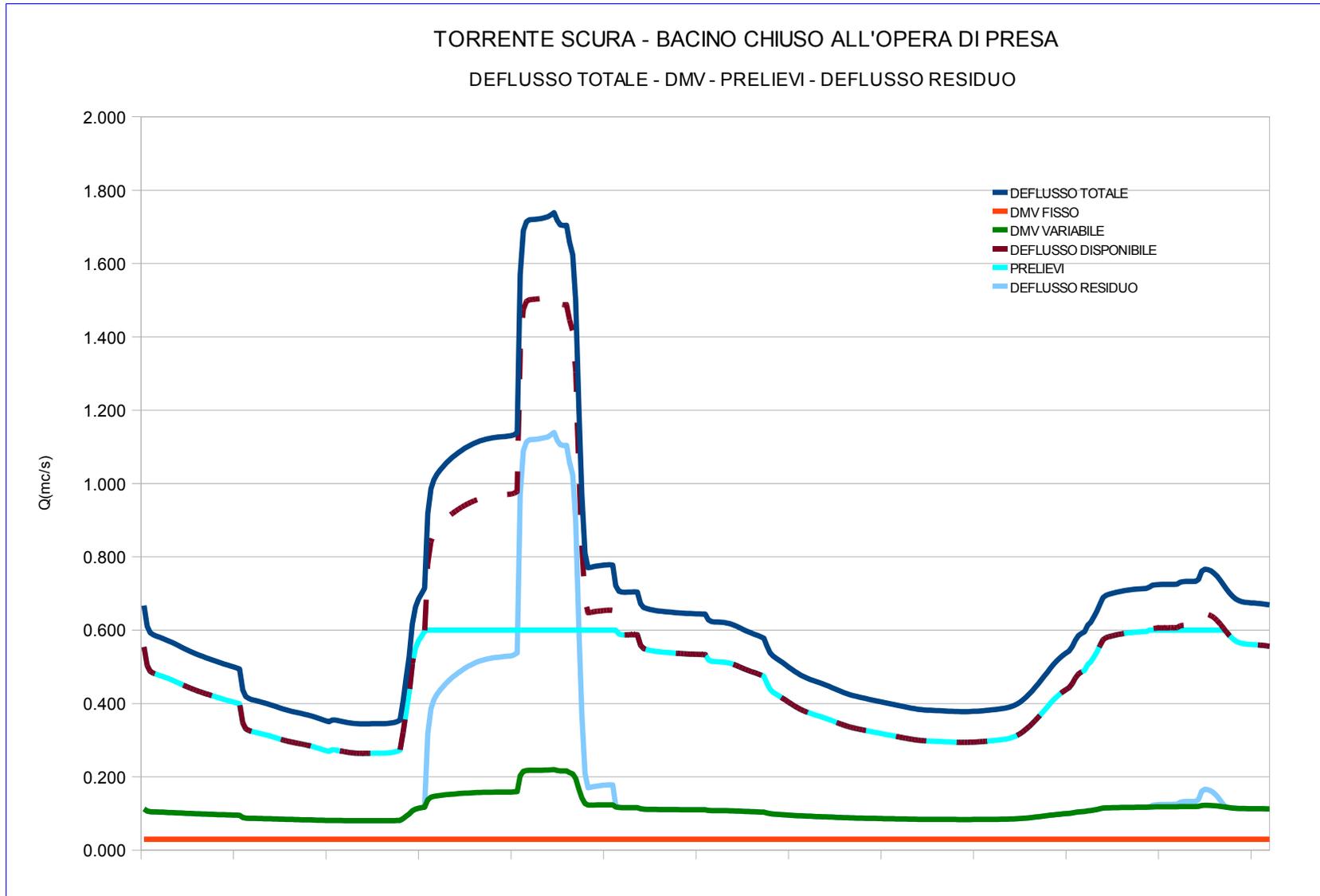


Fig. 3.28 – Deflussi annuali medi – bacino chiuso alla presa (sup. = 14.98 kmq)

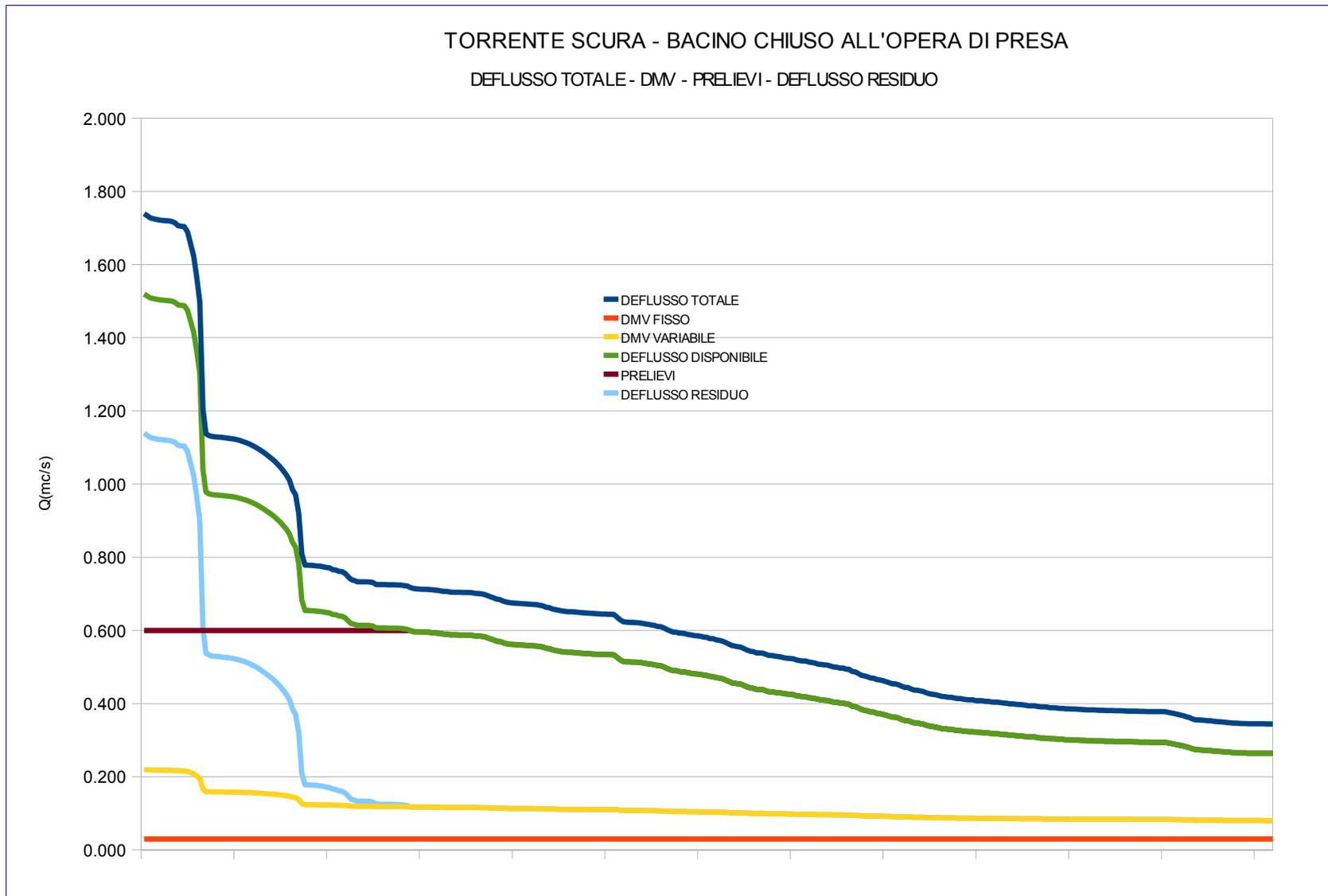


Fig. 3.29 – Curva di durata delle portate – bacino chiuso alla presa (sup. = 14.98 kmq)

3.6 – Valutazione risorsa idrica utilizzabile

Con riferimento alla sezione di chiusura ubicata in corrispondenza della presa dell'acquedotto (S=14.98 kmq) e all'anno medio considerando il DMV come in precedenza descritto composto da un termine fisso e una modulazione di portata

$$DMV = Z + MD$$

$$Z = 3.44 \text{ lt/s/kmq} \times 14.98 \text{ kmq} = 51 \text{ lt/s}$$

$$MD = (Q_{ist} - Z) / 10$$

e considerando che il valore della portata massima derivabile sia fissato a 0.6 mc/s

$$Q_{max} = 0.6 \text{ mc/s} \quad (\text{Portata nominale impianto})$$

si ottengono i valori riportati nella tabella seguente per i volumi e le portate medie annuali delle principali caratteristiche di deflusso e della derivazione

	PORTATE MEDIE ANNUE (mc/s)	VOLUMI ANNUI (10 ⁶ mc)	% RISPETTO AL DEFLUSSO TOTALE
DEFLUSSO TOTALE	0.645	20.335	100.0%
DMV FISSO	0.030	0.949	4.7%
DMV VARIABILE	0.111	3.485	17.1%
DEFLUSSO DISPONIBILE	0.534	16.850	82.9%
PRELIEVI	0.457	14.410	70.9%
DEFLUSSO RESIDUO	0.188	5.925	29.1%

dove:

- deflusso totale = deflussi totali ricostruiti con la modellazione idrologica
- DMV fisso = deflusso minimo vitale valutato sulla base di 30 lt/s fissi durante tutto l'anno
- DMV variabile = deflusso minimo vitale variabile valutato sulla base della formula $DMV = Z + MD$
- deflusso disponibile = deflusso totale - DMV variabile
- prelievi = deflusso disponibile – la parte eccedente la portata massima derivabile (0.6 mc/s)
- deflusso residuo = deflusso totale - prelievi

Dalla tabella riepilogativa si nota come il deflusso prelevato per il funzionamento dell'impianto idroelettrico in oggetto corrisponde a circa 70% del deflusso totale, la parte restante del 30% è invece lasciata disponibile per garantire la tutela degli ambienti acquatici presenti lungo il corso del torrente Scura nel tratto compreso tra la presa e la restituzione. Questo risultato è dovuto principalmente al criterio utilizzato per il DMV, più restrittivo di quello presente nel disciplinare di concessione (fisso e pari a 30 lt/s), che oltre a prevedere un rilascio fisso di circa 50 lt/s è costituito anche da un termine variabile in funzione della variabilità della portata in arrivo che viene rilasciato in modo automatico e sicuro in quanto è la stessa forma dell'opera di presa che ne garantisce il rilascio. Il dettaglio dei risultati è riportato in forma grafica nelle figure 3.28 e 3.29.

4 – Conclusioni e Raccomandazioni

Il lavoro svolto ed illustrato nella presente relazione è teso a ricostruire il regime idrologico del torrente Scura per un corretto dimensionamento dell'impianto idroelettrico in oggetto soprattutto per un suo corretto inserimento nel pregievole contesto ambientale che caratterizza la zona oggetto di intervento.

Nel corso delle attività svolte sono stati raccolti ed elaborati una serie di dati idrometeorologici oltre che una serie di dati cartografici che hanno permesso l'implementazione e la taratura di un modello di simulazione idrologica del funzionamento del bacino idrografico del torrente Scura.

La taratura del modello ha dimostrato l'importanza che il fenomeno dell'accumulo e scioglimento della neve e la circolazione idrica sotterranea hanno sui deflussi del bacino. A tale proposito si fa notare che una serie di dati idrometrici di più lunga durata e di affidabilità più certa avrebbe garantito sicuramente la possibilità di validare i risultati ottenuti nel presente lavoro. Si auspica quindi che nel futuro possano essere forniti nuovi elementi per validare ulteriormente i risultati ottenuti.

I risultati ottenuti danno comunque la possibilità di dimensionare al meglio l'impianto idroelettrico nell'ottica del pieno rispetto dell'ambiente fluviale nel quale esso si inserisce, a tale proposito si ricorda come si sia preferito aumentare i rilasci a scapito dei prelievi al di là di quanto previsto in concessione utilizzando per il un criterio per il rilascio del deflusso minimo vitale più restrittivo di quello presente nel disciplinare di concessione che oltre a prevedere un rilascio fisso costituito anche da un termine variabile in funzione della variabilità della portata in arrivo che viene rilasciato in modo automatico e sicuro in quanto è la stessa forma dell'opera di presa che ne garantisce il suo rilascio.