

FACOLTA' DI INGEGNERIA

**CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL
TERRITORIO**

DISTART

ELEMENTI DI INFRASTRUTTURE IDRAULICHE

**ASPETTI IDROLOGICI INERENTI LA FATTIBILITA' TECNICA DI UNA
SERIE DI PICCOLI INVASI PER LA GESTIONE SOSTENIBILE DELLE
RISORSE IDRICHE**

Tesi di Laurea di:

Fabio Zambelli

Relatore:

Prof. Ing. Attilio Castellarin

Correlatori:

Dott. Ing. Piero Puppini

Dott. Ing. Alessio Domeneghetti

Anno Accademico 2008/09

Sessione III

SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	3
CAPITOLO 1 AREE DI INDAGINE.....	7
1.1 POSIZIONE GEOGRAFICA DEI BACINI IDROGRAFICI IN ESAME.....	7
1.2 BACINI IMBRIFERI SOTTESI DAGLI INVASI IN STUDIO.....	9
CAPITOLO 2 LA QUALITA' DELLE ACQUE: CENNI PER L'AREA IN ESAME.....	15
CAPITOLO 3 QUANTIFICAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SUPERFICIALI.....	19
3.1 LE CURVE DI DURATA DELLE PORTATE.....	19
3.2 RICOSTRUZIONE DELLA CURVA DI DURATA IN ASSENZA DI OSSERVAZIONI IDROMETRICHE.....	24
3.3 REPERIMENTO DATI.....	26
3.4 CURVE DI DURATA ADIMENSIONALI.....	31
3.5 CURVA ADIMENSIONALE REGIONALE.....	33
3.6 STIMA INDIRECTA DEL VALOR MEDIO ANNUALE DI PORTATA GIORNALIERA Q* 35	
3.6.1 MODELLO MULTIREGRESSIVO.....	36
3.6.2 MODELLO MULTIREGRESSIVO E STIMA DI Q(D) MEDIANA.....	38
3.6.3 MODELLO MULTIREGRESSIVO E STIMA DI Q(D) 5° PERCENTILE.....	40
3.7 TORRENTE ZENA: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE MEDIANA E 5° PERCENTILE.....	42
3.8 TORRENTE GAIANA: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE MEDIANA E 5° PERCENTILE.....	43
3.9 TORRENTE SELLUSTRA: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE MEDIANA E 5° PERCENTILE.....	46
3.10 EFFETTI DEGLI INVASI IN PROGETTO SULLE CURVE DI DURATA.....	47
3.11 INTERRAMENTO DEGLI INVASI: VALUTAZIONI DI IPOTESI DI RIEMPIMENTO ALTERNATIVE PER IL TORRENTE ZENA.....	50
3.12 BILANCI IDROLOGICI A SCALA MENSILE, CURVE DI RIEMPIMENTO E SVUOTAMENTO.....	53
CAPITOLO 4 PRE-DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLO SBARRAMENTO SUL TORRENTE ZENA.....	67
4.1 SBARRAMENTI IN TERRA: CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	70
4.2 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO PER IL TORRENTE ZENA	72
4.3 PRE-DIMENSIONAMENTO IDRAULICO: PROSPETTI E SEZIONI.....	78
CONCLUSIONI.....	83
RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....	85
APPENDICE A: AFFLUSSI METEORICI BACINI DI ZENA, GAIANA E SELLUSTRA.....	88

APPENDICE B: DATI IDRO-PLUVIOMETRICI REPERITI.....	99
APPENDICE C: ELABORAZIONI PRELIMINARI E MODELLI MULTIREGRESSIVI.....	143
APPENDICE D: STIMA DELLE PERDITE PER EVAPORAZIONE DALLO SPECCHIO LIQUIDO	180

INTRODUZIONE

Il presente lavoro di Tesi si propone di illustrare le indagini di carattere idrologico svolte allo scopo di testare la fattibilità tecnica per la realizzazione di tre invasi in linea lungo l'asta dei torrenti Zena, Gaiana e Sellustra, per la gestione sostenibile delle risorse idriche.

I tre torrenti sopracitati fanno parte del bacino idrografico del fiume Reno e sono situati lungo le zone collinari della provincia di Bologna: lo Zena è un affluente sinistro dell'Idice, la Gaiana è un affluente destro della Quaderna e il Sellustra è un affluente destro del Sillaro. I bacini idrografici di tutti e tre i corsi d'acqua fanno parte del comprensorio del Consorzio della Bonifica Renana.

I torrenti in esame sono caratterizzati da regimi di deflusso estremamente variabili: da valori di portata elevata nella stagione invernale raggiungono valori praticamente nulli in quelli estivi, con periodi di magra accentuati. Gli invasi da realizzare avrebbero, quindi, lo scopo di raccogliere parte dei volumi idrici disponibili nei mesi invernali, per poi restituirli durante quelli estivi, a sostegno delle magre. Detta ipotesi gestionale garantirebbe sia il deflusso minimo vitale che il contemporaneo approvvigionamento a scopi irrigui di alcune aree vallive.

L'opera trova motivazione nell'attuale contesto climatico che sembra prospettare un futuro di crescente tropicalizzazione del clima, con precipitazioni spesso concentrate alternate a prolungati periodi di tempo secco durante i mesi estivi. L'accumulo di risorsa idrica, tramite opere quali quelle in progetto, è essenziale alla creazione di volani di distribuzione, capaci di immagazzinare acqua in periodi di abbondanza e scarso utilizzo, per poi rilasciarla strategicamente, durante i momenti di maggiore richiesta.

Il presente lavoro è strutturato come segue.

Nel **capitolo 1** vengono illustrate le aree di indagine e le caratteristiche morfologiche e climatiche delle aree scelte per la realizzazione degli invasi. Infatti sulla base di una serie di strati informativi e con l'ausilio di strumenti informatici come i Sistemi Informativi Territoriali (SIT, o anche GIS dall'inglese *Geographic Information System*, v. ad es. ArcView dell'americana ESRI) è stato possibile delimitare i bacini imbriferi di

interesse, determinare le loro caratteristiche morfologiche e valutarne gli afflussi meteorici mensili ed annuali a scala di bacino mediante la conoscenza della posizione dei pluviometri, ed i dati pluviometrici desunti dall'*Archivio Pluviometrico dell'Autorità di Bacino del fiume Reno*.

Nel **capitolo 2** vengono descritte brevemente le caratteristiche qualitative delle acque nei tre corsi d'acqua di interesse, dal momento che è in progetto la gestione sostenibile di esse ed il loro impiego a sostegno dell'approvvigionamento idrico a scopo irriguo delle aree coltivate sopra richiamate.

La struttura del lavoro di Tesi prevede un'ampia parte, il **capitolo 3**, dedicata all'indagine idrologica che si è resa necessaria ai fini della quantificazione della risorsa idrica superficiale nei corsi d'acqua di interesse. Detta indagine ha due principali obiettivi: (1) la determinazione delle curve di durata dei torrenti in esame, necessarie alla corretta stima delle portate che transitano annualmente nelle sezioni scelte per la realizzazione degli invasi; (2) la valutazione del bilancio idrologico a scala mensile attuale e le variazioni eventualmente conseguibili attraverso una corretta gestione degli invasi.

Riguardo al primo punto, le curve di durata delle portate forniscono una stima della percentuale di tempo (durata, talvolta espressa in numero di giorni) con cui una data portata viene eguagliata o superata durante il periodo preso a riferimento, che in genere coincide con l'anno. (Per i tre bacini considerati si sono ricostruite una curva di durata mediana, rappresentativa di un anno idrologicamente "tipico"; ed una curva di durata caratteristica di un anno particolarmente secco, che si verifichi mediamente una volta ogni 20 anni.)

Per la costruzione delle curve di durata menzionate, non essendo disponibili misure lungo i tre torrenti, è stato fatto ricorso a tecniche di *regionalizzazione*. Con queste è stato possibile sopperire alla mancata copertura nel tempo di informazioni idrometriche, ricercando i dati necessari in bacini idrologicamente affini a quelli di interesse.

Tali tecniche si fondano, generalmente, sull'identificazione di raggruppamenti di bacini idrografici (zone o regioni omogenee) affini riguardo ai principali meccanismi che presiedono il processo di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi fluviali. Identificata la regione omogenea a cui appartiene il sito di interesse, l'informazione idrometrica in essa raccolta può essere trasferita, mediante l'impiego di opportune

procedure, al sito stesso, compensando la carenza, se non la mancanza, di osservazioni dirette dei deflussi e permettendo, infine, la costruzione della curva di durata anche in assenza di dati.

Una volta disponibili le curve di durata delle portate per le sezioni di interesse, stimata quindi la risorsa idrica superficiale disponibile, si è analizzato l'effetto che gli invasi ipotizzati avrebbero su tali curve; verificando la possibilità di invasare volumi idrici sufficienti nell'anno idrologicamente tipico e in quello siccitoso per soddisfare la richiesta idrica a fini irrigui, pur garantendo il mantenimento di un congruo deflusso minimo vitale lungo le aste fluviali di interesse.

Nel **capitolo 4** si sono approfondite le problematiche tecniche relative ad un pre-dimensionamento dell'invaso sul torrente Zena, realizzato tramite la costituzione di uno sbarramento dell'alveo, operato con la costruzione di una diga in terra di competenza regionale di altezza non superiore a 15 metri, seguendo la normativa di riferimento in materia di dighe. In particolare, attraverso l'analisi delle CTR in scala 1:5000 si sono quantificati gli effettivi volumi idrici invasabili in funzione delle altezze massime dello sbarramento. Successivamente si sono affrontati i problemi relativi alla determinazione della portata di progetto, alla scelta del franco netto, ed al dimensionamento dello scaricatore di superficie.

Per il calcolo della portata di progetto, si è utilizzato il metodo della *piena indice*, non disponendo lungo il torrente Zena di alcuna informazione idrometrica relativa alle portate di piena. Pertanto, analogamente a quanto fatto per la costruzione delle curve di durata, si è fatto ricorso ad una tecnica di *regionalizzazione*, il già citato metodo della *piena indice*. Detto metodo, si basa sulla preventiva individuazione di raggruppamenti di bacini idrografici che abbiano le stesse caratteristiche comuni nei riguardi dei fenomeni di piena (*regioni o zone omogenee*) e per i quali si possano quindi ipotizzare distribuzioni di probabilità delle portate al colmo di piena aventi alcune proprietà in comune. Individuati tali raggruppamenti, si può estrapolare l'informazione idrometrica disponibile nelle stazioni strumentate per inferire sulla distribuzione di probabilità nel sito di interesse.

Il **capitolo conclusivo**, infine, riassume le osservazioni e i risultati ottenuti in relazione alle varie ipotesi considerate nello studio.

CAPITOLO 1 AREE DI INDAGINE

1.1 POSIZIONE GEOGRAFICA DEI BACINI IDROGRAFICI IN ESAME

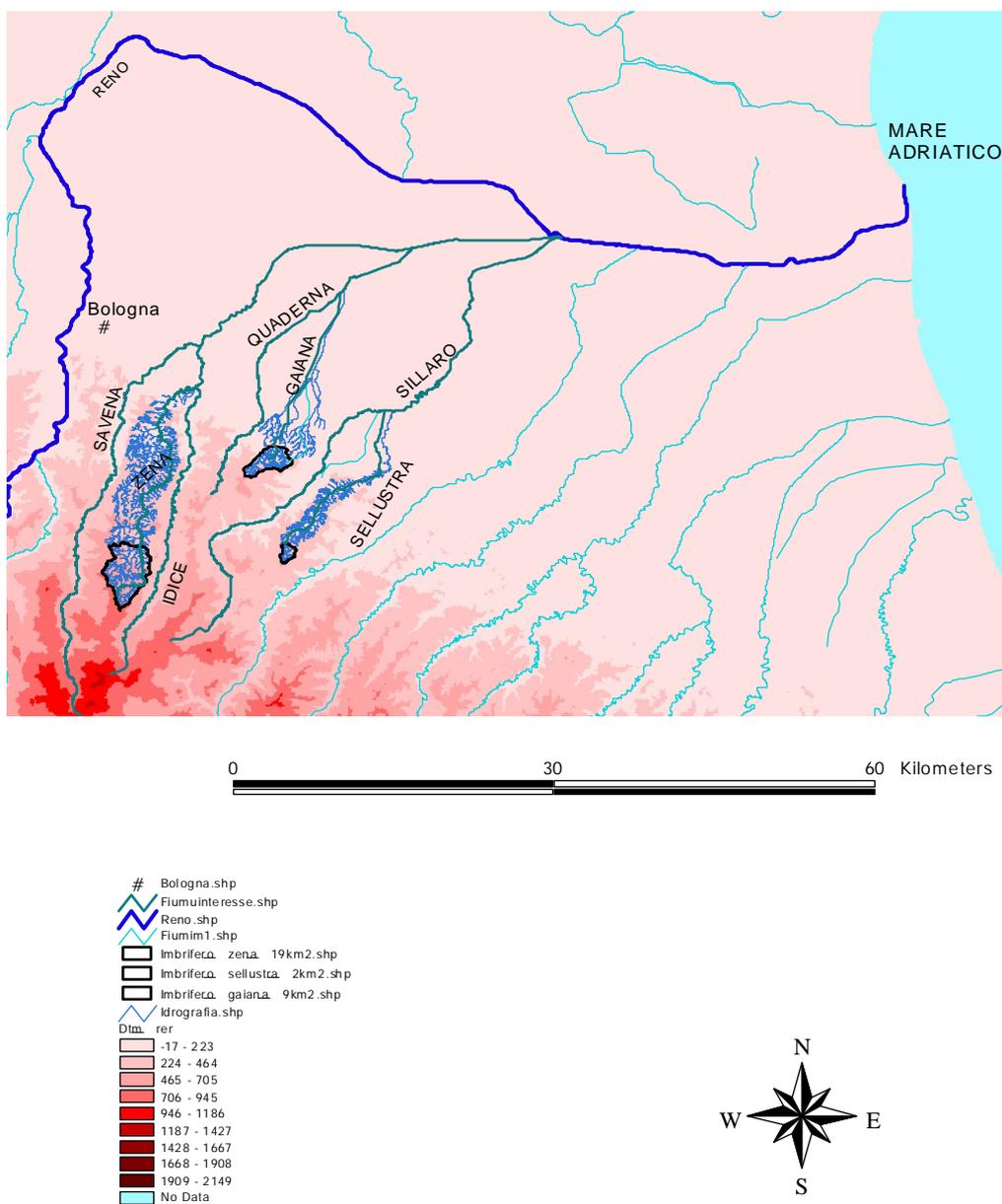


Figura 1.1 Posizione geografica dei bacini idrografici in esame

TORRENTE ZENA

Il torrente Zena è un torrente che nasce nelle colline a nord del crinale situato fra Loiano (BO) e la sua frazione Quinzano. Esistono due sorgenti: quella del braccio occidentale è alle pendici del monte Bastia (792 m s.l.m.) e quella del braccio orientale è vicino a Quinzano. Quest'ultimo ramo, il principale per lunghezza e portata d'acqua, presso Quinzano, forma una cascata alta 30 m precipitando in una gola boscosa. I due bracci si congiungono a nord verso Bologna in località Fornace di Zena (Pianoro). Il corso d'acqua s'immette poi nel torrente Idice dopo circa 40 km a San Lazzaro di Savena, in località Pizzocalvo. Il suo andamento è assai tortuoso, al punto che lo sviluppo del corso è una decina di chilometri più lungo di quello della valle.

BACINO ZENA	
Lunghezza (Km)	40
Portata media (m ³ /s)	≈ 1
Bacino idrografico (Km ²)	≈ 87
Altitudine della Sorgente (m s.l.m.)	750
Nasce	Comune di Loiano
Sfocia	torrente Idice
Comuni attraversati	Loiano, Pianoro, San Lazzaro di Savena

Tabella 1.1 Caratteristiche torrente Zena

TORRENTE GAIANA

Il torrente Gaiana nasce dalle pendici settentrionali del Monte Grande, nell'appennino bolognese, a circa 600 m s.l.m, nel comune di Castel San Pietro Terme. Il suo corso prosegue poi verso nord, lambendo l'omonima frazione di Castel San Pietro ed entrando nel comune Medicina, a ovest del capoluogo, per poi gettarsi, dopo un percorso di 23,5 km, nel torrente Quaderna, del quale costituisce il più importante affluente.

BACINO GAIANA	
Lunghezza (Km)	23,5
Portata media (m ³ /s)	≈ 0,3
Bacino idrografico (Km ²)	≈ 45
Altitudine della Sorgente (m s.l.m.)	607
Nasce	Comune di Castel San Pietro Terme
Sfocia	torrente Quaderna
Comuni attraversati	Castel San Pietro Terme, Medicina

Tabella 1.2 Caratteristiche torrente Gaiana

TORRENTE SELLUSTRA

Il torrente Sellustra è un torrente che nasce dal Monte la Pieve (508 m), nel comune di Fontanelice, ai limiti occidentali della Vena del Gesso e si getta, praticamente insieme al rio Sabbioso, nel torrente Sillaro, presso Castel Guelfo di Bologna. Gran parte della vallata che percorre è compresa nel comune di Casalfiumanese.

BACINO SELLUSTRA	
Lunghezza (Km)	22
Portata media (m ³ /s)	≈ 2
Bacino idrografico (Km ²)	≈ 27
Altitudine della Sorgente (m s.l.m.)	450
Nasce	Comune di Fontanelice
Sfocia	torrente Sillaro
Comuni attraversati	Fontanelice, Castel Guelfo

Tabella 1.3 Caratteristiche torrente Sellustra

1.2 BACINI IMBRIFERI SOTTESI DAGLI INVASI IN STUDIO

Zena, Gaiana e Sellustra sono torrenti che presentano una forte variabilità fra le portate estive, particolarmente scarse, e quelle autunno-invernali molto più copiose, come sarà possibile dedurre dalla ricostruzione delle portate medie mensili e dalle scale di deflusso elaborate sulla scorta dei dati disponibili dagli *Annali Idrologici* nel capitolo 3. L'obiettivo è quello di captare e immagazzinare durante la stagione autunno-invernale delle risorse idriche da rilasciare in alveo nei mesi estivi, caratterizzati da portate di magra estremamente basse e talvolta nulle, contribuendo al sostegno delle portate di magra.

La soluzione infrastrutturale presa a riferimento dai Tecnici del Consorzio della Bonifica Renana, i cui aspetti idrologici si vogliono analizzare nel dettaglio del presente lavoro di Tesi, cioè la realizzazione di tre invasi in linea, consentirà di mantenere in alveo una maggiore portata, che nel rispetto del Deflusso Minimo Vitale, desunto dal *Piano di Tutela delle Acque*, potrà contribuire a migliorare le condizioni igienico-

ambientali delle aree ed essere prelevata, entro limiti ben precisi, per usi irrigui ed extra agricoli. Appare quindi possibile realizzare invasi senza giungere a gravosi interventi sull'ambiente.

INVASO ZENA:

Il tratto preso in esame per la realizzazione dell'invaso sul torrente Zena è stato localizzato nella parte terminale del bacino montano del torrente nelle vicinanze della frazione Molinelli nel comune di Loiano. Il bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento è di una superficie calcolata di circa 19.6 Km²; una dimensione in grado di garantire una sufficiente alimentazione dell'invaso.

Dallo studio delle C.T.R. in scala 1:5000 è stato possibile individuare una vasta area depressa che geomorfologicamente è buona per l'ubicazione dell'invaso, essendo anche un terreno particolarmente impermeabile costituito prevalentemente da areniti e peliti.

Le caratteristiche ipotizzate dell'opera sono:

- Superficie dello specchio liquido dell'invaso: 13.52 ha;
- Volume utile dell'invaso: 665.370 m³;
- Portata media rilasciabile (3 mesi, giugno luglio, agosto): 100 l/s;
- Deflusso Minimo Vitale: 7 l/s.

INVASO GAIANA:

Il tratto preso in esame per la realizzazione dell'invaso è stato localizzato nella parte terminale del bacino montano del torrente presso la frazione di Casalecchio dei Conti nel comune di Castel San Pietro Terme, a circa 3,5 Km dalla via Emilia. Il bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento è di una superficie calcolata di circa 9 Km².

Dallo studio delle C.T.R. in scala 1:5000 è stato possibile individuare una area depressa geomorfologicamente adatta per ospitare l'invaso, caratterizzata da un terreno impermeabile, per la maggior parte interessato dall'unità geologica delle Argille Azzurre.

Le caratteristiche ipotizzate dell'opera sono:

- Superficie dello specchio liquido dell'invaso: 9.02 ha;
- Volume utile dell'invaso: 452.900 m³;

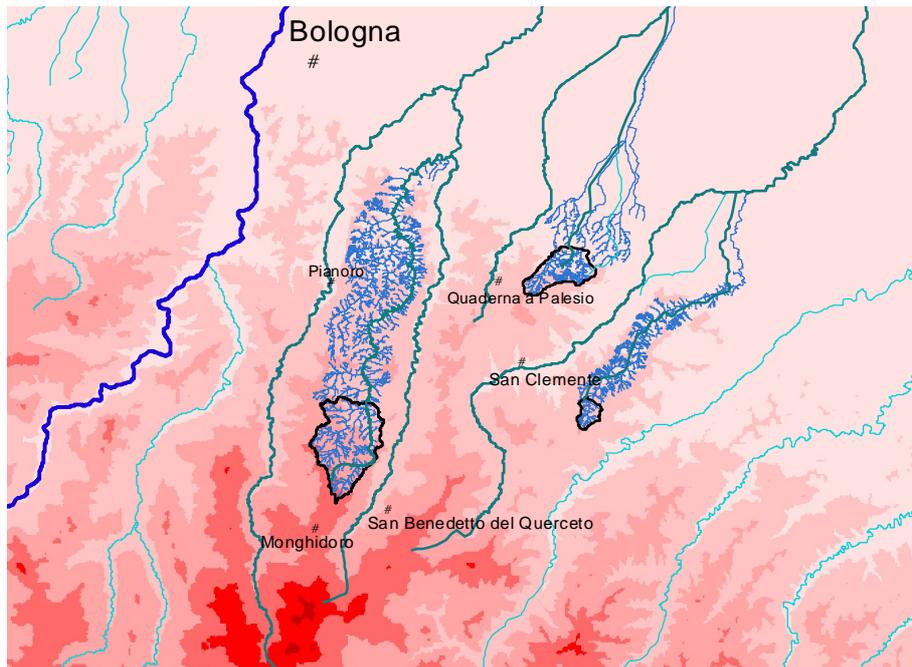
- Portata media rilasciabile (3 mesi, giugno luglio, agosto): 70 l/s;
- Deflusso Minimo Vitale: 2 l/s.

INVASO SELLUSTRA:

Il tratto preso in esame per la realizzazione dell'invaso è stato localizzato nella parte terminale del bacino montano del torrente presso la località Casalino nel comune di Casalfiumanese. Il bacino imbrifero sotteso dallo sbarramento è di una superficie calcolata di circa 2,02 Km².

Le caratteristiche ipotizzate dell'opera sono:

- Superficie dello specchio liquido dell'invaso: 4,7 ha;
- Volume utile dell'invaso: 400.000 mc;
- Portata media rilasciabile (3 mesi, giugno luglio, agosto): 50 l/s;
- Deflusso Minimo Vitale: 1,7 l/s.



0 30 Kilometers



Figura 1.2 Bacini imbriferi sottesi dagli invasi

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E CLIMATICHE:

Per determinare le caratteristiche morfologiche dei bacini che sottendono agli sbarramenti, come le altezze massime, medie e minime e le aree si è utilizzato il programma ArcView (GIS), mentre per determinare le caratteristiche climatiche si sono utilizzati i dati forniti dall'*Autorità di Bacino Fiume Reno*.

Per quanto riguarda il torrente Zena sono presenti 3 pluviometri attivi nella zona vicino al bacino imbrifero sotteso dall'invaso. Da queste stazioni si possono ottenere informazioni sugli afflussi meteorici medi mensili. In particolare, per il bacino in esame, sono stati utilizzati i dati relativi a:

- Stazione di Monghidoro (dati dal 1921 al 2004);
- Stazione di Pianoro (dati dal 1921 al 2004);
- Stazione di San Benedetto del Querceto (dati dal 1921 al 2004).

Per quanto riguarda il torrente Gaiana è disponibile una sola stazione di misura:

- Stazione Quaderna a Palesio (dati dal 1956 al 1979).

Per quanto riguarda il torrente Sellustra è disponibile una sola stazione di misura:

- Stazione San Clemente (dati dal 1962 al 2004).

Nell'Appendice A sono riportati gli afflussi meteorici medi mensili relativi ad ogni stazione così come riportati nei documenti dell'*Autorità di Bacino Fiume Reno*. A partire da questi dati sono stati ricavati per ciascun bacino 2 valori indicativi degli afflussi meteorici annuali a scala di bacino: l'afflusso totale mediano, indicato con "**Mediana Affl (mm)**", e un valore di pioggia tipico di un anno secco indicato con "**5% Afflus (mm)**". Mediana Affl rappresenta l'altezza di precipitazione cumulata annuale che viene uguagliata o superata mediamente una volta ogni due anni, 5% Afflus, invece rappresenta l'altezza di precipitazione cumulata annuale che viene superata una volta ogni 20 anni.

Tutte queste informazioni, che verranno utilizzate nello studio idrologico successivo, sono riassunte nella *Tabella 1.4*.

	Bacino di dominio Km²	H max m s.l.m.	Hmedia m s.l.m.	Hmin m s.l.m.	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))
Zena	19,64	840,00	540,60	292,00	1005,09	633,23
Gaiana	9,00	415,00	313,63	119,00	862,50	592,20
Sellustra	2,02	450,00	336,71	244,00	820,00	622,90

Tabella 1.4 *Informazioni climatiche e morfologiche dei bacini di Zena, Gaiana e Sellustra*

CAPITOLO 2 LA QUALITA' DELLE ACQUE: CENNI PER L'AREA IN ESAME

E' stata eseguita una ricerca sulla qualità delle acque dei torrenti Zena, Gaiana e Sellustra per conoscere l' idoneità all'impiego irriguo e per consentire la vita della fauna acquatica. Le informazioni sono state ricavate dall'ampia documentazione disponibile sul sito dell'Arpa della Regione Emilia Romagna. In particolare nella provincia di Bologna sono operative 15 stazioni poste su corpi idrici naturali (fiumi e torrenti) e artificiali (canali) designate e monitorate secondo i criteri della D.G.R. 1420/2002. Le stazioni di misura sono posizionate in corrispondenza dei corpi idrici significativi, la cui importanza deriva da caratteristiche quali l'ampiezza del bacino e la portata, oppure posizionate su corpi idrici che influiscono negativamente sui corpi idrici significativi. Per tutte queste stazioni esiste l'obbligo del raggiungimento degli obiettivi di qualità ambientale previsti dal Decreto Legislativo 152 del 2006.

Si comprende che, essendo i bacini sottesi dagli sbarramenti dei torrenti in esame molto piccoli e non coinvolti in scarichi di sostanze pericolose che derivano da impianti industriali, in essi non sono presenti rilevatori della qualità delle acque. Per questo viene considerata, nella valutazione di qualità, solamente la stazione di misura posta lungo il torrente Idice nella località Pizzocalco nel comune di San Lazzaro di Savena. Essa è una stazione situata in un'area scarsamente antropizzata, con aree protette ed un sito di interesse comunitario (Parco La Martina).

Nella *Tabella 2.1* vengono riportate le misure sui carichi inquinanti relativi alla stazione posta in località Pizzocalvo sul torrente Idice per l'anno 2008.

Confrontando tali valori con i parametri del Decreto Legislativo 152/2006 (Allegati parte III) risulta che tali valori rientrano nei limiti di legge.

Le carenze si evidenziano solamente nel periodo estivo quando l'Idice è soggetto a magre più evidenti.

PARAMETRI DI BASE (Tab.1 All.1 D.L.gs.152/99 + DGR 1420/2002)																					
DATA	Temperatura acqua	Temperatura aria	pH	Solidi sospesi	Conducibilità a 20°C	Durezza	Azoto ammoniacale	Azoto nitrico	Azoto nitroso	Ossigeno disciolto	Ossigeno alla saturazione	B.O.D. 5	C.O.D.	Ortofosfato	Fosforo totale	Cloruri	Solfati	Escherichia coli	Enterococchi	Salmonelle / gruppo	Benzo b fluorantrene
	°C	°C		mg/L	µS/cm	CaCO3 mg/L	N mg/L	N mg/L	N mg/L	O2 mg/L	%	O2 mg/L	O2 mg/L	P mg/L	P mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	UFC/100 mL	UFC/100 mL	/1000 mL	µg/L
02/01/2008	6,9	6,8	8,2		329	180	0,15	1,4	0,01	14,3	113	<2,0	42,0	0,02	0,59	11	42	2500	1300	PRESENTE	<0,01
11/02/2008	3,6	6,3	8,1	<5	772	370	0,04	1,6	0,02	11	100	2	9		0,05	25	151	750	290	ASSENTI	<0,01
10/03/2008	7,1	14,9	8,5	80	458	175	0,05	1,3	0,04	9,4	79	<2	9,5		0,18	13	60	950	450	ASSENTI	<0,01
22/04/2008	13,4	16,8	8,4	7	513	230	0,03	<0,2	<0,01	10,7	104	2	7,9		0,06	17	82	480	150	ASSENTI	<0,01
19/05/2008	18,4	19	8,3	9	693	290	0,02	<0,2	0,01	10,5	115	3	10		0,04	36	157	1010	610	ASSENTI	<0,01
18/06/2008	20,1	22	8,1	29	706	335	0,06	0,7	0,01	10,5	115	8	10		0,07	16	169	45	12	PRESENTI	<0,01
16/07/2008	21,7	29,6	8,3	7	975	364	0,88	0,2	0,07	6,8	80	4	34		0,13	55	375	200	180	PRESENTI	<0,01
20/08/2008																					
15/09/2008																					
29/10/2008	14,9	16,9	7,85	5	965	370	0,34	1,1	0,02	7,7	79,5	<2	13		0,2	58	155	20	7	PRESENTI	<0,01
19/11/2008	8,9	11,3	8,1	6	777	240	0,09	2,1	0,01	9,95	88,5	2	11		0,07	25	139	41	970	PRESENTI	
15/12/2008	7,7	8,4	8,5	198	754	228	0,05	2,5	<0,01	9,7	84	3	36		0,1	15	145	38	38	PRESENTI	<0,01

Tabella 2.1 Parametri di qualità delle acque per l'anno 2008 sul torrente Idice in Località Pizzocalvo. Arpa.

CAPITOLO 3 QUANTIFICAZIONE DELLE RISORSE IDRICHE SUPERFICIALI

3.1 LE CURVE DI DURATA DELLE PORTATE

Lo studio idrologico è stato orientato verso la determinazione delle curve di durate delle portate annuali dei tre torrenti Zena, Gaiana e Sellustra sulla base dei rilevamenti pluviometrici disponibili negli *Annali Idrologici* e dagli *Archivi Pluviometrici dell'Autorità del Bacino fiume Reno*.

In particolare, lo studio è stato svolto con l'obiettivo di determinare due curve di durata annuali: una relativa alla portata che viene superata nel 50% dei casi $q(D, \text{mediana})$ e una relativa alla portata che viene superata nel 5% dei casi $q(D, 5^{\circ} \text{percentile})$, relativa quindi ad un anno particolarmente siccitoso, nell'ipotesi che esso si possa verificare mediamente ogni 20 anni.

Le curve di durata sono facili da realizzare e semplici da capire: esse descrivono la relazione esistente tra l'intensità e la frequenza della portata in una determinata sezione fluviale; in altre parole forniscono una stima della percentuale di tempo nella quale una data portata viene eguagliata o superata durante l'intero periodo di osservazione, generalmente pari ad un anno (vedi *Figura 3.1*).

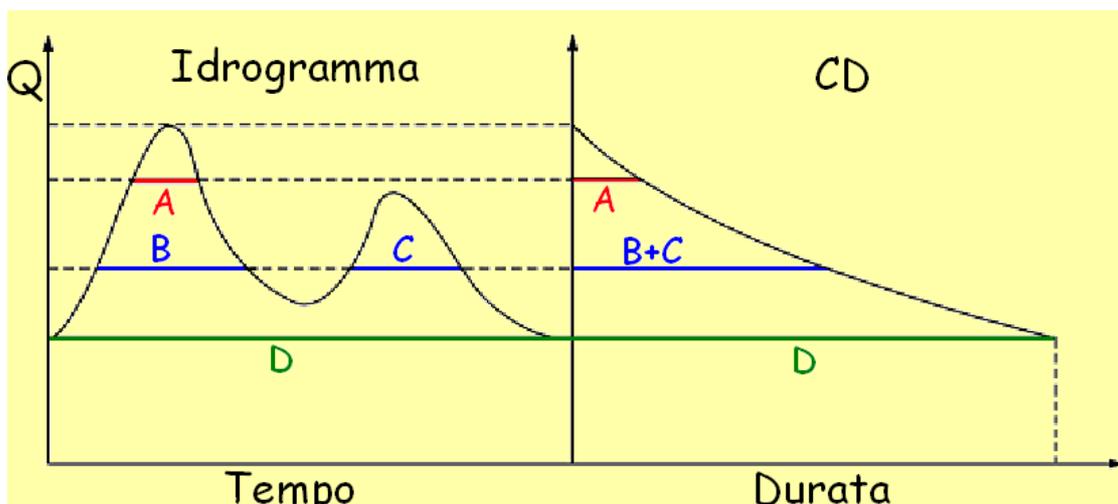


Figura 3.1 Curva di durata

Tradizionalmente, tali curve vengono costruite sulla base di tutti i dati di portata disponibili nel periodo di osservazione preso a riferimento, raffigurando in un grafico bidimensionale la relazione esistente tra l'intensità e la frequenza della portata che transita in una determinata sezione fluviale. Una curva di questo tipo può essere costruita utilizzando valori di portata orari, giornalieri, mensili o relativi ad altri intervalli temporali di riferimento, anche se la maggior parte delle applicazioni ingegneristiche delle curve di durata si avvale dei valori giornalieri.

La curva di durata delle portate viene rappresentata graficamente mediante una curva che può essere interpretata come la complementare della funzione di distribuzione cumulata: ad ogni valore di portata q misurato nella sezione fluviale corrisponde infatti una probabilità di superamento p definita nel seguente modo:

$$(3.1) \quad p = 1 - P(Q) \leq q$$

$$(3.2) \quad p = 1 - F_Q(q)$$

dove la funzione di distribuzione cumulata $F_Q(q)$ rappresenta per ogni valore registrato q della portata Q la probabilità che Q assuma un valore non superiore a q (probabilità di non superamento).

Avendo la funzione di distribuzione cumulata andamento monotono crescente, è ovvio, vista l'interpretazione statistica fornita, che una curva di durata ha sempre andamento decrescente: il valore minimo di portata registrato ha dunque una durata pari all'intero periodo di osservazione, mentre al valore massimo di portata corrisponde la durata minima, in quanto eguagliato una sola volta e mai superato.

Tradizionalmente le curve di durata sono interpretate sulla base dell'intero periodo di osservazione utilizzato per costruirle. Si parla di curve di durata totali, la cui realizzazione non presenta particolari difficoltà: posto il numero di anni di osservazione pari a n , il metodo di costruzione consiste nel disporre in ordine decrescente l'intero campione di dati di portata osservato q_i , con $i = 1, \dots, 365n$, nel caso si abbiano a disposizione valori medi giornalieri, oppure $i = 1, \dots, 24 \cdot 365n$, nel caso si abbiano a disposizione valori medi orari (escludendo in entrambi i casi la presenza di anni bisestili, ipotesi che assumeremo sempre da questo momento in poi); q_1 rappresenta quindi la portata massima osservata nell'intero periodo di osservazione e q_{365n} la portata minima. A questo punto ad ogni valore di portata viene fatto corrispondere il suo

valore di durata, cioè il numero di giorni in cui la portata in questione è stata eguagliata o superata.

Generalmente per avere una maggiore visibilità e quindi facilitare la lettura della curva è possibile utilizzare la scala logaritmica per rappresentare la portata media giornaliera, ossia l'asse delle ordinate. Questa soluzione verrà adottata per ogni tipo di curva prodotta.

La rappresentazione in scala semilogaritmica consente di avere un intervallo, entro il quale varia la portata, più ristretto rispetto alla rappresentazione in scala naturale. Ciò comporta un certo appiattimento della curva di durata e una migliore visualizzazione del ramo della curva relativo alle alte durate, fatto importante per quegli studi che pongono la loro attenzione proprio sulle basse portate, come ad esempio uno studio sull'approvvigionamento idrico. Comporta però anche il fatto di non poter riportare le portate nulle sul grafico, potendo l'argomento del logaritmo essere solo strettamente positivo per ovvie ragioni matematiche.

Diversi sono gli andamenti che può assumere una curva di durata totale: si può ottenere una curva molto regolare, piuttosto appiattita, con un breve intervallo entro cui variano i valori di portata, nel caso in cui, durante l'intero periodo di osservazione di interesse, il regime dei deflussi idrici rimane uniforme, costante, e non subisce consistenti fenomeni di magra o di piena; curve che invece presentano un brusco abbassamento della stessa fino a valori di portata prossimi allo zero o anche nulli alle alte durate relative, dovuto a significativi periodi di magra verificatisi durante il periodo di osservazione. Tra questi due casi estremi vi sono poi curve che assumono un andamento intermedio.

Da quanto appena detto si può dedurre che l'andamento delle curve di durata totali può fortemente variare in funzione del particolare periodo di osservazione adottato perché i dati di portata registrati possono essere anche molto differenti da un periodo all'altro. Questo vale soprattutto per il ramo inferiore della curva, estremamente sensibile ai valori idrologici minimi registrati. Più in generale, tali curve sono fortemente influenzate dalle situazioni estreme (periodi secchi o periodi umidi) che si verificano nel corso dell'intervallo temporale preso a riferimento. Inoltre non consentono di individuare le variazioni stagionali dei deflussi. Le curve di durata totali vengono ricostruite utilizzando tutte le osservazioni di portata disponibili per una determinata sezione fluviale in uno specifico arco temporale, riunendole in un unico campione di

dati; tale interpretazione risulta quindi assai utile nel caso in cui il campione è abbastanza ampio da fornire i valori “limite” della distribuzione di portate (massimi e minimi assoluti di portata), oppure nel caso in cui il periodo di osservazione scelto per la ricostruzione della curva coincide con l’orizzonte di vita di un progetto. Questi sono i motivi che hanno portato ad una nuova interpretazione delle curve di durata delle portate, non più definite sulla base dell’intero periodo di osservazione ma su base annuale.

Nello studio in esame si sono utilizzate infatti le curve di durata annuali. La costruzione delle curve di durata annuale può essere condotta utilizzando tecniche codificate e di uso consolidato (*Vogel e Fennessey, 1994*). Supponendo di avere a disposizione una sezione fluviale strumentata (dotata cioè di una stazione idrologica capace di misurare le portate che transitano per quella sezione) che dispone di n anni completi di osservazioni, si tracciano dapprima le n curve di durata di tipo tradizionale, una per ogni anno di osservazione, poi esse vengono mediate per ricavare un’unica curva di durata caratteristica dell’andamento delle portate in un anno “tipico” (*Vogel e Fennessey, 1994*) ma ipotetico per la sezione in esame. Ovviamente a tale curva non corrispondono valori di portata effettivamente misurati, poiché media e mediana non individuano necessariamente valori sperimentali; questa curva non rappresenta quindi un andamento reale del bacino esaminato, per questo motivo si parla di anno ipotetico. Tuttavia questa nuova interpretazione consente di ovviare ai difetti propri delle curve di durata tradizionali e risulta, rispetto a quest’ultime, molto più vantaggiosa per diverse applicazioni in ambito idrologico.

Utilizzando le curve di durata annuali si perdono informazioni importanti quali i valori massimi e minimi assoluti di portata, che in queste curve corrispondono ai valori medi di tutti i massimi e di tutti i minimi osservati; è possibile però individuare eventuali caratteristiche stagionali dei regimi fluviali ed eventuali periodi di alte o basse portate che si verificano nell’arco di un anno. Inoltre tali curve non sono influenzate dai periodi secchi o umidi che possono caratterizzare gli n anni di osservazione.

Per quanto riguarda la realizzazione delle curve di durata annuali, si possono seguire i seguenti passi:

1. Definire il campione di dati di portata raccolti negli n anni di osservazione e suddividerlo in n campioni ciascuno contenente i valori di portata di un solo

- anno (ogni campione è così costituito da 365 dati nel caso di portate medie giornaliere, e da 24·365 dati nel caso di portate medie orarie);
2. disporre i dati di ogni campione in ordine decrescente numerandoli ($i = 1, \dots, 365$ o $24 \cdot 365$). Questo consente di individuare in modo immediato il valore massimo e minimo di portata registrati in ogni anno rispettivamente alla posizione 1 e 365 o $24 \cdot 365$ di ciascun campione;
 3. tracciare le n curve di durata relative a ciascun anno in un diagramma cartesiano riportando in ascissa la durata e in ordinata le portate medie giornaliere o orarie espresse in m^3/s . Ricavare poi la curva di durata annuale facendo corrispondere ad ogni passo di durata un valore di portata mediato tra gli n valori disponibili (uno per anno). In particolare, si possono realizzare due tipi di curva annuale, uno ricorrendo alla media statistica delle portate (curva di durata annuale media), l'altro ricorrendo alla mediana delle portate (curva di durata annuale mediana).

E' possibile quindi costruire due curve di durata annuali: la curva di durata annuale media che si ottiene associando ad ogni valore di durata relativa (o probabilità di superamento) la media statistica degli n valori di portata corrispondenti a quella durata; la curva di durata annuale mediana che si ottiene invece associando ad ogni valore di durata relativa (o probabilità di superamento) il valore mediano tra tutti gli n dati di portata corrispondenti sempre a quella durata.

Anche se la curva media e la curva mediana hanno sostanzialmente lo stesso andamento, la prima può sembrare molto più regolare rispetto alla seconda. Questa differenza è facilmente comprensibile se si considera come vengono mediati i dati di portata per ottenere le due curve. Ipotizzando di avere a disposizione n anni di osservazione per una specifica sezione fluviale, la curva media è ottenuta associando ad ogni passo di durata relativa la media degli n valori di portata corrispondenti a quella durata. La curva che si ottiene con questo procedimento presenta un andamento piuttosto regolare in quanto le differenze di valore tra le portate corrispondenti a durate relative attigue risultano alquanto ridotte.

La curva mediana è invece ottenuta associando ad ogni passo di durata relativa il valore mediano tra gli n valori di portata corrispondenti a quella durata, cioè il valore di portata osservato $q_{i,j}$ che occupa la posizione centrale nel campione di n dati ordinato in

maniera decrescente relativo a quella durata. Il valore mediano riferito alla durata relativa D_5 rappresenta quindi quella portata che è stata superata il 50% delle volte; il valore mediano delle durate attigue può anche essere molto differente dal valore precedente; per questo motivo l'andamento della curva mediana risulta più irregolare rispetto a quello della curva media.

Nel nostro studio scegliamo la curva di durata mediana perché è più stabile della curva di durata media in presenza di anni particolarmente secchi o umidi e perché rappresenta un anno "tipico".

Una curva di durata delle portate fornisce, come già specificato, una stima della percentuale di tempo nella quale una data portata viene eguagliata o superata durante l'intero periodo di osservazione. Tali curve erano e sono tuttora un importante strumento grafico e matematico utile, in molti casi essenziale, per rappresentare in modo semplice molteplici informazioni di natura idrologica necessarie per la risoluzione di problemi legati alla gestione della risorsa idrica, come ad esempio l'approvvigionamento idrico, il controllo della qualità delle acque, la produzione di energia idroelettrica.

In questo studio, la determinazione delle curve di durata delle portate in corrispondenza delle sezioni di chiusura dei bacini imbriferi sottesi agli invasi di Zena, Gaiana e Sellustra, ha lo scopo di determinare le portate e il regime dei deflussi laddove non siano presenti informazioni di portata. Una volta disponibile e nota la curva di durata è possibile quindi avere informazioni riguardo le portate massime, medie e minime che transitano lungo le aste torrenti e osservare come queste grandezze possano variare il regime dei deflussi in seguito alla messa in esercizio di un invaso per la gestione sostenibile delle risorse idriche.

3.2 RICOSTRUZIONE DELLA CURVA DI DURATA IN ASSENZA DI OSSERVAZIONI IDROMETRICHE

Per poter ricostruire la curva di durata delle portate è stata quindi svolta una dettagliata analisi, negli *Annali Idrologici*, per cercare quei bacini imbriferi che mostrano le caratteristiche geomorfologiche (area del bacino, altezza massima, minima e media, e permeabilità) simili a quelle dei bacini imbriferi sottesi dagli sbarramenti degli invasi di

Zena, Gaiana e Sellustra, allo scopo di costruire delle scale di deflusso il più possibile realistiche.

Infatti lungo questi 3 torrenti non sono presenti stazioni idrometriche e dunque non vi sono dati di portata utili per la costruzione diretta delle curve. Si sono quindi sfruttati i dati disponibili presenti nelle stazioni di misura in torrenti simili a questi per utilizzarli in opportuni modelli al fine di determinare le scale di deflusso.

Nel caso in cui una sezione fluviale di interesse sia dotata di uno strumento di misura delle portate defluenti e, dunque, siano per essa disponibili delle misure idrometriche su di un periodo di osservazione più o meno esteso, la costruzione delle curve di durata può essere condotta utilizzando tali osservazioni mediante tecniche codificate e di uso consolidato; si parla in questo caso di derivazione diretta o empirica della curva, così come spiegato nel paragrafo precedente.

Nel caso, peraltro piuttosto frequente nella pratica, in cui alla sezione di interesse non si disponga di misure, o i dati osservati coprano periodi di osservazione temporale talmente ridotta da non poter essere impiegati nella derivazione diretta della curva di durata, si può fare ricorso a tecniche di regionalizzazione delle curve di durata. Mediante tali tecniche si cerca di ovviare alla limitatezza nel tempo dell'informazione idrometrica disponibile, ampliando l'orizzonte di interesse nello spazio (*Stendingher et al., 1993; Fennessey e Vogel 1990; Smakthin 2001*).

Tali tecniche si fondano, generalmente, sull'identificazione di raggruppamenti di bacini idrografici (zone o regioni omogenee) mostranti spiccata affinità per quanto concerne i principali meccanismi che presiedono al processo di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi vitali (*Castellarin et al., 2001*). Identificata la regione omogenea a cui appartiene il sito di interesse, l'informazione idrometrica in essa raccolta può essere trasferita, mediante l'impiego di opportune procedure, al sito stesso, compensando la carenza, o la totale mancanza, di osservazioni dirette dei deflussi e permettendo la costruzione della curva di durata anche in assenza di dati. Il metodo descritto verrà utilizzato nella costruzione delle curve di durata relative ai bacini di Zena, Gaiana e Sellustra, di cui non si hanno nessun tipo di informazioni.

L'analisi della letteratura scientifica nazionale ed internazionale relativa alle tecniche di regionalizzazione della curva di durata della portate ha consentito di individuare un approccio a basa e grafica e di facile impiego e di buona attendibilità. L'approccio

regionale è stato messo appunto da *Smakthin et al. (1997)* in riferimento ad un nutrito insieme di stazioni idrometriche localizzate in una regione sud orientale del Sud Africa. Esso consiste nei seguenti passi:

1. Adimensionalizzazione delle curve di durata ricavate dalle stazioni idrometriche per le diverse stazioni di misura disponibili attraverso una divisione dei dati di portata per il valor medio valutato sul lungo periodo proprio in base alla curva di durata.
2. Identificazione della curva di durata regionale $X(D)$ mediante una operazione di media delle diverse curve di durata adimensionale relative alla regione omogenea.

La curva di durata di una sezione fluviale non strumentata viene quindi ricostruita moltiplicando la curva regionale $X(D)$, che è adimensionale, per una stima indiretta del valor medio di portata sul lungo periodo, Q^* . Per la stima indiretta della portata media annua Q^* alla sezione di interesse si impiega generalmente un modello regionale multiregressivo, che esprime il deflusso medio annuale in funzione di alcune grandezze geomorfologiche e climatiche proprie del bacino (v. *ad es. Brath et al., 1999*).

Per verificare e validare il modello descritto, esso viene infine applicato ad una stazione di misura nota, confrontando in tal modo due curve: quella reale, derivata tramite i dati storici, e quella ottenibile dal modello matematico appena descritto. Se le due curve risultano simili fra loro, allora il modello funziona e può essere applicato a quei bacini che mostrano le stesse caratteristiche geomorfologiche e climatiche note.

3.3 REPERIMENTO DATI

Il primo passo per la costruzione delle curve di durata è stato quello di raccogliere tutti i dati disponibili nei bacini imbriferi con caratteristiche geomorfologiche simili ai bacini in esame: Zena, Gaiana e Sellustra.

Sono stati quindi esaminati tutti gli *Annali Idrologici (Parte II)* dal 1939 al 2007 delle stazioni di misura appartenenti al bacino del Fiume Reno, compresi i suoi affluenti

principali, tra la stazione del Reno a Pracchia alla stazione del Savio a San Vittore come è possibile osservare dalla *Figura 3.2*.

In particolare le stazioni prese in considerazioni sono state le seguenti:

1. Reno a Pracchia;
2. Reno a Molino del Pallone;
3. Samoggia a Calcara;
4. Savena (Reno) a Castel dell'Alpi;
5. Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto;
6. Idice a Castenaso;
7. Quaderna (Reno) a Palesio;
8. Reno a Bastia;
9. Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone";
10. Senio (Reno) a Castel Bolognese;
11. Lamone a Grattacoppa;
12. Lamone a Sarna;
13. Ronco (Fiumi Uniti) a Meldola "Casa Luzia";
14. Savio a San Vittore.

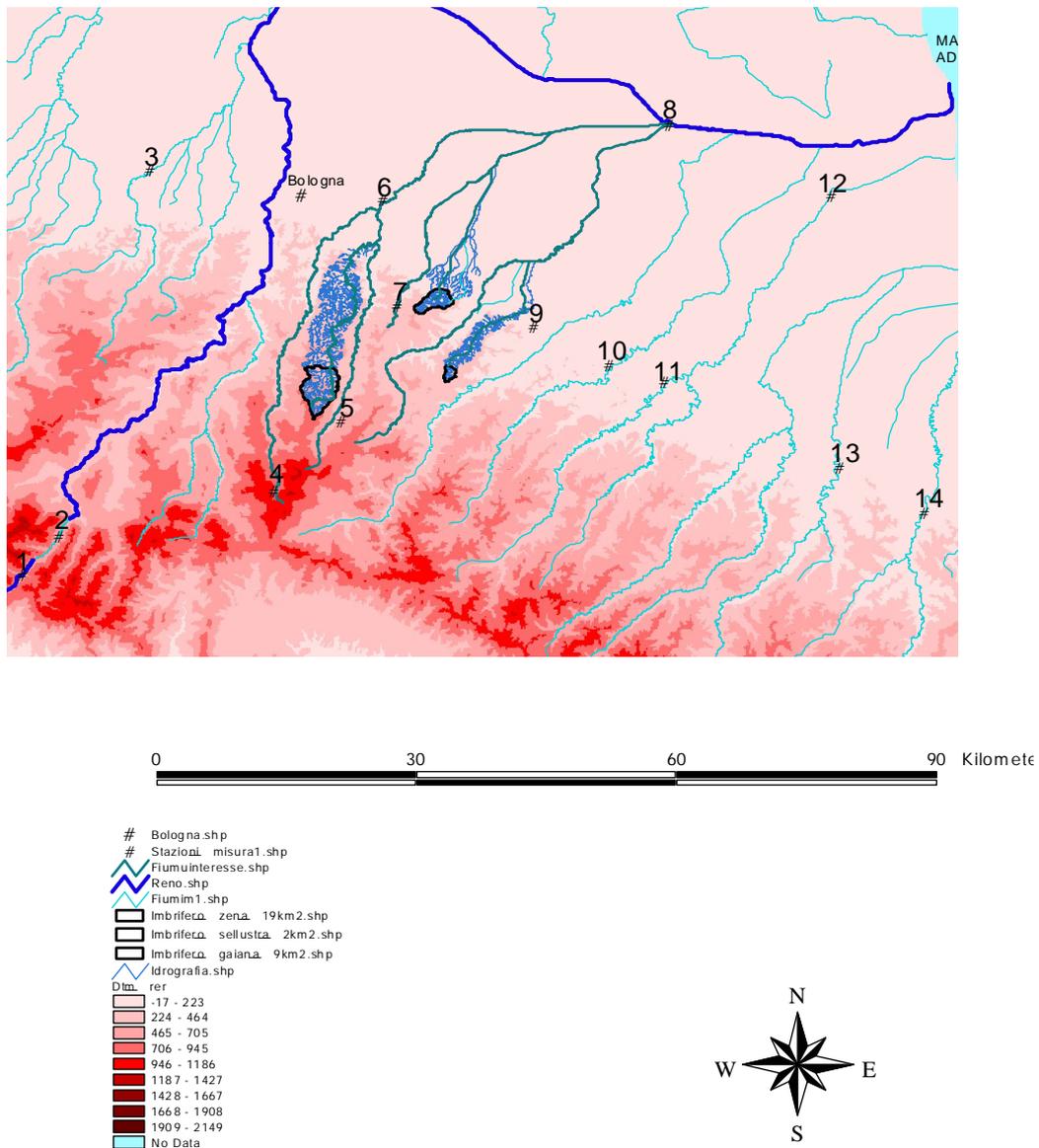


Figura 3.2 Stazioni analizzate dagli Annali Idrologici

Per ognuna delle quali sono stati scaricati dagli *Annali idrologici* i dati relativi a:

- Durata delle portate;
- Afflussi medi mensili;
- Portate medie mensili;
- Portata media annua;

- Deflussi medi annui;
- Coefficienti di deflusso;

Tutti i dati raccolti sono presenti nell'Appendice B. Nella *Tabella 3.1* sono riassunte le caratteristiche geomorfologiche e climatiche fondamentali, insieme ad altri valori calcolati che serviranno nelle successive fasi di analisi:

- **Mediana (Affl (mm))**: mediana degli afflussi totali, ovvero quel valore di pioggia che viene superato nel 50% dei casi dell'intero periodo di osservazione in esame.
- **5% (Affl (mm))**: 5° percentile degli afflussi totali, ovvero il valore di pioggia che viene superato nel 5% dei casi, quindi per un periodo tipico secco.
- **Mediana (Q_{media} (l/s Km²))**: mediana della portata media mensile (l/s km²), ovvero quel valore di portata che viene superato nel 50% dei casi.
- **5% (Q_{media} (l/s Km²))**: 5° percentile della portata media mensile (l/s km²), ovvero la portata che viene superata nel 5% dei casi, quindi per un anno tipico secco.

	Elenco delle stazioni	Bacino di dominio Km ²	H max (m s.l.m.)	H media (m s.l.m.)	H min (m s.l.m.)	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))	Mediana (Q _{media} (l/s Km ²))	5% (Q _{media} (l/s Km ²))
1	Reno a Pracchia	40,0	1640	890	609,8	1994,5	1534,5	43,8	28,6
2	Reno a Molino del Pallone	89,6	1732	951	530,0	2004,9	1499,4	39,3	28,4
3	Samoggia a Calcara	170,0	902	375	44,0	924,3	619,3	9,6	3,4
4	Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	11,5	1276	1005	730,0	1399,0	1174,0	27,0	22,5
5	Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	10,0	836	570	310,0	1025,0	780,0	15,4	4,3
6	Idice a Castenaso	397,0	1303	430	29,0	937,0	748,6	10,9	4,3
7	Quaderna (Reno) a Palesio	21,9	608	285	92,0	863,0	592,0	10,3	4,2
8	Reno a Bastia	3410,0	1945	324	2,5	934,4	740,2	11,9	7,6
9	Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	6,1	299	216	52,0	833,0	602,0	3,5	1,1
10	Senio (Reno) a Castel Bolognese	269,0	1187	438	35,0	1014,1	746,2	11,3	6,4
11	Lamone a Grattacoppa	522,0	1242	439	2,0	1274,3	937,1	16,7	12,9
12	Lamone a Sarna	261,0	1242	511	50,0	1129,9	814,4	17,8	9,5
13	Ronco (Fiumi Uniti) a Meldola "Casa Luzia"	422,0	1657	569	57,0	1253,7	948,6	20,1	12,1

	Elenco delle stazioni	Bacino di dominio Km ²	H max (m s.l.m.)	H media (m s.l.m.)	H min (m s.l.m.)	Media na (Affl (mm))	5% (Affl (mm))	Mediana (Q _{media} (l/s Km ²))	5% (Q _{media} (l/s Km ²))
14	Savio a San Vittore	597,0	1408	525	42,0	1103,9	829,0	17,7	9,4

Tabella 3.1 Informazioni principali delle stazioni analizzate

Dalla *Tabella 3.1* si può osservare che alcune stazioni devono essere escluse dalla analisi. Infatti per 7 di queste stazioni: Idice a Castenaso, Reno a Bastia, Senio (Reno) a Castel Bolognese, Lamone a Grattacoppa, Lamone a Sarna, Ronco (Fiumi Uniti) a Meldola “Casa Luzia”, Savio a San Vittore, si nota che sottendono a bacini con aree molto grandi, che raggiungono i 3410 Km² per il Reno a Bastia. Inoltre anche le portate medie sono decisamente elevate e poco variabili, lontano dalle caratteristiche torrentizie. Sono inoltre alvei prevalentemente di pianura. Tutte caratteristiche poco simili ai bacini di Zena, Gaiana e Sellustra che invece presentano bacini imbriferi sottesi dagli invasi da realizzare molto piccoli, massimo 19 km² per lo Zena, con portate molto variabili e periodi di magra molto accentuati.

Le stazioni di misura utilizzate nelle successive fasi di studio idrologico sono quindi solo quelle elencate nella *Tabella 3.2*.

	Elenco delle stazioni	Bacino di dominio Km ²	H max m s.l.m.	Hmedia m s.l.m.	Hmin m s.l.m.	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))	Mediana (Q _{media} (l/s Km ²))	5% (Q _{media} (l/s Km ²))
1	Reno a Pracchia	40,0	1640,0	890,0	609,8	1994,50	1534,52	43,80	28,62
2	Reno a Molino del Pallone	89,6	1732,0	951,0	530,0	2004,85	1499,40	39,29	28,43
3	Samoggia a Calcara	170,0	902,0	375,0	44,0	924,30	619,32	9,60	3,43
4	Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	11,5	1276,0	1005,0	730,0	1399,00	1174,00	27,00	22,52
5	Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	10,0	836,0	570,0	310,0	1025,00	780,00	15,40	4,25
6	Quaderna (Reno) a	21,9	608,0	285,0	92,0	863,00	592,00	10,25	4,24

	Elenco delle stazioni	Bacino di dominio Km²	H max m s.l.m.	Hmedia m s.l.m.	Hmin m s.l.m.	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))	Mediana (Q_{media} (l/s Km²))	5% (Q_{media} (l/s Km²))
	Palesio								
7	Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	6,1	299,0	216,0	52,0	833,00	602,00	3,50	1,08

Tabella 3.2 *Informazioni principali delle stazioni utilizzate per lo studio idrologico*

3.4 CURVE DI DURATA ADIMENSIONALI

Con i dati ricavati dagli annali idrologici sono state costruite le curve di durata mediana e 5° percentile in scala logaritmica, considerando un periodo di osservazione pari ad un anno, espresso in giorni.

La curva di durata mediana viene costruita associando ad ogni valore di durata il valore mediano tra gli n valori di portata corrispondenti a quella durata, cioè il valore di portata osservato che occupa la posizione centrale nel campione di n dati ordinato in maniera decrescente relativo a quella durata. Il valore mediano riferito a quella durata rappresenta quindi quella portata che è stata superata nel 50% delle volte. Ovviamente a tale curva non corrispondono valori di portata effettivamente misurati, poiché la mediana, così come la media, non individuano necessariamente valori sperimentali; questa curva non rappresenta quindi l'andamento reale del bacino esaminato, per questo si parla di anno ipotetico. Tuttavia questa nuova interpretazione consente di ovviare a difetti propri delle curve di durata tradizionali e risulta, rispetto a queste ultime, molto più vantaggiosa per diverse applicazioni in ambito idrologico.

La curva di durata 5° percentile rappresenta, per ogni valore della durata, quel valore di portata che ha una probabilità di non essere superato pari al 5%. Tramite questo concetto possiamo quindi rappresentare, sempre per una specifica sezione, l'andamento della curva di durata per un anno particolarmente secco.

Nella costruzione delle curve di durata si deve tenere presente, per una corretta rappresentazione che:

- Dal 1951 al 1961 non sono disponibili i valori della portata per le durate di 30, 60 e 135 giorni: sono stati quindi ricavati mediante interpolazione;
- Per alcune stazioni per durate delle portate superiori a 182 giorni i valori di portata risultano nulli, quindi non rappresentabili su diagrammi in scala logaritmica. Questi valori sono stati sostituiti, al solo fine della rappresentazione grafica, in $0,0001 \text{ m}^3/\text{s}$, mentre sono stati considerati nulli nella derivazione della curva mediana e del 5° percentile.

Sempre seguendo l'approccio regionale, ogni curva di durata sperimentale è stata adimensionalizzata, dividendo i valori di portata media giornaliera associati a ciascuna durata per il valore della portata media annuale di quell'anno, desunta sempre dagli *Annali Idrologici*.

La curva di durata mediana è così valutata come mediana delle curve sperimentali adimensionalizzate. Analogamente viene costruita la curva di durata 5° percentile.

ESEMPIO: CURVE DI DURATA TORRENTE CORRECCHIO A CONTRADA “IL PORTONE”

Per il torrente Correcchio a Contrada “Il Portone” sono state rappresentate tutte le curve di durata adimensionali dall'anno 1951 al 1974, comprese le due curve mediana e 5° percentile. Da queste curve, come si nota dalla *Figura 3.3*, si può osservare la grande variabilità delle portate, con periodi di secca molto lunghi e portate adimensionali massime molto elevate.

Si è preso come esempio il torrente Correcchio perché è quello con le caratteristiche più simili ai torrenti in esame, per i quali, come detto, non si hanno informazioni idrometriche e di cui si vogliono determinare le curve di durata.

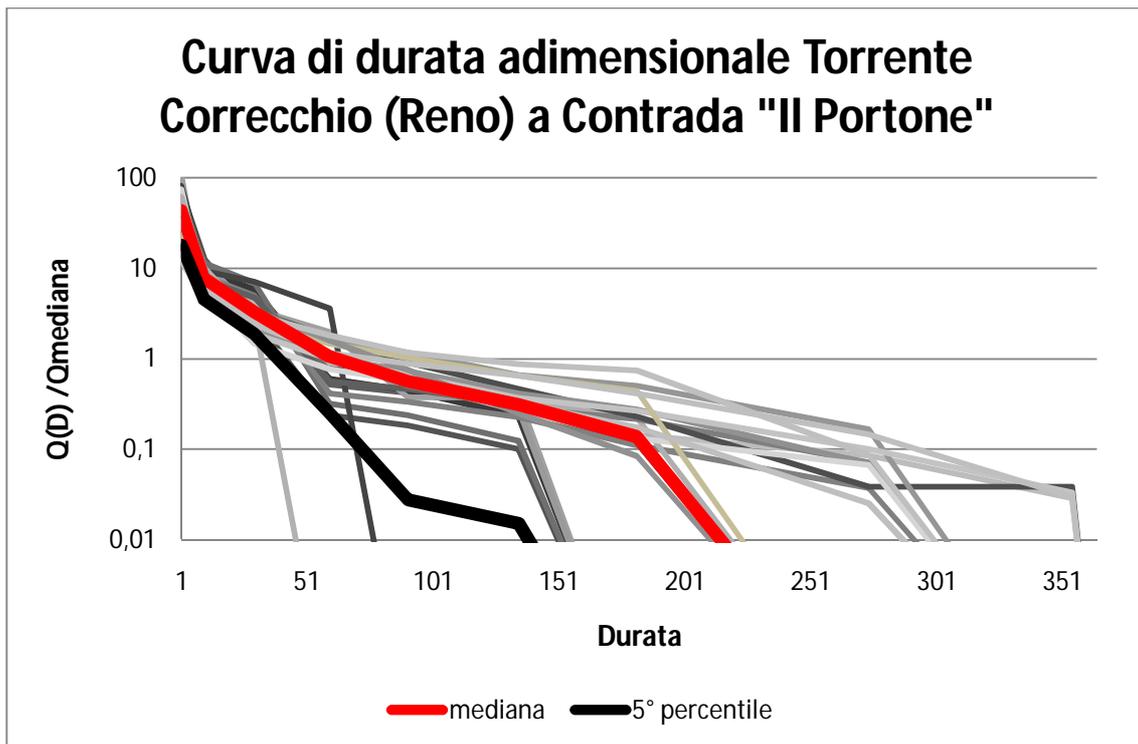


Figura 3.3 Curva di durata adimensionale stazione torrente Correcchio (Reno) a Contrada “Il Portone”

3.5 CURVA ADIMENSIONALE REGIONALE

Avendo a disposizione le curve di durata adimensionali è stato possibile ottenere 2 curve standardizzate regionali:

- $X(D, \text{mediana})$, ottenuta come media delle curve mediane adimensionali (Figura 3.4);
- $X(D, 5^\circ \text{percentile})$ ottenuta come media delle curve 5° percentile adimensionali (Figura 3.5).

Entrambe relative a solo 5 dei 7 bacini considerati, ovvero:

- Samoggia a Calcara;
- Savena (Reno) a Castel dell’Alpi;
- Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto;
- Quaderna (Reno) a Palesio;
- Torrente Correcchio (Reno) a Contrada “Il Portone”.

Nella costruzione di tali curve, infatti, sono state escluse le stazioni del Reno e Pracchia e del Reno a Molino del Pallone. I due bacini sono stati esclusi perché le curve standardizzate costruite per gli stessi sono risultate molto dissimili dalle curve di durata del resto dei bacini considerati. La ragione alla base di queste differenze risiede nel fatto che i due bacini hanno caratteristiche geomorfologiche abbastanza differenti dal resto dei bacini. Inoltre i bacini del Reno a Pracchia e del Reno a Molino del Pallone risultano anche dissimili dai bacini di Zena, Gaiana e Sellustra. Sono infatti caratterizzate da quote sul livello del mare molto elevate, fino a 1800 metri, contro i massimi 800 del Torrente Zena.

Di seguito sono riportate le curve standardizzate regionali che verranno utilizzate nella successiva fase di analisi.

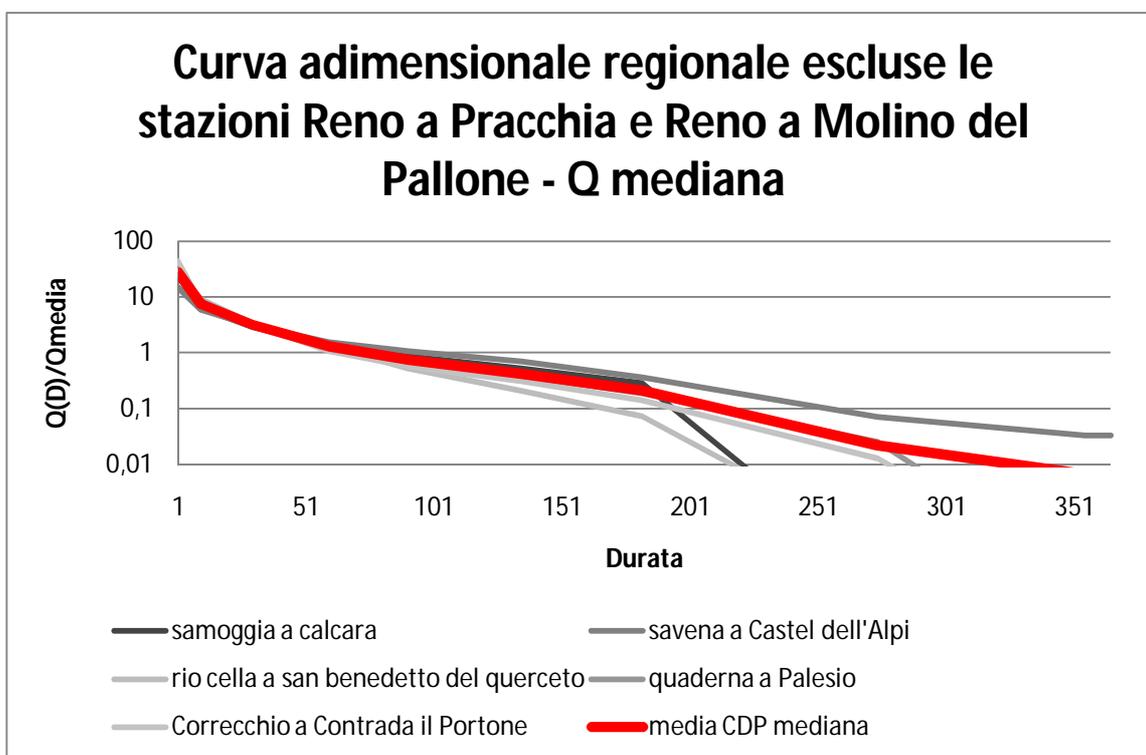


Figura 3.4 Curva standardizzata regionale per Q mediana (escluse le stazioni Reno a Pracchia e Reno a Molino del Pallone)

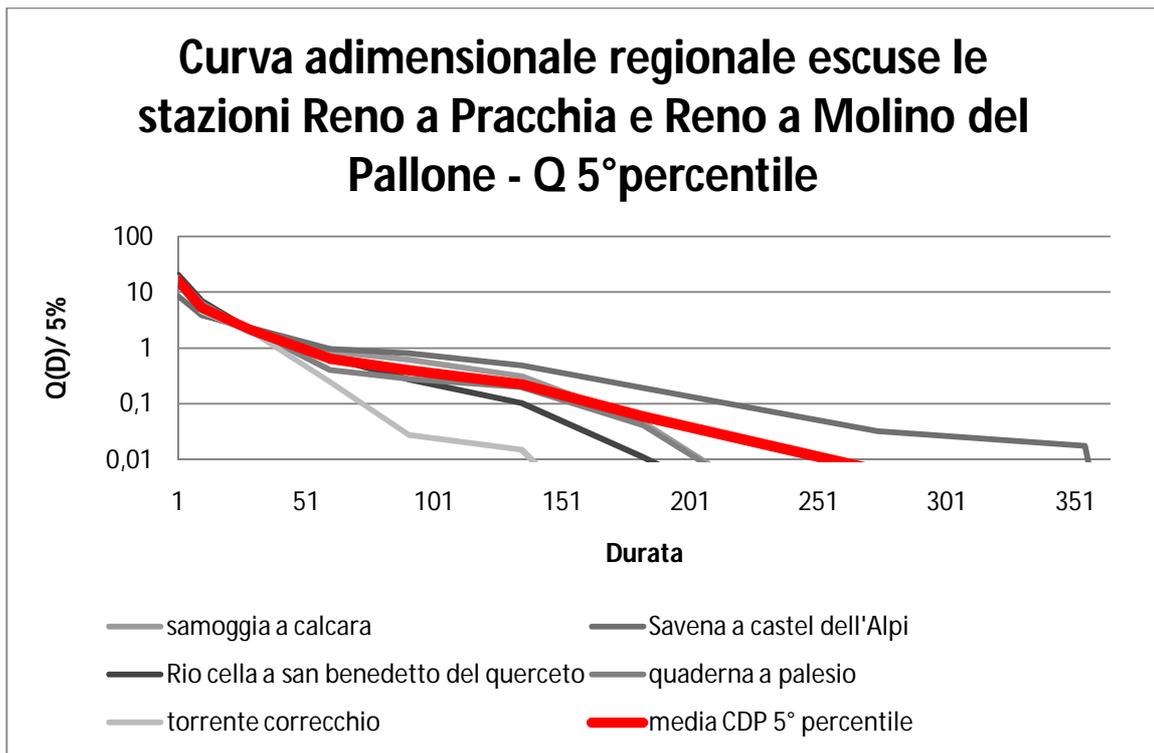


Figura 3.5 Curva standardizzata regionale per Q 5° percentile (escluse le stazioni Reno a Pracchia e Reno a Molino del Pallone)

3.6 STIMA INDIRETTA DEL VALOR MEDIO ANNUALE DI PORTATA GIORNALIERA Q*

La ricostruzione della curva di durata delle portate in corrispondenza di sezioni fluviali sprovviste di osservazioni mediante la tecnica regionale adottata nel presente studio necessita di una stima indiretta della portata media annuale per la sezione fluviale d'interesse. Per la stima di tale valore, data l'assenza di osservazioni idrometriche, si ricorre in genere a modelli indiretti (v. *ad es. Brath, 1995*), ovvero modelli che, sfruttando informazioni geomorfologiche e climatiche, permettono di ottenere una stima della grandezza d'interesse prescindendo da osservazioni diretta di portata.

Una recente indagine (*Brath et al., 1999*), sviluppata per una vasta area geografica comprendente le regioni Emilia-Romagna e Marche, e dunque anche i bacini di Zena, Gaiana e Sellustra, ha confrontato tra loro le prestazioni di due tipologie di modelli indiretti di stima di un particolare valore di portata, denominato portata indice,

coincidente con la media dei valori massimi annuali di portata al colmo. I modelli appartenenti alla prima tipologia sono i cosiddetti modelli statistici; essi legano la portata indice ad un opportuno set di parametri geomorfoclimatici mediante relazioni empiriche identificate mediante tecniche di inferenza statistica codificate. La seconda tipologia di modelli esaminati comprende i modelli di stima a base concettuale, tali modelli stimano la portata indice impiegando rappresentazioni approssimate dei complessi fenomeni che presiedono alla trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi alla sezione di chiusura. *Brath et al. 1999* hanno mostrato come modelli di tipo statistico, quali ad esempio il modello multiregressivo, offrano garanzie di buona affidabilità e stime caratterizzate da una robustezza paragonabile a quella delle stime fornite dai modelli concettuali esaminati. Sulla base dei risultati delle analisi riportate in *Brath et al. 1999*, il presente studio ha preso a riferimento i modelli statistici di tipo multiregressivo per la stima indiretta del valore della portata media annuale.

Il presente paragrafo illustra le procedure utilizzate nello studio per identificare un modello statistico di stima indiretta, intendendo per identificazione la determinazione degli indici geomorfologici e climatici maggiormente significativi per la stima del valore di portata ricercato. Nel seguito vengono descritte anche le procedure impiegate per la quantificazione dell'attendibilità delle stime prodotte dall'applicazione del modello.

3.6.1 MODELLO MULTIREGRESSIVO

Come detto, lo studio prende a riferimento i modelli statistici di tipo multiregressivo, particolarizzati nella classica forma a prodotto a potenze. Un siffatto modello stima la portata di riferimento, o portata indice, Q^* come:

$$(3.3) \quad \widehat{Q}^* = C_o A_1^{C_1} A_2^{C_2} A_3^{C_3} \dots A_n^{C_n}$$

In cui i diversi A_j rappresentano le variabili esplicative del modello, un opportuno insieme di caratteristiche morfologiche e climatiche proprie del bacino sotteso dalla sezione esaminata. L'identificazione della (3.3), la scelta cioè di quanti e quali variabili esplicative utilizzare e la stima dei coefficienti statistici C_j , si può effettuare impiegando tecniche statistiche standardizzate.

In particolare nel seguente studio si è proceduto nel seguente modo:

- 1) la relazione (3.3) viene linearizzata attraverso una trasformazione logaritmica;
- 2) una prima identificazione del modello di stima della (3.1) avviene nello spazio logaritmico, attraverso una procedura di analisi multiregressiva nota in letteratura come *Stepwise Regression Analysis* (Brath et al., 1999). La procedura parte da un modello molto semplice, che stima Q^* in funzione della variabile esplicativa ad essa più correlata. Ad ogni passo della procedura si aggiunge un'ulteriore variabile esplicativa, scegliendo all'interno del set disponibile quella che ottimizza le prestazioni del modello, e cioè, nel caso specifico, quella che minimizza l'indice statistico C_p di Mallow (v. ad es. Weisberg, 1985). Se al generico passo, in seguito all'aggiunta di una nuova variabile esplicativa, il modello impiega p variabili, la procedura verifica le prestazioni per $p-1$ modelli a $p-1$ variabili che si ottengono dal modello corrente scartando una delle variabili esplicative già presenti nel modello prima dell'aggiunta. Se nessuno dei modelli più semplici fornisce prestazioni migliori la procedura assume come corrente il modello a p variabili e passa alla ricerca del miglior modello a $p+1$ variabili esplicative. La procedura si interrompe quando non è possibile ridurre il valore di C_p mediante l'aggiunta di una variabile esplicativa e fornisce una prima stima dei coefficienti statistici C_i del modello.
- 3) La stima dei coefficienti C_j viene perfezionata nello spazio naturale mediante la minimizzazione degli scarti al quadrato tra i valori sperimentali di Q^* e quelli stimati attraverso la (3.3);
- 4) Infine il modello viene nuovamente calibrato in abbinamento ad una procedura *jack-knife*, per poter ottenere indicazioni riguardo all'affidabilità delle stime di Q^* fornite dall'applicazione del modello empirico a sezioni fluviali non strumentate. In questo caso la stima di Q^* per la generica stazione viene calcolata rimuovendo la stazione stessa dall'insieme delle N stazioni considerate e calibrando i coefficienti statistici della 3.1 formula, C_j , sulla base delle osservazioni alle restanti $N-1$ stazioni.

Nella quantificazione delle prestazioni del modello si è considerato il seguente indice statistico:

- Efficienza di *Nash-Sutcliffe*:

$$(1.1) \quad E = 1 - (\sum_{i=1}^N N (\widehat{Q}_i^* - Q_i^*)^2 / \sum_{i=1}^N N (Q_i^* - \overline{Q_i^*})^2)$$

- Efficienza aggiustata:

$$(1.2) \quad E_{adj} = 1 - \left(\frac{N-1}{N-(p+1)} \right) (1 - E^2)$$

Dove N è pari al numero di stazioni, p corrisponde al numero di variabili esplicative del modello e dunque $p+1$ è pari al numero di coefficienti statistici del modello, Q_i^* indica la portata di riferimento sperimentale per la stazione i e \widehat{Q}_i^* la stima corrispondente, $\overline{Q_i^*}$, infine, indica la media aritmetica delle portate indice sperimentali. Per quantificare la robustezza di stima offerta dal modello e la sua affidabilità nella ricostruzione di Q^* per le stazioni non strumentate gli stessi indici sono stati calcolati anche facendo riferimento alle N stime *jack-knife* di Q^* .

3.6.2 MODELLO MULTIREGRESSIVO E STIMA DI Q(D) MEDIANA

Il valore della portata indice Q^* per ricavare la curva di durata mediana per i tre bacini di interesse coincide con la mediana delle portate medie annuali (valor medio sul lungo periodo delle portate giornaliere), indicato in questo studio come Q_{med} . Il modello scelto, tra tutti quelli elaborati e riportati nell'Appendice C, per la determinazione di Q_{med} , è quello che utilizza 2 variabili esplicative: l'area e l'altezza minima del bacino. Il modello è costruito considerando 6 delle 7 stazioni di misura, escludendo la stazione del Reno a Pracchia. È stato scelto questo modello perché è quello per cui il coefficiente di efficienza di *Nash-Sutcliffe* aggiustato è più vicino a 1 ($E_{adj}^2=0.9950$). Inoltre dal diagramma di dispersione in *Figura 3.6* si può osservare come le portate determinate dal modello per le sezioni delle 3 stazioni del Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto, della Quaderna (Reno) a Palesio e del torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone" siano molto vicine ai valori sperimentali. Sono stati considerati questi tre bacini perché sono quelli più simili come estensione superficiale ai 3 bacini di Zena, Gaiana e Sellustra. L'errore assoluto commesso è per ognuna delle stazioni il seguente:

- 0,15% per il Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto;
- 12,13% per la Quaderna (Reno) a Palesio;

- 27,04% per il torrente Correcchio (Reno) a Contrada “Il Portone”

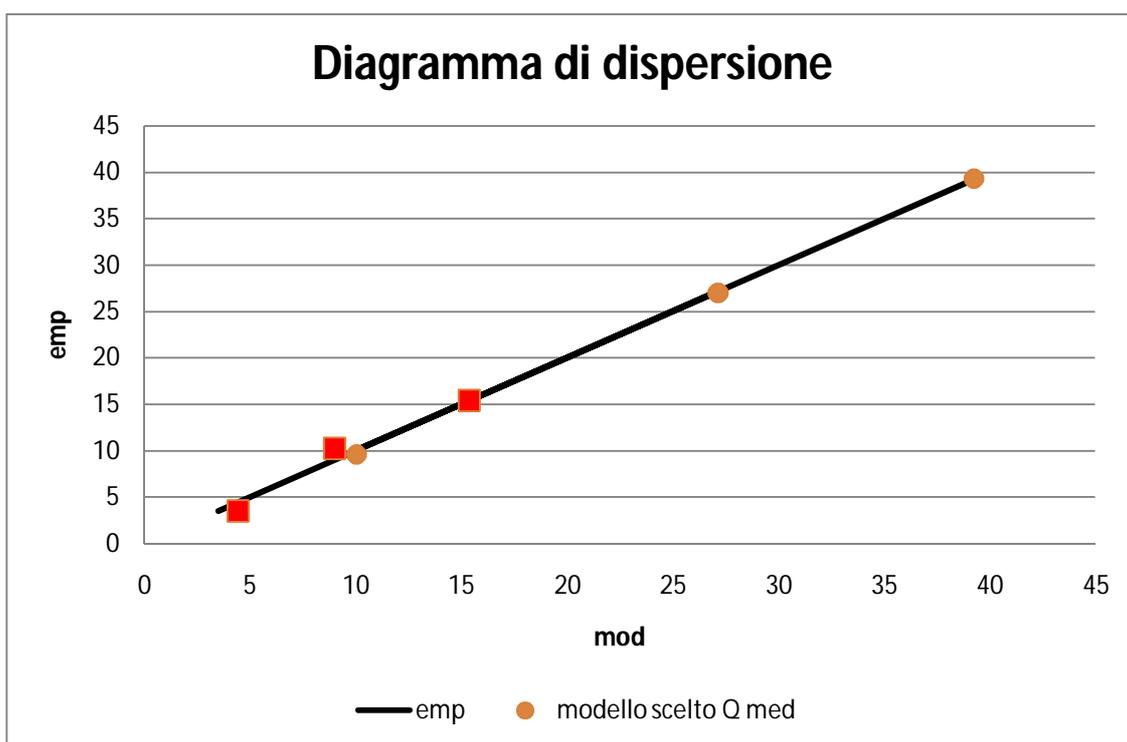


Figura 3.6 Modello scelto. 2 variabili esplicative: area e altezza minina

Le costanti del modello scelto quindi per la stima di $q(D, \text{mediana})$ sono le seguenti:

c0	0,234279
c1	0,618523
c2	0,276181

Tabella 3.3 Costanti del modello scelto per Q mediana

Da cui si ricava che la portata Q_{med} vale:

$$(3.4) \quad Q_{med} = 0.234279 * H_{min}^{0.618523} * A^{0.276181} \text{ l/s km}^2$$

Per ottenere una stima il più possibile realistica di $q(D, \text{mediana})$ si procede come segue:

$$(3.5) \quad q(D, \text{mediana}) = Q_{med} * X(D, \text{mediana})$$

Con $X(D, \text{mediana})$ curva standardizzata determinata nei paragrafi precedenti.

	CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ADIMENSIONALE									
	1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
X (D, mediana)	27,94	7,49	3,17	1,29	0,74	0,42	0,21	0,02	0,01	0,01

Tabella 3.4 Curva di durata standardizzata per Q 5° mediana utilizzata per la determinazione delle curve di durata dei bacini Zena, Gaiana e Sellutra

3.6.3 MODELLO MULTIREGRESSIVO E STIMA DI Q(D) 5° PERCENTILE

Il valore della portata indice Q^* per ricavare la curva di durata 5° percentile per i tre bacini di interesse coincide con il 5° percentile delle portate medie annuali (valor medio sul lungo periodo delle portate giornaliere), indicato in questo studio come $Q_{5\%}$. Il modello scelto, tra tutti quelli elaborati e riportati nell'Appendice C, per la determinazione di $Q_{5\%}$, è quello che utilizza 2 variabili esplicative: l'area e l'altezza minima del bacino. Il modello è costruito considerando 6 delle 7 stazioni di misura, escludendo la stazione del Reno a Molino del Pallone. È stato scelto questo modello perché è quello per cui il coefficiente di efficienza di *Nash-Sutcliffe* aggiustato è più vicino a 1 ($E_{adj}^2=0.9632$). Inoltre dal diagramma di dispersione in *Figura 3.7* si può osservare come le portate determinate dal modello per le sezioni delle 3 stazioni del Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto, della Quaderna (Reno) a Palesio e del torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone" siano abbastanza vicine ai valori sperimentali. L'errore assoluto commesso è per ognuna delle stazioni il seguente:

- 63.80% per il Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto;
- 49.88% per la Quaderna (Reno) a Palesio;
- 43.34% per il torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone"

Sono errori assoluti molto elevati, ma risulta comunque il modello migliore.

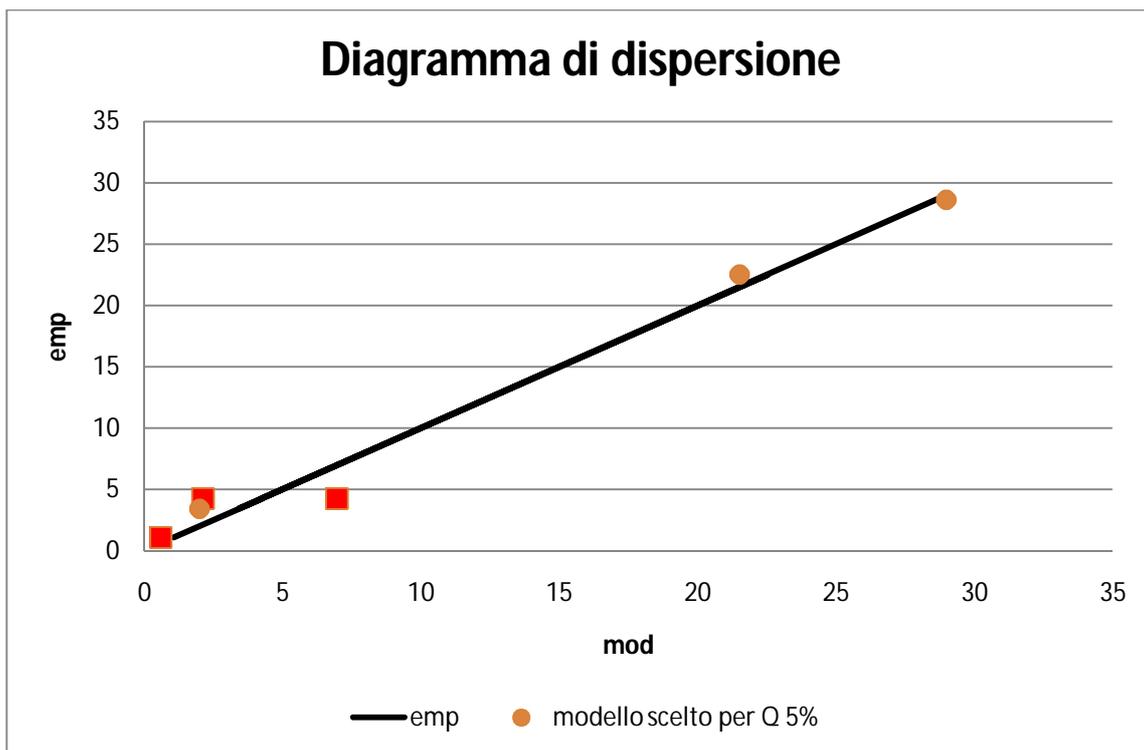


Figura 3.7 Modello scelto. 2 variabili esplicative: area e altezza minina

Le costanti del modello scelto per la stima di $q(D, 5^\circ \text{percentile})$ sono le seguenti:

c0	0,002056
c1	1,248454
c2	0,419442

Tabella 3.5 Costanti del modello scelto per $Q_{5\%}$ percentile

Da cui si ricava che la portata $Q_{5\%}$ vale

$$(3.6) \quad Q_{5\%} = 0.002056 * H_{min}^{1.248454} * A^{0.419442} \text{ l/s km}^2$$

Per ottenere una stima il più possibile realistica di $q(D, 5^\circ \text{percentile})$ si procede come segue:

$$(3.7) \quad q(D, 5^\circ \text{percentile}) = Q_{5\%} * X(D, 5^\circ \text{percentile})$$

Con $X(D, 5^\circ \text{percentile})$ curva standardizzata determinata nei paragrafi precedenti.

	CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ADIMENSIONALE									
	1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
X (D, 5° percentile)	16,12	5,22	2,04	0,63	0,40	0,22	0,06	0,01	0,00	0,00

Tabella 3.6 Curva di durata standardizzata per $Q_{5\%}$ percentile utilizzata per la determinazione delle curve di durata dei bacini Zena, Gaiana e Sellutra

3.7 TORRENTE ZENA: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE MEDIANA E 5° PERCENTILE

La curva di durata delle portate per il torrente Zena è stata costruita, così come spiegato nei capitoli precedenti, moltiplicando la curva di durata standardizzata regionale per la portata ottenuta dal modello multiregressivo scelto e validato grazie alla verifica effettuata sul torrente Correcchio (vedi Appendice C).

Per la determinazione della curva di durata delle portate si è utilizzato il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. Le caratteristiche del bacino e le portate Q_{med} e $Q_{5\%}$ determinate risultano quelle riportate in *Tabella 3.7*:

	Bacino di dominio Km ²	H max m s.l.m.	Hmedia m s.l.m.	Hmin m s.l.m.	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))	Q mediana (l/s)	Q 5% (l/s)
Zena	19,6	840,0	540,6	292,0	1005,1	633,2	350,7	168,4

Tabella 3.7 Caratteristiche torrente Zena

La curva di durata delle portate risulta:

	1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
q (D, mediana) (l/s)	9798,49	2627,19	1110,34	452,97	260,07	147,80	73,10	7,58	2,30	2,30
q (D, 5° percentile) (l/s)	2715,06	878,86	344,28	106,85	67,31	37,49	9,93	1,08	0,60	0,00

Tabella 3.8 Durata delle portate torrente Zena

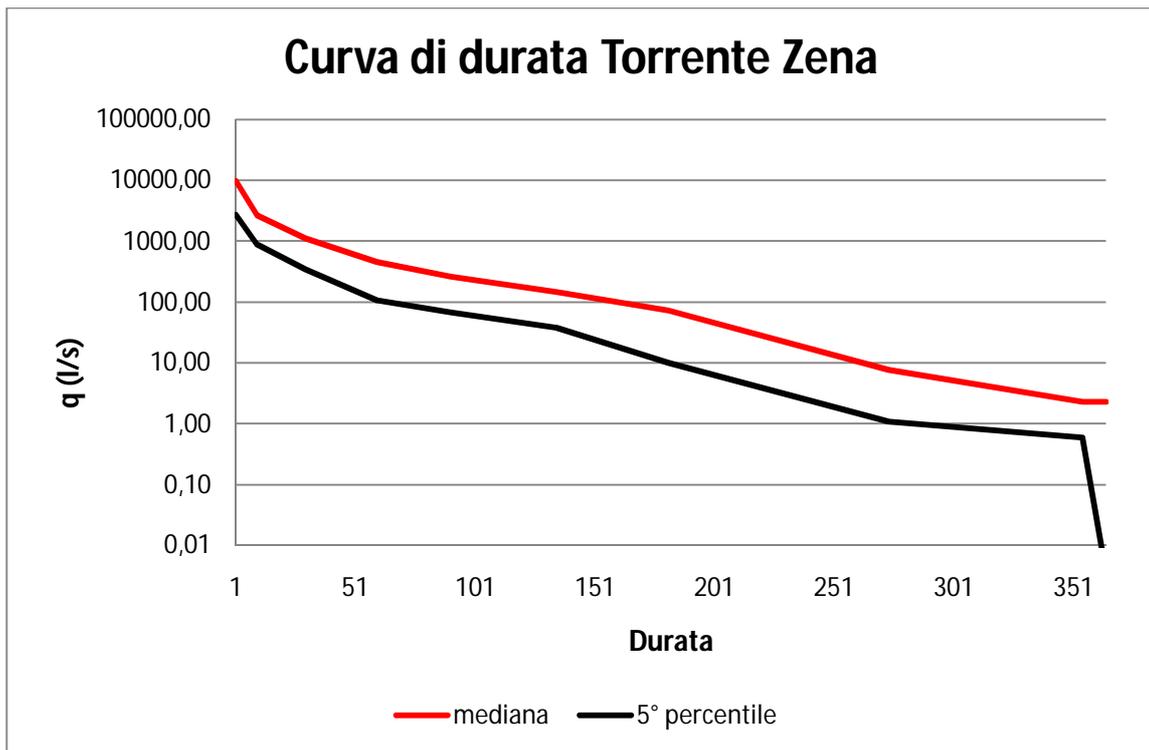


Figura 3.8 Curva di durata delle portate per il torrente Zena

3.8 TORRENTE GAIANA: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE MEDIANA E 5° PERCENTILE

Analogamente per quanto fatto per il torrente Zena, per il torrente Gaiana le curve di durate delle portate sono state costruite come segue.

Per la determinazione della curva di durata delle portate si è utilizzato il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. Le caratteristiche del bacino e le portate Q_{med} e $Q_{5\%}$ determinate risultano quelle riportate in *tabella 3.9*:

	Bacino di dominio Km ²	H max m s.l.m.	Hmedia m s.l.m.	Hmin m s.l.m.	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))	Q mediana (l/s)	Q 5% (l/s)
Gaiana	9,0	415,0	313,6	119,0	862,5	592,2	74,4	18,1

Tabella 3.9 Caratteristiche torrente Gaiana

La curva di durata delle portate risulta:

	1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
q (D, mediana) (l/s)	2077,50	557,02	235,42	96,04	55,14	31,34	15,50	1,61	0,49	0,49
q (D, 5° percentile) (l/s)	292,44	94,66	37,08	11,51	7,25	4,04	1,07	0,12	0,06	0,00

Tabella 3.10 Durata delle portate per il torrente Gaiana

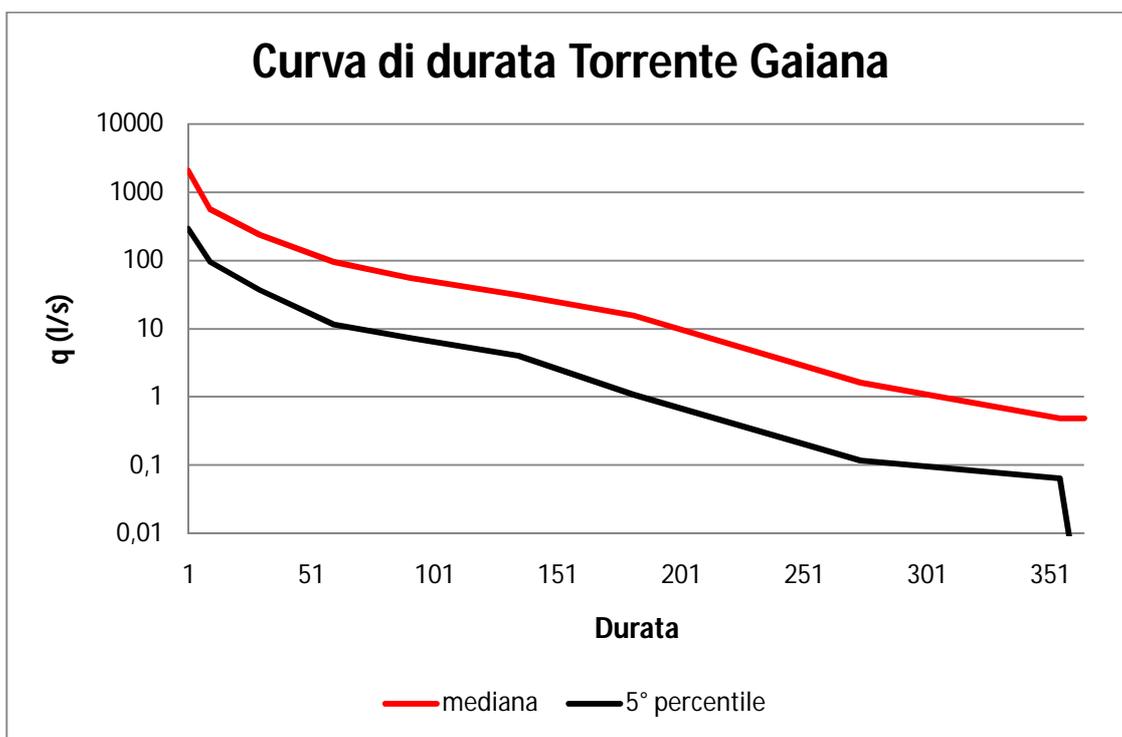


Figura 3.9 Curva di durata delle portate per il torrente Gaiana

La curva di durata costruita per la Gaiana può essere confrontata (vedi *Figura 3.10*) con una curva determinata a partire da dati disponibili per 2 soli anni, il 2005 e il 2006. Il confronto è reso possibile da uno studio curato dal Dott. Ing Marco Rigotti nell'ambito della sua Tesi di Dottorato (*Validazione in torrenti appenninici monitorati di un modello fisicamente basato per la stima del deflusso solido sospeso*).

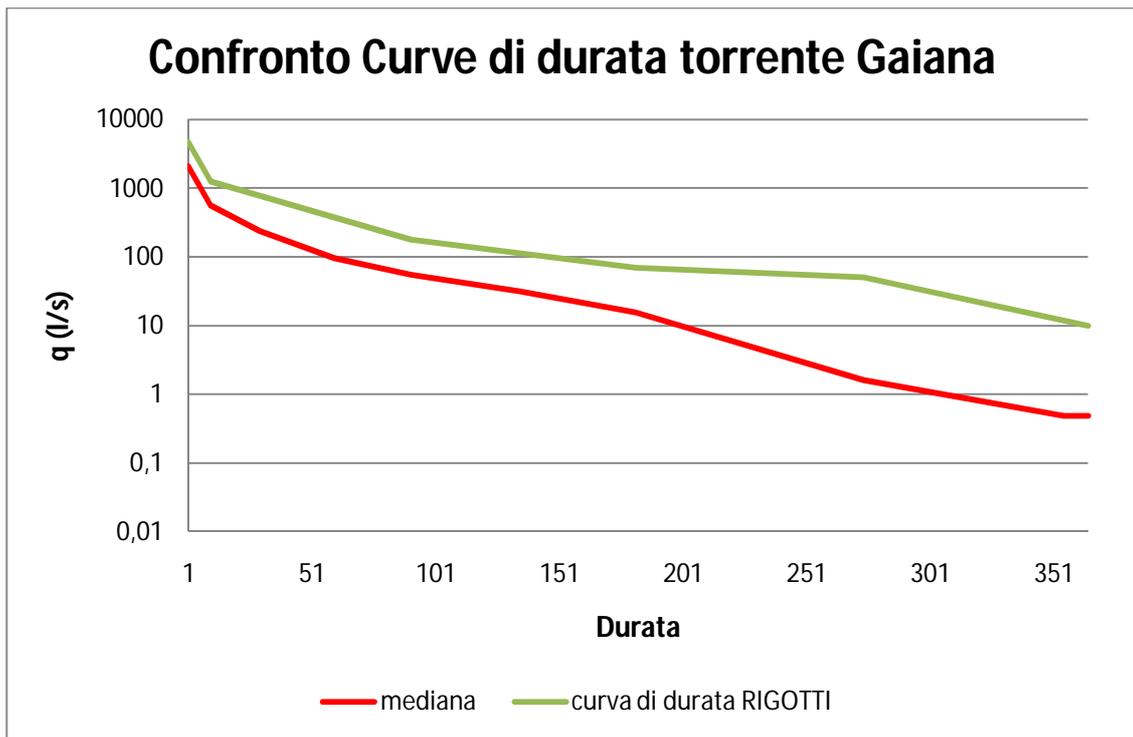


Figura 3.10 Confronto curve di durata per il torrente Gaiana

Dal confronto si può evincere come le due curve siano tra loro dissimili, specie per quanto riguarda la durata elevate. Dal confronto si vuole sottolineare come:

- la curva mediana ottenuta in questo studio è stata costruita utilizzando dei modelli regionali codificati a partire da dati di portata disponibili per molti anni (dal 1939 al 1941, dal 1951 al 1979 e dal 1997 al 2007) in bacini simili a quelli della Gaiana; la curva che ne deriva ha la caratteristica di utilizzare alcun dato per il corso d'acqua di interesse, ma si basa su una mole di dati idrometrici storici ricavati per i bacini idrologicamente simili a quello di interesse;
- la curva riportata nell'elaborato di Rigotti è invece stata determinata a partire da dati di portata liquida registrati in 2 stazioni di monitoraggio idrotorbidimetrico. Lo strumento misura ogni minuto il livello del pelo libero a monte della briglia. La curva è stata costruita solo sulla base di soli 2 anni di campionamento, il 2005 e il 2006, anni rispettivamente molto piovoso e molto siccitoso. Si tratta evidentemente di valori non definitivi e probabilmente passibili di ampie variazioni una volta che un numero adeguato di dati sarà disponibile.

3.9 TORRENTE SELLUSTRÀ: CURVA DI DURATA DELLE PORTATE MEDIANA E 5° PERCENTILE

Analogamente per quanto fatto per il torrente Zena e Gaiana, per il torrente Sellustra le curve di durate delle portate sono state costruite come segue.

Per la determinazione della curva di durata delle portate si è utilizzato il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. Le caratteristiche del bacino e le portate Q_{med} e $Q_{5\%}$ determinate risultano quelle riportate in *Tabella 3.11*

	Bacino di dominio Km ²	H max m s.l.m.	Hmedia m s.l.m.	Hmin m s.l.m.	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))	Q mediana (l/s)	Q 5% (l/s)
Sellustra	2,0	450,0	336,7	244,0	820,0	622,9	17,0	5,3

Tabella 3.11 Caratteristiche torrente Sellustra

La curva di durata delle portate risulta:

	1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
q (D, mediana) (l/s)	475,12	127,39	53,84	21,96	12,61	7,17	3,54	0,37	0,11	0,11
q (D, 5° percentile) (l/s)	84,75	27,43	10,75	3,34	2,10	1,17	0,31	0,03	0,02	0,00

Tabella 3.12 Durata delle portate per il torrente Sellustra

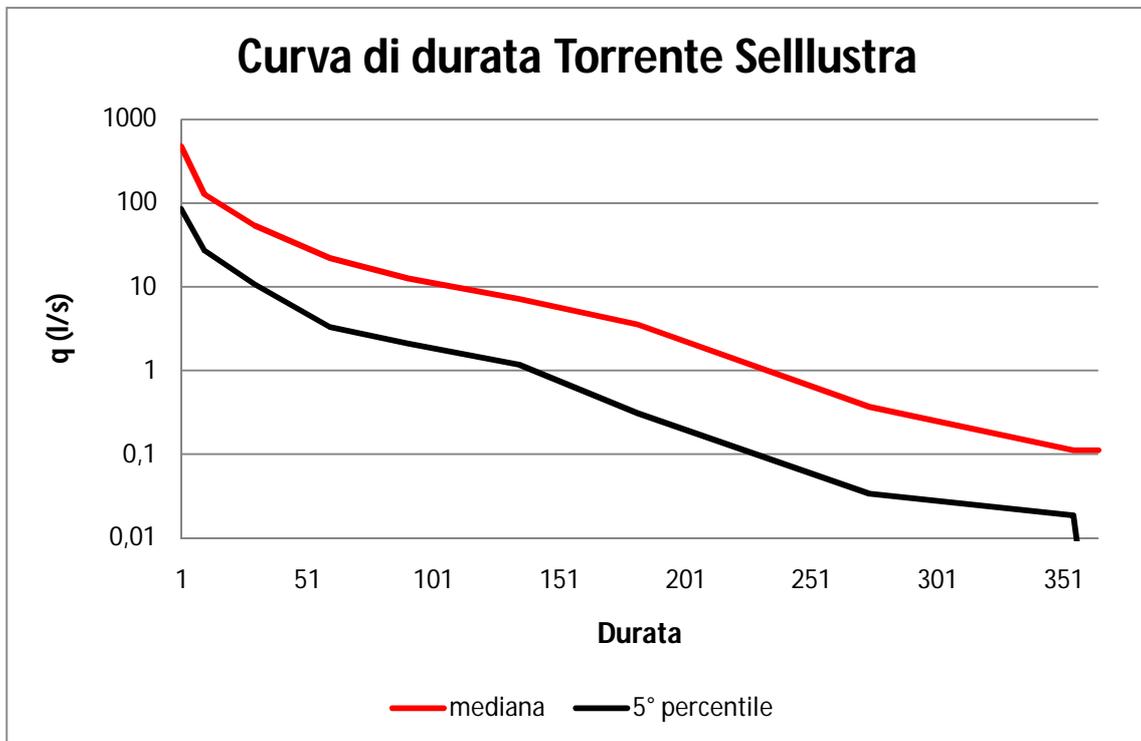


Figura 3.11 Curva di durata delle portate per il torrente Sellustra

3.10 EFFETTI DEGLI INVASI IN PROGETTO SULLE CURVE DI DURATA

Una volta ricavate le curve di durata delle portate relative ai tre bacini di interesse è stato possibile verificare gli effetti che la messa in opera di un invaso quale quello ipotizzato dai Tecnici del Consorzio della Bonifica Renana sui tre corsi d'acqua potrebbe avere sulle curve di durata stesse.

Le curve di durata sono state prima sottratte del contributo dell'evaporazione media mensile relativa allo specchio liquido degli invasi, quantità non trascurabili al fine delle analisi sui volumi totali disponibili (vedi Appendice D).

Le curve di durata esprimono la portata in funzione del tempo. L'area sottesa da una porzione di curva, per un dato periodo, rappresenta dimensionalmente un volume. Per analizzare gli effetti degli invasi sulle curve di durata è possibile ricercare su tali curve quel valore di portata massimo (minimo) per cui è possibile immagazzinare (restituire) i metri cubi ipotizzati per ogni invaso.

In particolare, partendo dalla durata di 1 giorno è possibile determinare quel valore di portata (massima) per cui l'area sottesa dalla curva corrisponde al volume ipotizzato e quindi invasato. Mentre partendo dalla durata pari a 365 giorni è possibile determinare quel valore di portata (minima) per cui l'area sottesa corrisponde sempre al volume ipotizzato e quindi svasato. In questo modo viene modificata la curva di durata: tutte le portate superiori a quella massima determinata verranno utilizzate per riempire l'invaso, mentre tutte quelle pari alla portata minima verranno rilasciate per l'intero periodo necessario a svuotare l'invaso. Quanto descritto è illustrato graficamente nelle figure che seguono. In esse le aree campite in azzurro rappresentano il volume utile dell'invaso di riferimento. Il fatto che non abbiano la medesima area dipende esclusivamente dalla scala logaritmica usata per l'asse delle ordinate.

ZENA (Volume invaso = 665.370 m³):

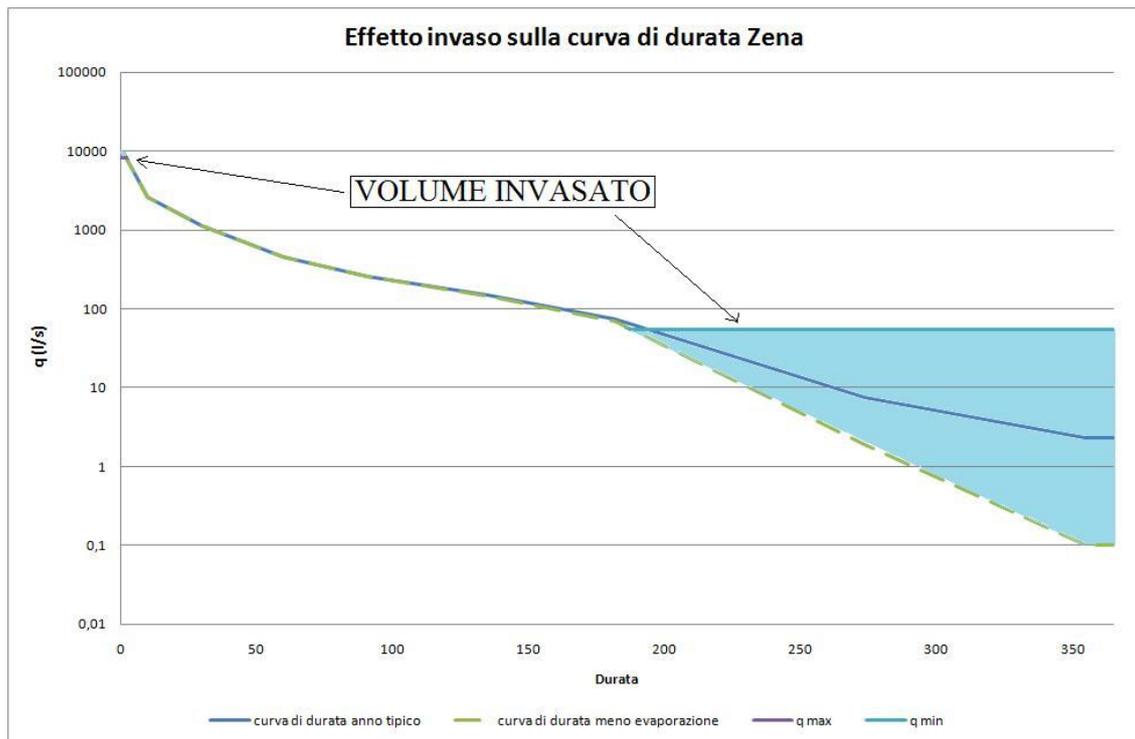


Figura 3.12 Effetto invaso sulla curva di durata anno tipico torrente Zena

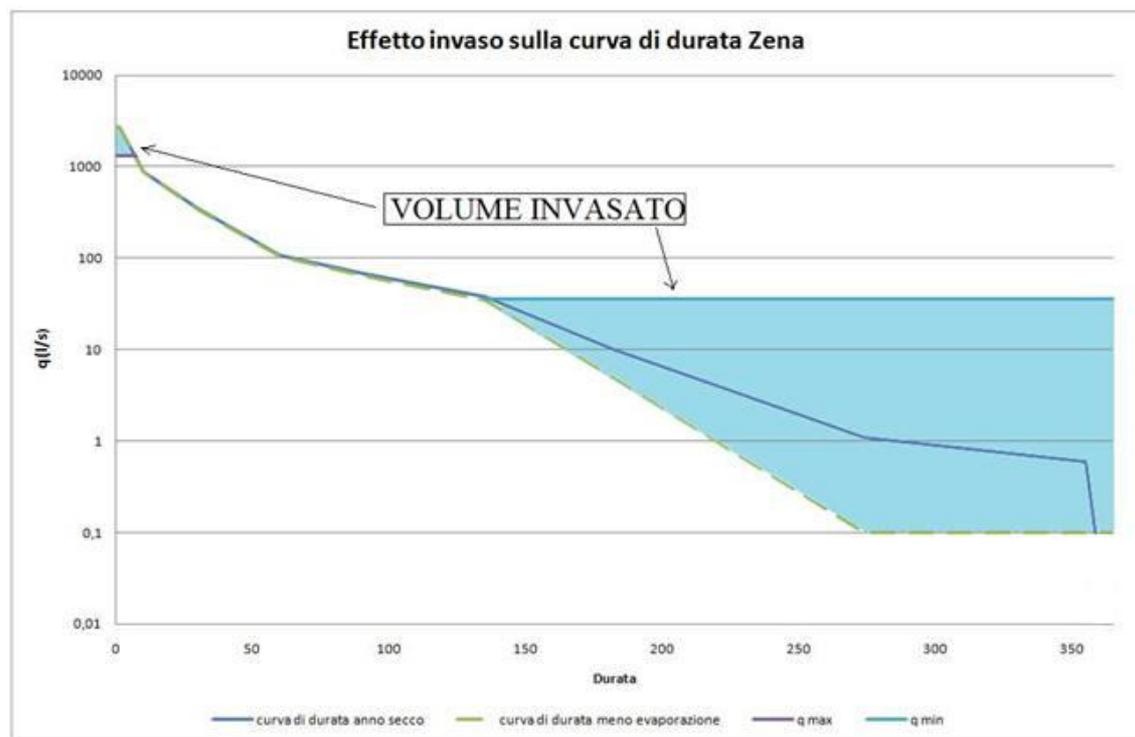


Figura 3.13 Effetto invaso sulla curva di durata anno secco torrente Zena

Dalle 2 figure si evince come sia possibile garantire un riempimento dell'invaso sia per un anno tipico, sia per un anno particolarmente secco.

GAIANA (Volume invaso = 452.900 m³):

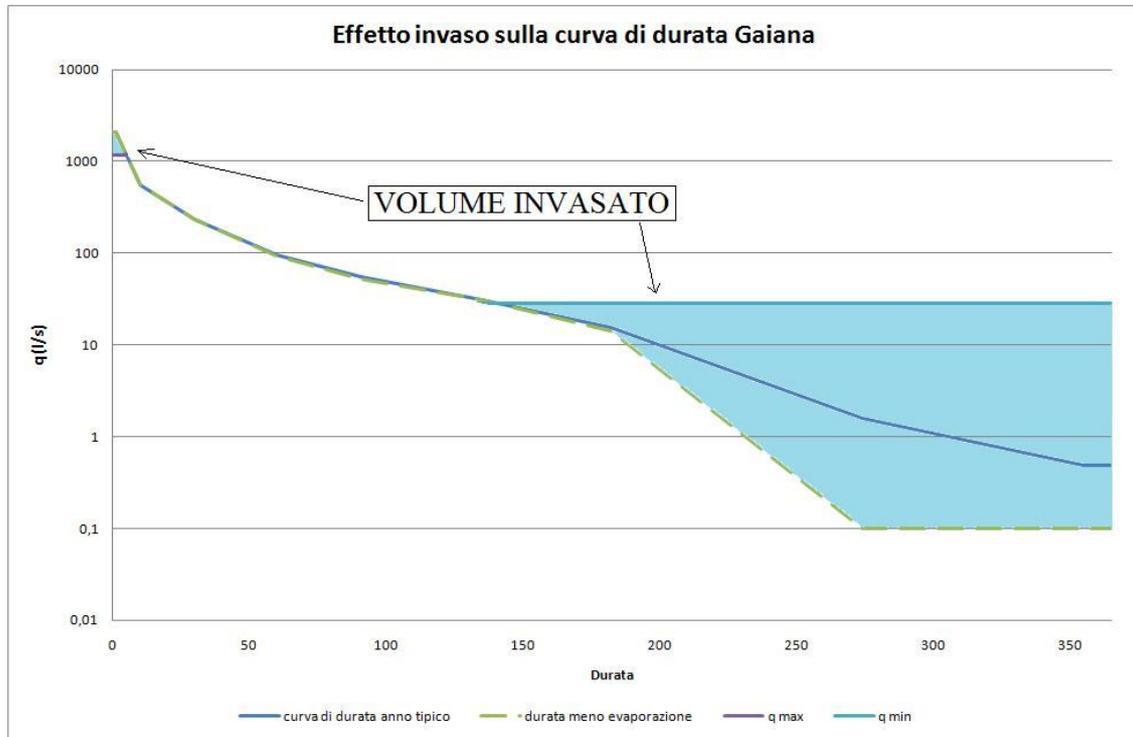


Figura 3.14 Effetto invaso sulla curva di durata anno tipico torrente Gaiana

In questo caso invece è possibile il riempimento dell'invaso solo per un anno tipico e non per un anno secco. Ricordiamo però che l'errore che commetteva il modello multigrassivo nella determinazione della portata 5° percentile per il Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto, che è il bacino più simile a quello della Gaiana, era molto elevato.

SELLUSTRA (Volume invaso = 400.000 m³):

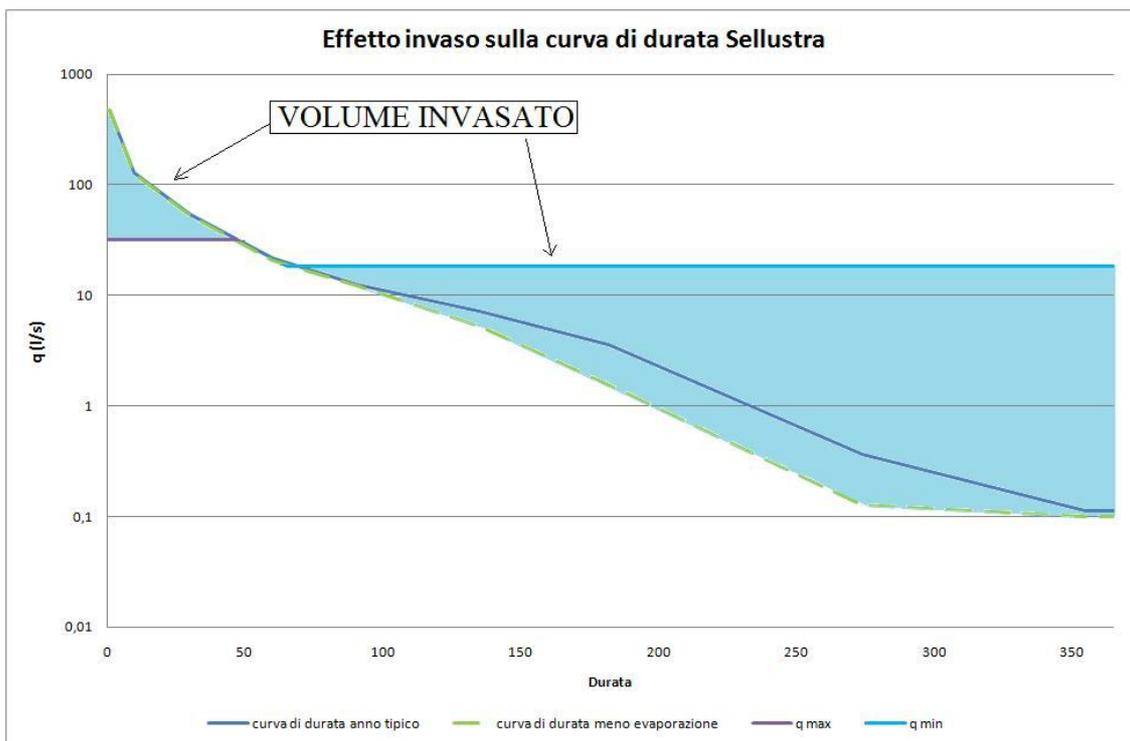


Figura 3.15 Effetto invaso sulla curva di durata anno tipico torrente Sellustra

Anche per il Sellustra il riempimento dell'invaso è possibile solo per un anno tipico e non per uno secco.

3.11 INTERRAMENTO DEGLI INVASI: VALUTAZIONI DI IPOTESI DI RIEMPIMENTO ALTERNATIVE PER IL TORRENTE ZENA

Come descritto nei paragrafi precedenti, le opere di sbarramento costruite per la captazione e modulazione delle acque creano laghi artificiali che costituiscono una riserva d'acqua utilizzabile per molteplici usi: nel caso in esame servirebbero principalmente per l'irrigazione, ma anche al fine di garantire un deflusso minimo vitale compatibile con gli indirizzi fissati nel *Piano di Tutela delle acque* della Regione Emilia-Romagna.

La realizzazione di uno sbarramento comporta modifiche sostanziali nel trasporto solido di un corso d'acqua, riducendone l'entità a valle e intrappolandolo a monte. Nel tempo

infatti il serbatoio, per effetto dell'interramento causato dal progressivo accumulo dei sedimenti naturalmente trasportati dalla corrente, viene a perdere parzialmente o totalmente la sua capacità di invaso.

L'interramento è dovuto essenzialmente alla variazione delle condizioni cinetiche della corrente fluviale: quando questa si immette nel serbatoio infatti subisce un drastico rallentamento con conseguente diminuzione della capacità di trasporto e sedimentazione del materiale solido. Dal momento che il legame tra portata liquida e portata solida (sedimenti trasportati) è fortemente non lineare ed il grosso del trasporto solido annuale si concentra normalmente durante gli eventi di piena più significativi, la maggior parte dei fenomeni di interramento è comunemente imputabile agli eventi più intensi e meno frequenti.

L'interramento dipende inoltre da altri fattori quali le caratteristiche fisiche del serbatoio, l'erosibilità delle aree che alimentano il bacino imbrifero e lo stato di dissesto idrogeologico del bacino.

La sedimentazione nel tempo provoca diversi effetti:

- perdita di efficienza degli scarichi di fondo e delle opere di presa;
- incremento delle sollecitazioni sulla diga per effetto dell'accumulo dei materiali;
- usura delle componenti meccaniche per il passaggio di materiali abrasivi attraverso l'opera di presa.

A tal fine i tecnici del Consorzio della Bonifica Renana stanno valutando la possibilità di prevedere un canale perimetrale che permetta alle portate di piena, responsabili come detto del maggiore trasporto solido, di by-passare l'invaso e consenta di veicolare il trasporto solido a valle dello sbarramento. Questa soluzione progettuale consentirebbe di rallentare il processo di interramento e trasferire i sedimenti aventi granulometria maggiore a valle dello sbarramento a favore del ripascimento dei litorali nelle zone di foce Reno.

Per valutare la fattibilità di un tale intervento si è proceduto a verificare direttamente sulla curva di durata la possibilità di pervenire al totale riempimento dell'invaso anche senza trattenere i deflussi di piena degli eventi maggiormente significativi. Si è quindi ricercato un valore di portata che, pur garantendo il riempimento dell'invaso, costituisca

un valore limite per cui le portate maggiori vengano deviate e recapitate a valle dello sbarramento, ritardando dunque il problema dell'interramento.

Di seguito sono riportati gli effetti che la realizzazione degli invasi ha sulle curve di durata tenendo in considerazione il fenomeno del trasporto solido. Queste considerazioni sono state effettuate solo per il torrente Zena in quanto è quello che mostra, rispetto a Gaiana e Sellustra le caratteristiche più idonee per la realizzazione degli invasi in termini di deflussi idrici.

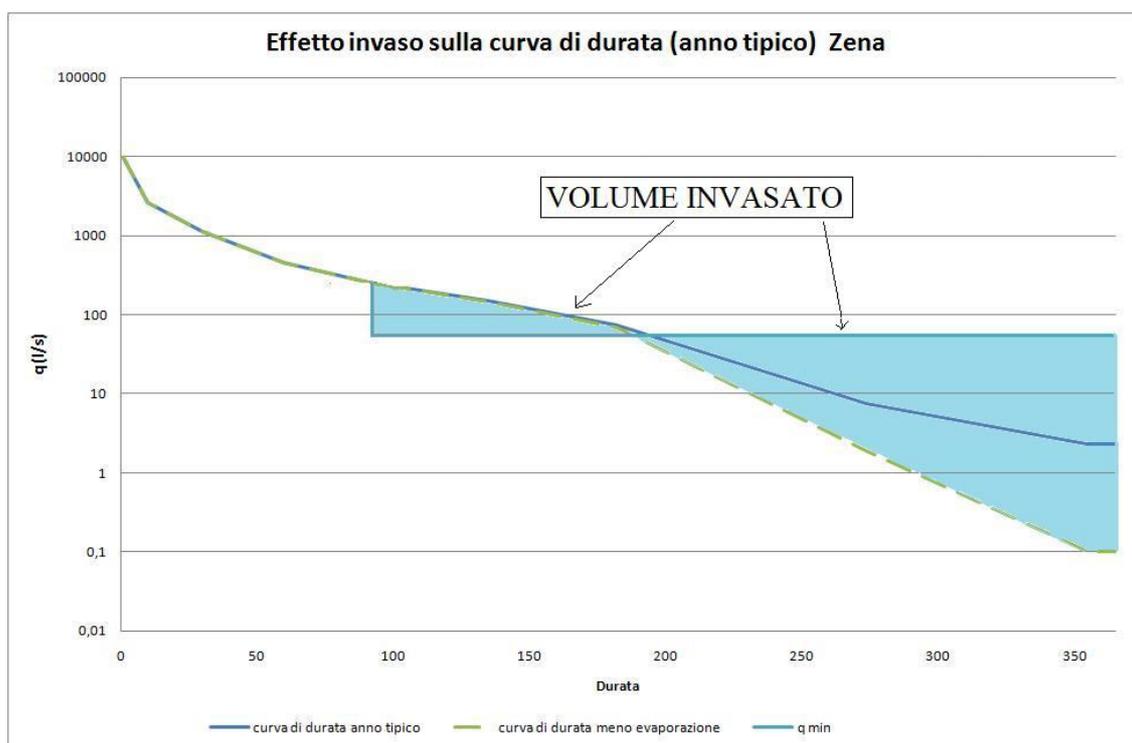


Figura 3.16 Effetto invaso sulle curve di durata anno tipico – trasporto solido

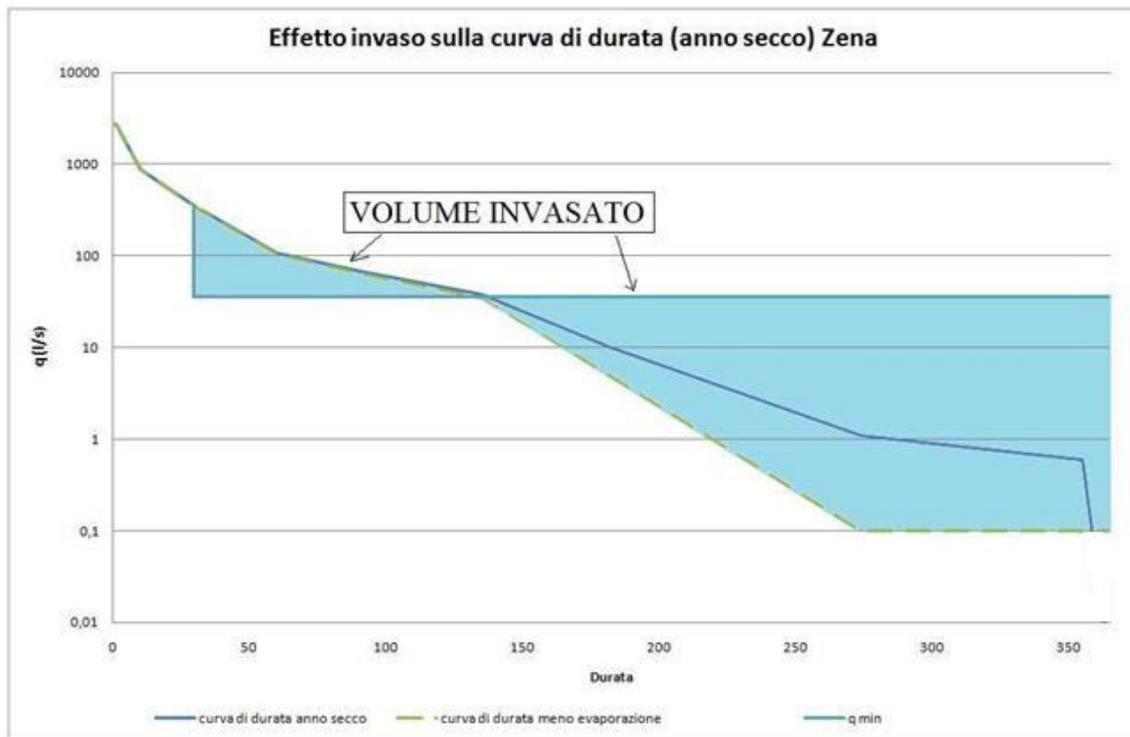


Figura 3.17 Effetto invaso sulle curve di durata anno secco – trasporto solido

Dalle Figure 3.16 e 3.17 si può osservare come sia possibile riempire l’invaso anche deviando buona parte delle portate più elevate, sia per anni tipici sia per anni secchi. In particolare tutte quelle maggiori di 243 l/s durante un anno tipico, e tutte quelle maggiori di 342 l/s durante un anno secco.

3.12 BILANCI IDROLOGICI A SCALA MENSILE, CURVE DI RIEMPIMENTO E SVUOTAMENTO

Lo studio del regime dei deflussi idrici e degli effetti sullo stesso conseguibili attraverso la realizzazione degli invasi in progetto è stato approfondito a scala mensile. I deflussi medi mensili per i tre bacini in esame sono stati determinati con un approccio simile a quello utilizzato per la costruzione delle curve di durata adimensionali. Sono stati eseguiti i seguenti passi:

1. Adimensionalizzazione dei deflussi medi mensili ricavati dalle stazioni idrometriche di: Samoggia a Calcara, Savena (Reno) a Castel dell’Alpi, Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto, Quaderna (Reno) a Palesio e

torrente Correcchio a Contrada “Il Portone”; attraverso una divisione anno per anno dei deflussi medi mensili per la portata media annua.

2. Media dei deflussi medi mensili adimensionalizzati delle 5 le stazioni considerate.

I deflussi mensili per i bacini di Zena, Gaiana e Sellustra sono stati ricavati moltiplicando i deflussi medi mensili adimensionalizzati per le portate mediane e 5° percentile ricavate con i modelli multiregressivi scelti.

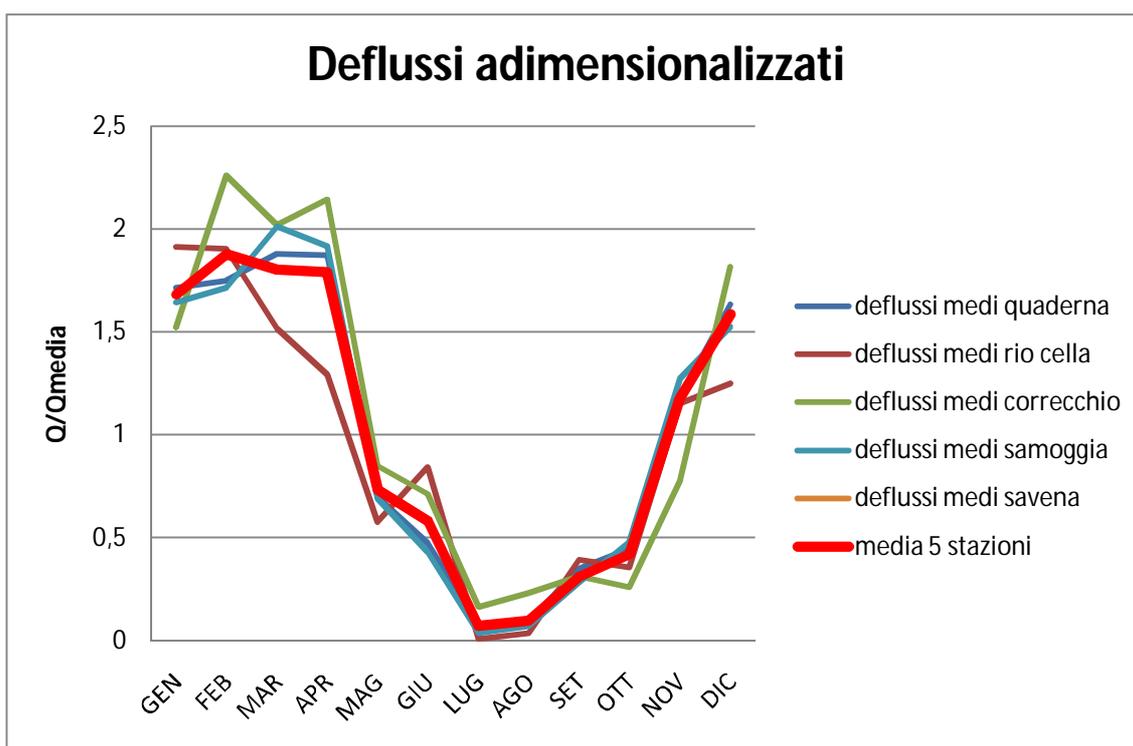


Figura 3.18 Deflussi adimensionalizzati

I deflussi mensili risultano quelli elencati nella *Tabella 3.13*.

		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Zena	mediana (m3/s)	0,589	0,658	0,632	0,627	0,257	0,203	0,025	0,033	0,108	0,146	0,413	0,556
	5% (m3/s)	0,283	0,316	0,303	0,301	0,123	0,098	0,012	0,016	0,052	0,070	0,198	0,267
Gaiana	mediana (m3/s)	0,125	0,139	0,134	0,133	0,054	0,043	0,005	0,007	0,023	0,031	0,087	0,118
	5% (m3/s)	0,030	0,034	0,033	0,032	0,013	0,011	0,001	0,002	0,006	0,008	0,021	0,029
Sellustra	mediana (m3/s)	0,029	0,032	0,031	0,030	0,012	0,010	0,001	0,002	0,005	0,007	0,020	0,027
	5% (m3/s)	0,009	0,010	0,009	0,009	0,004	0,003	0,000	0,000	0,002	0,002	0,006	0,008

Tabella 3.13 Deflussi bacini Zena, Gaiana e Sellustra

In base ai deflussi medi mensili è stato possibile quantificare la risorsa idrica disponibile ai tre bacini e costruire le curve di svuotamento dell'invaso in seguito all'erogazione d'acqua alle varie utenze e garantendo un deflusso minimo vitale.

I volumi effettivi disponibili sono stati determinati come:

$$(3.8) \quad \text{VOLUME DISPONIBILE}_{(\text{mese } i)} = \text{DEFLUSSI}_{\text{mese } i} - \text{EVAPORAZIONE}_{(\text{mese } i)}$$

Mentre il volume invasato al generico *mese i* è stato determinato come:

$$(3.9) \quad \text{VOLUME INVASATO}_{(\text{mese } i)} = \text{VOLUME INVASATO}_{(\text{mese } i-1)} + \text{VOLUME DISPONIBILE}_{(\text{mese } i)} - \text{DMV}_{(\text{mese } i)} - \text{RILASCIO UTENZE}_{(\text{mese } i)}$$

ZENA:

	SET	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO
DEFLUSSI												
mediana (m ³ /s)	0,11	0,15	0,41	0,56	0,59	0,66	0,63	0,63	0,26	0,20	0,02	0,03
5% (m ³ /s)	0,05	0,07	0,20	0,27	0,28	0,32	0,30	0,30	0,12	0,10	0,01	0,02
mediana (m³)	281193	391110	1069444	1487971	1578847	1591181	1692255	1625675	687740	527332	66908	87571
5% (m³)	135041	187828	513593	714588	758231	764154	812694	780720	330282	253248	32132	42055
evaporazione (mm)	112,1	89,3	35,7	5,8	6,7	27,4	40,3	91,2	135,0	145,0	167,6	179,4
evaporazione (m³)	15159,2	12075,9	4827,7	784,3	906,0	3705,3	5449,7	12332,9	18255,9	19608,2	22664,4	24260,1
volume disponibile mediana (m³)	266034	379034	1064616	1487187	1577941	1587475	1686806	1613343	669484	507724	44244	63311
volume disponibile 5% (m³)	119882	175752	508766	713804	757325	760449	807245	768387	312027	233639	9468	17795
rilascio per deflusso minimo vitale m ³	18144	18749	18144	18749	18749	16934	18749	18144	18749	18144	18749	18749
portate erogabili all'utenza l/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	150	100	65
portate erogabili all'utenza m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	388800	267840	174096
VOLUME INVASATO (m³) (mediana)	541381	665370	665370	665370	665370	665370	665370	665370	665370	665370	423025	293491
VOLUME INVASATO (m³) (5%)	141633	298636	665370	665370	665370	665370	665370	665370	665370	492065	214944	39895

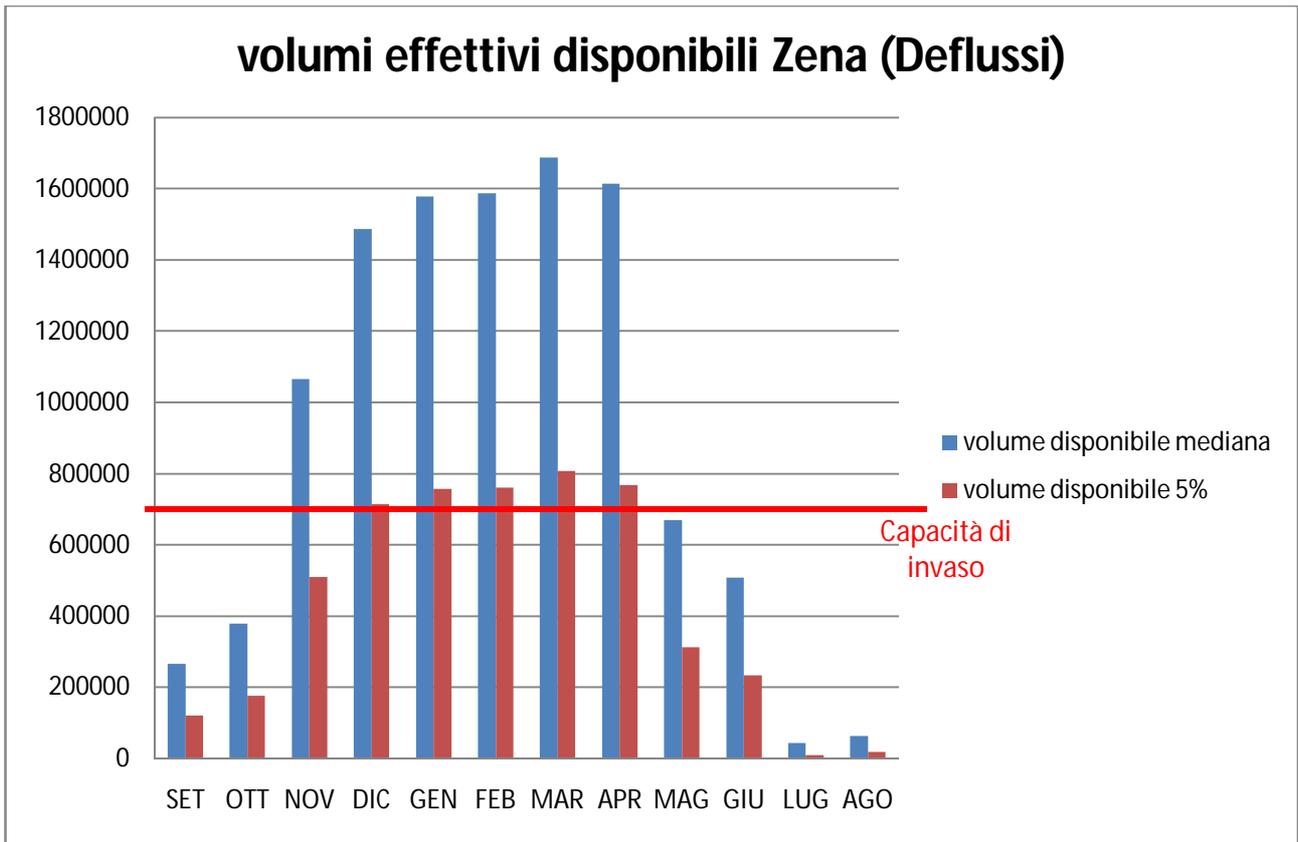


Figura 3.19 Volumi effettivi disponibili Zena

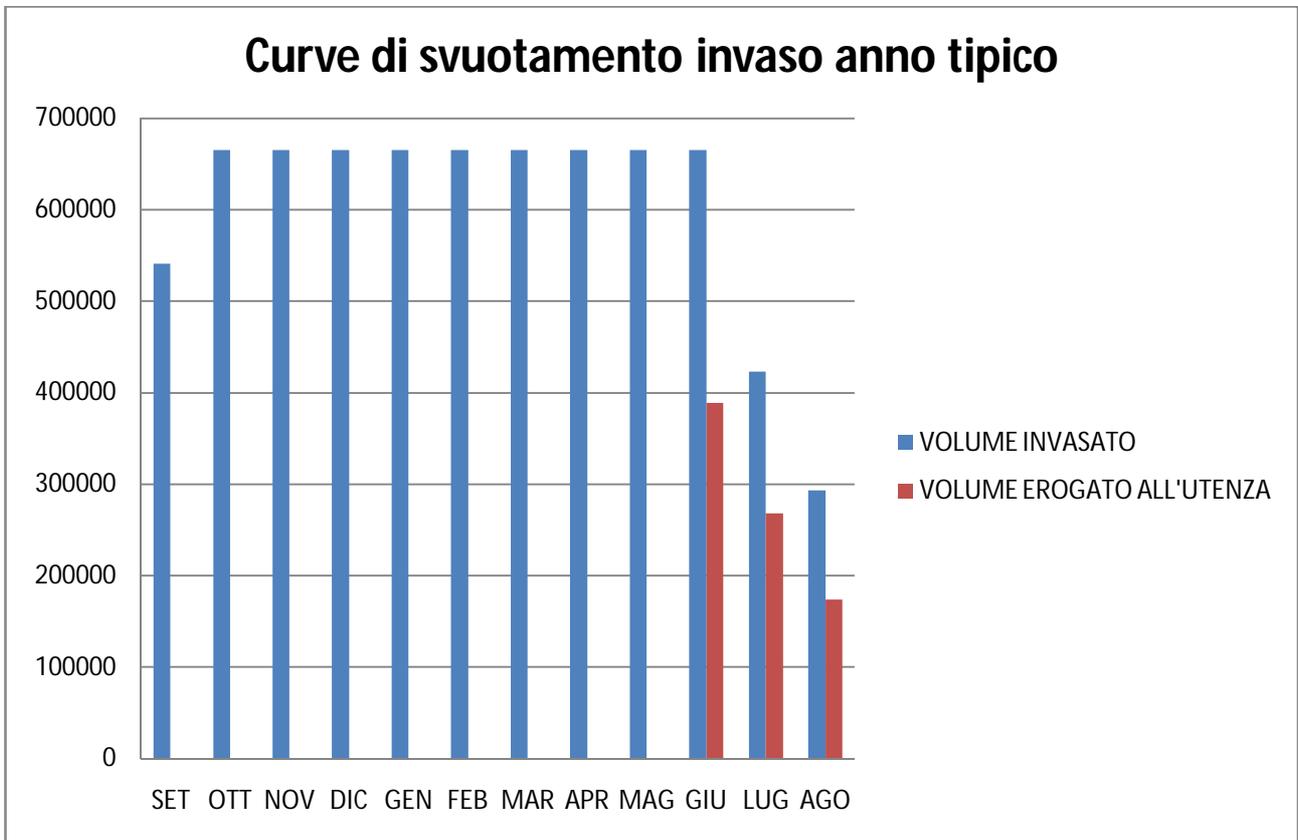


Figura 3.20 Curva di svuotamento anno tipico torrente Zena

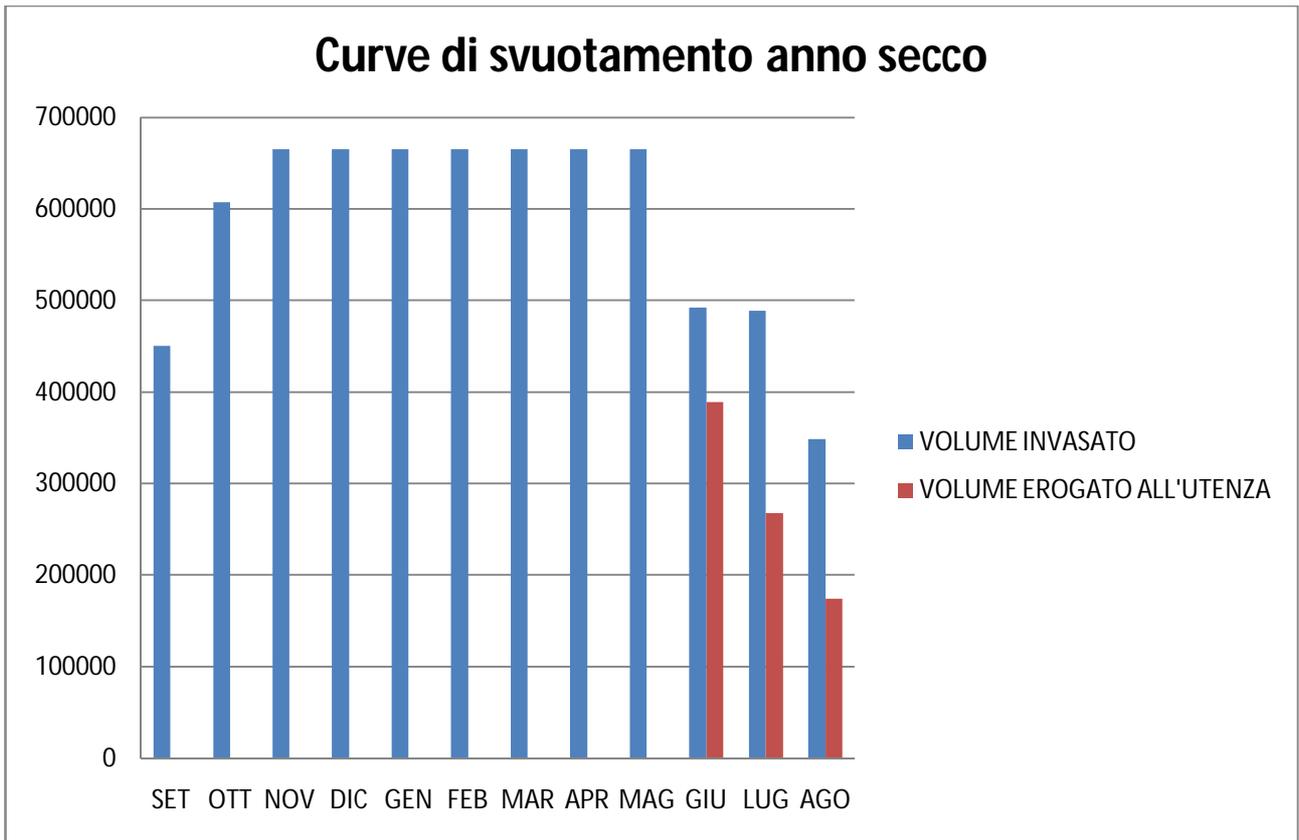


Figura 3.21 Curva di svuotamento anno secco torrente Zena

GAIANA:

	SET	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO
DEFLUSSI												
mediana (m ³ /s)	0,02	0,03	0,09	0,12	0,12	0,14	0,13	0,13	0,05	0,04	0,01	0,01
5% (m ³ /s)	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00
mediana (m³)	59619	82924	226746	315483	334750	337365	358795	344679	145816	111806	14186	18567
5% (m³)	14545	20231	55320	76969	81670	82308	87536	84092	35575	27278	3461	4530
evaporazione (mm)	112,1	89,3	35,7	5,8	6,7	27,4	40,3	91,2	135,0	145,0	167,6	179,4
evaporazione (m³)	10117,0	8059,3	3221,9	523,5	604,7	2472,9	3637,1	8230,8	12183,8	13086,3	15125,9	16190,9
volume disponibile mediana (m³)	49502	74865	223524	314959	334146	334893	355158	336448	133632	97780	0	2376
volume disponibile 5% (m³)	4428	12172	52098	76446	81065	79835	83899	75861	14257	0	0	0
rilascio per deflusso minimo vitale m ³	5184	5357	5184	5357	5357	4838	5357	5184	5357	5184	5357	5357
portate erogabili all'utenza l/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80	75	48
portate erogabili all'utenza m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	207360	200880	128563
VOLUME INVASATO (m³) (MED)	44674	114181	332521	452900	452900	452900	452900	452900	452900	338136	131899	355
portate erogabili all'utenza l/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60	60	44
portate erogabili all'utenza m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	155520	160704	117850
VOLUME INVASATO (m³) (5%)	2173,22	8988,24	55902	126991	202699	452900	452900	452900	452900	292196	126135	2928,8

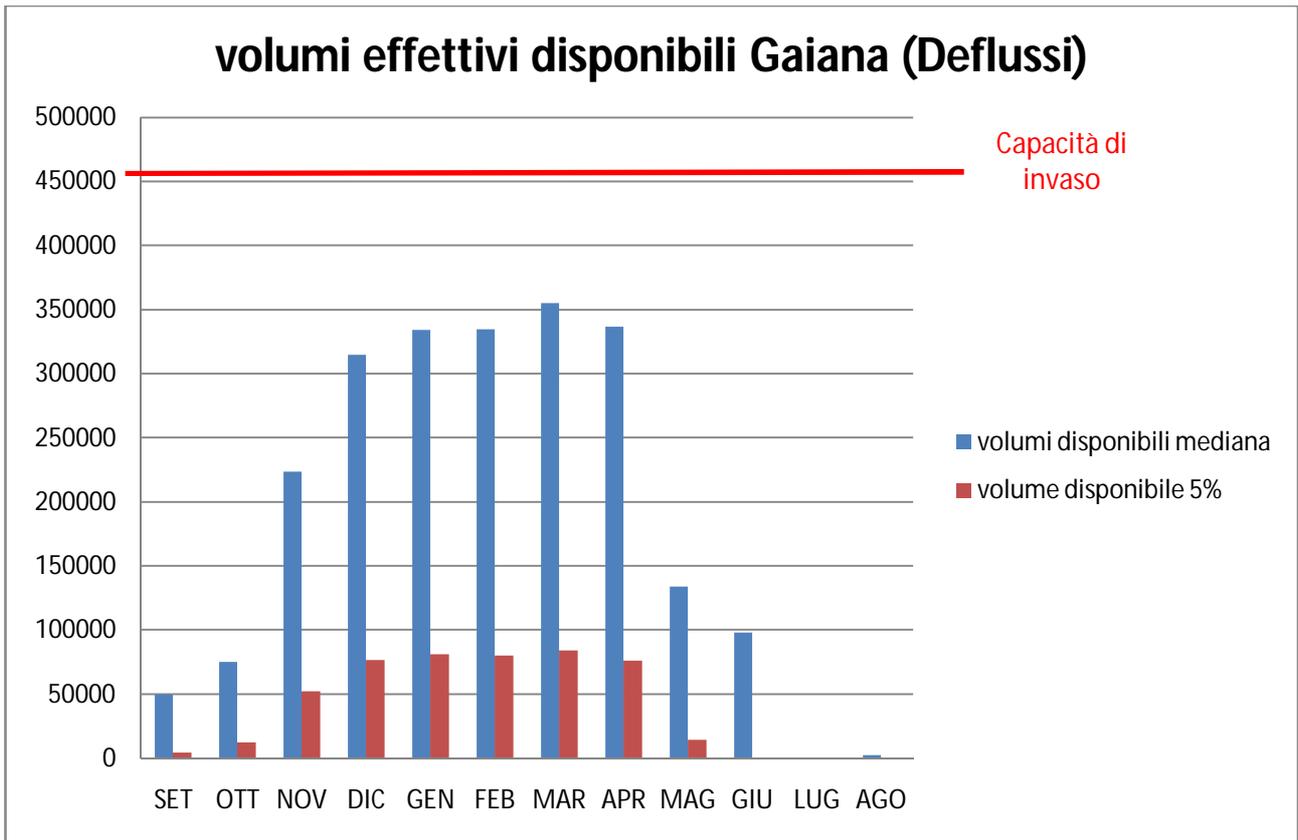


Figura 3.22 Volumi effettivi disponibili Gaiana

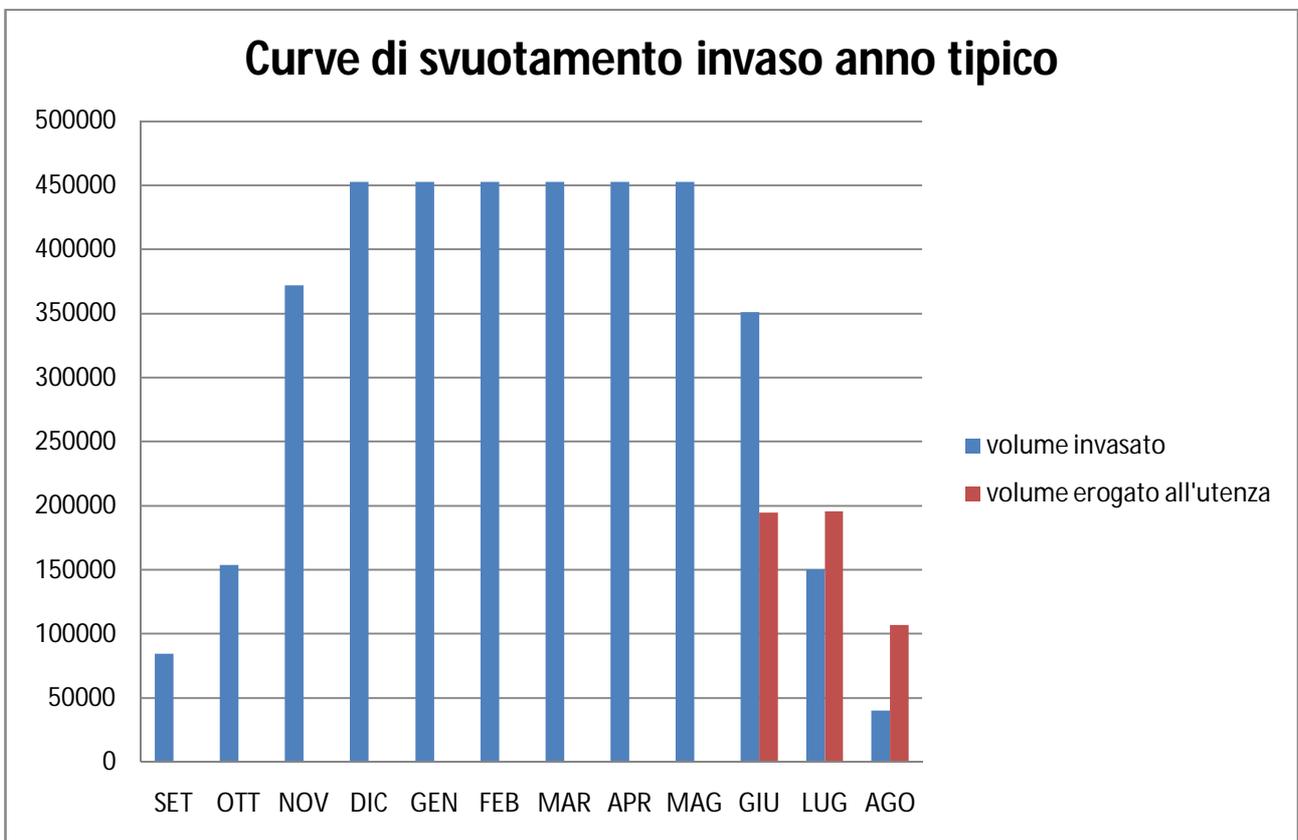


Figura 3.23 *Curva di svuotamento anno tipico torrente Gaiana*

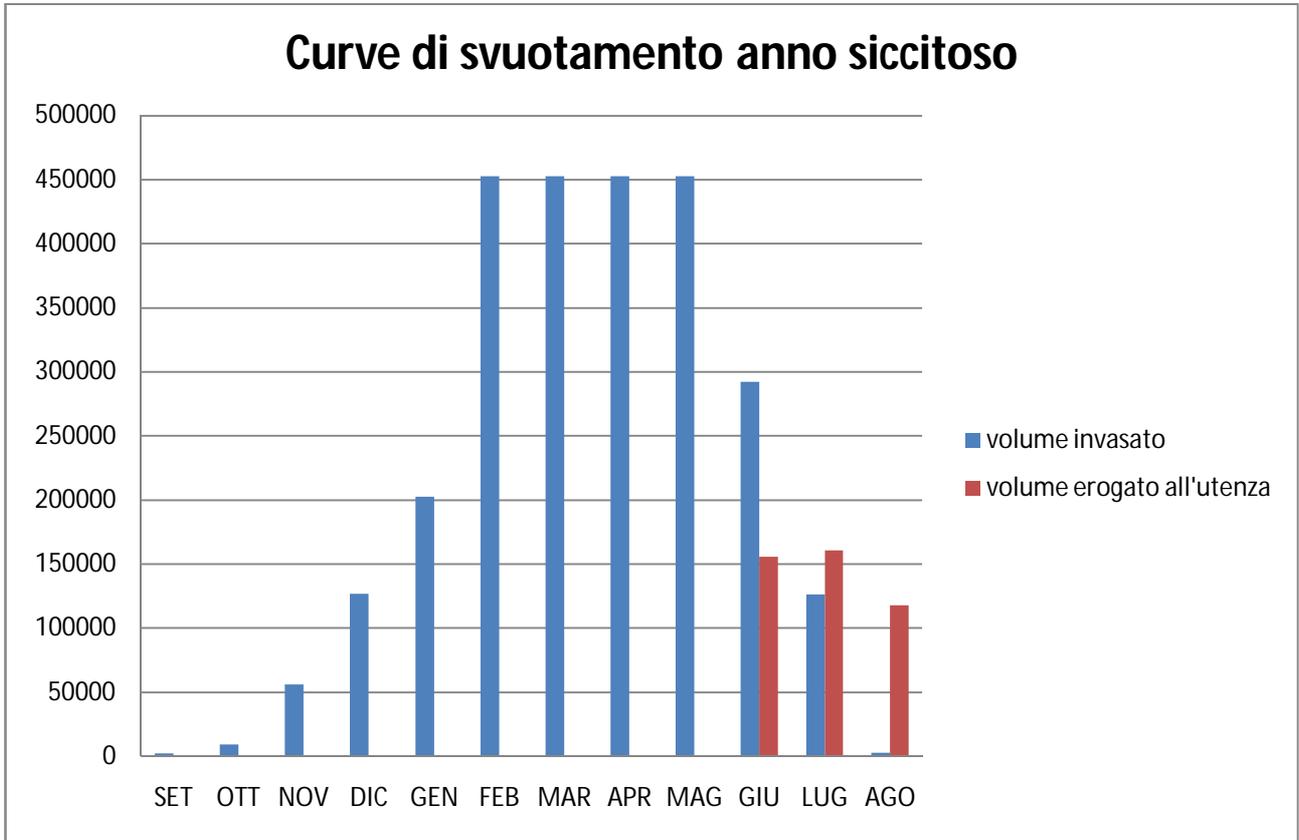


Figura 3.24 *Curva di svuotamento anno secco torrente Gaiana*

SELLUSTRA:

	SET	OTT	NOV	DIC	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO
DEFLUSSI												
mediana (m ³ /s)	0,005	0,007	0,020	0,027	0,029	0,032	0,031	0,030	0,012	0,010	0,001	0,002
5% (m ³ /s)	0,002	0,002	0,006	0,008	0,009	0,010	0,009	0,009	0,004	0,003	0,000	0,000
mediana (m³)	13635	18965	51857	72151	76557	77155	82056	78828	33348	25570	3244	4246
5% (m³)	4216	5863	16033	22307	23669	23854	25369	24371	10310	7906	1003	1313
evaporazione (mm)	112,1	89,3	35,7	5,8	6,7	27,4	40,3	91,2	135,0	145,0	167,6	179,4
evaporazione (m³)	5268,7	4197,1	1677,9	272,6	314,9	1287,8	1894,1	4286,4	6345,0	6815,0	7877,2	8431,8
volume disponibile mediana(m³)	8366	14768	50179	71878	76242	75867	80162	74541	27003	9937	0	0
volume disponibile 5% (m³)	0	1666	14355	22034	23354	22566	23475	10094	0	0	0	0
rilascio per deflusso minimo vitale m ³	4406	4553	4406	4553	4553	4113	4553	4406	4553	4406	4553	4553
portate erogabili all'utenza l/s	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	48
portate erogabili all'utenza m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	129600	133920	128563
VOLUME INVASATO (m³) (MED)	8300	18514	64287	131611	203300	275055	350664	400000	400000	275930	137457	4340
portate erogabili all'utenza m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
VOLUME INVASATO (m³) (5%)	-4406	-7293	2655	20136	38937	57391	76313	82001	77448	73041	68488	

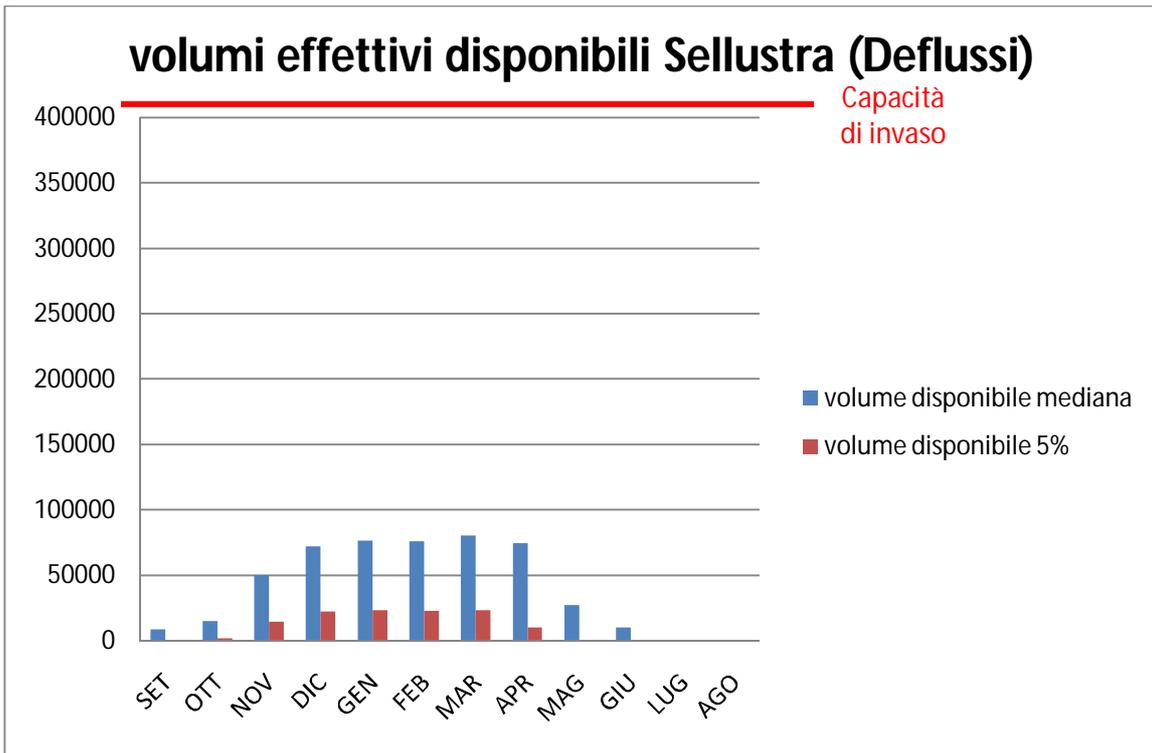


Figura 3.25 Volumi effettivi disponibili Sellustra

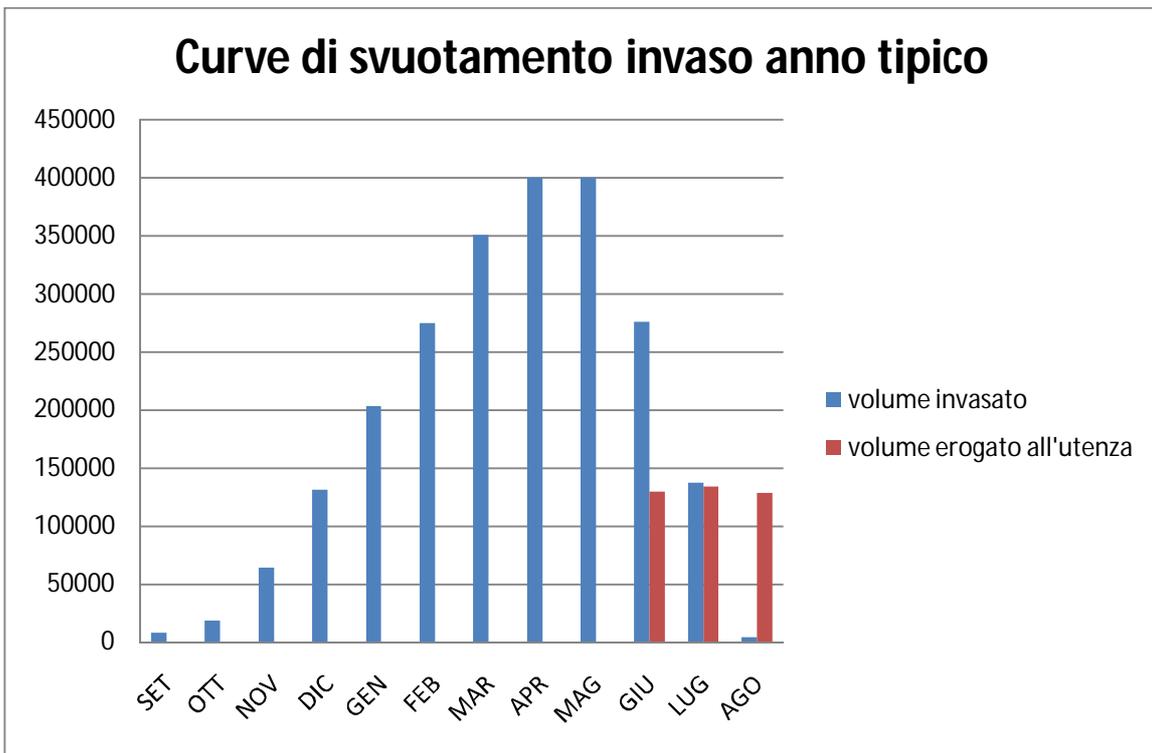


Figura 3.26 Curva di svuotamento anno tipico torrente Sellustra

OSSERVAZIONI:

- Per l'invaso realizzabile sul **torrente Zena** si può osservare come i volumi effettivi disponibili, ottenuti come differenza tra i deflussi medi mensili e l'evaporazione dallo specchio liquido dell'invaso, siano sensibilmente maggiori della capacità di invaso ipotizzata, sia per un anno tipico sia per un anno secco. È inoltre possibile garantire sia l'approvvigionamento a scopi irrigui durante i tre mesi di giugno, luglio e agosto sia un deflusso minimo vitale. È possibile erogare alle utenze portate di 150 l/s a giugno, 100 l/s a luglio e 65 l/s ad agosto. I risultati ottenuti sono in accordo con le due curve di durata mediana e 5° percentile derivate con le tecniche di regionalizzazione. Quindi è possibile affermare che lo studio idrologico eseguito sembra supportare l'utilità della realizzazione dell'invaso ipotizzato, in quanto questo, oltre che creare un beneficio all'ambiente, porterebbe allo stoccaggio di elevati volumi di acqua da utilizzare in periodi in cui la disponibilità idrica risulta scarsa.
- Per l'invaso realizzabile lungo il **torrente Gaiana** si può osservare come i volumi effettivi disponibili in un anno tipico siano paragonabili alla capacità di invaso ipotizzata. Durante i tre mesi estivi di giugno, luglio e agosto è possibile garantire l'approvvigionamento a scopi irrigui, con portate dell'ordine rispettivamente di 80 l/s, 70 l/s e 48 l/s e contemporaneamente un deflusso minimo vitale. Anche per un anno secco è possibile il riempimento dell'invaso, ma con portate erogabili alle utenze minori. Come già anticipato dall'esame delle curve di durata, comunque, i margini di utilizzo paiono decisamente più limitati rispetto al caso del torrente Zena. Ciononostante questo risultato integra quanto ottenuto in base alla curva di durata, che, seppur fornendo una indicazione più precisa relativamente ai volumi idrici effettivamente disponibili, non consente di valutare una politica gestionale annuale.
- Per l'invaso realizzabile lungo il **torrente Sellustra** si può osservare come i volumi effettivi disponibili non siano paragonabili alla capacità di invaso ipotizzata. Inoltre non riescano a garantire per un anno secco il riempimento dell'invaso. Questo risultato è in accordo con quello ottenuto con le curve di durata. Per un anno tipico, invece, è possibile garantire il riempimento dell'invaso e l'approvvigionamento a scopi irrigui per i tre mesi estivi: 50 l/s in giugno e luglio, 48 l/s in agosto.

È possibile osservare quindi come l'invaso sul torrente Zena sia quello che risponde meglio alle esigenze di progetto. Lo sbarramento in progetto, infatti, sottende un bacino abbastanza grande (19,6 km²) caratterizzato da afflussi meteorici significativi durante l'anno e apporti idrici all'invaso sufficienti al riempimento del volume utile, permettendo alle utenze di prelevare elevati quantitativi di acqua per scopi irrigui e extra agricoli. L'invaso in progetto garantirebbe inoltre il rispetto delle indicazioni riportate nel *Piano di Tutela delle Acque* relativamente al DMV, favorendo ad esempio lo sviluppo della vita della fauna acquatica e riducendo la variabilità dei deflussi durante l'intero anno e, in particolare, durante i mesi estivi.

Per questi motivi che, nel prossimo capitolo, verrà approfondita un'analisi di pre-dimensionamento di massima solo sullo sbarramento sul torrente Zena.

CAPITOLO 4 PRE-DIMENSIONAMENTO **IDRAULICO DELLO SBARRAMENTO SUL** **TORRENTE ZENA**

Il progetto di massima del presente studio ha previsto la realizzazione di opere al fine di ottenere il sostegno delle portate di magra del torrente Zena, di garantire un deflusso minimo vitale e l'approvvigionamento a scopi irrigui ed extra agricoli.

Dallo studio delle CTR, il tratto preso in esame per la realizzazione dell'invaso sul torrente Zena è stato localizzato nella parte alta del bacino imbrifero del torrente, nelle vicinanze della frazione Molinelli nel comune di Loiano, dove è stato possibile rilevare un'ampia area depressa invasabile (v. *Figure 4.1 e 4.2*).

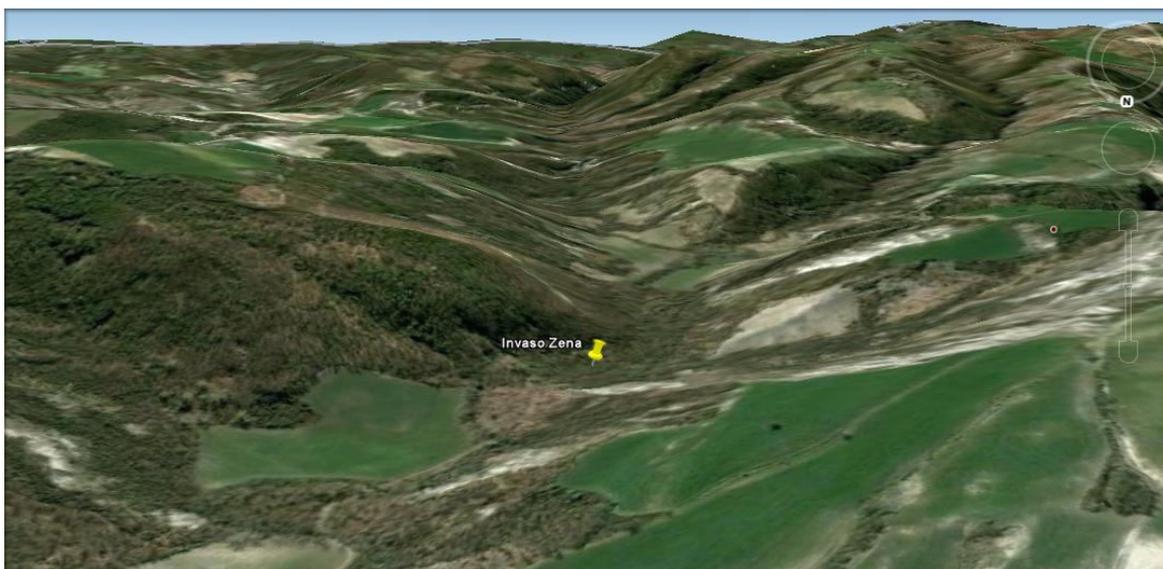


Figura 4.1 *Vista prospettica da valle dell'area dell'invaso sullo Zena.*
Google Earth

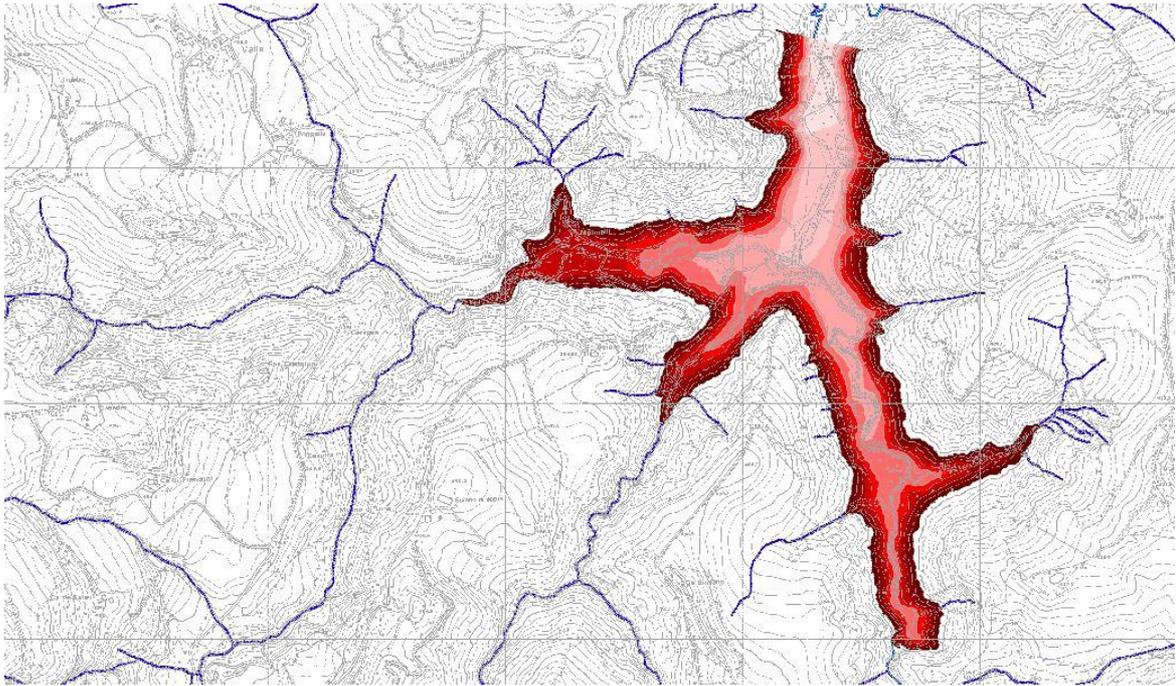


Figura 4.2 Area invaso Zena.

L'invaso in progetto verrebbe realizzato tramite la costituzione di uno sbarramento dell'alveo, operato con la costruzione di una diga in terra di altezza complessiva non superiore ai 15 metri; le caratteristiche geometriche dell'opera sono visibili in *Figura 4.3*, dove è riportata una sezione tipo del manufatto preso in considerazione. Si stima che il volume idrico invasabile potrà attestarsi nell'ordine di grandezza dei 665000 m^3 . I dettagli realizzativi saranno ovviamente approfonditi in fase di progettazione di massima e definitiva-esecutiva. Con riferimento al dimensionamento idraulico del manufatto, oltre all'altezza dello sbarramento si dovrà prevedere la costituzione di un manufatto di sfioro di superficie, necessario a garantire la sicurezza idraulica dell'opera nei confronti di situazioni di troppo pieno, e di uno scarico di alleggerimento per operare rilasci controllati in alveo, oltre ad un scarico di fondo, che si renderà necessario in condizioni particolari quali la manutenzione dell'opera.

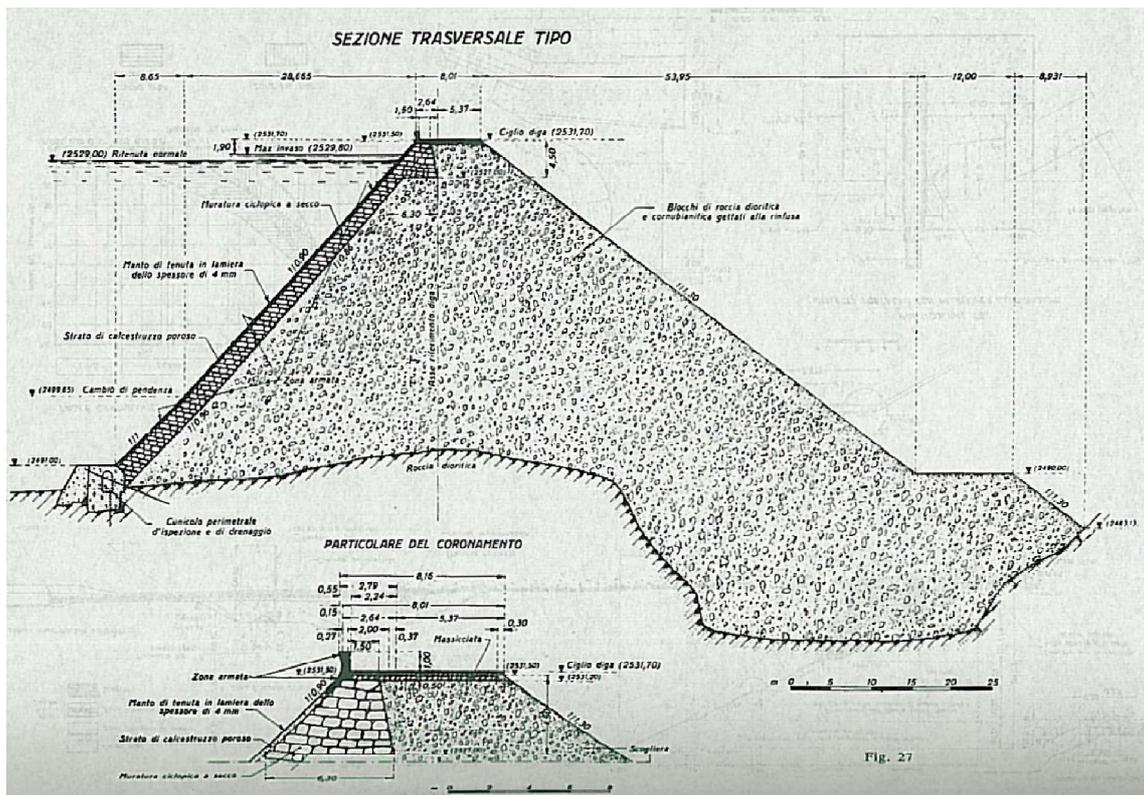


Figura 4.3 Sezione tipo di uno sbarramento in terra

La costituzione di un invaso comporterà la necessità di risolvere diversi aspetti connessi al rapporto idrogeologico che verrà ad instaurarsi tra la massa liquida invasata e la morfologia del territorio circostante. Anzitutto sarà necessario realizzare dei setti drenanti di certa consistenza nei versanti circostanti l'argine di sbarramento, al fine di impedire che ristagni idrici indotti da infiltrazioni difficoltose possano compromettere la stabilità dei fianchi vallivi in cui l'argine verrà ad essere immersato. In secondo luogo, tenendo conto che le operazioni di invaso e svaso, nonché i moti ondulatori del pelo libero, indurranno processi erosivi diffusi lungo il perimetro di contatto tra i versanti e lo specchio d'acqua, sarà opportuno avviare lavori di consolidamento delle future sponde e di creazione di argini spondali.

L'opera proposta è di entità tale da influenzare in modo consistente il paesaggio della valle del torrente Zena. Per tale ragione il processo autorizzativo dovrà confrontarsi con le attuali procedure di valutazione di impatto ambientale. Nel merito, si ritiene che l'invaso possa ben inserirsi nel contesto paesaggistico dell'area circostante, costituendo un elemento di arricchimento e diversificazione, venendo a creare specchi d'acqua coronati da vegetazione arborea dal grande valore biologico e dall'armonioso effetto estetico.

4.1 SBARRAMENTI IN TERRA: CRITERI DI DIMENSIONAMENTO E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per il dimensionamento degli invasi è necessario fare riferimento al Decreto Ministeriale del 24 marzo 1982: *Norme tecniche per la progettazione e costruzione delle dighe di sbarramento*; il quale definisce i criteri di progettazione anche per lo sbarramento come quello operabile sullo Zena di altezza non superiore ai 15 metri, di volume inferiore a 1 milione di metri cubi e realizzabile utilizzando materiali sciolti.

Le dighe in oggetto sono costituite di un rilevato formato con materiali litici sciolti micro e/o macroclastici. Il dispositivo di tenuta potrà essere formato con materiali litici appropriati ovvero con materiali artificiali.

Il franco netto, che è il dislivello tra la quota del piano di coronamento e quella di massimo invaso, aggiunta a questa la semiampiezza della massima onda prevedibile nel serbatoio, deve essere per questo tipo di sbarramenti non inferiore ai 1,5 metri.

La larghezza del coronamento non può essere inferiore al doppio del franco netto minimo sopra indicato.

La portata massima da scaricare, per il più gravoso evento di piena previsto, deve essere evacuabile unicamente con gli scarichi di superficie. Essi potranno essere costituiti da una o da più soglie libere ovvero da soglie libere e da soglie munite di paratoie automatiche.

Per la scelta del franco netto è necessario determinare l'ampiezza massima dell'onda che può venire a crearsi nel serbatoio. In mancanza di più precise indagini, i valori delle ampiezze massime delle onde nel serbatoio, in metri, possono essere ricavate dalla normativa. Il calcolo della massima ampiezza è fondamentale in quanto tale valore deve essere inferiore della differenza tra la quota di coronamento e quella di massimo invaso

F =	1	2	4	6	8	10	15
V = 100	1,09	1,51	2,09	2,52	2,89	3,21	3,88
V = 80	0,86	1,19	1,65	1,99	2,28	2,53	3,07
V = 60 (o minore)	0,63	0,88	1,21	1,47	1,68	1,87	2,26

Dove F esprime la lunghezza massima del fetch, in km, a fronte della diga e V la massima delle velocità medie del vento, in km/h. Per i valori di F e V intermedi fra i precedenti le ampiezze predette sono determinabili per interpolazione.

Come sarà spiegato meglio nel paragrafo successivo, si sono considerate 2 ipotesi progettuali:

- 1) Sbarramento a 290 metri s.l.m. La lunghezza dello specchio liquido fronte alla diga (fetch) è 0,8 km. Velocità del vento $V < 60$ Km/h (Stazione Meteo Bologna).
- 2) Sbarramento a 285 metri s.l.m. La lunghezza dello specchio liquido fronte alla diga (fetch) è 1 km. Velocità del vento $V < 60$ Km/h (Stazione Meteo Bologna).

Per la prima ipotesi, essendo il valore del fetch non presente in tabella, si deve procedere per interpolazione per determinare la corrispondente ampiezza d'onda.

Si sono quindi interpolati valori relativi a velocità del vento pari a 60 (o minore) Km/h.

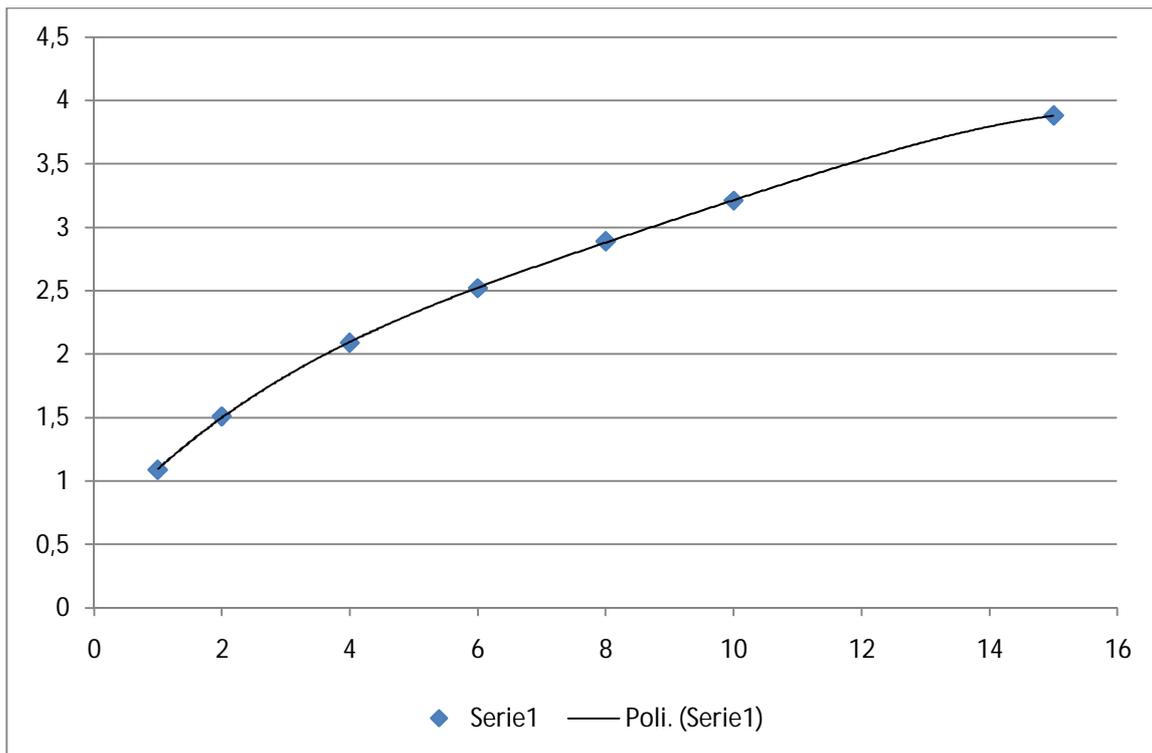


Figura 4.4 *Interpolazione fetch e ampiezza d'onda per velocità del vento pari a 60 Km/h.*

Sulla base dell'interpolazione illustrata in *Figura 4.4* si ottiene per $F = 0,8$ Km, una lunghezza d'onda pari a 1 m.

Per la seconda ipotesi invece il valore dell'ampiezza è presente in tabella. Per $F=1$ km corrisponde una lunghezza d'onda pari a 1,09 m.

4.2 DETERMINAZIONE DELLA PORTATA DI PROGETTO PER IL TORRENTE ZENA

Allo scopo di verificare il dimensionamento degli scarichi di superficie si è calcolata la portata massima di progetto a monte degli sbarramenti facendo riferimento a tecniche basate sull'analisi regionale delle frequenze delle piene con il metodo della *piena indice* (*La valutazione regionale del rischio di piena con il metodo della portata indice*, A. Brath, M. Franchini).

Infatti lungo il torrente Zena non sono presenti informazioni idrometriche relative alle portate di piena. Per questo motivo, per la determinazione di tale valore, si sono utilizzate, in maniera analoga a quanto fatto per la costruzione delle curve di durata, metodi di regionalizzazione.

L'analisi regionale di frequenza si basa sulla preventiva individuazione di raggruppamenti di bacini idrografici che abbiano le stesse caratteristiche comuni nei riguardi dei fenomeni di piena (*regioni o zone omogenee*) e per le cui sezioni di chiusura si possono quindi ipotizzare distribuzioni di probabilità delle portate al colmo aventi alcune proprietà in comune. Individuati tali raggruppamenti, si può estrapolare l'informazione idrometrica disponibile nelle stazioni strumentate per inferire sulla distribuzione di probabilità nel sito di interesse.

Con riferimento ad una generica stazione di misura di portata di un corso d'acqua, si supponga di disporre di una serie di valori di portata (istantanea) massima annuale. Questi ultimi possono essere interpretati come *osservazioni* di una variabile casuale X capace, almeno potenzialmente, di assumere con continuità tutti i valori tra zero ed infinito. Si indichi con $F(x)$ la probabilità che la variabile casuale X possa assumere un valore minore od uguale ad x , ovvero:

$$(4.1) \quad F(x) = P [X \leq x]$$

La funzione inversa, $x(F)$ rappresenta il quantile associato, ovvero, quel valore x della variabile X avente probabilità di non superamento pari ad $F(x)$. La variabile X , per sua stessa natura, è *osservata* con cadenza annuale; la portata (massima annuale) con tempo di ritorno T , x_T , è quella portata che mediamente viene eguagliata o superata ogni T anni. La probabilità di non superamento di tale portata è pari a:

$$(4.2) \quad F(x_T) = 1 - 1/T$$

E quindi il quantile associato al tempo di ritorno T risulta:

$$(4.3) \quad x_T = x(F = 1 - \frac{1}{T})$$

L'obiettivo dell'analisi di frequenza delle piene è quello di ottenere una stima ragionevolmente affidabile del quantile x_T per tempi di ritorno di interesse tecnico. Il tempo di ritorno T nei casi pratici può variare da un valore pari alla vita utile economica di una struttura ($T=30$ anni) fino a valori altissimi (ad esempio per il dimensionamento dello sfioratore di superficie di una diga T può assumere valori anche di 1000 anni),

scelti nel rispetto di regolamenti predefiniti per assicurare un elevato margine di sicurezza.

Nel caso in cui nel sito di interesse siano disponibili osservazioni idrometriche, esse possono essere utilizzate per la stima del quantile x_T . In generale, tale stima è però da ritenersi sufficientemente attendibile fino tanto che $T < 2n$, essendo n la dimensione del campione disponibile (Benson, 1962). D'altronde, data la dimensione relativa delle serie storiche normalmente disponibili, è assai frequente che i verifici la situazione in cui $T \gg n$. Come già accennato, per risolvere questo problema sono state proposte diverse metodologie che usano ulteriori fonti di dati, che possono essere inglobate nella dizione *analisi regionale di frequenza*. Con esse, in un certo senso, si aumenta il numero di dati su cui vengono effettuate le deduzioni relative alla stazione di interesse utilizzando i dati disponibili in altre, in quanto considerati come realizzazioni di variabili casuali *simili* a quella in cui provengono le osservazioni idrometriche della stazione considerata. In tal modo è possibile ottenere stime sufficientemente accurate dei quantili associati a tempi di ritorno anche molto elevati, altrimenti non ottenibili con l'utilizzo dei dati disponibili in una singola stazione (Hosking et al. 1985; Lettenmaier e Potter, 1985, Wallis e Wood, 1985; Lettenmaier et al. 1987; Hosking e Wallis, 1988; Potter e Lettenmaier, 1990). Inoltre, l'analisi regionale di frequenza presenta il vantaggio di consentire la stima dei quantili x_T anche in sezioni fluviali prive di dati.

La metodologia più diffusamente utilizzata per eseguire l'analisi regionale è quella della *portata indice*. Il termine portata indice deriva dalla sua prima applicazione che fu fatta proprio in riferimento alle portate di piena (Dalrymple, 1960).

Si supponga che i dati siano disponibili per N stazioni, e l' i -esima stazione disponga di un campione di lunghezza n_i di valori di portata massima annuale x_{ij} , con $j = 1, \dots, n_i$. Sia $x_i(F)$ la funzione quantile associata alla stazione i -esima. L'ipotesi base del metodo della portata indice è che le N stazioni siano state scelte in maniera da formare una *zona o regione omogenea*, ovvero che le distribuzioni di probabilità delle N stazioni siano identiche tra loro a meno di un fattore di scala specifico di ogni stazione, rappresentato, appunto, dalla *portata indice*. È allora possibile scrivere:

$$(4.4) \quad x_i(F) = \mu_i * x'(F), \quad i = 1, \dots, N$$

Nell'equazione (4.4) μ_i rappresenta la portata indice, cioè il fattore di scala caratteristico della stazione i -esima, che usualmente viene assunto pari alla media della

variabile casuale X_i . Il fattore $x'(F)$ è il *fattore di crescita regionale* che rappresenta la funzione quantile adimensionale, valida per l'intera regione. Il suo inverso $F(x')$ rappresenta invece la funzione probabilità della variabile casuale $X' = X_i/\mu_i$ che, per ipotesi, è sempre la stessa per ogni sito i ($i=1, \dots, N$).

Nell'eseguire l'analisi regionale, di solito si ammette che la forma della funzione di frequenza regionale $F(x')$ sia nota a meno di p parametri $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_p$ e che pertanto, sia possibile scrivere $F(x'; \theta_1, \theta_2, \theta_3, \dots, \theta_p)$; ad esempio questi parametri possono essere il coefficiente di variazione Cv ed il coefficiente di asimmetria G. Con tecniche diverse è possibile eseguire, per ciascun parametro θ_k , una stima regionale $\widehat{\theta}_k^R$, utilizzando l'informazione disponibile nelle stazioni situate all'interno della regione considerata omogenea. Sostituendo queste stime nella funzione $x'(F)$ si ottiene la stima del fattore di crescita regionale $\widehat{x}'(F) = x'(F; \widehat{\theta}_1^R, \widehat{\theta}_2^R, \dots, \widehat{\theta}_p^R)$.

Infine la stima della funzione quantile nell' i -esima stazione dotata di misurazioni si ottiene tramite il prodotto:

$$(4.5) \quad \widehat{x}_i(F) = \widehat{\mu}_i * \widehat{x}'(F)$$

Dove $\widehat{\mu}_i$ rappresenta la stima del valore medio della portata massima annua nella stazione i -esima, eseguita effettuando la media aritmetica delle osservazioni dei massimi annuali disponibili in tale stazione.

L'equazione (4.5) può essere utilizzata, come nel caso in esame, anche per le sezioni prive di dati; a tale fine occorre ipotizzare che la sezione in esame appartenga alla zona omogenea individuata dalle N stazioni utilizzate per la stima del fattore di crescita regionale, e quindi stimare la portata indice ad essa corrispondente mediante opportune tecniche. L'assegnazione di una sezione priva di dati ad una regione omogenea, quando ci si trovi nel caso in cui l'analisi abbia portato a suddividere il territorio esaminato in più regioni, viene eseguita utilizzando gli stessi criteri adottati per la delimitazione di queste regioni; tali criteri possono essere basati sulla posizione geografica delle stazioni e/o sulla similitudine di parametri geomorfoclimatici caratterizzanti i bacini sottesi dalle varie stazioni di misura.

Per quanto riguarda invece la portata indice μ , essa viene di solito stimata mediante una relazione statistica tra $\widehat{\mu}$ e le caratteristiche dei bacini sottesi, calibrata utilizzando i dati

disponibili nelle stazioni dotate di misurazioni di portata. Questa relazione può essere espressa in forma di prodotto di potenze:

$$(4.6) \quad \hat{\mu} = aA_1^b * A_2^c * A_3^d \dots$$

Dove A_k è il generico parametro geomorfologico (area, altitudine media, pioggia media annua, ecc.).

La definizione di quanti e quali parametri geomorfoclimatici A_1, A_2, \dots, A_k , utilizzare in tale equazione può essere svolta in base ad una procedura di regressione multipla di tipo *step-wise* che, partendo da una sola variabile indipendente, precisamente quella caratterizzata dalla massima correlazione con \bar{x} , ne aggiunge di volta in volta un'altra fin tanto che l'incremento del coefficiente di determinazione della regressione risulta significativo. Per assicurare la massima *robustezza* del modello statistico e limitarne i tipici problemi di affidabilità, la selezione delle variabili da aggiungere può essere effettuata con un metodo *jack-knife* (cfr Franchini e Galeati, 1996).

Adottando questo tipo di procedura per il compartimento di Bologna si è giunti alla seguente espressione della portata indice $\hat{\mu}$:

$$(4.7) \quad \hat{\mu} = 0.00021 * S^{1.08} * P_{1g}^{2.42} * H_{med}^{-0.47} \quad R^2 = 0.95$$

Dove:

- S : superficie del bacino (km²);
- P_{1g} : valore medio dell'altezza di precipitazione massima annua di durata 1 giorno (mm); valore desunto dalla mappa delle isolinee del valore medio di pioggia per il compartimento SIMN di Bologna (Franchini e Galeati, 1994);
- H_{med} : altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura (m).

Per il bacino sotteso dall'invaso sul torrente Zena risulta:

$$\hat{\mu} = 0.00021 * 19.6^{1.08} * 75^{2.42} * 540.6^{-0.47} = \mathbf{9.35 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Al fine di determinare la portata di piena con un determinato tempo di ritorno, è necessario conoscere il fattore di crescita regionale, valido per la zone di interesse.

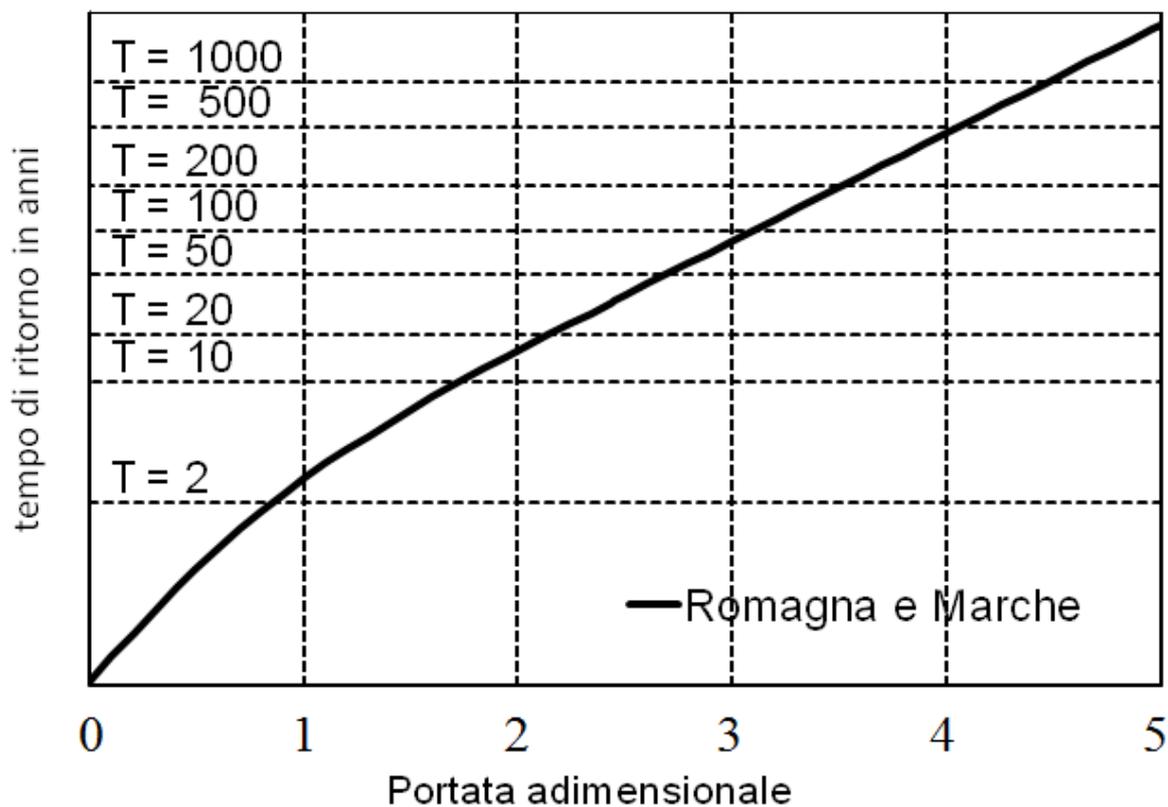


Figura 4.5 Fattore di crescita per la zona del bacino del torrente Zena, (Franchini e Galeati, 1996)

Nello studio sono stati considerati 2 tempi di ritorno, uno pari a 200 anni e uno pari a 500 anni. Il secondo ($T_R = 500$ anni) è stato cautelativamente preso a riferimento per il dimensionamento dello scaricatore di superficie. Dalla *Figura 4.5* si sono ricavati i corrispondenti fattori di crescita. Applicando la (4.4) le portate di piena da utilizzare nel dimensionamento dello scaricatore di superficie risultano quelle riportate in *Tabella 4.1.*

T ritorno (anni)	200	500
fattore di crescita	3,512	4,058
Q piena m ³ /s	32,86	37,96

Tabella 4.1 Portate di piena con assegnato tempo di ritorno

4.3 PRE-DIMENSIONAMENTO PROSPETTI E SEZIONI

IDRAULICO:

Per il dimensionamento dello scaricatore di superficie si è utilizzata la formula generale della portata per stramazzi in parate grossa o a larga soglia:

$$(4.8) \quad q = 0,385 B h \sqrt{2 g h}$$

Dove:

- q è la portata di progetto determinata nel paragrafo 4.2 (m^3/s);
- $B = 10 \text{ m}$ è la larghezza scelta per lo sfioratore;
- h è l'altezza dello sfioratore (m);
- g è l'accelerazione di gravità pari a $9,81 \text{ m/s}^2$.

La grandezza incognita da determinare è l'altezza dello sfioratore, che dalla (4.8) risulta:

$$(4.9) \quad h = \sqrt[3]{\frac{q^2}{0.385 B^2 2 g}}$$

Nel dimensionamento, come detto si è fatto riferimento alla portata cinque - centennale. Per i calcoli sono stati presi a riferimento due diverse sezioni di imposta per lo sbarramento. Una fissata preventivamente alla realizzazione dello studio (Soluzione 2), ed una identificata durante il lavoro di Tesi che, a fronte di una maggior lunghezza dello sbarramento permette di massimizzare il volume immagazzinabile (Soluzione 1).

- 1) Prima soluzione: prevede lo sbarramento ad una quota di 290 m s.l.m.

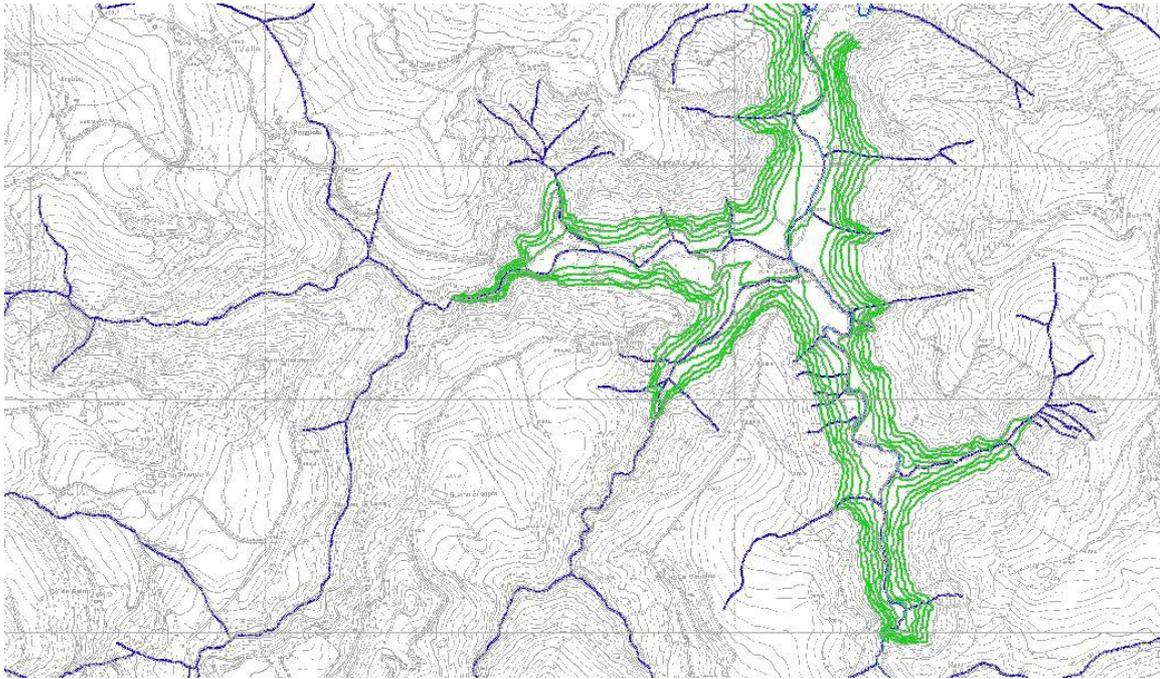


Figura 4.6 *Isolinee ricavate dalle CTR.*

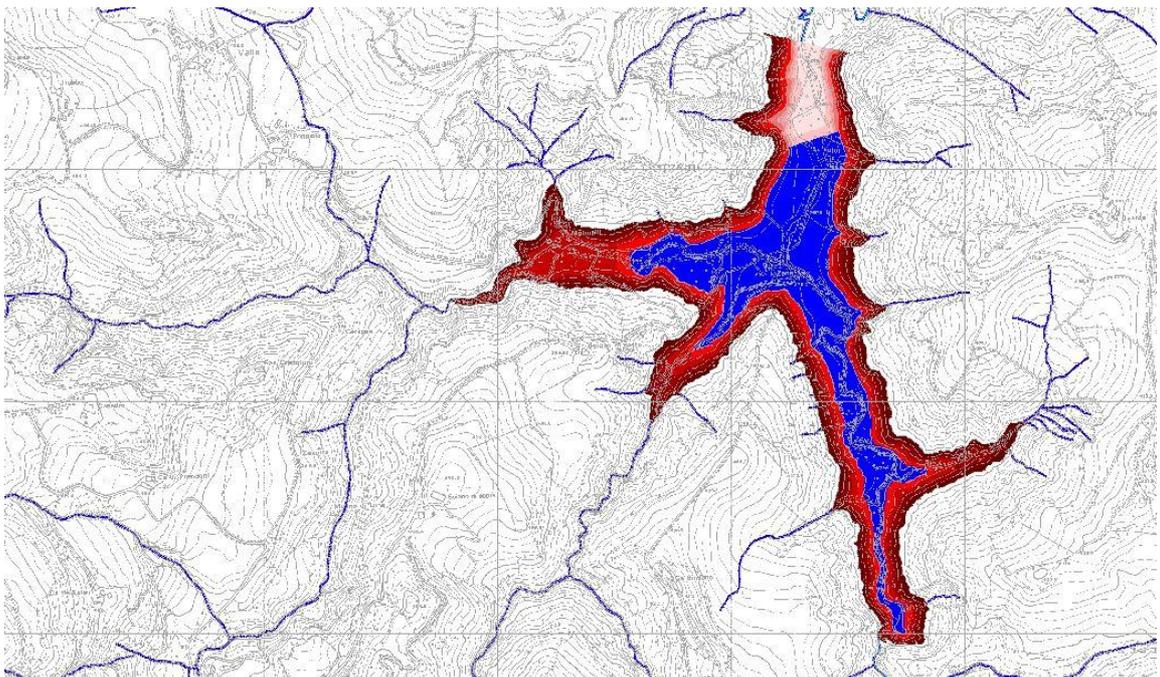


Figura 4.7 *Sbarramento a quota 290 m. s.l.m. con l'ipotetico volume massimo invasabile(blu).*

2) Seconda soluzione: prevede lo sbarramento ad una quota di 285 m s.l.m.

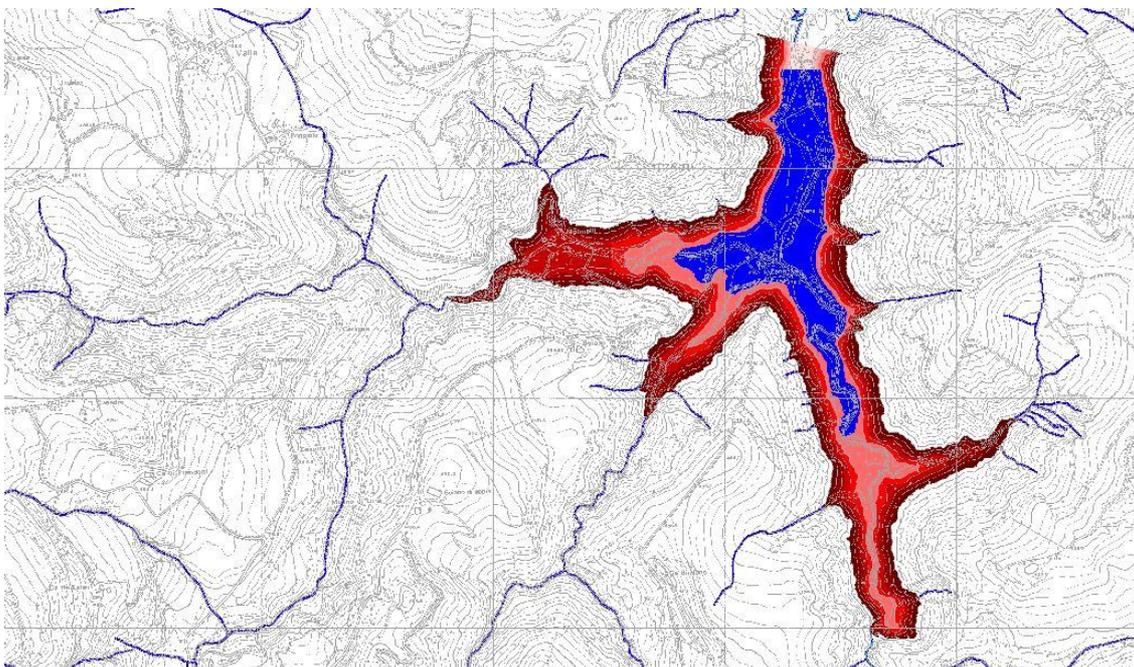


Figura 4.8 Sbarramento a quota 285 m. s.l.m. con l'ipotetico volume massimo invasabile (blu).

Riassumendo nella *Tabella 4.2* vengono riportati i calcoli relativi ai franchi netti, alle quote di sfioro, di massimo invaso, di regolazione, conformi a quanto imposto dalla normativa.

	soluzione 1 (quota fondo alveo 290 m.s.l.m.)	soluzione 2 (quota fondo alveo 285 m.s.l.m.)
	$T_R = 500$ anni	$T_R = 500$ anni
quota di sfioro (regolazione) (m.s.l.m.)	300,79	295,69
quota di massimo invaso (m.s.l.m.)	302,49	297,40
ampiezza onda (m)	1,00	1,09
quota piano di coronamento (m.s.l.m.)	305,00	300,00
quota fondo alveo (m.s.l.m.)	290,00	285,00
franco netto (m)	2,50	2,59
altezza diga (m)	15,00	15,00
volume utile di regolazione (m³)	585973	253124
volume massimo invaso (m ³)	806057	397026
volume di laminazione (m ³)	220084	143902

Tabella 4.2 Parametri di progetto

Si può osservare come sia preferibile la soluzione 1, ovvero quella che prevede la realizzazione dello sbarramento ad una quota di 290 metri s.l.m. I volumi invasabili sono dell'ordine di quelli ipotizzati nelle fasi di quantificazione della risorsa idrica. Inoltre i calcoli eseguiti per i 2 tempi di ritorno ipotizzati mostrano che non sussiste una differenza marcata dei volumi invasati considerando un tempo di 200 anni e uno di 500. Ai fini della sicurezza verrà quindi considerato un tempo di ritorno pari a 500 anni.

Di seguito sono rappresentati i prospetti e le sezioni di massima dello sbarramento ipotizzato.

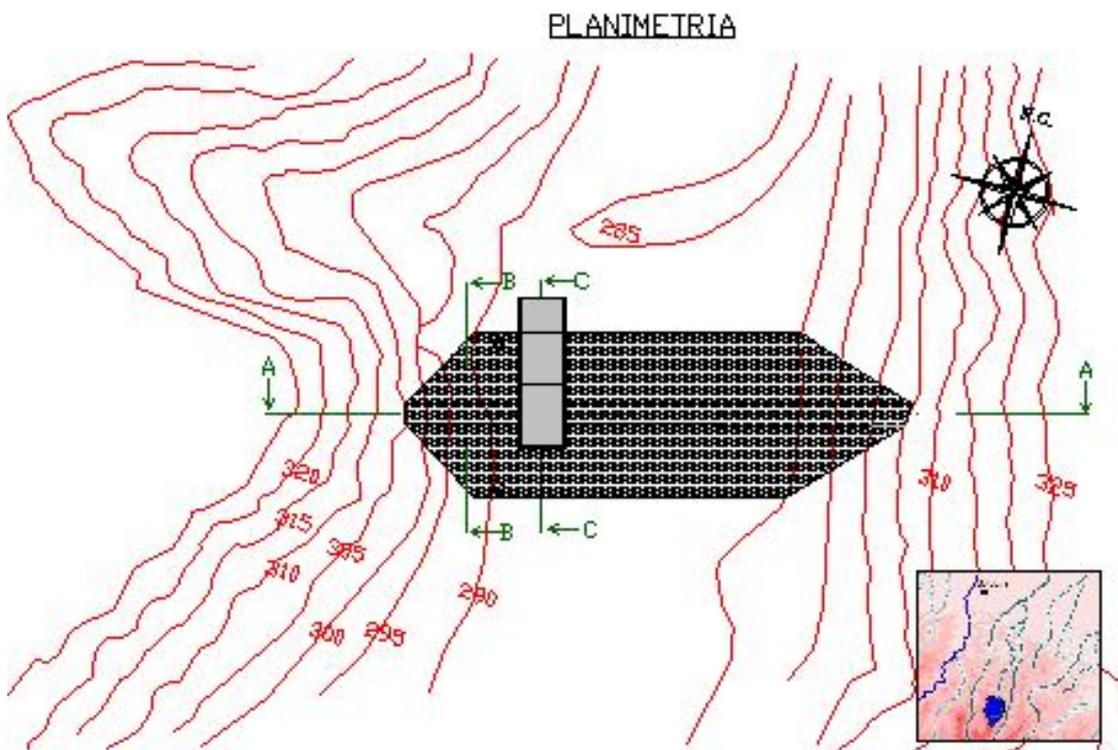


Figura 4.9 Planimetria

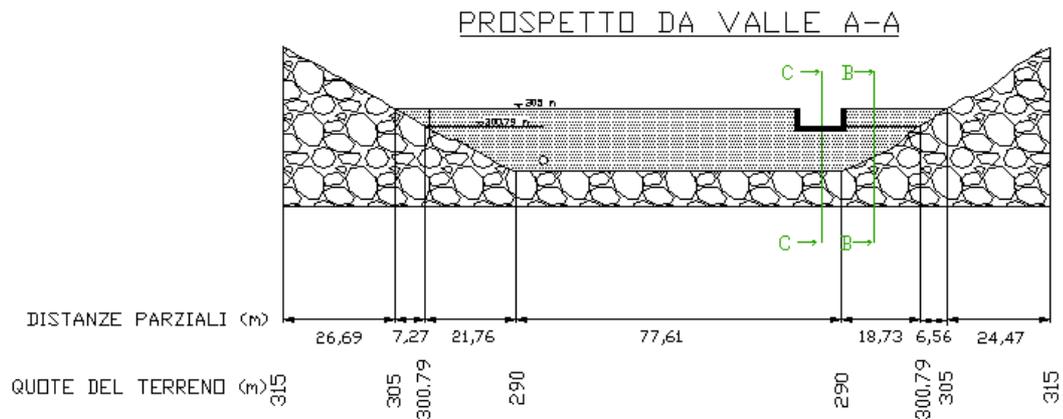


Figura 4.10 *Prospetto da valle*



Figura 4.11 *Sezioni*

CONCLUSIONI

Nel presente studio sono stati affrontati gli aspetti preliminari necessari per una corretta quantificazione delle risorse idriche superficiali disponibili in tre sezioni fluviali rispettivamente situate negli alvei dei torrenti Zena, Gaiana e Sellustra, appartenenti al bacino del Fiume Reno, al fine di valutare la fattibilità tecnica di tre sbarramenti in progetto per i corsi d'acqua stessi.

Il problema principale è stato quello di stimare il regime dei deflussi idrici per i torrenti in esame, per i quali non si dispone di osservazioni idrometriche utili in tal senso. La precisa quantificazione del regime dei deflussi idrici risulta necessaria al fine di valutare la fattibilità tecnica degli invasi in progetto, che avranno come funzione principale la gestione sostenibile delle risorse idriche e l'approvvigionamento idrico a fini irrigui.

Con l'obiettivo indicato è stata svolta una scrupolosa e dettagliata raccolta di dati idrometrici dagli *Annali Idrologici* per tutti quei bacini imbriferi appartenenti al bacino del Fiume Reno e aventi le stesse caratteristiche geomorfologiche e climatiche affini ai tre bacini in esame. Successivamente, mediante l'impiego di opportune tecniche di regionalizzazione, le informazioni idrometriche disponibili per i bacini strumentati sono state trasferite ai bacini di interesse. Attraverso l'indagine è stato possibile costruire le curve di durata dei deflussi giornalieri con sufficiente grado di attendibilità. Tali curve sono poi state utilizzate per valutare se la messa in opera di sbarramenti possa portare un effettivo beneficio.

Questa analisi ha mostrato come il torrente Zena sembri idoneo per la realizzazione dell'invaso in progetto. Lo sbarramento infatti, sottenderebbe un bacino imbrifero avente estensione superficiale significativa e caratterizzato da afflussi meteorici consistenti, dando ottime garanzie di riempimento dell'invaso artificiale sia in anni idrologicamente tipici che in occasione di anni siccitosi. Il corretto riempimento del volume previsto per l'invaso, pari a circa 650000 m³, inoltre, garantirebbe sia il rispetto dei vincoli regionali sul deflusso minimo vitale (DMV), portando un effettivo miglioramento delle caratteristiche ambientali del corso d'acqua a valle dello sbarramento, che l'approvvigionamento a scopi irrigui delle aree coltivate (localizzate nella porzione valliva del corso d'acqua) funzione principale dell'invaso in progetto. Per

i torrenti Gaiana e Sellustra, invece, sulla base dei risultati dell'indagine idrologica condotta sembra di poter consigliare un periodo di monitoraggio dei deflussi idrici, per validare le indicazioni conseguite sulla base dei modelli regionali predisposti e verificare l'effettiva possibilità di riempimento degli invasi di progetto sia in anni siccitosi che in anni idrologicamente tipici. È da sottolineare infatti come i risultati ottenuti derivino da serie di indagini a scala regionale e non prendano in considerazione dati idrometrici storici per i bacini in studio, in quanto non disponibili, se non in forma sporadica per il solo torrente Gaiana.

Il lavoro di Tesi ha quindi affrontato il problema del pre-dimensionamento dell'invaso lungo il torrente Zena. La soluzione infrastrutturale ipotizzata, in accordo con la normativa vigente, è stata quella di una diga in terra di competenza regionale e, dunque, di altezza non superiore ai 15 metri e di volume inferiore a 1 milione di metri cubi. Analizzando le CTR in scala 1:5000 in ambiente GIS si è identificata una zona idonea a raccogliere i volumi idrici quantificati sulla base di precedenti indagini in 650000 m³. Nello studio si sono analizzate varie ipotesi progettuali, al fine di poter scegliere quella che risponde al meglio alle caratteristiche ipotizzate.

Lo studio ha permesso di determinare le portate di piena di progetto utilizzando il metodo della *piena indice*, per la quale si è scelto un tempo di ritorno di 500 anni data l'importanza dell'opera. Sulla base di tale valore di portata si è dimensionato lo scaricatore di superficie dello sbarramento e in accordo con quanto stabilito dalla normativa vigente si è fissato il franco netto, ovvero la differenza tra la quota di coronamento e la quota di massimo invaso tenendo conto anche della semi-ampiezza dell'onda prevedibile nel serbatoio.

I risultati dello studio costituiscono un utile strumento per un affinamento delle indagini sui tre corsi d'acqua considerati ad un dimensionamento preliminare dello sbarramento sul torrente Zena.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

ARPA Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale. Regione Emilia Romagna. *Annali Idrologici, Parte II* (dal 1997 al 2007). http://www.arpa.emr.it/sim/?idrologia/annali_idrologici.

Autorità di Bacino Fiume Reno. Dati Pluviometrici. <http://www.regione.emilia-romagna.it/bacinoreno/>.

Benson MA: Evaluation of methods for evaluating the occurrence of floods, Water Supply Paper 1550-A, U.S. Geological Survey, Reston, VA, 1962.

Brath, A., Castellarin, A., Franchini, M. e G. Galeati, La stima della portata indice mediante metodi indiretti, L'Acqua, 1999

Brath, A., Franchini M., La valutazione regionale del rischio di piena con il metodo della portata indice, Atti di aggiornamento 6-10 ottobre 1997, BIOS.

Brath, A., Metodologie di valutazione delle portate di piena, In *Moderni criteri di sistemazione degli alvei fluviali* (a cura di U. Maione e A. Brath) BIOS, Cosenza, 1995.

Castellarin, A, Burn, D.H. e A. Brath, *Assessing the effectiveness of hydrological similarity measures for regional flood frequency analysis*, Journal of Hydrology, 2001.

Citrini D e G. Nosedà, Idraulica, CEA, Milano, 1987.

Convenzione di ricerca per attività di studio sul trasporto solido nel bacino del fiume Marecchia. Relazione finale. Aprile 2004.

Dalrymple T: Flood frequency analyses, Water Supply Paper 1543-A, U.S. Geological Survey, Reston, VA, 1960.

Fennessey, N.M. e R.M. Vogel, Regional flow-duration curves for ungauged sites in Massachusetts, Journal of Water Resources Planning and Management, 1990.

Franchini M, Galeati G: La regionalizzazione delle piogge intense mediante il modello TCEV. Un'applicazione alla regione Romagna-Marche, Idrotecnica, 1994.

Franchini M, Galeati G: Analisi regionale dei massimi annuali delle portate al colmo per la regione Romagna-Marche, L'Energia Elettrica, 1996.

Google Earth 2009.

Hostings JRM, Wallis JR, Wood EF: An appraisal of the regional flood frequency procedure in the UK Flood Studies Report, *Hydrological Sciences Journal*, 1985.

Hostings JRM, Wallis JR: The effect of intersite dependence on regional flood frequency analysis, *Water Resources Research*, 1988.

ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Ufficio compartimentale di Bologna. *Annali Idrologici*, parte II (dal 1939 al 1941, dal 1951 al 1979). <http://www.annali.apat.gov.it/site/it-IT/>.

La qualità dei corsi d'acqua della provincia di Bologna: report monitoraggio 2008. http://www.arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=1767&idlivello=112

Lettenmaier DP, Potter KW: Testing flood frequency estimation methods using a regional flood generation model, *Water Resources Research*, 1985.

Lettenmaier DP, Wallis JR, Wood EF: Effect of regional heterogeneity on flood frequency estimation, *Water Resources Research*, 1987.

Materiale fornito dal Consorzio della Bonifica Renana.

Min. Lavv. Pubb., *Annali Idrologici, Parte II* (a cura dell'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale SIMN, Min Lavv. Pubb), dal 1939 al 1941, dal 1951 al 1979.

Norme in materia ambientale. Decreto Legislativo 3 Aprile 2006, n. 152.

Norme tecniche per la progettazione e costruzione delle dighe di sbarramento. Decreto Ministeriale del 24 marzo 1982.

Piano di tutela delle acque, Regione Emilia Romagna. Delibera n. 40 del 21 dicembre 2005

Potter KW, Lettenmaier DP: A comparison of regional flood frequency estimation methods using a resampling method, *Water Resources Research*, 1990.

Smakhtin, V.U., low flow hydrology: a review, *Journal of Hydrology*, 2001.

Stendinger, J.R., Vogel, R.M. e E. Foufoula-Georgiu, Frequency analysis of extreme events, Handbook of Hydrology (a cura di D.A. Maidment), McGraw-Hill, New York, 1993.

Tesi di Dottorato di ricerca in ingegneria agraria di Marco Rigotti, “Validazione in Torrenti Appenninici Monitorati di un Modello Fisicamente Basato per la Stima del Deflusso Solido Sospeso” 2008.

Tesi di Laurea di Alessandro Zerbini, “Progetto di massima di invasi lungo il torrente Sillaro per il sostegno delle portate di magra” 1992-1993.

Tesi di Laurea di Luigi Antonio Guerra, “Progetto di massima di un sistema di laghetti golenali per il sostegno delle portate di magra del torrente Idice” 1995-1996.

Tesi di Laurea di Silvia Susassi, “Interpretazioni ed applicazioni ingegneristiche delle curve di durata”.

Torrente Zena http://it.wikipedia.org/wiki/Zena_%28torrente%29.

Torrente Gaiana: <http://it.wikipedia.org/wiki/Gaiana>.

Torrente

Sellustra:

<http://www.comune.dozza.bo.it/sellustra/mioweb2/II%20bacino%20de1%20Sellustra.htm>;

<http://it.wikipedia.org/wiki/Sellustra>.

Ugo Maione e Armando Brath, La difesa idraulica dei territori fortemente antropizzati, Bios Atti del Corso di aggiornamento 6-10 ottobre 1997.

Using ArcView GIS, ENRI.

Vogel, R.M. e N.M. Fennessey, Flow-duration curves I: a new interpretation and confidence interval, Journal of Water Resources Planning and Management, 1994.

Wallis JR, Wood EF. Relative accuracy of log Pearson III proceduras, ASCE Journal of Hydraulic Engineering, 1985.

Weisberg, S., *Applied Linear Regression*, 2nd edition. John Wiley, New York, 1985.

APPENDICE A: AFFLUSSI METEORICI BACINI DI ZENA, GAIANA E SELLUSTRA

AFFLUSSI METEORICI DEL BACINO DEL TORRENTE ZENA:

Sono elencati di seguito gli afflussi meteorici medi mensili relativi alle tre stazioni di:

- Stazione di Monghidoro (dati dal 1921 al 2004);
- Stazione di Pianoro (dati dal 1921 al 2004);
- Stazione di San Benedetto del Querceto (dati dal 1921 al 2004).

Sono stati inoltre calcolati due valori di pioggia che verranno utilizzati per la quantificazione della risorsa idrica:

- Un valore di pioggia mediana, che corrisponde al valore di afflussi che vengono superati nel 50% dei casi. Questo valore è indicato in tabella come “Mediana (Affl (mm))”.
- Un valore di pioggia per un anno tipico secco, ovvero il valore di pioggia che viene superato nel 5% dei casi. Questo valore è indicato in tabella come “5% (Affl (mm))”.

Stazione di Monghidoro:

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1921	22	105	59	185	142	140	33	53	12	149	115	88	1103
1922	113	65	163	103	11	131	13	3	120	200	21	222	1165
1923	74	153	163	116	28	132	4	25	152	18	193	128	1186
1924	130	122	161	119	125	153	57	74	47	50	3	124	1165
1925	20	124	108	135	96	82	62	35	74	31	213	60	1040
1926	202	24	46	198	97	48	57	85	71	106	183	169	1286
1927	219	125	107	67	114	13	5	1	91	56	213	299	1310
1928	71	24	269	128	58	70	5	17	300	277	261	136	1616
1929	131	83	17	95	72	26	2	84	21	63	163	90	847
1930	60	125	84	97	126	57	33	24	103	40	3	81	833
1931	28	266	82	36	136	22	3	3	71	115	137	15	914
1932	33	31	136	112	71	124	132	0	143	112	111	96	1101
1933	71	171	27	49	88	59	23	33	107	120	202	142	1092
1934	55	134	241	93	83	66	37	64	46	56	142	86	1103
1935	109	114	28	44	89	0	29	110	32	223	117	123	1018
1936	114	100	108	129	95	138	11	41	101	193	64	56	1150
1937	90	48	139	67	44	120	30	272	147	135	92	116	1300

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1938	16	47	0	90	91	68	23	79	44	52	61	110	681
1939	99	28	149	81	366	196	2	68	95	113	44	185	1426
1940	151	63	26	45	114	174	7	50	10	329	216	70	1255
1941	202	169	27	167	118	70	16	27	44	154	114	92	1200
1942	77	230	101	136	65	49	79	13	121	23	111	130	1135
1943	30	106	141	21	102	37	30	93	88	176	129	132	1085
1946	114	1	164	31	96	68	43	8	15	145	250	95	1030
1947	92	201	106	24	145	10	51	69	123	147	105	80	1153
1948	101	62	0	110	139	46	79	47	113	214	114	21	1046
1949	144	8	38	40	102	121	18	19	71	268	286	65	1180
1950	97	79	64	132	36	93	7	20	122	98	49	155	952
1951	185	260	120	64	163	23	40	13	138	181	141	61	1389
1952	88	58	13	73	31	28	66	114	65	64	102	124	826
1953	107	70	2	121	145	122	20	79	30	209	34	50	989
1954	87	97	100	73	103	88	44	69	36	34	157	30	918
1955	35	130	98	17	25	32	97	26	249	133	143	70	1055
1956	67	160	91	159	80	86	7	23	50	47	196	74	1040
1957	147	101	50	128	195	40	39	23	42	82	71	60	978
1958	62	66	91	231	85	52	1	8	63	69	196	143	1067
1959	28	45	176	98	152	109	5	144	128	80	167	330	1462
1960	112	118	158	237	36	89	124	7	81	213	116	175	1466
1961	176	8	17	149	64	53	53	3	21	142	184	104	974
1962	48	42	227	113	32	40	19	2	37	133	175	75	943
1963	147	129	60	88	143	68	51	42	196	41	147	161	1273
1964	4	37	193	85	77	161	77	54	22	317	99	100	1226
1965	159	19	117	176	149	114	17	124	176	23	140	68	1282
1966	105	65	58	90	51	55	30	112	136	182	299	157	1340
1967	31	60	8	78	54	171	15	98	69	21	118	113	836
1968	69	155	14	78	146	216	23	93	52	27	181	127	1181
1969	112	207	119	106	40	68	39	54	53	24	111	117	1050
1970	96	67	121	46	80	102	23	59	12	36	57	202	901
1971	130	69	133	61	33	30	20	4	49	41	201	23	794
1972	189	142	74	259	123	47	83	131	189	65	67	124	1493
1973	144	51	83	118	39	79	37	35	273	113	82	67	1121
1974	44	90	78	74	71	47	34	108	113	107	93	5	864
1975	25	77	71	78	96	35	22	175	46	123	119	112	979
1976	39	137	115	63	69	103	86	151	151	119	159	149	1341
1977	118	69	100	39	75	14	89	132	80	60	150	57	983
1978	112	97	87	216	75	90	42	69	42	154	138	103	1225
1979	101	112	86	111	0	56	46	128	109	126	180	133	1188
1980	138	23	123	93	161	45	22	28	59	133	298	78	1201
1981	81	23	82	33	117	273	25	83	183	131	4	128	1163
1982	51	43	183	56	77	73	65	49	57	87	181	202	1124
1983	8	89	134	42	15	82	31	63	25	52	17	194	752

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1984	69	93	132	150	170	77	16	94	120	197	94	103	1315
1985	146	40	144	35	61	15	3	38	1	94	128	48	753
1986	111	128	158	135	10	117	188	6	52	53	79	44	1081
1987	141	123	57	104	93	45	83	104	42	251	187	84	1314
1988	36	68	67	98	132	170	21	58	52	50	39	17	808
1989	4	61	54	108	106	67	131	96	233	11	77	14	962
1990	23	13	94	176	57	54	84	32	55	200	135	113	1036
1991	59	82	45	131	143	85	2	76	86	211	238	25	1183
1992	52	24	29	98	65	42	22	86	26	297	35	206	982
1993	18	0	131	103	39	21	9	69	72	146	99	88	795
1994	95	46	5	164	50	418	78	12	275	74	73	47	1337
1995	26	75	96	36	96	181	39	106	119	23	88	135	1020
1996	77	89	72	141	91	82	28	44	188	221	172	128	1333
1997	91	30	72	111	31	101	56	96	19	58	222	186	1073
1998	45	55	68	124	115	62	11	48	141	114	81	122	986
1999	79	103	89	76	63	141	24	125	66	168	347	137	1418
2000	28	12	73	123	21	115	60	54	49	145	308	137	1125
2001	144	109	224	135	104	36	39	15	152	52	115	71	1196
2002	42	159	6	178	109	9	88	98	212	136	173	213	1423
2003	133	43	73	136	26	76	22	48	62	140	314	156	1229
2004	109	161	83	123	117	61	73	19	145	163	194	239	1487

Tabella 1 *Afflussi meteorici Stazione di Monghidoro*

Mediana Affl (mm)	5% Afflus (mm)
1112	795,65

Tabella 2 *Mediana e 5° percentile degli afflussi meteorici della stazione di Monghidoro*

Stazione di Pianoro:

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1920	87	30	53	78	60	155	39	77	44	148	146	136	1053
1921	16	81	44	115	70	85	30	23	15	64	108	128	779
1922	66	43	69	93	32	109	50	5	103	126	20	22	738
1923	43	133	106	90	14	89	1	10	72	3	81	71	713
1924	72	56	131	104	89	90	106	47	55	37	10	78	875
1925	15	59	49	72	85	49	57	5	16	5	42	22	476
1926	117	38	53	59	60	50	135	61	75	85	141	101	975
1927	178	79	84	50	149	34	44	21	85	87	69	242	1122
1928	48	21	207	130	104	124	6	4	304	130	153	59	1290
1929	95	74	18	99	46	36	16	46	13	93	195	41	772
1930	72	92	71	57	126	23	63	0	129	61	11	57	762

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1931	2	150	80	66	155	16	12	30	49	41	107	20	728
1932	21	26	130	133	80	106	170	12	66	118	90	64	1016
1933	98	143	12	77	84	102	26	21	52	59	167	129	970
1934	70	121	147	52	120	118	11	152	59	82	116	90	1138
1935	75	61	35	52	110	7	11	47	35	191	93	98	815
1936	72	84	105	126	142	135	9	36	93	157	43	67	1069
1937	59	58	147	68	28	116	20	292	191	101	72	123	1275
1938	8	44	5	69	89	29	37	60	73	42	46	81	583
1939	79	11	177	70	300	130	4	27	49	94	27	102	1070
1940	106	56	37	31	91	160	9	31	11	302	164	52	1050
1941	157	114	25	84	93	95	14	44	59	119	107	82	993
1942	39	164	80	95	59	78	89	11	134	10	56	77	892
1943	19	139	105	21	78	41	23	4	88	134	140	100	892
1946	105	1	107	23	43	33	47	2	3	135	235	104	838
1947	59	96	91	4	102	11	75	88	122	121	77	76	922
1948	71	64	0	77	94	28	90	46	102	243	95	11	921
1949	121	1	27	35	91	70	30	17	29	220	247	46	934
1950	50	57	54	112	28	34	3	22	86	108	44	145	743
1951	162	152	152	53	106	78	106	36	150	210	114	67	1386
1952	69	47	12	46	32	9	54	79	72	121	96	159	796
1953	122	90	3	135	140	85	50	85	19	204	40	51	1024
1954	101	46	75	75	59	42	19	44	28	26	165	16	696
1955	28	101	125	12	40	39	99	107	124	86	109	50	920
1956	67	125	63	146	67	87	12	4	17	81	194	37	900
1957	103	94	46	168	206	50	23	24	55	78	38	21	906
1958	14	41	112	275	27	48	9	11	46	43	199	103	928
1959	14	58	180	56	129	52	9	155	155	30	165	261	1264
1960	69	115	120	253	48	117	110	18	64	155	65	141	1275
1961	84	16	11	177	53	19	33	8	18	99	92	97	707
1962	46	25	101	112	32	69	37	19	19	116	153	46	775
1963	67	79	44	70	133	107	67	30	173	21	97	148	1036
1964	1	35	205	88	25	86	52	43	21	312	60	93	1021
1965	82	5	87	179	119	113	44	109	115	13	159	53	1078
1966	55	60	46	84	32	55	36	76	105	170	230	152	1101
1967	21	24	6	71	73	100	6	90	90	10	118	112	721
1968	58	103	9	37	130	177	44	98	34	41	125	122	978
1969	73	151	111	130	51	64	76	75	51	5	98	89	974
1970	66	52	113	17	95	56	11	37	5	24	30	139	645
1971	84	50	110	52	22	18	37	1	25	24	171	36	630
1972	174	147	80	203	87	40	51	85	180	69	63	90	1269
1973	182	58	88	88	27	50	43	30	248	60	68	37	979
1974	35	62	66	70	67	48	38	51	79	80	68	7	671
1975	17	65	60	29	69	47	25	100	36	166	97	72	783
1976	26	146	84	48	73	56	92	149	127	109	121	109	1140

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1977	55	41	118	36	60	44	52	111	55	53	152	26	803
1978	84	56	66	177	70	56	25	10	21	127	110	91	893
1979	56	138	49	97	0	69	93	135	193	68	170	94	1162
1980	76	8	90	92	168	38	12	31	26	94	292	85	1012
1981	37	17	63	25	96	210	28	123	130	51	5	72	857
1982	32	19	166	52	71	28	76	68	87	47	121	191	958
1983	21	51	101	23	21	72	50	58	26	57	5	105	590
1984	59	74	122	134	162	56	9	118	128	158	77	98	1195
1985	86	37	116	46	74	23	8	52	1	71	136	48	698
1986	76	89	117	127	4	87	163	9	23	41	74	21	831
1987	82	96	45	85	61	25	102	58	27	157	144	77	959
1988	13	60	36	53	134	113	5	22	51	47	44	14	592
1989	1	18	72	86	101	39	141	49	202	9	29	5	752
1990	7	15	99	106	54	29	45	111	60	120	55	57	758
1991	59	48	33	149	115	77	14	17	84	162	171	15	944
1992	21	10	9	48	73	68	53	42	25	185	24	221	779
1993	3	14	142	100	74	19	31	88	44	73	88	73	749
1994	68	29	19	98	28	217	35	16	237	58	65	23	893
1995	11	52	67	28	83	143	18	98	63	28	96	80	767
1996	25	44	23	52	79	22	12	43	102	197	69	108	776
1997	40	16	48	43	18	73	31	64	16	45	168	104	666
1998	25	33	39	17	77	34	19	50	101	74	21	85	575
1999	26	51	31	54	37	83	23	114	69	65	251	63	867
2000	9	4	36	52	20	77	94	42	32	95	117	80	658
2001	132	42	103	127	95	20	5	4	74	33	92	34	761
2002	25	101	4	116	88	20	133	225	174	77	71	167	1201
2003	84	14	65	132	11	77	25	56	96	80	195	64	899
2004	67	141	69	107	65	49	45	56	130	115	119	142	1105

Tabella 3 *Afflussi meteorici Stazione di Pianoro*

Mediana Affl (mm)	5% Afflus (mm)
893	584,4

Tabella 4 *Mediana e 5° percentile degli afflussi meteorici della stazione di Pianoro*

Stazione di San Benedetto del Querceto:

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1921	18	96	37	148	76	111	47	22	12	102	134	119	922
1922	160	77	129	94	19	119	33	11	125	193	31	116	1107
1923	54	145	129	116	14	38	3	2	106	9	157	124	897
1924	110	85	118	115	132	141	60	60	40	49	9	150	1069
1925	18	99	91	101	125	105	54	47	63	75	199	68	1045
1926	138	48	66	125	58	58	87	66	91	85	237	194	1253
1927	169	117	125	68	116	19	25	10	66	80	154	302	1251
1928	77	28	230	163	81	60	19	2	240	211	178	58	1347
1929	98	60	10	86	76	16	0	181	24	91	186	87	915
1930	76	129	149	106	157	97	60	39	114	81	34	58	1100
1931	29	204	87	62	94	23	0	14	88	43	132	22	798
1932	38	16	166	121	78	146	218	2	131	104	90	108	1218
1933	86	190	28	82	107	72	39	23	92	91	167	144	1121
1934	58	123	195	78	63	59	66	83	87	60	142	93	1107
1935	104	95	36	61	71	1	24	103	41	205	124	117	982
1936	98	103	84	125	46	50	15	24	95	177	42	58	917
1937	66	65	224	98	29	102	25	233	123	97	114	116	1292
1938	12	38	1	86	83	76	25	69	56	62	84	89	681
1939	116	17	168	82	335	198	9	83	79	105	45	156	1393
1940	132	62	34	52	82	152	6	50	7	332	227	59	1195
1941	193	149	32	91	110	56	10	35	52	101	105	83	1017
1942	55	177	84	77	48	60	99	11	105	14	102	88	920
1943	19	131	86	13	67	36	40	28	86	132	128	89	855
1949	149	3	36	25	86	94	16	14	66	237	293	50	1069
1950	74	63	50	102	22	67	14	13	138	94	71	150	858
1951	224	192	135	60	135	23	44	12	144	196	189	58	1412
1952	90	69	20	61	46	35	54	113	89	85	113	217	992
1953	124	62	5	134	156	86	13	86	31	207	41	43	988
1954	86	61	103	74	105	63	42	66	49	37	174	39	899
1955	43	147	145	23	10	36	115	30	228	147	143	82	1149
1956	44	124	64	166	70	85	19	11	39	76	207	74	979
1957	103	128	30	105	185	43	28	31	42	91	53	53	892
1958	28	52	98	237	60	44	1	18	46	64	198	152	998
1959	34	50	158	96	129	81	6	133	125	76	154	320	1362
1960	81	164	126	201	35	72	99	5	62	145	100	161	1251
1961	112	13	16	131	50	43	31	25	22	124	140	97	804
1962	49	32	99	106	40	66	15	0	21	127	181	76	812
1963	83	98	53	92	110	58	85	44	135	39	123	150	1070
1964	6	42	202	85	47	93	52	34	14	281	78	98	1032
1965	101	6	110	151	100	89	12	96	140	21	147	59	1032
1966	65	50	55	56	48	30	15	78	125	157	258	154	1091
1967	38	50	7	68	37	173	19	47	76	18	98	111	742
1968	51	131	9	59	112	153	23	53	39	25	185	132	972
1969	80	195	112	137	50	44	52	58	55	23	114	81	1001

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1970	72	50	92	29	84	53	49	39	2	36	51	147	704
1971	106	56	175	52	25	37	21	1	24	42	156	26	721
1972	153	154	69	193	95	43	74	119	189	73	67	100	1329
1973	144	46	71	103	28	71	26	46	217	82	67	43	944
1974	41	87	75	69	63	26	16	53	100	88	63	7	688
1975	25	74	60	53	97	31	16	155	27	126	84	90	838
1976	36	135	75	48	57	62	103	135	105	98	147	154	1155
1977	85	58	96	37	59	22	102	118	50	70	111	33	841
1978	74	68	68	215	66	68	30	37	37	143	68	93	967
1979	83	130	78	114	0	61	35	105	125	101	216	107	1155
1980	105	17	140	110	178	41	18	24	36	108	253	98	1128
1981	44	27	81	33	92	190	21	34	160	105	3	127	917
1982	35	40	190	63	70	46	50	50	53	64	220	230	1111
1983	11	67	125	42	31	82	25	85	20	47	23	157	715
1984	67	78	100	167	169	88	13	60	125	218	95	97	1277
1985	94	42	137	39	58	17	6	36	0	102	112	43	686
1986	131	119	124	112	4	105	149	6	46	51	79	35	961
1987	118	101	53	76	73	28	70	94	31	215	187	82	1128
1988	25	66	46	58	107	177	18	67	42	43	39	13	701
1989	0	48	49	90	83	52	120	94	212	11	65	12	836
1990	16	11	86	127	39	35	69	48	74	196	120	60	881
1991	70	66	38	124	139	98	25	36	84	193	214	20	1107
1992	53	18	21	84	70	37	25	51	23	219	34	200	835
1993	10	0	162	94	98	16	13	74	53	130	93	77	820
1994	91	30	4	154	49	362	51	13	261	71	51	33	1170
1995	27	61	104	33	78	214	20	117	94	38	89	119	994
1996	54	74	73	112	79	28	26	41	183	170	126	99	1065
1997	56	26	51	80	22	91	43	76	19	57	157	134	812
1998	35	47	51	89	85	37	14	27	110	92	50	106	743
1999	53	72	61	58	31	119	63	81	43	98	337	97	1113
2000	32	8	35	63	6	73	41	57	39	103	153	88	698
2001	111	88	119	121	74	41	36	23	102	33	106	118	972
2002	21	117	5	138	123	29	96	118	204	86	110	169	1216
2003	119	24	70	119	30	58	22	25	97	80	252	84	980
2004	73	104	77	104	61	46	70	20	112	123	136	185	1111

Tabella 5 *Afflussi meteorici Stazione di San Benedetto del Querceto*

Mediana Affl (mm)	5% Afflus (mm)
981	595,15

Tabella 6 *Mediana e 5° percentile degli afflussi meteorici della stazione di San Benedetto del Querceto*

Per determinare la pioggia totale che cade sull'intero bacino si procede con il metodo dei Poligoni di Thiessen. Il procedimento prevede di individuare su una carta topografica le stazioni pluviometriche e assegnare a ciascuna di esse il valore di pioggia di interesse. Esse sono poi collegate con una maglia triangolare; si tracciano quindi gli assi dei lati dei triangoli così formati. Detti assi delimitano una porzione di area che racchiude una sola stazione: tale area è detta topoieta o poligono di Thiessen. Alla base di detta rappresentazione si considera che a tutta la superficie del topoieta si assegna la stessa precipitazione misurata nella stazione pluviometrica da esso contenuta.

Per determinare la pioggia che cade sull'intero bacino:

$$P_{tot} = \frac{\Sigma(P_i * A_i)}{A_{tot}}$$

Dove:

- P_i rappresenta la pioggia totale caduta nella stazione pluviometrica i ;
- A_i rappresenta la porzione di area che racchiude la stazione i ;
- A_{tot} rappresenta l'area totale $A_{tot} = \Sigma A_i$.

Le aree che competono ad ogni stazione, insieme al valore di pioggia corrispondente e alla pioggia totale P_{tot} per il bacino sotteso dal'invaso sono elencate nella *Tabella 7*.

	Area di influenza Km²	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))
Stazione di Monghidoro	3,74	1112,00	795,65
Stazione di Pianoro	0,19	893,00	584,40
Stazione di San Benedetto del Querceto	15,71	981,00	595,15
Zena (superficie totale del bacino)	19,64	1005,09	633,23

Tabella 7 *Mediana e Afflussi meteorici totali per il bacino sotteso dell'invaso del torrente Zena*

AFFLUSSI METEORICI DEL BACINO DEL TORRENTE GAIANA:

Per questo bacino è disponibile una sola stazione utile, quella della Quaderna a Palesio. Per determinare la pioggia totale si fa riferimento quindi a solo questa.

Stazione Quaderna a Palesio:

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1956	49,5	86,7	41,3	143	76,6	58,5	7,9	15	26,4	44,1	164,9	36,1	750
1957	104,7	73,9	35,7	137,2	177,1	45,5	25,5	22,3	40,6	81,6	22,2	24,2	790,5
1958	14	37,5	93,5	237,7	24,7	50,1	1,3	14,4	37,5	47,8	220,4	96,1	875
1959	15,8	32,2	149,3	58	111,3	43,9	6,1	103,4	147,3	30,4	154	259,3	1111
1960	69,2	92,6	125,2	203,4	41,5	93,5	94,1	22	63,8	109,9	65,4	119,1	1099,7
1961	86,7	3,2	7,7	105,9	41,5	37	22,1	19,3	18,9	120,5	94,8	92,4	650
1962	47,4	25,4	97,3	81	34,3	104,3	9,9	14	22,1	83,1	122,1	49,2	690,1
1963	83	62,7	38,7	46,5	143,1	102,1	68,5	31,7	173	21,4	69,1	135,2	975
1964	1,6	30,2	196,7	60,7	34,6	47,4	71,5	49,3	22	308,2	66,8	111	1000
1965	75,2	4,1	92,8	135,9	86,9	123,5	86,1	80,6	67,8	10	130	57,1	950
1966	62,8	48,3	53,3	53,5	46,7	29	14,9	75,5	120,7	151,2	249,2	148,1	1053,2
1967	28,3	36,2	6,6	67,1	28	113,7	19,2	64,8	56,3	11,9	87,6	94	613,7
1968	45,5	96,8	7,8	50	116,7	159,2	31,2	96,3	39	34,8	151,5	121,2	950
1969	58,4	124,2	88	132,4	60,6	34,9	40,6	55,8	55	15,2	101,1	83,8	850
1970	61,3	33,5	102,6	24,1	90,3	45,1	33,5	44,8	3,9	23,4	41	120,1	623,6
1971	84,9	41,9	102,1	51,9	31,2	37,7	11,6	1,4	23,9	39,5	132,1	31,6	289,8
1972	147,5	140,3	59,8	203,4	73,5	39,7	65,5	108,8	181,7	63,9	59,9	81	1225
1973	149,6	46,8	75,2	96,6	25,5	64,2	32,9	31,1	257,8	68,9	67,6	33,8	950
1974	27,2	54,4	46,6	58,6	65,6	43,2	23,6	54,8	38	93,8	67,2	15,4	588,4
1975	25,2	59	52,6	35,2	57	65,5	62	107	44,6	156,2	79,4	55,4	798,8
1976	22,6	123,7	73,5	34,3	40,2	40,2	78,6	139,3	100,6	90,2	110	114,3	967,5
1977	64	49,2	73,4	36,5	53,4	17,9	88,3	98,8	52,5	57,8	110,8	30	732,6
1978	86,8	37,2	72,8	149	64	50,6	38,4	25,2	17,4	126,8	52,4	114,8	835,4
1979	550,2	101,4	51,2	81,2	0	60,6	57	99,4	154,2	73,2	169	77,2	979,6

Tabella 8 *Afflussi meteorici Stazione della Quaderna a Palesio*

Mediana Affl (mm)	5% Afflus (mm)
862,5	592,195

Tabella 9 *Mediana e Afflussi meteorici totali per il bacino sotteso dell'invaso del torrente Gaiana*

AFFLUSSI METEORICI DEL BACINO DEL TORRENTE SELLUSTRA:

Stazione di San Clemente:

Per questo bacino è disponibile una sola stazione utile, quella di San Clemente. Per determinare la pioggia totale si fa riferimento quindi a solo questa.

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1962	40	22	105	94	51	97	23	8	33	118	135	57	783
1963	80	75	50	51	116	105	68	33	218	22	71	121	1010
1964	3	33	196	67	46	67	58	36	31	321	66	90	1014
1965	94	5	91	141	125	127	40	82	81	32	139	53	1010
1966	38	36	67	75	29	81	33	101	109	140	252	144	1105
1967	29	29	7	69	53	97	19	116	61	8	88	112	688
1968	32	100	10	56	129	178	32	107	35	46	140	104	969
1969	39	93	87	161	72	28	37	88	53	19	91	80	848
1970	63	51	107	23	104	66	44	67	3	36	42	127	733
1971	90	46	110	56	55	45	13	6	29	45	144	34	673
1972	153	152	69	219	66	66	87	98	183	66	66	69	1294
1973	152	48	80	91	21	68	22	42	310	91	73	32	1030
1974	30	61	51	65	73	56	26	61	42	104	75	17	661
1975	28	66	59	39	63	72	69	119	50	173	88	62	888
1976	21	123	84	45	39	45	88	132	112	94	121	114	1018
1977	46	51	84	42	68	15	91	129	52	53	142	21	794
1978	87	37	73	149	64	51	38	25	17	127	52	115	835
1979	55	101	51	81	0	61	57	99	154	73	169	77	978
1980	57	8	82	80	166	31	29	47	57	63	255	81	956
1981	31	19	53	26	65	184	11	73	122	53	4	78	719
1982	21	28	136	54	62	60	111	82	50	62	131	187	984
1983	11	51	119	24	23	96	38	90	22	57	11	77	619
1984	58	73	105	128	150	92	18	105	100	135	69	80	1113
1985	54	37	96	41	68	19	2	28	28	82	106	37	598
1986	58	87	108	112	10	73	123	27	37	46	63	23	767
1987	74	84	43	60	50	27	21	44	37	178	134	68	820
1988	16	60	31	65	81	125	7	12	49	55	34	11	546
1989	4	15	41	73	52	44	118	88	181	14	55	3	688
1990	6	11	85	73	50	63	70	8	59	141	61	49	676
1991	72	57	35	131	114	72	20	25	63	116	166	24	895
1992	47	16	17	42	88	27	52	49	27	185	29	160	739
1993	5	1	158	81	33	28	14	61	36	90	92	59	658
1994	79	27	21	107	38	216	48	3	192	74	35	25	865
1995	14	56	95	24	78	162	12	91	49	33	95	81	790
1996	52	93	70	71	102	30	33	76	164	188	74	104	1057
1997	77	24	67	86	25	66	32	83	29	56	142	120	807

Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Totale
1998	25	39	52	44	90	40	58	63	103	93	21	94	722
1999	37	41	41	50	26	68	52	111	43	91	286	86	932
2000	22	5	18	45	87	83	70	50	29	114	119	78	720
2001	104	43	71	71	55	25	35	44	80	35	72	40	675
2002	18	76	4	124	65	61	82	129	193	58	62	134	1006
2003	73	16	67	96	9	45	3	32	75	80	202	58	756
2004	58	104	61	112	42	34	44	18	101	83	107	150	914

Tabella 10 *Afflussi meteorici Stazione di San Clemente*

Mediana Affl (mm)	5% Afflus (mm)
820	622,9

Tabella 11 *Mediana e Afflussi meteorici totali per il bacino sotteso dell'invaso del torrente Sellustra*

APPENDICE B: DATI IDRO-PLUVIOMETRICI REPERITI

Sono elencati di seguito tutti i dati desunti dagli *Annali idrologici (Parte II)* relativi alle durate delle portate, agli afflussi medi mensili e alle portate medie mensili delle stazioni di misura situate lungo gli alvei dei maggiori torrenti e fiumi siti nella provincia di Bologna.

STAZIONE RENO A PRACCHIA:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	40 km ² praticamente impermeabile	1640 m s.l.m	890,00 m s.l.m	609,84 m s.l.m	1924

Tabella 12 Caratteristiche stazione Reno a Pracchia

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1939	21,70				2,40		1,18	0,57		0,16
1940	65,00				1,94		0,97	0,60		0,10
1941	35,50				2,37		1,11	0,34		0,08
1951	76,40	15,40			3,17		1,14	0,25	0,11	0,05
1952	32,00	13,20			2,01		0,95	0,34	0,11	0,05
1953	21,00	6,58			1,08		0,71	0,42	0,13	0,09
1954	18,90	7,84			1,68		0,78	0,38	0,18	0,14
1955	30,20	11,90			1,31		0,55	0,21	0,07	0,07
1956	28,10	6,45			1,16		0,62	0,24	0,07	0,05
1957	23,20	9,41			1,45		0,64	0,15	0,07	0,06
1958	28,70	10,60			1,82		0,62	0,19	0,09	0,07
1959	34,80	15,70			2,13		0,97	0,23	0,09	0,08
1960	33,80	16,30			3,32		1,34	0,35	0,11	0,07
1961	38,60	11,30			1,56		0,62	0,27	0,11	0,08
1962	27,20	5,58	3,35	2,14	1,61	1,07	0,62	0,16	0,08	0,06
1963	23,60	16,20	6,09	3,31	2,44	1,53	1,10	0,52	0,20	0,13

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1964	30,20	10,90	5,06	2,69	1,78	1,07	0,70	0,31	0,08	0,06
1965	37,70	15,70	6,29	3,44	2,37	1,72	1,21	0,48	0,13	0,12
1966	66,70	15,00	5,43	2,76	2,11	1,51	1,02	0,25	0,09	0,06
1967	35,00	6,38	3,32	1,95	1,30	0,99	0,76	0,26	0,10	0,07
1968	46,10	9,71	5,14	2,63	1,99	1,49	1,10	0,59	0,22	0,12
1969	63,60	8,40	3,86	2,43	1,82	1,38	0,95	0,20	0,10	0,09
1970	30,30	10,50	4,79	2,53	1,91	1,34	0,77	0,18	0,09	0,07
1971	26,10	8,36	3,67	1,97	1,44	1,03	0,61	0,23	1,10	0,06
1972	41,60	9,72	4,61	2,74	2,03	1,32	0,88	0,41	0,08	0,07
1973	25,70	8,29	3,72	1,82	1,14	0,80	0,57	0,36	0,11	0,04
1974	30,40	9,58	3,30	1,99	1,23	0,80	0,59	0,34	0,08	0,06
1975	38,40	10,90	4,29	2,46	1,74	1,02	0,77	0,32	0,13	0,08
1976	41,90	10,10	4,50	2,78	1,68	1,23	0,83	0,42	0,13	0,09
1977	42,70	14,40	6,58	3,51	2,32	1,41	0,96	0,34	0,17	0,15
1978	54,30	11,70	5,34	2,80	2,00	1,41	0,92	0,30	0,16	0,04
1979	61,60	18,90	8,00	4,26	2,77	1,69	1,06	0,28	0,08	0,06
2003	27,70	9,17	2,47	1,32	0,95	0,68	0,49	0,11	0,03	0,02
2004	60,50	10,30	3,63	2,00	1,28	0,91	0,74	0,25	0,12	0,02
2005	26,00	5,42	2,60	1,49	1,12	0,85	0,61	0,37	0,26	0,22
2006	60,50	5,44	2,81	1,67	1,26	0,87	0,61	0,31	0,22	0,02
2007	8,79	3,81	2,02	1,46	1,07	0,75	0,50	0,32	0,22	0,18

Tabella 13 Durata delle portate Reno a Pracchia

ANNO	AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)												
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1939	222,4	96,3	103,6	78,6	376,1	126,0	9,3	141,1	211,4	358,1	174,5	234,7	2132,1
1940	89,0	193,5	123,0	49,6	192,9	358,6	60,4	87,6	147,8	395,2	478,3	32,0	2207,9
1941	449,5	496,5	143,1	303,0	224,4	135,1	53,1	43,1	54,5	139,9	158,7	164,6	2365,5
1951	375,6	624,3	317,2	94,4	125,7	82,7	39,8	21,2	149,0	153,3	521,7	143,1	2650,0
1952	223,6	266,2	40,3	129,5	108,5	25,9	77,6	174,3	262,1	303,8	251,9	460,2	2350,9
1953	70,4	122,0	4,3	182,9	117,0	161,0	56,5	94,1	106,8	409,0	43,2	153,0	1520,2

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1954	121,9	229,2	209,4	188,9	230,0	87,6	72,3	163,6	57,3	230,4	163,9	151,6	1906,1
1955	190,6	395,6	193,0	13,9	68,1	39,9	80,8	30,8	162,9	176,4	184,5	388,0	1924,5
1956	243,9	70,9	254,8	245,7	78,1	140,8	26,4	25,0	99,2	141,6	178,5	52,3	1557,2
1957	144,7	317,0	51,4	173,3	153,5	63,8	52,6	29,7	29,8	117,1	181,9	282,4	1597,2
1958	208,2	199,1	135,2	213,1	107,5	95,8	23,1	18,0	46,5	164,7	207,0	497,4	1915,0
1959	166,9	47,5	210,4	216,9	203,2	64,3	82,1	89,6	118,8	266,8	365,2	668,3	2500,0
1960	177,8	467,5	314,0	178,7	18,0	126,9	85,3	46,3	269,9	506,8	322,9	361,2	2875,3
1961	304,1	61,4	21,4	238,5	110,1	64,4	48,7	17,1	30,2	362,6	499,4	242,1	2000,0
1962	171,2	130,9	294,3	216,2	81,5	73,9	32,2	7,7	54,6	163,0	294,0	159,7	1679,2
1963	360,3	202,9	248,3	195,4	88,2	93,2	40,3	163,6	328,3	108,8	410,4	167,9	2407,6
1964	13,6	226,2	307,2	98,1	66,8	100,7	193,0	74,5	99,2	572,1	146,2	304,8	2202,4
1965	251,9	6,0	307,0	137,7	173,0	157,9	17,1	107,3	395,2	13,4	459,2	227,6	2253,3
1966	118,5	234,7	76,3	250,1	138,9	56,3	78,8	80,6	170,6	377,2	504,1	362,0	2448,1
1967	86,7	115,8	237,1	104,5	98,1	100,7	34,9	40,0	201,9	118,0	439,1	197,9	1774,7
1968	95,5	497,1	63,9	141,6	179,6	116,9	79,9	209,4	74,4	82,4	237,9	221,4	2000,0
1969	383,8	350,7	192,5	143,3	96,1	96,9	47,5	76,9	151,4	10,1	330,9	100,3	1980,4
1970	394,9	205,2	257,6	122,2	132,5	76,4	26,6	118,3	14,7	68,4	259,0	311,6	1987,4
1971	315,1	163,0	236,0	140,0	165,6	79,6	43,5	43,6	97,1	99,4	306,5	51,8	1741,2
1972	180,6	239,3	172,1	214,0	115,5	91,4	79,8	73,6	288,0	151,4	207,0	174,7	1987,4
1973	221,2	94,2	39,3	149,8	34,8	92,7	39,5	36,3	309,8	295,5	133,5	214,0	1660,6
1974	135,5	360,6	113,9	232,0	130,5	103,2	44,9	77,0	181,8	236,8	162,1	39,4	1817,7
1975	162,8	114,5	302,3	233,3	126,7	73,8	27,9	133,9	123,6	132,9	241,8	312,5	1986,0
1976	60,6	123,3	119,8	114,7	69,0	43,1	76,8	150,7	275,2	266,1	208,8	496,4	1994,5
1977	554,8	341,5	267,7	52,6	211,7	74,4	105,4	237,4	36,6	65,5	225,4	160,2	2333,2
1978	271,4	754,7	179,9	288,7	174,7	136,7	82,6	99,7	42,4	147,5	66,6	272,6	2017,5
1979	617,5	296,9	327,0	360,5	49,4	95,5	34,3	195,7	144,3	220,9	202,1	259,6	2803,7
2003	140,6	60,9	53,9	134,2	30,6	49,6	13,9	30,1	67,2	248,9	479,0	229,2	1538,1
2004	235,0	102,0	90,0	225,0	51,0	83,0	23,0	50,0	113,0	417,0	802,0	384,0	2574,0
2005	85,8	68,0	109,8	228,7	65,9	26,3	103,0	119,1	121,3	164,3	335,2	242,6	1670,0
2006	174,0	135,0	105,0	194,0	114,0	54,0	65,0	75,0	126,0	301,0	454,0	295,0	2092,0
2007	134,5	236,8	150,6	18,7	174,9	35,7	18,8	96,4	130,0	161,8	118,4	115,7	1392,3

Tabella 14 Afflussi meteorici Reno a Pracchia

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1939	3,64	1,64	0,98	1,17	4,46	1,86	0,32	0,36	1,31	3,56	2,95	2,96	2,11	51,6	1626,8	0,76

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media}	Q _{media}	Deflusso	coef.
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	(m ³ /s)	(l/s km ²)	(mm)	Deflusso
1940	0,94	4,17	1,58	0,80	1,60	4,76	0,78	0,30	0,71	4,08	7,56	0,93	2,33	57,0	1800,0	0,82
1941	6,53	7,16	2,41	4,23	2,91	1,54	0,38	0,28	0,20	0,23	1,28	1,82	2,38	58,2	1835,7	0,78
1951	5,66	9,58	5,01	2,26	1,51	0,56	0,24	0,15	0,41	0,82	6,34	1,18	2,81	68,7	2168,6	0,82
1952	2,12	3,99	0,97	1,47	1,40	0,32	0,18	0,32	0,94	0,34	0,37	0,61	2,07	50,6	1603,8	0,68
1953	1,12	1,50	0,81	1,96	0,75	1,99	0,44	0,21	0,24	3,51	0,98	1,38	1,24	30,3	954,4	0,63
1954	1,12	2,72	2,78	1,81	3,66	0,87	0,39	0,39	0,23	1,26	1,36	2,42	1,53	37,4	1179,2	0,62
1955	2,22	4,74	2,99	0,80	0,36	0,22	0,22	0,11	0,19	0,66	2,00	4,66	1,58	38,6	1219,3	0,63
1956	3,10	0,76	3,63	3,16	1,14	0,96	0,28	0,12	0,15	0,30	1,30	0,53	1,29	31,5	995,2	0,64
1957	1,66	4,89	1,23	2,35	1,42	1,01	0,35	0,13	0,11	0,14	1,12	3,32	1,45	35,5	1120,0	0,70
1958	3,10	2,63	1,86	2,93	1,18	0,49	0,20	0,12	0,11	0,28	1,19	6,56	1,71	42,1	1326,8	0,69
1959	2,26	0,97	1,95	3,30	2,02	0,61	0,25	0,21	0,28	2,11	4,99	9,05	2,35	57,5	1008,8	0,72
1960	2,66	7,35	4,69	1,91	0,85	0,38	0,28	0,19	1,02	5,96	5,31	5,16	2,67	72,6	2292,4	0,80
1961	4,75	1,21	0,44	2,50	0,84	2,79	0,26	0,18	0,16	1,34	6,18	2,82	1,79	43,8	1378,6	0,69
1962	2,58	1,23	3,88	2,86	0,78	0,60	0,19	0,12	0,12	0,22	2,50	1,52	1,38	33,7	1066,4	0,64
1963	5,26	2,27	3,55	3,25	0,80	0,62	0,29	0,33	2,33	1,37	5,23	2,10	2,28	55,7	1756,7	0,73
1964	0,74	2,60	3,85	1,48	0,64	0,36	0,82	0,19	0,17	4,99	1,62	4,11	1,80	44,0	1394,9	0,63
1965	3,91	1,11	4,35	1,56	1,68	2,98	0,28	0,23	3,09	0,74	5,52	3,66	2,43	59,4	1871,6	0,83
1966	1,89	3,28	0,93	3,10	2,01	0,31	0,17	0,19	0,35	3,59	6,21	5,10	2,25	55,0	1735,9	0,71
1967	1,32	1,46	3,40	1,40	0,85	0,72	0,24	0,14	0,41	0,57	4,06	2,31	1,40	34,2	1080,9	0,61
1968	1,89	7,84	1,49	1,51	2,08	1,25	0,36	0,90	0,69	0,53	3,70	3,94	2,15	52,6	1665,4	0,83
1969	5,74	4,19	3,19	2,08	1,14	0,70	0,20	0,18	0,47	0,12	2,08	1,22	1,76	43,0	1358,0	0,68
1970	6,24	2,95	2,99	2,07	1,58	0,73	0,27	0,19	0,12	0,16	1,60	2,94	1,82	44,5	1405,5	0,71
1971	4,51	2,56	3,14	2,28	1,54	0,98	0,30	0,19	0,23	0,27	1,40	0,82	1,51	36,9	1166,8	0,67
1972	1,70	3,14	2,35	1,67	0,58	0,23	0,11	2,97	1,38	3,30	2,93	1,94	1,94	47,4	1497,3	0,75
1973	3,10	1,14	0,57	1,67	0,55	0,62	0,21	0,14	1,69	3,31	1,34	2,54	1,41	34,5	1087,2	0,65
1974	1,91	4,78	1,27	2,26	1,71	0,36	0,38	0,20	0,24	1,39	1,38	0,64	1,35	33,0	1043,6	0,57
1975	1,61	1,71	3,03	4,22	1,33	0,71	0,31	0,22	0,42	0,54	2,71	4,40	1,76	43,0	1360,8	0,69
1976	0,54	1,65	1,32	1,13	1,00	0,31	0,18	0,26	1,68	2,65	3,71	7,34	1,82	44,5	1404,1	0,70
1977	9,48	6,00	3,31	1,21	2,14	0,57	0,34	0,98	0,30	0,28	1,83	2,52	2,41	58,9	1857,3	0,80
1978	3,81	4,63	2,65	3,59	2,14	0,83	0,66	0,41	0,22	0,54	0,33	3,10	1,89	46,2	1459,6	0,72
1979	8,53	4,88	4,94	5,42	1,74	0,36	0,19	0,50	0,51	1,82	3,70	2,96	2,96	72,1	2275,2	0,81
2003	2,26	1,10	0,67	1,02	0,37	0,22	0,10	0,04	0,06	0,44	4,54	2,82	1,13	28,3	892,6	0,58
2004	1,72	1,35	2,18	1,59	1,73	0,97	0,37	0,29	0,60	2,57	3,08	3,71	1,68	42,1	1327,0	0,52
2005	0,81	0,41	1,41	2,79	0,92	0,43	0,42	0,34	0,43	0,66	2,22	2,92	1,15	28,7	904,9	0,54
2006	1,68	1,38	2,07	1,67	1,77	0,86	0,36	0,28	0,56	2,29	2,87	3,55	1,61	40,3	1272,0	0,61
2007	1,38	2,98	1,50	0,94	1,11	0,46	0,33	0,34	0,31	0,18	0,18	0,29	0,91	22,8	719,4	0,52

Tabella 15 Portate medie mensili Reno a Pracchia

STAZIONE RENO A MOLINO DEL PALLONE:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	89,2 km ² praticamente impermeabile	1732m s.l.m	951m s.l.m.	530m s.l.m.	1947

Tabella 16 Caratteristiche stazione Reno a Molino del Pallone

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1951	182,00	40,40			6,25		3,13	0,69	0,32	0,30
1952	62,70	21,40			4,33		2,37	0,80	0,38	0,30
1953	27,70	10,00			2,85		1,75	0,98	0,42	0,36
1954	26,30	13,40			4,15		1,55	0,81	0,37	0,33
1955	44,60	16,10			4,31		1,37	0,54	0,27	0,25
1956	33,60	13,50			3,49		1,84	0,65	0,29	0,21
1957	32,10	14,20			3,71		1,55	0,48	0,24	0,16
1958	51,50	15,70			4,30		1,59	0,55	0,26	0,23
1959	59,80	21,10			5,57		2,60	0,75	0,38	0,36
1960	54,90	20,80			7,05		3,69	0,98	0,32	0,28
1961	99,00	21,40			3,43		1,59	0,61	0,26	0,22
1962	34,20	13,10	7,30	4,80	3,61	2,60	1,99	0,48	0,25	0,23
1963	33,40	23,30	10,90	7,14	5,14	3,55	2,54	1,44	0,50	0,45
1964	32,90	16,60	9,60	6,30	4,47	2,71	2,01	0,76	0,36	0,29
1965	76,20	28,70	11,60	7,11	5,31	3,93	2,88	1,40	0,42	0,36
1966	194,00	29,20	9,83	6,26	4,76	3,34	2,31	0,86	0,35	0,29
1967	93,70	19,90	7,22	4,26	2,92	2,29	1,95	0,60	0,36	0,30
1968	112,00	27,70	10,50	5,11	3,69	2,87	2,47	1,34	0,74	0,58
1969	112,00	13,50	8,12	5,50	4,23	2,99	1,72	0,55	0,30	0,30
1970	52,60	15,80	8,64	5,74	4,56	3,18	1,71	0,43	0,27	0,26

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1971	41,40	12,80	6,44	4,51	3,33	2,48	1,64	0,49	0,26	0,26
1972	51,20	13,40	7,36	5,31	4,30	2,45	1,28	0,44	0,96	0,36
1973	40,50	11,10	5,58	3,30	2,62	2,19	1,70	0,77	0,25	0,19
1974	43,80	12,50	5,25	3,84	2,96	2,26	1,79	0,97	0,29	0,27
1975	56,80	13,30	6,39	3,99	3,17	2,34	1,65	0,68	0,38	0,31
1976	71,20	15,00	7,13	4,63	3,35	2,55	2,09	1,07	0,56	0,46

Tabella 17 Durata delle portate Reno Molino del Pallone

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1951	384,1	614,2	311,6	94,1	123,8	74,6	34,7	18,5	133,7	141,2	503,9	134,2	2568,6
1952	213,6	257,7	36,3	138,1	107,8	24,2	76,2	172,9	247,2	322,4	242,9	429,9	2269,2
1953	64,3	110,6	4,0	175,4	112,4	140,7	51,1	81,0	103,7	395,0	44,1	160,4	1442,7
1954	110,2	222,3	189,4	172,1	200,1	81,1	68,1	142,2	49,6	221,4	159,7	159,4	1775,6
1955	202,9	370,0	196,6	12,9	67,1	39,7	73,1	28,0	162,4	175,2	182,8	376,3	1887,0
1956	239,5	66,2	225,5	236,7	68,5	136,9	21,0	26,4	101,2	136,7	171,7	57,4	1487,7
1957	139,0	304,6	49,3	166,5	147,5	61,3	50,5	28,5	28,7	112,5	174,8	271,3	1534,5
1958	199,6	190,8	129,6	204,3	103,0	91,9	22,2	17,2	44,5	157,8	198,4	476,8	1836,1
1959	158,0	44,9	199,2	205,3	192,4	60,9	77,7	84,9	112,5	252,6	345,7	632,6	2366,7
1960	162,3	426,9	286,8	163,2	16,5	115,9	77,9	42,3	246,5	462,9	295,0	329,9	2626,1
1961	289,7	58,5	20,4	227,2	104,9	61,4	46,4	16,2	28,8	345,4	475,7	230,7	1905,3
1962	162,4	124,2	279,2	205,1	77,2	70,1	30,6	7,3	51,7	154,7	279,0	151,7	1593,0
1963	336,5	189,5	231,9	182,5	82,5	87,1	37,7	152,9	306,7	101,6	383,3	156,2	2248,4
1964	13,0	216,8	294,5	94,0	64,0	96,5	185,0	71,4	95,1	548,3	140,1	292,2	2110,9
1965	250,8	5,9	305,6	137,1	172,2	157,1	17,0	106,8	393,5	13,3	457,1	226,6	2243,0
1966	113,4	224,7	73,0	239,6	133,0	53,8	75,5	77,2	163,4	361,2	572,7	508,6	2596,1
1967	83,1	111,9	219,8	110,9	97,2	100,9	25,1	41,3	174,9	107,4	419,4	199,3	1691,2
1968	98,9	521,5	67,7	144,6	192,9	139,1	88,7	199,5	83,9	80,9	236,9	249,0	2103,4
1969	372,2	345,4	187,3	154,9	97,4	100,6	52,5	81,2	141,1	14,6	321,5	103,8	1972,5
1970	392,2	208,2	248,1	133,1	146,8	88,8	47,1	112,7	14,0	68,2	260,1	317,9	2037,2
1971	333,1	161,5	255,8	146,5	168,0	85,8	71,3	49,9	95,5	94,0	312,1	51,0	1824,3
1972	215,0	254,7	197,1	239,4	146,1	93,3	85,2	89,9	292,2	161,6	227,6	188,8	2190,9
1973	235,9	96,4	54,0	162,2	38,6	111,8	44,3	42,9	332,6	295,4	141,8	216,7	1772,6

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1974	141,0	375,2	123,5	236,3	136,5	116,6	49,7	93,1	193,5	266,4	172,9	38,1	1942,8
1975	162,3	133,4	325,5	263,0	133,2	72,4	28,4	167,6	131,0	138,5	251,4	352,8	2159,5
1976	78,4	137,6	111,1	120,5	78,5	57,4	87,4	173,5	291,6	285,3	230,0	522,5	2173,8

Tabella 18 Afflussi meteorici Reno a Molino del Pallone

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1951	10,70	25,60	14,20	5,29	3,53	1,62	0,69	0,38	0,57	1,58	12,90	4,11	6,63	74,3	2345,2	0,91
1952	4,14	7,78	2,49	3,41	3,14	0,82	0,47	0,79	1,91	6,58	7,11	11,10	4,13	46,3	1463,7	0,65
1953	3,15	3,34	2,02	3,91	1,93	3,51	0,91	0,60	0,60	5,36	2,28	2,77	2,52	28,3	892,0	0,62
1954	1,93	4,85	7,05	4,11	6,06	1,80	0,77	0,72	0,46	2,04	2,70	4,61	3,09	34,6	1091,0	0,61
1955	4,61	8,75	7,65	1,98	0,97	0,56	0,51	0,31	0,56	1,99	4,32	8,74	3,39	38,0	1196,8	0,63
1956	7,97	2,33	6,53	5,73	3,30	2,12	0,82	0,48	0,37	0,72	3,06	1,69	2,93	32,8	1038,7	0,70
1957	2,68	8,04	3,42	5,45	3,92	2,77	0,77	0,47	0,33	0,35	1,93	5,18	2,91	32,6	1027,5	0,67
1958	5,41	4,96	4,07	6,30	2,88	1,22	0,65	0,37	0,31	0,75	2,29	10,90	3,34	37,4	1180,9	0,64
1959	4,98	2,19	3,90	6,11	5,00	1,71	0,74	0,54	0,85	3,62	8,35	15,80	4,50	50,4	1592,0	0,67
1960	6,77	12,90	8,14	4,70	2,48	0,95	0,86	0,44	1,64	10,00	8,61	8,71	5,49	61,5	1947,7	0,74
1961	10,60	3,21	1,34	5,08	2,24	1,52	0,57	0,40	0,30	2,67	14,00	5,70	3,96	44,4	1401,5	0,74
1962	5,93	3,28	6,68	6,68	2,00	1,35	0,69	0,34	0,29	0,57	4,57	3,55	2,99	33,5	1056,7	0,66
1963	9,28	3,78	6,92	7,21	2,90	1,97	0,68	0,67	3,83	2,89	8,06	3,88	4,33	48,5	1531,2	0,68
1964	2,20	4,60	7,85	3,48	1,35	0,67	1,71	0,58	0,44	8,53	3,93	7,31	3,57	40,0	1263,9	0,60
1965	7,21	2,64	8,89	4,11	4,38	6,04	0,87	0,58	6,65	1,79	9,95	7,79	5,08	57,0	1794,9	0,80
1966	4,18	5,83	2,12	5,76	4,12	1,10	0,64	0,41	0,72	6,59	18,30	16,90	5,54	62,1	1959,6	0,75
1967	3,40	3,61	8,81	3,50	2,65	1,61	0,59	0,40	1,04	1,26	9,97	4,85	3,47	38,9	1225,8	0,72
1968	3,55	20,50	3,16	3,94	5,06	3,15	1,12	1,76	1,44	1,07	7,29	7,34	4,87	54,6	1726,9	0,82
1969	9,59	7,52	7,89	5,33	2,62	1,36	0,63	0,45	0,94	0,36	3,76	2,24	3,53	39,6	1249,0	0,63
1970	11,40	5,73	6,03	5,47	3,02	1,60	0,64	0,53	0,30	0,31	2,50	5,01	3,54	39,7	1254,4	0,62
1971	8,36	4,97	5,87	5,22	2,85	2,28	0,73	0,40	0,39	0,46	1,98	1,88	2,94	33,0	1038,6	0,57
1972	3,02	6,32	5,60	5,00	3,66	1,74	0,82	0,51	3,57	2,34	5,21	5,67	3,61	40,5	1278,9	0,58
1973	4,79	2,62	1,87	3,70	1,55	0,91	0,51	0,33	2,13	4,83	2,67	4,30	2,52	28,3	890,3	0,50
1974	3,42	7,93	2,95	3,71	3,29	1,13	0,74	0,41	0,65	2,81	2,85	1,46	2,57	28,8	910,0	0,47
1975	2,36	3,18	4,93	7,24	2,36	1,11	0,54	0,53	0,85	0,95	4,05	6,84	2,90	32,5	1026,9	0,47
1976	1,31	2,77	2,49	2,47	1,81	0,95	0,65	0,71	3,25	4,36	6,21	12,54	3,30	37,0	1168,9	0,54

Tabella 19 Portate medie mensili Reno a Molino del Pallone

STAZIONE SAMOGGIA A CALCARA:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	170 km ² praticamente impermeabile	902m s.l.m.	375m s.l.m.	44m s.l.m.	1937

Tabella 20 Caratteristiche stazione Samoggia a Calcara

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
ANNO	PORTATE (m³/s)									
1960	159,00	28,30			2,72		1,13	0,25	0,01	0,01
1961	155,00	10,30			1,02		0,30	0,01	0,00	0,00
1962	34,30	11,10	4,03	1,86	1,16	0,64	0,38	0,00	0,00	0,00
1963	50,60	10,00	4,73	2,83	2,03	1,30	0,85	0,13	0,01	0,00
1964	106,00	24,50	6,48	3,49	2,14	1,50	0,85	0,02	0,00	0,00
1965	36,30	11,50	4,95	3,08	2,13	1,21	0,85	0,08	0,01	0,01
1966	182,00	8,87	5,53	3,33	2,25	1,05	0,58	0,00	0,00	0,00
1967	21,50	4,43	2,34	1,26	0,70	0,44	0,06	0,00	0,00	0,00
1968	52,50	8,99	3,49	1,67	1,08	0,68	0,19	0,00	0,00	0,00
1969	52,00	20,40	8,07	3,08	1,80	0,92	0,33	0,00	0,00	0,00
1970	57,20	6,98	3,01	1,32	0,60	0,26	0,01	0,00	0,00	0,00
1971	30,80	8,39	4,02	2,16	0,83	0,34	0,04	0,00	0,00	0,00
1972	44,50	12,30	7,83	4,11	2,55	1,47	0,85	0,12	0,00	0,00
1974	37,20	9,42	3,57	1,50	0,79	0,52	0,22	0,22	0,00	0,00
1975	22,50	8,57	2,35	1,25	0,77	0,41	0,15	0,00	0,00	0,00
1976	41,80	11,40	5,90	2,59	1,58	0,95	0,44	0,09	0,00	0,00
1977	27,80	12,80	5,77	3,01	1,83	0,90	0,57	0,07	0,00	0,00
1978	114,00	14,60	6,84	4,89	3,51	2,11	0,28	0,00	0,00	0,00
1979	35,39	16,24	5,83	2,66	1,31	0,68	0,30	0,05	0,00	0,00
1997	24,60	6,37	2,19	1,24	0,91	0,74	0,61	0,00	0,00	0,00
1998	9,69	1,90	1,15	0,88	0,75	0,63	0,42	0,00	0,00	0,00
1999	96,40	10,90	5,03	3,45	2,02	1,28	0,90	0,37	0,00	0,00

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)										
	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
2001	28,40	6,63	3,19	1,92	1,51	1,17	0,89	0,00	0,00	0,00
2002	36,60	11,00	4,53	1,70	1,17	0,93	0,58	0,22	0,00	0,00
2003	38,30	7,07	2,46	1,45	0,87	0,60	0,47	0,00	0,00	0,00
2004	20,20	12,50	5,54	2,64	1,46	0,79	0,50	0,05	0,00	0,00
2007	16,60	3,25	0,88	0,45	0,32	0,27	0,22	0,00	0,00	0,00

Tabella 21 Durata delle portate Samoggia a Calcara

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1960	63,6	119,9	143,9	229,1	53,7	119,6	126,2	38,0	71,0	166,3	100,7	14,9	1381,0
1961	83,3	5,7	15,4	199,5	65,6	42,2	37,8	6,6	23,4	132,9	114,6	87,8	814,8
1962	49,1	27,8	99,6	108,3	41,7	67,6	49,7	9,6	29,4	124,8	151,3	53,3	812,2
1963	77,3	68,2	49,8	69,8	160,3	83,1	88,1	48,6	159,3	24,1	60,1	120,2	1008,9
1964	1,4	40,0	185,9	87,7	43,9	117,3	56,4	52,9	33,2	336,6	76,2	79,7	1111,2
1965	92,4	3,6	90,3	206,9	117,6	102,6	30,9	115,4	76,1	10,3	139,0	47,3	1032,4
1966	48,9	61,2	31,2	66,8	41,5	73,2	71,2	87,5	126,9	160,0	213,5	122,1	1104,0
1967	26,6	40,9	9,2	68,5	53,5	106,5	2,5	57,5	83,7	7,2	113,8	119,0	688,9
1968	42,6	81,3	6,7	46,3	123,0	161,7	40,6	94,2	32,0	40,0	126,0	104,5	898,9
1969	86,4	156,0	117,1	118,2	60,2	52,0	80,1	62,2	89,5	6,3	88,0	76,2	992,2
1970	72,4	40,7	124,1	14,0	109,1	65,4	24,2	36,4	16,6	34,0	30,9	132,1	699,9
1971	88,7	56,3	85,7	55,9	37,1	37,2	24,7	9,6	18,1	29,6	142,0	36,3	621,2
1972	155,5	131,6	77,1	190,1	85,1	29,4	77,2	79,7	194,3	68,6	60,1	78,5	1227,2
1973	174,0	44,8	80,7	68,7	36,5	116,9	35,6	45,9	280,2	101,8	37,3	43,9	1066,3
1974	36,5	68,6	79,7	78,2	97,8	35,6	28,8	78,8	93,0	67,3	69,7	2,4	736,4
1975	13,8	58,8	73,8	25,6	106,8	58,8	34,1	148,2	21,4	137,1	92,9	63,2	864,5
1976	22,0	114,8	69,3	36,1	62,3	48,5	56,0	125,4	125,2	83,4	115,0	91,7	949,7
1977	78,0	45,9	94,8	46,8	86,3	41,2	62,4	102,3	66,6	78,2	143,4	17,6	863,5
1978	88,0	78,8	74,4	220,0	103,6	75,3	51,0	12,2	37,7	131,1	79,2	95,0	1046,3
1979	61,6	128,6	60,1	116,8	0,0	48,0	56,4	128,8	136,5	78,1	139,0	121,3	1075,2
1997	66,7	16,6	52,8	69,7	26,4	88,2	64,2	59,3	22,2	34,0	104,6	102,2	706,9
1998	29,5	25,5	41,7	34,0	74,8	50,1	47,5	43,3	107,9	63,9	18,2	66,5	604,9
1999	44,5	77,6	45,3	98,7	58,3	103,3	18,8	93,8	50,8	103,4	260,8	74,6	1029,9
2001	82,1	56,1	91,5	106,7	84,2	47,0	48,4	31,0	99,1	39,6	90,3	18,7	794,7
2002	21,6	92,8	5,6	145,4	104,3	44,3	137,3	186,0	150,8	94,4	105,1	198,2	1287,8

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
2003	58,9	14,7	36,4	117,2	16,7	65,1	6,1	42,9	65,4	98,0	200,6	60,0	782,0
2004	52,9	113,2	84,5	101,2	73,1	45,2	51,5	17,2	67,1	133,6	141,1	114,2	995,1
2007	14,2	26,9	114,4	17,4	42,5	93,2	4,7	26,9	40,4	169,4	32,0	39,3	618,3

Tabella 22 Afflussi meteorici Samoggia a Calcara

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1960	3,27	6,42	8,48	14,90	2,81	0,42	0,54	0,03	0,02	1,35	2,86	5,58	3,87	22,8	719,3	0,52
1961	5,36	1,15	0,31	7,96	0,80	0,45	0,01	0,01	0,00	0,02	1,67	2,57	1,69	9,9	113,1	0,38
1962	2,04	0,92	3,68	5,35	0,47	0,13	0,03	0,00	0,00	0,12	2,48	0,89	1,34	7,9	248,1	0,31
1963	2,22	4,65	2,78	1,71	4,82	1,91	0,29	0,01	2,29	0,20	0,29	1,46	1,87	11,0	346,5	0,34
1964	1,04	2,60	12,40	6,26	0,71	0,75	0,08	0,00	0,00	8,89	3,59	2,64	3,26	19,2	605,7	0,55
1965	5,19	1,54	2,48	7,32	2,72	2,99	0,09	0,28	0,14	0,05	1,45	1,29	2,12	12,5	393,9	0,38
1966	1,16	2,44	0,87	0,77	0,29	0,02	0,00	0,00	0,38	3,77	12,40	7,89	2,49	14,6	462,0	0,42
1967	1,86	2,25	0,56	0,70	0,19	0,77	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26	1,54	0,75	4,4	139,0	0,20
1968	1,05	2,87	0,49	0,32	0,84	5,14	0,10	0,10	0,00	0,01	2,50	4,38	1,47	8,6	273,5	0,30
1969	4,08	5,49	11,20	6,89	1,70	0,28	0,03	0,07	0,21	0,00	0,36	0,41	2,54	14,9	471,8	0,48
1970	2,92	1,45	5,80	0,58	0,96	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	1,03	6,0	190,4	0,27
1971	2,76	4,28	3,34	2,34	0,15	0,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,84	1,17	6,9	217,2	0,35
1972	2,90	7,37	4,56	6,82	1,53	0,25	0,18	0,12	1,12	0,64	1,20	2,03	2,37	13,9	440,4	0,36
1973	6,91	2,65	3,39	1,65	0,42	0,95	0,00	0,00	1,65	1,62	0,54	0,64	1,70	10,0	315,4	0,30
1974	1,68	2,49	3,19	2,33	1,82	0,10	0,00	0,01	0,85	0,32	0,98	0,05	1,14	6,7	211,9	0,29
1975	0,02	1,32	1,52	0,45	0,39	0,12	0,00	0,39	0,21	1,73	2,06	2,98	0,93	5,5	172,8	0,20
1976	0,44	5,93	3,85	1,00	0,56	0,18	0,02	0,09	2,15	0,55	4,22	3,35	1,84	10,8	342,2	0,36
1977	4,11	2,13	2,16	2,86	0,96	0,05	0,03	0,28	0,40	0,70	1,11	5,90	1,73	10,2	320,1	0,37
1978	5,70	6,23	5,18	10,40	1,69	0,27	0,03	0,00	0,00	0,18	0,03	3,05	2,70	15,9	501,2	0,48
1979	1,84	4,96	1,95	3,44	0,43	0,05	0,07	0,29	1,50	0,67	4,61	2,47	1,83	10,7	338,5	0,31
1997	4,50	1,05	1,22	1,18	0,66	0,54	0,11	0,03	0,00	0,00	0,59	2,07	1,00	5,7	180,3	0,26
1998	0,92	1,00	1,07	0,80	0,85	0,14	0,00	0,00	0,05	0,40	0,00	0,95	0,51	2,9	92,5	0,15
1999	1,34	2,03	1,43	2,43	1,12	0,90	0,05	0,08	0,42	0,70	8,17	5,92	2,04	11,7	367,4	0,36
2001	2,94	2,34	3,43	4,30	1,68	0,65	0,08	0,00	0,07	0,23	0,95	0,91	1,46	8,3	262,8	0,33
2002	1,11	2,46	0,69	1,34	0,89	0,10	0,17	1,07	1,87	1,40	1,41	5,42	1,49	8,5	268,3	0,21
2003	2,87	0,62	1,38	3,08	0,58	0,14	0,00	0,00	0,02	0,10	3,51	1,23	1,13	6,4	203,0	0,26
2004	1,27	2,32	5,27	2,43	1,76	0,33	0,05	0,02	0,00	0,43	2,44	3,26	1,63	9,3	294,8	0,30
2007	0,25	0,40	2,23	0,88	0,08	0,22	0,00	0,00	0,00	0,72	0,51	0,66	0,50	2,8	89,5	0,14

Tabella 23 Portate medie mensili Samoggia a Calcara

STAZIONE SAVENA (RENO) A CASTEL DELL'ALPI:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	11,5 km ² praticamente Impermeabile	1276m s.l.m.	1005m s.l.m.	730	1955

Tabella 24 Caratteristiche stazione Savena (Reno) a Castel dell'Alpi

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1956	2,54	1,68			0,98		0,13	0,02	0,01	0,01
1957	2,46	1,71			0,37		0,11	0,02	0,01	0,01
1958	4,52	2,12			0,30		0,08	0,01	0,01	0,01
1959	5,33	2,76			0,47		0,23	0,02	0,01	0,01
1960	11,20	5,09			0,55		0,24	0,03	0,01	0,00
1961	7,30	2,58			0,22		0,06	0,02	0,01	0,01
1962	6,73	2,10	1,12	0,50	0,31	0,20	0,10	0,01	0,01	0,01
1963	8,26	2,83	1,17	0,68	0,39	0,21	0,13	0,06	0,01	0,01
1964	3,13	1,62	1,08	0,69	0,60	0,44	0,28	0,09	0,01	0,01
1965	7,78	3,84	1,63	0,85	0,61	0,43	0,18	0,06	0,01	0,01
1966	20,10	2,18	0,89	0,46	0,37	0,28	0,15	0,02	0,01	0,01
1967	3,85	1,39	0,63	0,38	0,26	0,19	0,14	0,02	0,01	0,01
1968	10,90	2,32	0,87	0,53	0,35	0,23	0,16	0,05	0,02	0,02
1969	9,17	1,14	0,74	0,52	0,39	0,25	0,09	0,01	0,01	0,01
1970	7,47	1,34	0,73	0,41	0,30	0,18	0,06	0,01	0,01	0,01
1971	5,06	1,57	1,04	0,39	0,21	0,13	0,05	0,01	0,01	0,01
1972	3,62	1,66	1,00	0,66	0,40	0,20	0,12	0,04	0,01	0,00
1973	2,44	1,38	0,87	0,54	0,34	0,23	0,15	0,03	0,01	0,01
1974	2,46	1,10	0,71	0,42	0,33	0,19	0,12	0,03	0,01	0,01
1975	3,71	1,55	0,78	0,46	0,31	0,18	0,08	0,03	0,01	0,01

Tabella 25 Durata delle portate Savena (Reno) a Castel dell'Alpi

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1956	159,8	116,4	157,7	198,0	82,3	111,8	12,5	15,8	73,8	94,0	206,4	54,5	1283,0
1957	150,9	232,5	56,8	142,6	167,9	56,2	51,9	18,0	37,9	105,0	128,7	122,5	1270,9
1958	159,7	100,6	140,9	238,4	73,0	69,3	6,0	4,9	64,5	118,1	242,0	343,9	1561,3
1959	90,3	41,5	178,6	136,6	157,9	60,5	24,7	105,3	91,4	160,6	121,1	523,2	1791,7
1960	137,5	316,1	184,6	191,2	25,8	118,7	74,0	39,4	119,9	330,6	215,6	266,2	2019,6
1961	200,8	20,0	15,8	145,6	49,7	57,2	83,4	6,5	22,3	227,3	285,2	191,9	1305,7
1962	112,8	67,3	204,6	133,6	53,5	63,6	27,1	1,5	41,8	139,3	250,5	103,1	1198,7
1963	219,4	144,9	135,4	121,9	143,6	65,0	49,4	75,1	200,4	46,8	297,6	159,2	1658,7
1964	12,1	107,9	279,0	79,6	74,8	97,9	96,0	46,7	52,2	423,4	124,0	204,2	1597,8
1965	180,8	8,8	235,7	186,6	165,9	148,1	20,5	98,6	300,0	11,9	287,3	200,6	1844,8
1966	97,5	141,2	88,1	126,2	71,2	28,3	44,2	98,7	130,9	243,2	393,8	216,7	1680,0
1967	53,7	68,7	106,9	99,4	104,8	120,7	18,1	65,5	75,3	52,4	236,6	155,3	1157,4
1968	96,6	346,3	32,9	104,9	207,1	208,0	73,7	97,4	75,3	51,7	230,7	168,0	1692,6
1969	208,4	279,3	134,1	117,6	51,5	88,1	37,1	63,0	76,0	22,8	245,0	95,8	1418,7
1970	240,1	118,6	166,4	77,6	96,2	67,6	19,8	81,8	6,5	30,2	175,8	233,3	1313,9
1971	236,6	97,0	218,0	95,2	72,5	55,5	23,0	11,9	45,6	65,1	224,4	30,0	1174,8
1972	166,5	181,0	133,7	279,1	130,7	41,0	65,4	80,3	202,2	118,9	186,7	179,3	1764,4
1973	173,8	66,8	55,3	157,0	31,2	81,5	13,1	61,0	311,9	176,9	116,8	127,3	1372,6
1974	69,7	170,4	88,4	150,4	88,5	83,9	43,6	72,9	119,6	209,8	179,8	23,1	1300,1
1975	51,0	77,5	177,0	157,7	112,0	48,4	28,4	171,6	58,6	146,2	164,4	185,8	1378,6

Tabella 26 Afflussi meteorici Savena (Reno) a Castel dell'Alpi

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1956	0,57	0,09	0,82	0,70	0,30	0,28	0,03	0,01	0,02	0,02	0,33	0,29	0,29	25,2	795,8	0,62
1957	0,36	0,96	0,28	0,58	0,45	0,25	0,02	0,01	0,01	0,02	0,14	0,33	0,28	24,3	765,1	0,60
1958	0,47	0,33	0,45	0,94	0,23	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,16	0,94	0,30	26,1	825,8	0,53
1959	0,34	0,18	0,55	0,59	0,50	0,14	0,01	0,02	0,05	0,22	0,84	1,98	0,45	39,1	1246,1	0,70
1960	0,53	2,93	0,72	0,70	0,22	0,07	0,03	0,02	0,05	0,84	0,89	1,13	0,67	58,3	1839,9	0,91
1961	0,86	0,18	0,06	0,48	0,10	0,07	0,03	0,01	0,01	0,15	0,86	0,93	0,31	27,0	857,1	0,66
1962	0,55	0,20	0,79	0,78	0,10	0,08	0,02	0,01	0,01	0,04	0,79	0,70	0,34	29,6	929,7	0,78
1963	1,15	0,39	0,79	0,68	0,41	0,18	0,03	0,01	0,30	0,12	0,85	0,24	0,43	37,4	1175,4	0,71
1964	0,20	0,40	0,87	0,56	0,44	0,18	0,09	0,01	0,13	0,87	0,59	0,59	0,41	35,7	1130,5	0,71
1965	0,82	0,41	0,86	0,61	0,49	0,59	0,03	0,03	0,50	0,80	1,10	1,18	0,56	48,7	1529,2	0,83

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1966	0,50	0,59	0,33	0,36	0,18	0,02	0,01	0,01	0,05	0,38	1,44	1,12	0,41	35,7	1136,5	0,68
1967	0,31	0,35	0,42	0,35	0,43	0,32	0,03	0,01	0,02	0,02	0,43	0,40	0,26	22,6	702,5	0,61
1968	0,28	1,57	0,22	0,33	0,53	0,68	0,09	0,04	0,05	0,05	0,47	0,04	0,39	33,9	1065,2	0,63
1969	0,54	1,13	0,62	0,40	0,12	0,06	0,01	0,01	0,01	0,01	0,49	0,42	0,31	27,0	854,0	0,60
1970	1,07	0,37	0,51	0,40	0,19	0,04	0,02	0,01	0,01	0,01	0,12	0,37	0,26	22,6	713,4	0,54
1971	0,73	0,51	0,76	0,62	0,09	0,07	0,01	0,01	0,01	0,01	0,11	0,22	0,26	22,6	714,2	0,61
1972	0,30	0,87	0,43	0,77	0,58	0,06	0,02	0,01	0,15	0,15	0,20	0,39	0,32	27,8	891,9	0,51
1973	0,55	0,31	0,34	0,64	0,12	0,03	0,01	0,01	0,24	0,34	0,35	0,44	0,28	24,3	771,3	0,56
1974	0,38	0,59	0,29	0,36	0,22	0,03	0,01	0,02	0,05	0,30	0,47	0,09	0,24	20,9	655,9	0,50
1975	0,16	0,39	0,64	0,54	0,16	0,03	0,02	0,04	0,04	0,11	0,36	0,59	0,26	22,6	701,6	0,51

Tabella 27 Portate medie mensili Savena (Reno) a Castel dell'Alpi

STAZIONE RIO CELLA (RENO) A SAN BENEDETTO DEL QUERCETO:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	10 km ² praticamente impermeabile	836m s.l.m.	570m s.l.m.	310m s.l.m.	1934

Tabella 28 Caratteristiche stazione Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
ANNO										
1965	5,7300	2,6500	0,8470	0,2250	0,1030	0,0460	0,0210	0,0060	0,0000	0,0000
1966	10,3000	2,7500	0,9130	0,2910	0,1290	0,0570	0,0250	0,0090	0,0000	0,0000
1967	13,7000	0,8960	0,1770	0,0750	0,0460	0,0170	0,0090	0,0000	0,0000	0,0000
1968	7,9600	3,2400	0,6710	0,2410	0,0740	0,0330	0,0100	0,0001	0,0000	0,0000
1969	6,1900	1,5500	0,6460	0,2590	0,1140	0,0400	0,0030	0,0000	0,0000	0,0000
1970	5,4600	0,8260	0,2520	0,1010	0,0430	0,0160	0,0040	0,0000	0,0000	0,0000
1971	3,6900	1,3800	0,5270	0,1050	0,0350	0,0100	0,0010	0,0000	0,0000	0,0000
1972	4,9600	2,0000	1,0300	0,3570	0,2130	0,0590	0,0160	0,0010	0,0000	0,0000
1973	3,5800	1,1100	0,4720	0,2580	0,1390	0,0590	0,0110	0,0010	0,0000	0,0000
1974	2,1400	0,6570	0,2590	0,0960	0,0380	0,0150	0,0080	0,0000	0,0000	0,0000
1975	2,4500	0,7920	0,3330	0,1330	0,0730	0,0270	0,0120	0,0020	0,0000	0,0000

Tabella 29 Durata delle portate Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1965	104,8	7,9	105,6	153,2	125,7	120,9	16,9	87,1	148,3	24,2	168,8	83,6	1147,0
1966	63,7	61,1	67,0	76,7	52,0	30,3	18,9	115,7	121,0	175,5	294,1	174,0	1250,0
1967	37,6	42,8	7,1	71,7	43,9	161,2	12,5	60,8	68,2	21,6	122,7	128,9	779,0
1968	61,5	146,7	10,2	57,0	135,5	194,4	34,7	56,9	53,3	27,7	178,8	118,3	1075,0

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1969	85,8	207,7	118,8	145,7	52,8	47,3	56,0	61,8	58,6	24,5	121,4	86,1	1066,5
1970	83,6	58,5	106,1	33,9	97,7	61,8	57,3	45,7	2,8	41,6	58,7	169,9	817,6
1971	138,1	56,6	165,1	67,6	32,9	33,2	17,8	6,5	32,8	50,0	149,6	29,8	780,0
1972	164,3	156,9	80,8	244,2	97,2	35,7	89,2	111,0	173,3	71,7	74,3	91,4	1390,0
1973	147,3	43,8	79,3	114,3	32,6	71,6	23,4	53,8	253,9	85,2	78,2	41,6	1025,0
1974	44,4	89,6	77,8	74,0	71,0	46,6	34,0	108,2	112,8	106,8	93,4	4,8	863,4
1975	24,6	73,8	59,6	53,0	97,6	31,2	15,6	155,0	26,8	126,2	84,0	91,6	838,0

Tabella 30 Afflussi meteorici Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1965	0,398	0,012	0,432	0,519	0,377	0,472	0,000	0,003	0,091	0,038	0,481	0,245	0,257	25,7	809,0	0,71
1966	0,229	0,257	0,249	0,100	0,029	0,005	0,000	0,030	0,157	0,433	0,982	0,826	0,275	27,5	866,2	0,69
1967	0,121	0,195	0,012	0,097	0,063	0,509	0,000	0,002	0,009	0,000	0,136	0,383	0,126	12,6	398,0	0,51
1968	0,230	0,653	0,012	0,079	0,408	0,730	0,002	0,010	0,007	0,000	0,472	0,488	0,255	25,5	805,5	0,75
1969	0,384	0,638	0,643	0,451	0,113	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,117	0,076	0,199	19,9	627,4	0,59
1970	0,461	0,178	0,292	0,029	0,052	0,045	0,006	0,000	0,000	0,000	0,001	0,203	0,006	10,6	334,8	0,41
1971	0,580	0,193	0,416	0,203	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,084	0,169	0,137	13,7	433,1	0,56
1972	0,333	0,952	0,302	0,665	0,179	0,000	0,000	0,020	0,272	0,116	0,175	0,161	0,261	26,1	824,6	0,59
1973	0,491	0,211	0,247	0,308	0,021	0,004	0,000	0,003	0,268	0,136	0,097	0,067	0,154	15,4	484,7	0,47
1974	0,130	0,203	0,146	0,148	0,047	0,001	0,000	0,005	0,032	0,049	0,120	0,003	0,073	7,3	229,0	0,27
1975	0,002	0,162	0,012	0,014	0,011	0,004	0,000	0,002	0,004	0,017	0,014	0,016	0,092	9,2	290,5	0,35

Tabella 31 Portate medie mensili

STAZIONE IDICE A CASTENASO:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	397 km ² praticamente impermeabile	1303m s.l.m.	430m s.l.m.	29m s.l.m.	1924

Tabella 32 Caratteristiche stazione Idice a Castenaso

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1939	309,00				4,88		1,23	0,44		0,03
1940	115,00				5,32		1,44	0,52		0,04
1941	104,00				5,72		1,21	0,26		0,06
1975	51,80	12,40	6,72	4,43	3,32	2,48	1,47	0,48	0,21	0,15
1976	95,50	21,00	13,60	9,16	7,03	5,34	2,52	0,93	0,30	0,24
1977	56,30	20,20	9,14	6,04	4,70	3,23	2,31	0,46	0,12	0,00
1978	168,87	24,01	12,24	7,79	6,15	4,38	2,26	0,32	0,21	0,17
1979	106,13	29,50	12,27	7,50	5,29	3,93	2,95	0,77	0,09	0,07
1997		13,70	7,05	3,88	2,80	1,76	0,67	0,25	0,00	
1998	30,50	10,60	5,10	2,86	2,19	1,66	1,07	0,32	0,05	0,01
1999	115,00	19,60	12,90	8,52	4,29	2,70	1,60	0,39	0,12	0,06
2000		12,40	5,71	3,43	2,53	1,74	1,13	0,13	0,00	
2001	62,40	19,20	9,59	6,15	4,05	2,44	0,75	0,19	0,03	0,01
2002	88,20	20,70	11,30	7,72	4,96	2,52	1,55	0,69	0,21	0,16
2003	89,90	24,50	11,40	7,44	4,69	2,70	1,64	0,39	0,22	0,17
2004		29,00	19,00	11,50	7,12	4,25	2,40	0,60	0,00	
2005		15,30	8,12	4,85	3,46	2,19	1,06	0,00	0,00	
2006		12,20	6,60	3,22	1,72	0,84	0,41	0,15	0,00	
2007	34,50	9,46	2,46	1,35	0,96	0,66	0,46	0,09	0,02	0,01

Tabella 33 Durata delle portate Idice a Castenaso

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1939													
1940													
1941													
1975	18,9	56,1	63,6	52,0	88,5	47,2	28,3	114,5	35,8	145,1	99,0	82,8	831,8
1976	25,0	135,5	80,6	45,5	63,1	50,7	83,5	131,7	136,6	107,2	136,0	128,8	1124,2
1977	75,4	44,7	107,2	37,2	64,3	35,5	68,7	115,3	59,1	52,5	132,2	23,3	815,4
1978	94,0	63,3	75,1	180,7	69,8	65,4	35,0	34,6	26,9	135,7	100,3	102,8	983,6
1979	70,3	117,7	61,8	96,6	0,0	61,8	66,0	121,0	152,8	88,6	173,0	101,0	1110,6
1997	75,4	25,5	61,5	78,4	28,2	83,8	48,4	74,8	23,0	50,4	178,6	132,7	860,7
1998	35,4	41,5	47,1	71,4	93,6	47,1	21,6	42,1	123,6	105,4	52,6	94,0	775,4
1999	48,8	70,2	63,4	70,8	51,3	104,6	25,6	110,4	63,3	110,8	293,7	95,7	1108,6
2000	19,7	8,1	54,1	82,0	25,5	91,3	69,5	54,6	38,5	117,9	204,4	96,8	862,4
2001	138,6	61,2	144,5	120,8	94,1	28,0	31,8	17,2	101,4	40,4	94,5	48,6	921,1
2002	27,3	106,9	4,6	135,6	93,4	27,8	111,3	147,9	187,7	97,2	106,2	175,2	1221,1
2003	74,7	26,8	59,9	123,6	22,2	59,3	22,5	47,0	73,8	109,4	244,9	88,7	952,8
2004	83,3	137,2	77,8	108,4	77,6	45,4	53,4	31,6	116,0	141,2	125,7	165,7	1163,3
2005	44,7	72,1	48,8	134,4	47,7	30,0	59,8	156,8	130,7	202,3	173,1	108,9	1209,3
2006	39,7	66,5	84,6	86,5	86,5	23,8	43,1	81,1	177,1	20,4	60,5	63,4	833,2
2007	21,6	47,1	124,2	17,1	50,2	76,6	8,1	38,6	58,3	154,3	24,6	47,5	668,2

Tabella 34 Afflussi medi mensili Idice a Castenaso

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1939	7,30	1,29	9,92	10,10	26,90	19,40	0,72	0,17	0,40	1,88	1,37	7,60	7,29			
1940	1,52	17,30	4,63	3,17	1,24	3,96	0,64	0,20	0,06	12,10	19,10	6,77	5,81			
1941	23,40	20,30	3,59	4,82	6,05	1,22	0,19	0,10	0,24	0,82	3,18	4,52	5,61			
1975	0,66	3,74	4,45	4,59	1,94	0,85	0,37	0,73	0,70	4,24	5,48	6,52	2,85	7,2	226,3	0,27
1976	1,27	12,70	9,69	3,49	3,07	0,86	0,51	1,35	5,72	3,67	12,50	13,00	5,61	14,1	446,6	0,40
1977	10,10	6,32	5,52	5,72	2,54	0,66	0,28	0,50	0,71	0,77	3,20	8,99	3,77	9,5	299,3	0,37
1978	7,32	6,98	7,96	19,21	4,67	1,55	0,54	0,24	0,28	1,63	0,56	9,49	5,02	12,6	398,5	0,41
1979	7,81	14,10	5,47	7,34	2,51	0,99	0,75	0,69	3,72	2,57	16,80	6,35	5,67	14,3	450,8	0,41
1997																
1998	2,52	2,62	2,75	5,16	3,07	0,46	0,16	0,13	0,64	1,71	1,77	2,54	1,95	4,9	155,2	0,20
1999	3,44	5,14	3,52	3,41	1,79	0,86	0,24	0,56	0,57	1,70	46,80	13,50	4,27	10,8	339,4	0,31
2000																
2001	9,34	6,62	9,35	9,42	2,92	0,35	0,23	0,20	0,28	0,31	1,19	1,02	3,42	8,6	271,4	0,29

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
2002	1,74	5,42	1,30	5,40	2,76	0,55	0,83	1,38	5,38	4,50	5,28	17,50	4,33	10,9	344,2	0,28
2003	12,40	3,60	7,74	8,84	1,31	0,68	0,38	0,31	0,45	0,63	9,18	5,76	4,27	10,8	339,6	0,36
2004																
2005																
2006																
2007	0,78	1,90	5,52	2,63	0,43	0,70	0,04	0,09	0,08	1,42	0,60	1,11	1,27	3,2	101,1	0,15

Tabella 35 Portate medie mensili Idice a Castenaso

STAZIONE QUADERNA (RENO) A PALESIO:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	21,9 Km ² praticamente impermeabile	608m s.l.m.	285m s.l.m.	92m s.l.m.	1953

Tabella 36 Caratteristiche stazione Quaderna a Palesio

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1956	4,05	1,57			0,11		0,01	0,00	0,00	0,00
1957	4,04	1,84			0,19		0,01	0,00	0,00	0,00
1958	7,51	1,72			0,14		0,01	0,00	0,00	0,00
1959	7,53	2,97			0,26		0,05	0,01	0,00	0,00
1960	7,88	3,61			0,28		0,10	0,02	0,00	0,00
1961	6,84	1,62			0,05		0,02	0,00	0,00	0,00
1962	4,77	1,32	0,38	0,17	0,10	0,05	0,04	0,01	0,00	0,00
1963	4,12	1,89	0,78	0,39	0,22	0,10	0,05	0,02	0,00	0,00
1964	10,50	2,75	1,15	0,62	0,29	0,15	0,10	0,02	0,00	0,00
1965	5,49	3,12	1,31	0,72	0,40	0,17	0,09	0,01	0,00	0,00
1966	17,50	3,00	0,97	0,47	0,28	0,16	0,10	0,02	0,00	0,00
1967	2,30	0,69	0,26	0,10	0,05	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00
1968	6,61	2,47	0,75	0,26	0,17	0,10	0,05	0,01	0,00	0,00
1969	6,49	2,57	1,20	0,54	0,36	0,17	0,02	0,00	0,00	0,00
1970	4,42	1,31	0,48	0,17	0,10	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00
1971	4,01	0,86	0,33	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00
1972	8,11	2,90	1,45	0,58	0,24	0,14	0,08	0,02	0,00	0,00
1973	6,76	3,20	0,49	0,18	0,10	0,08	0,06	0,00	0,00	0,00
1974	3,41	0,79	0,24	0,04	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
1975	3,31	0,96	0,30	0,14	0,08	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1976	5,10	1,79	0,64	0,29	0,16	0,10	0,04	0,02	0,00	0,00
1977	2,33	0,84	0,42	0,23	0,12	0,10	0,04	0,01	0,00	0,00
1978	5,12	1,42	0,53	0,32	0,26	0,13	0,06	0,01	0,00	0,00
1979	5,07	0,53	0,27	0,20	0,14	0,11	0,04	0,01	0,00	0,01

Tabella 37 Durata delle Portate Quaderna a Palesio

ANNO	AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)												TOTALE (mm)
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1956	49,5	86,7	41,3	143,0	76,6	58,5	7,9	15,0	26,4	44,1	164,9	36,1	750,0
1957	104,7	73,9	35,7	137,2	177,1	45,5	25,5	22,3	40,6	81,6	22,2	24,2	790,5
1958	14,0	37,5	93,5	237,7	24,7	50,1	1,3	14,4	37,5	47,8	220,4	96,1	875,0
1959	15,8	32,2	149,3	58,0	111,3	43,9	6,1	103,4	147,3	30,4	154,0	259,3	1111,0
1960	69,2	92,6	125,2	203,4	41,5	93,5	94,1	22,0	63,8	109,9	65,4	119,1	1099,7
1961	86,7	3,2	7,7	105,9	41,5	37,0	22,1	19,3	18,9	120,5	94,8	92,4	650,0
1962	47,4	25,4	97,3	81,0	34,3	104,3	9,9	14,0	22,1	83,1	122,1	49,2	690,1
1963	83,0	62,7	38,7	46,5	143,1	102,1	68,5	31,7	173,0	21,4	69,1	135,2	975,0
1964	1,6	30,2	196,7	60,7	34,6	47,4	71,5	49,3	22,0	308,2	66,8	111,0	1000,0
1965	75,2	4,1	92,8	135,9	86,9	123,5	86,1	80,6	67,8	10,0	130,0	57,1	950,0
1966	62,8	48,3	53,3	53,5	46,7	29,0	14,9	75,5	120,7	151,2	249,2	148,1	1053,2
1967	28,3	36,2	6,6	67,1	28,0	113,7	19,2	64,8	56,3	11,9	87,6	94,0	613,7
1968	45,5	96,8	7,8	50,0	116,7	159,2	31,2	96,3	39,0	34,8	151,5	121,2	950,0
1969	58,4	124,2	88,0	132,4	60,6	34,9	40,6	55,8	55,0	15,2	101,1	83,8	850,0
1970	61,3	33,5	102,6	24,1	90,3	45,1	33,5	44,8	3,9	23,4	41,0	120,1	623,6
1971	84,9	41,9	102,1	51,9	31,2	37,7	11,6	1,4	23,9	39,5	132,1	31,6	289,8
1972	147,5	140,3	59,8	203,4	73,5	39,7	65,5	108,8	181,7	63,9	59,9	81,0	1225,0
1973	149,6	46,8	75,2	96,6	25,5	64,2	32,9	31,1	257,8	68,9	67,6	33,8	950,0
1974	27,2	54,4	46,6	58,6	65,6	43,2	23,6	54,8	38,0	93,8	67,2	15,4	588,4
1975	25,2	59,0	52,6	35,2	57,0	65,5	62,0	107,0	44,6	156,2	79,4	55,4	798,8
1976	22,6	123,7	73,5	34,3	40,2	40,2	78,6	139,3	100,6	90,2	110,0	114,3	967,5
1977	64,0	49,2	73,4	36,5	53,4	17,9	88,3	98,8	52,5	57,8	110,8	30,0	732,6
1978	86,8	37,2	72,8	149,0	64,0	50,6	38,4	25,2	17,4	126,8	52,4	114,8	835,4
1979	5502,0	101,4	51,2	81,2	0,0	60,6	57,0	99,4	154,2	73,2	169,0	77,2	979,6

Tabella 38 Afflussi medi mensili Quaderna a Palesio

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1956	0,29	0,29	0,47	0,40	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,09	0,16	7,3	226,6	0,30
1957	0,47	0,54	0,18	0,96	0,65	0,14	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,24	11,0	350,8	0,44
1958	0,01	0,02	0,31	1,21	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,55	0,47	0,22	10,0	319,5	0,37
1959	0,03	0,22	0,82	0,36	0,59	0,05	0,00	0,09	0,28	0,07	0,56	1,73	0,40	18,3	578,3	0,52
1960	0,50	0,80	0,87	1,13	0,30	0,10	0,10	0,00	0,01	0,08	0,14	0,89	0,41	18,7	589,3	0,54
1961	0,93	0,08	0,02	0,52	0,09	0,06	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,40	0,18	8,2	257,4	0,40
1962	0,18	0,07	0,54	0,46	0,04	0,05	0,02	0,00	0,00	0,05	0,17	0,12	0,14	6,4	204,6	0,30
1963	0,28	0,91	0,10	0,32	0,17	0,38	0,11	0,00	0,41	0,03	0,10	0,32	0,24	11,0	344,6	0,35
1964	0,21	0,37	1,48	0,62	0,08	0,07	0,06	0,03	0,00	0,83	0,27	0,66	0,39	17,8	567,1	0,57
1965	0,51	0,09	0,68	0,89	0,59	0,81	0,05	0,02	0,34	0,07	0,47	0,28	0,40	18,3	567,4	0,61
1966	0,35	0,31	0,25	0,22	0,06	0,02	0,00	0,16	0,10	0,58	1,65	0,99	0,39	17,8	561,1	0,53
1967	0,24	0,15	0,07	0,06	0,06	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,09	0,26	0,08	3,7	121,9	0,20
1968	0,25	0,40	0,05	0,19	0,22	0,82	0,03	0,09	0,03	0,01	0,36	0,73	0,26	11,9	380,5	0,40
1969	0,54	0,96	0,90	0,88	0,57	0,08	0,00	0,05	0,00	0,00	0,05	0,06	0,29	13,2	487,0	0,57
1970	0,38	0,28	0,76	0,07	0,09	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,04	0,14	6,4	197,9	0,32
1971	0,34	0,15	0,27	0,20	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,14	0,10	5,9	141,3	0,24
1972	0,67	1,24	0,52	1,09	0,16	0,01	0,01	0,03	0,34	0,17	0,31	0,32	0,40	18,3	577,8	0,47
1973	0,84	0,40	0,39	0,18	0,07	0,03	0,00	0,02	0,45	0,31	0,20	0,11	0,25	11,4	360,7	0,38
1974	0,30	0,34	0,25	0,07	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,09	4,1	126,8	0,22
1975	0,00	0,10	0,14	0,06	0,05	0,06	0,00	0,00	0,01	0,24	0,37	0,31	0,11	5,0	159,4	0,20
1976	0,04	0,74	0,47	0,07	0,07	0,04	0,02	0,08	0,16	0,10	0,43	0,39	0,22	10,0	311,1	0,32
1977	0,33	0,20	0,14	0,23	0,03	0,00	0,00	0,02	0,01	0,06	0,14	0,39	0,13	5,9	189,8	0,26
1978	0,30	0,32	0,43	0,56	0,12	0,07	0,05	0,00	0,00	0,02	0,04	0,58	0,21	9,6	298,9	0,36
1979	0,29	0,59	0,19	0,19	0,05	0,02	0,06	0,05	0,23	0,19	0,69	0,23	0,23	10,5	332,5	0,34

Tabella 39 Portate medie mensili

STAZIONE RENO A BASTIA:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	3410 Km ² praticamente impermeabile	1945m s.l.m.	324m,s.l.m.	2,50	1929

Tabella 40 Caratteristiche stazione Reno a Bastia

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1939	573,00				67,30		29,20	15,20		0,03
1940	539,00				65,20		30,70	10,20		0,50
1941	442,00				81,10		25,50	6,99		0,63
1955	314,00	130,00			33,70		12,50	2,12	0,38	0,24
1956	513,00	125,00			38,70		21,50	4,82	0,90	0,50
1957	485,00	142,00			43,30		16,30	1,82	0,68	0,37
1958	631,00	144,00			31,20		11,00	2,14	0,02	0,01
1959	649,00	277,00			50,90		26,00	9,53	0,81	0,54
1960	638,00	314,00			92,60		45,40	14,10	2,40	1,49
1961	533,00	208,00			30,90		11,10	2,02	0,00	0,00
1962	209,00	152,00	102,00	53,00	38,90	24,60	15,80	1,00	0,11	0,01
1963	325,00	159,00	103,00	69,10	51,10	37,40	29,20	12,30	2,49	1,68
1964	525,00	265,00	135,00	99,40	60,10	34,30	24,50	5,60	2,57	1,16
1965	512,00	259,00	137,00	107,00	74,20	44,70	29,80	11,50	2,43	1,01
1966	643,00	329,00	129,00	85,00	58,80	35,40	21,30	6,69	0,76	0,40
1967	139,00	83,20	48,20	35,10	29,60	19,20	12,90	5,28	1,88	1,60
1968	349,00	212,00	113,00	73,90	42,40	28,60	20,40	10,30	5,60	4,49
1969	337,00	197,00	149,00	103,00	62,30	27,00	13,50	5,55	3,52	3,26
1970	247,00	163,00	88,20	48,20	32,60	21,90	12,70	5,53	2,16	1,56
1971	340,00	154,00	103,00	40,30	23,30	15,40	9,72	3,76	1,45	1,17

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1972	460,00	235,00	154,00	99,30	78,80	45,10	26,50	11,40	2,80	2,18
1973	398,00	201,00	128,00	91,80	64,30	37,00	25,10	6,21	3,72	3,23
1974	251,00	123,00	71,90	47,50	33,40	23,90	16,90	6,93	3,21	2,88
1975	426,00	120,00	74,10	43,70	29,60	20,80	14,70	6,74	3,93	3,31
1976	268,00	146,00	116,00	79,60	58,40	40,20	25,40	8,76	2,70	2,53
1977	294,00	198,00	161,00	68,90	53,50	33,60	22,20	8,07	3,61	2,94
1978	546,32	155,58	116,09	84,32	58,52	39,79	22,98	6,56	3,92	3,84
1997		117,00	43,50	21,50	13,60	8,00	5,90	3,30		
1998		75,10	32,20	18,00	12,10	6,80	5,30	3,70		
1999	230,00	122,00	84,30	48,30	32,50	17,80	9,50	4,90	3,00	1,10
2000		112,00	46,60	21,60	11,50	6,80	5,60	4,00		
2001		119,00	70,20	36,10	24,10	9,90	6,20	4,30	1,60	
2002		110,00	71,80	42,80	21,00	9,80	6,40	4,10		
2003		117,00	56,70	23,70	10,10	7,20	6,20			

Tabella 41 Durata delle portate Reno a Bastia

ANNO	AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)												TOTALE (mm)
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1939	89,9	28,3	105,9	51,1	258,3	125,7	10,8	67,7	81,2	124,5	57,9	125,9	1127,2
1940	92,5	79,2	46,4	34,4	100,4	148,4	15,0	44,1	30,0	297,7	190,0	39,9	1100,0
1941	167,0	169,7	43,5	114,6	107,3	62,8	22,2	26,7	46,5	107,8	95,4	80,2	1043,7
1955	56,4	156,0	102,5	10,2	32,1	23,9	73,4	37,0	112,9	102,0	109,1	106,4	921,9
1956	79,0	84,6	86,2	139,5	61,9	75,4	16,6	14,0	45,4	60,7	142,8	34,5	840,6
1957	88,5	118,4	37,0	118,9	161,6	42,5	31,6	23,1	33,1	77,2	64,2	69,5	865,6
1958	53,3	53,6	83,9	178,2	43,6	49,1	9,0	11,7	41,1	77,3	172,6	157,0	930,4
1959	38,7	37,6	152,3	83,6	104,6	66,2	27,4	89,4	96,3	75,6	164,4	295,4	1231,5
1960	75,7	156,6	128,7	156,9	30,8	79,3	92,5	24,2	94,4	181,4	113,9	156,2	1290,6
1961	118,7	11,8	11,1	129,9	54,9	35,4	49,5	9,4	20,4	144,1	162,1	108,6	855,9
1962	62,0	43,7	119,2	101,3	42,2	57,0	33,0	6,8	24,5	106,4	153,0	65,0	814,1
1963	122,0	90,2	74,0	79,8	109,4	67,2	55,9	53,5	150,1	36,4	146,0	113,8	1098,3
1964	4,3	65,7	186,7	66,0	45,3	83,7	73,3	43,7	33,2	307,1	76,7	122,8	1108,5
1965	106,9	5,1	119,6	138,7	109,1	103,3	24,9	82,1	151,1	9,6	176,4	79,3	1106,1

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1966	58,1	77,3	39,3	81,5	46,4	40,1	48,9	97,0	103,4	157,6	245,2	143,8	1139,0
1967	32,3	41,4	43,5	67,1	53,3	93,3	11,7	49,0	72,4	25,8	155,7	109,4	755,3
1968	51,9	172,0	17,4	60,3	121,3	140,0	46,5	89,8	47,7	39,4	141,6	125,0	1052,9
1969	115,4	148,0	92,2	106,9	52,4	52,0	41,6	50,0	68,0	8,8	130,7	72,4	938,4
1970	119,0	59,3	109,3	36,5	76,8	56,7	27,0	49,6	9,8	24,2	71,2	137,2	776,8
1971	122,8	59,6	107,3	58,9	51,0	32,6	24,3	15,0	31,9	38,7	148,8	29,0	719,9
1972	147,6	134,0	83,2	173,3	80,5	40,9	58,2	79,9	166,8	72,0	85,5	91,7	1213,9
1973	140,6	46,1	61,2	86,3	23,7	72,6	29,8	35,2	227,7	108,6	64,5	68,3	964,6
1974	45,1	76,1	68,3	79,8	70,7	48,9	35,0	73,5	82,2	86,7	73,7	11,2	751,2
1975	27,4	55,4	81,5	62,2	92,7	50,9	27,5	103,3	46,4	130,3	104,7	94,8	877,1
1976	26,2	118,2	76,5	49,1	47,4	42,0	71,2	118,4	119,2	115,3	126,2	133,3	1043,0
1977	118,2	73,5	100,3	36,5	71,5	29,9	90,8	104,5	59,1	42,5	131,7	34,6	893,1
1978	103,7	82,8	78,7	145,0	94,2	71,7	46,4	40,8	25,2	129,9	80,1	103,1	1001,6
1997	92,7	24,4	50,9	58,1	35,5	82,3	41,2	44,9	22,1	37,1	148,4	117,0	754,0
1998	38,3	32,9	40,9	74,7	89,5	40,1	33,4	30,9	120,5	110,9	39,4	68,4	719,9
1999	56,0	58,0	70,9	79,0	51,6	81,7	21,0	86,2	64,3	123,6	224,8	85,6	1002,7
2000	17,2	8,7	67,4	60,9	24,1	79,7	56,0	54,9	31,4	124,7	203,9	83,2	812,1
2001	120,8	44,0	126,6	87,6	83,4	33,1	54,0	28,4	103,8	42,1	83,8	33,1	840,7
2002	26,3	80,7	4,5	1237,1	105,4	49,2	108,8	124,0	149,3	103,0	111,7	155,4	1145,3
2003	75,7	21,5	47,3	111,3	25,3	55,9	14,9	31,4	62,4	115,8	226,7	85,7	873,9

Tabella 42 Afflussi meteorici Reno a Bastia

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1939	78,00	25,50	57,40	52,40	129,00	148,00	6,88	3,83	14,40	38,10	42,40	59,90	54,80	16,1	506,9	0,45
1940	38,70	150,00	54,40	32,50	18,30	43,40	8,32	5,15	8,93	89,30	127,00	72,80	53,50	15,7	496,3	0,45
1941	174,00	193,00	65,00	59,90	70,60	17,00	3,20	2,80	10,50	11,30	31,70	47,30	56,40	16,5	521,5	0,50
1955	23,20	62,50	84,80	14,80	2,07	0,67	0,93	3,90	14,00	20,80	52,50	47,40	27,10	7,9	250,5	0,27
1956	51,35	24,50	83,00	62,40	59,40	20,40	4,37	1,70	8,10	5,44	2,22	2,52	30,70	9,0	284,9	0,34
1957	88,50	118,40	37,00	118,90	161,60	42,50	31,60	23,10	33,10	77,20	64,20	69,50	32,90	9,6	304,5	0,35
1958	29,50	21,40	32,50	115,00	18,30	3,86	1,14	0,30	2,80	3,51	29,40	97,80	26,90	8,7	273,5	0,29
1959	29,50	32,20	51,90	72,00	40,00	15,90	1,47	4,37	23,40	18,70	92,10	232,00	51,30	15,0	474,1	0,38
1960	92,40	161,00	122,00	123,00	65,20	12,90	15,40	4,43	9,37	65,60	62,80	105,00	69,60	20,4	645,7	0,50
1961	137,00	33,60	11,20	51,80	16,60	7,46	0,03	3,68	2,77	9,23	66,60	56,60	33,00	9,7	305,4	0,36
1962	62,50	20,20	84,50	82,70	11,90	4,13	0,62	0,51	2,81	5,06	45,30	32,00	29,40	8,6	271,7	0,33

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1963	81,30	79,60	52,60	55,40	40,70	32,20	6,90	3,89	27,70	18,40	146,00	76,80	40,20	11,8	371,9	0,34
1964	31,70	51,40	153,00	95,70	9,31	6,50	8,90	5,38	4,62	103,00	41,60	80,10	49,40	14,5	457,8	0,41
1965	99,60	42,20	84,30	116,00	33,90	105,00	10,80	5,43	21,90	18,80	59,60	57,50	54,40	16,0	503,5	0,46
1966	39,90	60,10	37,20	29,50	14,80	7,68	2,49	8,81	13,70	33,30	180,00	186,00	51,00	15,0	471,6	0,41
1967	40,90	38,00	34,00	17,80	9,72	15,60	2,17	4,35	7,02	6,67	27,50	41,00	20,30	6,0	187,6	0,25
1968	42,00	112,00	32,80	13,50	37,20	75,30	10,70	8,74	8,16	8,71	57,10	84,50	40,50	11,9	375,6	0,36
1969	80,20	111,00	134,00	107,00	25,40	6,96	4,35	5,25	8,05	7,02	18,00	18,00	43,30	12,7	400,6	0,43
1970	94,70	45,70	82,40	35,50	24,10	17,80	3,57	3,34	6,73	5,26	6,63	20,20	28,80	8,4	266,6	0,34
1971	84,50	52,20	65,70	56,00	11,00	7,49	3,24	1,59	3,79	4,76	12,60	25,20	27,20	8,0	251,8	0,35
1972	51,90	126,00	95,50	112,00	53,40	8,52	3,97	6,70	51,60	25,80	38,70	87,30	56,30	16,5	507,8	0,42
1973	138,00	71,50	66,00	52,40	15,40	8,85	3,97	4,75	47,40	68,90	33,80	33,20	45,20	13,3	418,3	0,43
1974	46,60	65,40	58,40	23,90	48,80	7,56	4,82	5,15	11,00	22,70	26,50	9,93	27,10	8,0	253,0	0,34
1975	8,96	36,50	31,20	51,10	17,00	8,68	5,11	8,13	11,40	27,20	45,70	71,80	16,80	7,9	248,1	0,28
1976	15,80	86,90	68,30	24,10	18,10	4,86	5,08	9,93	33,60	38,90	87,30	99,10	40,80	12,0	378,2	0,36
1977	110,00	85,40	49,00	61,40	22,00	6,50	6,35	12,30	14,20	12,20	21,20	64,30	38,50	11,3	356,0	0,40
1978	71,24	69,17	78,70	112,14	47,28	17,15	10,37	4,64	3,98	12,44	11,75	75,79	42,74	12,5	395,3	0,39
1999	23,60	27,30	24,90	30,60	9,00	6,30	5,50	5,50	4,80	16,20	84,00	70,70	25,60	7,5	235,9	0,24

Tabella 43 Portate medie mensili Reno a Bastia

STAZIONE TORRENTE CORRECCHIO (RENO) A CONTRADA "IL PORTONE":

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	6,1 Km ² praticamente impermeabile	299m s.l.m.	216m s.l.m.	52m s.l.m.	1948

Tabella 44 Caratteristiche stazione Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone"

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
ANNO	PORTATE (m ³ /s)									
1951	1,560	0,234			0,011		0,003	0,000	0,000	0,000
1952	0,273	0,084			0,004		0,000	0,000	0,000	0,000
1953	1,250	0,173			0,013		0,000	0,000	0,000	0,000
1954	1,760	0,074			0,006		0,000	0,000	0,000	0,000
1955	0,795	0,141			0,002		0,000	0,000	0,000	0,000
1956	0,374	0,151			0,007		0,000	0,000	0,000	0,000
1957	0,968	0,238			0,005		0,000	0,000	0,000	0,000
1958	1,620	0,188			0,000		0,000	0,000	0,000	0,000
1959	0,952	0,217			0,090		0,003	0,001	0,000	0,000
1960	1,450	0,225			0,025		0,005	0,003	0,001	0,000
1961	0,600	0,097			0,006		0,002	0,000	0,000	0,000
1962	0,201	0,080	0,022	0,010	0,005	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000
1963	0,325	0,121	0,051	0,016	0,007	0,004	0,003	0,001	0,000	0,000
1964	0,449	0,177	0,088	0,045	0,024	0,012	0,006	0,001	0,001	0,000
1965	1,820	0,243	0,059	0,030	0,021	0,012	0,008	0,002	0,000	0,000
1966	2,260	0,171	0,044	0,023	0,017	0,008	0,004	0,002	0,000	0,000
1967	0,150	0,027	0,014	0,010	0,007	0,004	0,003	0,001	0,000	0,000
1968	1,770	0,195	0,056	0,030	0,020	0,011	0,008	0,003	0,001	0,000
1969	0,793	0,200	0,080	0,047	0,033	0,021	0,014	0,002	0,000	0,000

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1970	0,356	0,092	0,041	0,019	0,009	0,003	0,001	0,000	0,000	0,000
1971	0,310	0,500	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1972	1,920	0,251	0,104	0,047	0,023	0,013	0,007	0,001	0,000	0,000
1973	1,070	0,184	0,081	0,039	0,030	0,022	0,014	0,005	0,001	0,000
1974	0,277	0,103	0,070	0,042	0,027	0,020	0,017	0,002	0,000	0,000

Tabella 45 Durata delle portate Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone"

ANNO	AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)												TOTALE (mm)
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1951	131,0	120,6	107,4	63,9	105,5	37,6	90,4	17,5	129,4	155,0	86,0	55,7	1100,0
1952	57,2	60,3	14,4	27,0	39,8	15,8	67,5	80,2	45,5	81,4	38,8	132,1	660,0
1953	84,7	52,2	0,6	76,2	129,3	114,3	45,6	36,2	22,8	121,2	30,9	41,0	755,0
1954	67,9	42,3	67,6	67,4	108,5	94,4	40,1	38,7	37,9	16,7	113,5	19,4	714,4
1955	19,2	134,7	113,5	5,2	28,6	27,2	82,5	31,9	163,0	86,4	98,5	44,3	835,0
1956	51,9	82,6	45,5	103,4	99,6	47,0	4,7	25,9	22,0	46,8	168,2	32,4	730,0
1957	64,5	58,5	25,8	116,0	183,5	44,0	20,9	40,5	44,0	90,9	19,0	22,4	730,0
1958	13,7	26,5	102,0	216,0	20,6	54,2	1,6	16,3	45,5	47,1	216,6	80,9	835,0
1959	26,5	54,9	123,9	58,4	97,4	61,5	13,1	151,5	107,7	18,9	106,7	204,7	1025,2
1960	77,4	124,4	97,0	171,2	34,7	79,3	107,3	26,8	54,0	121,1	59,9	121,9	1075,0
1961	77,7	5,6	7,4	147,7	58,1	32,5	65,6	17,4	15,1	125,0	59,0	103,9	715,0
1962	45,3	26,2	95,8	84,8	39,5	86,2	18,2	6,0	23,7	77,6	120,4	51,3	675,0
1963	83,6	72,3	35,9	43,8	110,9	87,7	54,5	33,2	151,1	19,7	62,3	107,0	862,0
1964	1,5	33,9	225,1	69,1	42,4	88,2	56,6	62,1	33,3	314,7	72,6	110,5	1110,0
1965	77,5	4,6	94,9	145,8	107,5	137,6	64,3	76,2	71,1	7,6	141,2	71,7	1000,0
1966	36,3	43,7	55,6	86,2	26,5	52,9	36,6	123,7	94,0	140,3	225,2	79,0	1000,0
1967	27,8	26,3	9,1	78,3	44,0	102,6	30,5	122,4	42,7	9,4	85,6	121,3	700,0
1968	45,3	91,7	6,0	46,4	113,8	162,3	34,3	166,1	38,3	46,8	134,8	114,2	1000,0
1969	43,5	109,7	77,7	139,3	51,7	38,3	27,7	69,1	60,0	12,3	105,2	95,5	830,0
1970	52,1	31,7	99,1	23,1	102,2	42,3	31,2	44,6	9,9	15,6	36,0	112,2	600,0
1971	80,0	39,4	80,2	61,6	38,1	38,1	4,2	1,5	32,9	52,5	135,2	36,3	600,0
1972	156,5	131,3	57,1	219,1	64,1	52,3	90,5	93,0	205,8	58,2	59,2	62,9	1250,0
1973	158,2	52,9	91,0	92,8	30,6	73,9	44,3	30,6	332,8	74,9	71,4	21,6	1075,0
1974	32,8	52,4	57,4	56,0	63,0	44,0	72,0	41,4	24,0	79,0	73,3	20,3	615,6

Tabella 46

Afflussi meteorici Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone"

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1951	0,084	0,073	0,059	0,022	0,012	0,001	0,001	0,000	0,000	0,022	0,018	0,018	0,026	4,3	132,4	0,120
1952	0,020	0,030	0,004	0,002	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,047	0,009	1,5	45,9	0,070
1953	0,086	0,056	0,007	0,008	0,062	0,044	0,003	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,022	3,6	115,5	0,150
1954	0,007	0,051	0,010	0,007	0,062	0,066	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,016	2,6	87,3	0,120
1955	0,000	0,033	0,062	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,005	0,025	0,005	0,011	1,8	57,3	0,070
1956	0,021	0,169	0,048	0,033	0,025	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,003	0,013	2,1	68,6	0,090
1957	0,021	0,017	0,003	0,114	0,080	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,021	3,4	107,9	0,150
1958	0,000	0,000	0,007	0,174	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,018	0,032	0,020	3,3	101,1	0,120
1959	0,004	0,040	0,051	0,011	0,003	0,001	0,000	0,006	0,013	0,001	0,046	0,145	0,027	4,4	137,8	0,130
1960	0,077	0,111	0,052	0,121	0,013	0,005	0,005	0,003	0,002	0,003	0,004	0,032	0,035	5,7	182,3	0,170
1961	0,050	0,010	0,006	0,053	0,004	0,003	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,023	0,013	2,1	64,8	0,090
1962	0,005	0,002	0,040	0,041	0,003	0,003	0,008	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,009	1,5	45,0	0,070
1963	0,006	0,059	0,006	0,015	0,030	0,019	0,005	0,000	0,012	0,005	0,004	0,015	0,014	2,3	74,5	0,090
1964	0,013	0,017	0,127	0,040	0,007	0,002	0,001	0,001	0,001	0,021	0,026	0,050	0,026	4,3	133,6	0,120
1965	0,076	0,014	0,028	0,068	0,021	0,098	0,006	0,001	0,001	0,002	0,019	0,019	0,029	4,8	152,0	0,150
1966	0,015	0,030	0,034	0,004	0,003	0,003	0,000	0,001	0,004	0,003	0,154	0,114	0,030	4,9	156,7	0,160
1967	0,013	0,008	0,005	0,004	0,004	0,011	0,001	0,005	0,003	0,001	0,006	0,011	0,006	1,0	86,4	0,120
1968	0,022	0,049	0,006	0,005	0,003	0,041	0,002	0,081	0,004	0,007	0,070	0,077	0,030	4,9	157,7	0,160
1969	0,035	0,108	0,071	0,098	0,016	0,001	0,001	0,006	0,016	0,011	0,008	0,015	0,032	5,2	163,2	0,200
1970	0,033	0,023	0,069	0,005	0,008	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,012	2,0	62,5	0,100
1971	0,007	0,003	0,020	0,021	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,004	0,069	0,005	0,8	26,7	0,040
1972	0,049	0,110	0,039	0,132	0,020	0,002	0,002	0,003	0,082	0,009	0,013	0,027	0,040	6,6	207,6	0,170
1973	0,109	0,033	0,064	0,039	0,007	0,009	0,003	0,012	0,054	0,051	0,022	0,008	0,034	5,6	176,6	0,160
1974	0,016	0,023	0,078	0,050	0,002	0,010	0,031	0,019	0,023	0,021	0,005	0,001	0,023	3,8	120,8	0,200

Tabella 47

Portate medie mensili Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il Portone"

STAZIONE SENIO (RENO) A CASTEL BOLOGNESE:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	269 Km ² praticamente impermeabile	1187m s.l.m.	438m s.l.m.	35m s.l.m.	1947

Tabella 48 Caratteristiche stazione Senio (Reno) a Castel Bolognese

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1951	106,00	31,20			8,14		2,85	0,17	0,03	0,02
1952	36,20	20,60			3,18		0,58	0,05	0,02	0,01
1953	45,50	13,60			3,42		0,81	0,05	0,03	0,03
1954	24,70	12,10			2,08		0,34	0,06	0,03	0,03
1955	46,20	17,10			2,48		0,35	0,04	0,01	0,01
1956	31,50	16,20			2,66		1,06	0,07	0,02	0,02
1957	50,80	17,50			3,47		0,66	0,08	0,03	0,03
1958	78,70	16,10			2,78		0,33	0,04	0,02	0,02
1960	83,80	30,30			6,76		2,35	0,33	0,05	0,01
1961	39,90	18,10			1,26		0,32	0,04	0,02	0,02
1962	17,00	10,30	7,15	3,88	2,50	1,39	0,77	0,03	0,01	0,01
1963	55,00	18,10	9,47	5,85	3,65	2,70	2,09	0,25	0,02	0,02
1964	71,00	22,60	12,60	7,11	4,47	2,75	1,88	0,22	0,02	0,01
1965	33,30	17,40	10,60	7,64	5,16	3,08	2,00	0,41	0,03	0,03
1966	121,00	24,60	8,33	4,64	3,16	2,12	1,48	0,27	0,02	0,01
1967	32,00	5,25	2,41	1,64	1,35	0,94	0,64	0,10	0,03	0,01
1968	84,80	26,70	10,30	5,78	3,69	2,00	1,32	0,63	0,21	0,12
1969	64,40	23,20	10,80	6,71	4,77	2,30	0,94	0,11	0,03	0,03
1970	31,90	10,90	7,35	5,00	2,95	1,35	0,19	0,02	0,01	0,01
1971	26,90	12,70	6,90	3,06	1,91	0,88	0,24	0,02	0,00	0,00
1972	93,40	26,20	13,70	7,95	5,83	3,52	1,78	0,38	0,12	0,08

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1973	69,20	21,50	10,30	7,02	5,67	3,64	1,92	0,42	0,04	0,03
1974	21,90	11,30	5,12	2,89	1,94	1,41	0,91	0,46	0,06	0,01
1975	23,10	10,40	4,98	3,06	2,36	1,04	0,47	0,16	0,00	0,00
1976	51,10	20,90	14,60	9,66	6,63	4,45	2,20	0,41	0,14	0,07
1977	25,10	15,60	10,50	7,13	4,34	2,10	1,15	0,22	0,05	0,05
1978	97,50	24,50	13,30	7,11	4,82	2,98	1,64	0,45	0,11	0,08
1979	86,64	29,96	12,54	7,27	5,33	3,46	1,74	0,22	0,09	0,07

Tabella 49 Durata delle portate Senio (Reno) a Castel Bolognese

ANNO	AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)												
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1951	158,1	200,2	135,7	80,7	128,6	40,7	73,5	12,4	161,9	175,0	133,8	73,8	1374,2
1952	81,5	84,1	27,4	51,0	49,5	34,3	56,7	96,1	74,1	78,4	77,5	250,4	961,0
1953	98,9	82,0	3,0	103,8	155,5	136,3	39,2	45,1	41,7	148,0	38,1	47,0	938,6
1954	64,5	54,5	77,3	70,4	107,1	77,9	40,4	52,1	32,0	35,4	124,6	29,2	765,4
1955	32,3	216,0	127,4	11,2	32,0	48,8	93,1	27,5	242,1	126,0	113,3	70,6	1140,3
1956	59,9	89,9	53,1	103,8	90,2	58,0	8,0	38,7	27,1	53,6	195,4	32,9	809,9
1957	82,6	101,9	48,8	130,0	176,5	63,9	40,0	31,1	39,4	105,3	37,4	45,3	902,2
1958	36,6	41,3	133,7	220,4	47,7	49,6	8,8	15,5	50,3	57,7	233,7	133,5	1028,8
1960	89,4	147,5	114,2	184,3	44,9	92,6	192,6	43,1	75,9	156,9	74,7	157,9	1373,8
1961	110,8	11,2	14,9	123,2	59,7	51,2	68,8	5,5	14,6	158,8	122,2	125,7	866,6
1962	64,2	37,7	113,9	102,5	46,1	66,2	16,2	3,6	37,4	111,3	180,8	60,3	840,2
1963	151,6	94,3	62,8	65,3	108,2	89,5	75,6	43,7	151,7	25,9	96,9	108,3	1073,8
1964	0,7	31,9	212,4	71,5	53,0	106,3	48,0	48,0	64,8	324,6	90,7	116,4	1168,3
1965	75,8	9,1	87,1	180,2	113,9	112,5	55,0	73,8	119,6	12,3	167,7	93,4	1100,4
1966	59,4	38,6	54,1	87,8	29,0	41,1	44,1	140,6	104,7	159,9	267,8	143,8	1170,7
1967	29,5	24,4	17,6	90,6	57,9	134,0	36,2	75,0	42,9	9,6	90,0	148,2	755,9
1968	56,4	152,5	8,3	48,5	128,8	200,6	35,8	168,6	48,8	49,0	152,8	117,4	1167,5
1969	61,0	153,4	95,6	122,9	70,8	60,1	37,7	82,0	65,2	24,9	139,1	113,3	1026,0
1970	99,2	61,2	121,0	43,3	100,2	65,5	49,4	52,7	11,2	18,8	40,2	165,6	828,3
1971	114,4	40,0	116,5	53,4	52,3	23,3	14,7	9,5	73,4	59,7	147,5	36,3	741,0
1972	177,3	140,7	71,6	260,2	71,3	59,1	117,0	94,4	185,4	62,2	82,4	72,1	1393,7

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1973	157,6	61,2	94,2	121,4	31,0	54,5	24,9	47,5	315,9	78,7	65,2	28,3	1080,4
1974	36,5	74,4	61,8	61,8	57,4	41,4	46,3	49,8	40,6	83,6	81,3	20,8	655,7
1975	25,3	66,6	54,3	55,6	96,3	61,2	44,5	99,6	48,9	155,4	74,1	60,0	841,8
1976	21,5	130,2	85,2	48,8	50,0	83,0	75,4	141,5	133,6	77,8	117,1	133,1	1098,0
1977	53,0	70,8	77,6	39,4	74,6	74,6	20,1	70,7	97,6	93,4	128,1	31,6	814,2
1978	69,3	60,8	83,1	149,7	94,7	64,8	39,9	60,3	42,5	142,9	88,4	105,8	1002,2
1979	111,7	93,0	54,4	87,8	1,4	37,0	68,9	122,7	112,5	80,8	202,0	78,2	1050,4

Tabella 50 *Afflussi meteorici Senio (Reno) a Castel Bolognese*

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1951	9,12	21,30	12,30	5,79	6,11	0,45	0,06	0,00	1,28	5,38	8,40	4,17	6,10	22,70	714,80	0,52
1952	5,24	9,80	1,75	1,27	0,09	0,18	0,04	0,50	0,31	0,88	2,02	11,90	2,82	10,50	331,30	0,34
1953	6,84	7,58	3,11	3,25	3,87	5,20	0,52	0,10	0,13	1,27	0,74	0,25	2,70		316,90	
1954	2,13	6,19	4,23	1,68	4,80	1,29	0,11	0,17	0,05	0,05	0,79	0,16	1,78		208,50	
1955	0,46	7,42	8,96	0,86	0,09	0,04	0,27	0,54	1,73	2,95	5,45	3,01	2,62		306,80	
1956	4,12	1,74	7,54	3,96	4,05	0,87	0,21	0,07	0,04	0,04	1,49	1,14	2,14		251,10	
1957	3,52	8,16	2,74	9,27	5,48	2,38	0,06	0,04	0,09	0,32	0,50	0,46	2,71		317,10	
1958	1,35	0,43	4,30	13,60	2,51	0,43	0,14	0,05	0,04	0,21	2,86	8,55	2,88		337,10	
1960	9,33	14,60	7,74	11,60	4,92	0,38	2,08	0,19	0,18	2,24	2,57	8,29	5,33		624,50	
1961	10,30	1,44	0,30	2,57	0,93	0,20	0,15	0,05	0,02	0,50	3,07	6,06	2,14		251,40	
1962	4,13	1,01	6,55	5,40	1,02	0,55	0,02	0,02	0,02	0,15	3,76	1,31	2,00		234,30	
1963	8,99	9,67	3,64	6,75	3,42	2,52	0,33	0,10	0,90	0,15	2,43	2,61	3,41		399,80	
1964	2,85	2,82	13,60	7,39	0,69	0,38	0,31	0,09	0,56	8,77	6,42	6,88	4,25		499,10	
1965	7,25	3,08	4,58	1,01	4,57	5,71	0,75	0,06	1,22	0,22	3,66	5,09	3,85		451,20	
1966	3,97	2,78	3,15	2,27	1,13	0,30	0,03	0,30	0,47	1,78	13,60	13,20	3,58		419,60	
1967	2,12	1,57	1,27	1,21	1,24	3,55	0,35	0,09	0,07	0,06	0,20	1,66	1,11		130,40	
1968	3,76	14,40	2,46	0,86	3,62	11,70	0,98	0,97	0,51	0,31	3,84	6,82	4,14		486,10	
1969	5,04	13,20	11,80	8,83	2,24	0,54	0,09	0,15	0,07	0,13	1,64	1,87	3,73		438,10	
1970	7,08	5,05	6,85	2,42	1,71	0,26	0,10	0,01	0,03	0,02	0,20	1,75	2,11		248,40	
1971	7,13	3,24	5,06	4,35	0,64	0,12	0,01	0,01	0,04	0,04	0,62	1,21	1,87		219,10	
1972	3,78	14,00	8,22	17,80	5,26	0,91	0,32	0,29	1,95	0,93	2,42	5,14	5,03		591,50	
1973	12,50	5,58	6,14	8,53	1,90	0,69	0,11	0,06	3,81	4,87	2,61	1,08	3,97		465,90	
1974	2,27	3,65	5,09	2,06	3,17	0,68	0,18	0,80	0,33	1,28	2,33	0,66	1,86		218,60	
1975	0,72	3,87	2,83	5,03	1,08	0,51	0,01	0,06	0,19	1,63	1,86	2,66	1,68	6,20	197,50	0,23
1976	0,17	12,70	9,65	2,34	5,10	1,07	0,30	0,99	2,81	1,01	8,71	14,20	4,89		575,20	

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1977	11,60	9,91	3,59	3,84	1,16	0,42	0,10	0,29	0,63	0,36	1,18	5,71	3,20		374,80	
1978	4,92	6,32	6,59	12,00	3,91	1,39	0,54	0,35	0,19	1,19	0,67	14,30	4,36		510,90	
1979	12,66	11,48	4,51	5,80	2,18	0,37	0,38	0,34	0,66	0,38	15,83	4,16	4,83		566,50	

Tabella 51 Portate medie mensili Senio (Reno) a Castel Bolognese

STAZIONE LAMONE A GRATTACOPPA:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	522 km ² parte impermeabile 1,4%	1242m s.l.m.	439m s.l.m.	2m s.l.m	1937

Tabella 52 Caratteristiche stazione Lamone a Grattacoppa

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
ANNO										
1939	571,00				13,60		5,84	2,61		0,60
1940	144,00				9,11		5,05	1,70		0,28
1941	105,00				12,80		4,90	1,15		0,16
1951	205,00	67,70			16,90		6,94	1,43	0,14	0,10
1952	107,00	55,90			8,34		2,01	0,43	0,25	0,23
1953	141,00	34,50			9,84		3,51	1,77	0,68	0,40
1957	74,80	48,20			9,43		3,71	1,03		0,31
1958	98,70	39,90			7,97		2,80	0,37	0,12	0,08
1959	115,00	49,40			9,47		5,25	1,75	0,37	0,32

Tabella 53 Durata delle portate Lamone a Grattacoppa

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1939	141,6	21,8	176,8	116,2	354,0	188,3	16,1	57,6	144,8	119,9	57,2	153,6	1547,9
1940	122,0	110,8	52,7	70,3	101,6	140,7	26,5	59,7	32,3	227,0	107,4	11,3	1274,3
1941	180,5	203,4	54,5	102,4	146,5	76,6	19,3	36,3	83,0	144,8	158,5	85,4	1291,2
1951	187,1	178,9	156,0	74,7	139,8	58,5	88,5	15,5	200,5	210,1	134,8	74,1	1518,5
1952	103,7	85,1	27,5	59,5	54,3	44,1	29,3	58,6	115,1	95,7	82,8	271,2	1026,9
1953	119,9	99,4	5,1	101,6	139,6	115,6	29,9	51,3	99,2	158,1	39,9	42,9	1002,5

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1957	99,4	102,9	49,2	146,1	170,8	56,8	35,6	27,4	36,8	94,8	34,9	38,8	893,5
1958	46,3	43,7	164,5	227,5	74,5	58,4	9,0	9,8	55,3	77,9	231,3	123,9	1122,1
1959	66,3	56,4	124,3	79,3	101,5	89,7	27,3	176,8	162,4	32,9	127,8	286,2	1330,9

Tabella 54 *Afflussi meteorici Lamone a Grattacoppa*

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1939	15,80	3,82	17,30	21,80	45,70	39,10	2,63	1,16	1,72	7,65	7,13	19,50	15,30	29,3	927,0	0,60
1940	5,76	35,70	6,84	8,88	5,01	4,22	1,89	0,60	0,62	8,34	20,70	16,70	9,48	18,2	574,1	0,45
1941	33,40	34,00	8,84	8,40	14,90	3,86	1,07	0,30	0,86	1,82	10,90	8,84	10,50	20,1	631,7	0,49
1951	21,20	45,10	26,20	12,30	12,40	2,71	1,15	0,23	1,68	13,50	16,30	9,68	13,30	25,5	805,9	0,53
1952	14,50	21,60	3,01	4,56	1,86	0,91	0,32	0,39	1,44	3,92	6,28	31,80	4,52	14,4	455,7	0,44
1953	21,70	22,50	9,27	7,40	6,34	10,50	1,91	1,31	4,04	5,57	5,32	2,67	8,11	15,5	489,9	0,49
1957	6,92	16,20	7,87	22,60	12,20	8,19	1,49	0,47	0,36	0,54	1,17	2,34	6,61	12,7	399,2	0,45
1958	5,27	3,55	13,50	29,10	6,99	3,19	0,93	0,21	0,16	0,48	4,22	14,20	6,82	13,1	412,0	0,37
1959	9,30	9,31	8,56	11,00	4,39	3,32	1,57	1,67	3,62	1,16	8,95	41,40	8,71	16,7	526,2	0,40

Tabella 55 *Portate medie mensili Lamone a Grattacoppa*

STAZIONE LAMONE A SARNA:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	261 km ² parte impermeabil 2,8%	1242m s.l.m.	511m s.l.m	50m s.l.m	1933

Tabella 56 Caratteristiche stazione Lamone a Sarna

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
ANNO										
1939	246,00				8,72		3,82	1,80		0,37
1940	89,70				4,87		2,53	1,00		0,80
1972	79,80	24,30	14,80	9,39	6,24	4,08	2,54	0,78	0,19	0,14
1973	58,40	22,80	10,50	7,82	6,51	4,15	2,41	0,71	0,13	0,01
1974	32,70	14,60	7,26	4,73	3,66	2,53	2,03	0,84	0,16	0,13
1975	32,90	14,60	6,15	4,38	3,15	2,12	1,32	0,37	0,14	0,12
1976	55,80	22,50	13,30	8,61	5,95	3,71	2,27	0,92	0,42	0,35
1977	27,00	15,10	8,92	6,45	4,99	3,45	2,26	0,51	0,14	0,08
1978	80,96	23,06	14,21	9,83	7,54	4,43	2,83	0,56	0,23	0,21
1979	67,07	26,99	12,65	8,85	7,10	4,94	2,51	0,45	0,24	0,19
2007		11,50	5,83	2,91	1,93	1,31	0,86	0,26		

Tabella 57 Durata delle portate Lamone a Sarna

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1939	155,3	24,5	187,6	110,0	358,2	187,9	17,1	67,0	135,2	133,7	65,9	171,3	1613,7
1940	124,5	111,4	59,4	68,5	102,4	147,3	27,4	67,4	43,7	270,8	232,5	68,9	1324,2
1972	171,4	145,0	61,9	268,8	66,0	33,5	126,9	70,8	149,8	68,1	96,0	68,2	1326,4
1973	194,8	76,3	99,1	139,2	44,3	52,6	25,0	72,6	280,6	71,5	78,7	34,3	1169,0
1974	38,2	85,7	67,6	68,6	65,9	34,7	57,3	63,0	74,4	132,9	92,9	22,6	803,8

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1975	20,7	80,6	61,8	59,5	90,9	53,4	20,1	121,1	55,1	133,5	72,7	67,7	837,1
1976	29,4	153,0	121,3	52,7	42,5	71,3	70,8	133,4	116,4	89,3	125,8	190,9	1196,8
1977	60,6	82,9	69,0	36,5	69,2	10,2	60,0	116,0	84,0	64,6	124,5	49,9	827,4
1978	91,1	80,6	103,8	168,9	71,8	76,9	38,6	55,2	41,3	120,4	90,2	116,1	1054,9
1979	135,6	97,1	73,3	110,5	1,4	45,9	50,8	97,1	95,7	79,0	198,7	106,7	1090,8
2007	43,7	82,8	133,5	18,7	49,6	59,8	8,0	49,6	96,9	139,8	28,5	70,8	781,7

Tabella 58 Afflussi meteorici Lamone a Sarna

PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)													Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1939	9,02	9,92	3,03	9,66	12,80	25,50	22,90	1,54	0,76	1,34	5,02	4,55	10,80	9,0	1090,3	0,68
1940	3,02	20,40	3,68	4,92	2,89	2,67	1,28	0,56	0,52	5,66	16,10	8,52	5,77	22,1	699,0	0,53
1972	4,56	13,80	8,19	15,50	6,11	1,19	0,61	0,37	1,58	0,96	4,27	5,88	5,22	20,0	631,0	0,48
1973	13,50	7,57	6,47	9,59	2,40	0,78	0,26	0,30	3,68	3,40	4,32	2,07	4,50	17,2	544,0	0,47
1974	3,42	5,59	6,28	3,82	5,81	1,10	0,59	0,36	0,48	3,56	4,81	1,86	3,13	12,0	377,9	0,47
1975	1,53	4,87	5,75	7,54	1,98	1,04	0,36	0,60	0,39	1,09	2,23	4,17	2,61	10,0	315,2	0,38
1976	1,33	12,60	9,00	3,84	2,24	1,31	0,53	0,86	2,21	1,84	8,47	13,50	4,79	18,3	578,7	0,48
1977	8,03	9,91	4,46	5,52	2,15	0,71	0,26	1,67	0,95	0,72	2,28	7,35	3,63	13,9	438,9	0,53
1978	6,97	9,48	9,37	15,71	5,59	2,51	1,43	0,47	0,37	1,44	0,44	11,46	5,41	20,7	653,8	0,62
1979	13,48	11,92	6,22	7,66	3,11	0,79	0,49	0,55	0,63	0,75	11,48	4,86	5,11	19,6	617,1	0,57
2007																

Tabella 59 Portate medie mensili Lamone a Sarna

STAZIONE RONCO (FIUMI UNITI) A MELDOLA "CASA LUZIA" :

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	442 km ² parte impermeabile 3%	1657m s.l.m.	569m s.l.m.	57m s.l.m	1925

Tabella 60 Caratteristiche stazione Ronco (Fiumi Uniti) a Meldola "Casa Luzia"

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1939	378,00				10,90		5,46	2,57		0,58
1940	124,00				9,30		4,57	1,81		0,34
1956	53,40	36,70			10,00		4,75	0,45	0,15	0,11
1957	70,50	41,80			8,24		3,38	0,82	0,31	0,26
1958	88,30	43,30			8,79		2,55	0,54	0,28	0,24
1959	105,00	46,40			11,60		5,12	1,96	0,76	0,65
1960	114,00	51,20			16,10		7,42	1,72	0,40	0,22
1961	153,00	37,10			6,63		2,43	0,77	0,26	0,21
1962	85,10	37,90	25,90	15,80	11,30	7,12	5,12	0,48	0,16	0,13
1963	169,00	61,50	30,60	16,50	11,50	8,24	5,85	2,15	0,55	0,42
1964	134,00	52,80	32,20	18,80	13,40	8,96	5,34	1,50	0,31	0,19
1965	85,10	38,40	25,10	17,30	13,00	8,55	5,99	1,34	0,51	0,36
1966	344,00	42,10	19,40	12,70	7,98	5,40	3,20	0,76	0,15	0,08
1967	63,90	21,50	12,80	8,12	5,83	3,64	2,31	0,57	0,27	0,23
1968	172,00	53,30	21,90	13,20	8,74	5,97	3,96	1,60	0,56	0,48
1969	128,00	64,10	31,20	17,50	12,50	7,17	3,34	0,70	0,32	0,24
1970	191,00	42,10	24,30	16,10	10,50	5,19	2,43	0,58	0,14	0,10
1971	102,00	32,90	16,00	7,30	4,84	3,22	2,18	0,29	0,08	0,07
1972	106,00	47,50	27,40	17,40	12,40	7,29	5,54	2,24	0,50	0,09
1973	148,00	53,40	20,60	15,60	11,50	7,21	3,77	1,31	0,14	0,10
1974	105,00	25,70	12,10	7,88	5,59	3,63	2,54	0,97	0,01	0,00

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1975	70,80	31,80	13,10	8,72	6,76	5,00	3,01	0,94	0,50	0,23
1976	90,20	42,30	26,40	18,90	13,00	8,28	5,22	2,44	1,21	0,72
1977	86,80	43,00	18,30	12,60	9,24	4,84	1,62	0,84	0,52	0,43
1978	191,00	64,40	33,30	19,00	14,00	8,53	3,26	1,39	0,92	0,90
1979	133,16	85,18	32,21	19,18	13,53	8,82	4,47	0,87	0,35	0,31

Tabella 61 Durata delle portate Ronco (Fiumi Uniti) a Meldola "Casa Luzia"

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1939	127,8	30,1	150,9	118,3	364,3	224,2	24,3	63,0	126,8	117,5	79,5	157,6	1584,3
1940	154,2	105,8	55,1	81,1	107,3	141,1	40,6	83,2	32,9	268,5	218,6	117,5	1405,9
1956	87,8	112,0	76,7	136,2	105,8	64,2	41,4	16,6	29,2	81,0	238,2	55,1	1044,2
1957	114,3	115,0	60,6	160,9	166,0	44,2	32,0	22,7	50,7	98,0	52,3	64,2	980,9
1958	73,6	56,2	214,7	195,2	94,5	79,6	8,2	8,6	49,0	83,9	223,2	171,5	1258,2
1959	97,7	55,8	106,0	126,9	114,1	67,2	26,6	198,3	134,6	62,8	119,4	278,1	1387,5
1960	111,3	184,7	151,6	184,1	42,6	44,5	114,9	26,1	145,4	164,3	121,2	166,2	1456,9
1961	119,3	21,7	14,4	135,5	74,9	84,0	65,6	5,8	41,1	157,1	178,9	189,7	1087,7
1962	89,1	61,5	169,6	84,3	53,2	87,8	4,0	7,5	18,7	157,6	259,8	97,9	1091,0
1963	228,6	116,0	66,0	115,7	159,4	92,8	58,4	42,3	162,8	103,0	137,0	138,6	1421,5
1964	8,6	56,4	227,9	90,9	71,6	113,6	81,4	68,7	66,1	342,0	141,4	146,9	1415,5
1965	137,3	42,4	78,7	168,4	158,3	91,8	25,5	123,0	119,6	15,8	201,7	130,0	1292,5
1966	78,4	51,9	38,4	73,0	41,3	54,1	81,3	87,4	111,1	124,5	262,9	165,1	1169,4
1967	74,7	40,4	40,4	108,7	72,2	133,9	42,3	57,4	62,0	15,3	117,8	172,7	937,8
1968	98,5	184,5	23,4	74,2	176,2	141,6	64,8	132,0	47,0	54,3	184,9	126,1	1307,5
1969	117,5	208,5	124,2	102,3	38,3	69,0	42,8	88,5	82,4	21,5	228,2	125,9	1249,1
1970	167,9	135,5	151,6	67,0	89,1	86,8	27,5	67,0	19,1	30,1	107,4	182,6	1131,6
1971	144,6	54,9	131,9	43,3	63,1	57,8	33,4	12,2	102,9	24,9	181,4	24,3	874,7
1972	176,8	128,4	68,5	213,3	89,8	35,5	87,6	115,5	170,6	74,6	98,3	100,2	1359,1
1973	182,1	68,9	84,1	137,6	20,5	60,3	34,2	59,2	344,7	77,2	83,8	50,6	1203,2
1974	49,7	106,2	77,3	94,0	82,5	48,0	76,8	76,5	67,6	133,6	140,8	29,5	982,5
1975	22,0	93,6	105,0	95,7	84,1	68,7	31,3	200,3	36,3	87,4	99,2	75,6	999,2
1976	37,5	158,5	156,3	60,2	39,1	110,2	129,5	194,6	126,9	128,0	127,0	201,8	1469,6
1977	88,2	127,2	100,6	44,0	54,6	36,6	87,7	91,3	96,9	73,3	167,2	66,7	1034,3

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1978	157,7	148,5	137,3	255,3	104,7	135,5	51,1	81,5	50,2	171,6	113,5	186,8	1593,7
1979	255,4	149,9	155,2	145,7	6,6	73,9	71,2	154,6	68,9	111,4	307,7	173,3	1673,8

Tabella 62 Afflussi meteorici Ronco (Fiumi Uniti) a Meldola "Casa Luzia"

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1939	16,20	4,82	14,00	20,90	35,60	31,70	2,35	0,98	1,34	4,41	7,41	17,00	13,10	29,6	935,4	0,59
1940	6,56	34,40	7,21	9,00	6,52	8,07	1,89	1,14	0,52	7,54	19,50	15,90	9,73	22,0	696,2	0,50
1956	12,50	16,60	19,40	12,30	123,10	2,33	0,86	0,29	0,23	0,63	7,27	8,73	7,83	17,7	560,2	0,54
1957	12,20	19,00	6,92	22,20	9,50	4,91	0,96	0,51	0,39	0,92	1,69	4,78	6,89	15,6	491,7	0,50
1958	7,63	5,33	18,90	26,60	7,60	2,34	0,54	0,36	0,37	0,63	6,68	17,40	7,90	17,9	562,5	0,45
1959	11,70	8,67	7,83	15,40	6,81	2,41	0,91	3,91	5,40	1,99	11,70	39,00	9,67	21,9	690,1	0,50
1960	19,30	31,30	18,80	18,70	10,60	2,04	2,13	0,67	2,11	10,20	11,50	18,20	12,10	27,4	863,1	0,59
1961	19,60	5,86	2,38	6,20	2,92	1,91	0,67	0,29	0,46	2,61	14,50	22,70	6,69	15,1	477,6	0,44
1962	11,80	11,40	25,60	18,20	3,75	1,76	0,69	0,27	0,22	1,09	13,60	11,60	8,31	18,8	592,9	0,54
1963	32,00	25,20	11,80	12,90	10,60	5,53	1,60	0,74	1,95	4,62	20,00	8,35	11,20	25,3	797,1	0,56
1964	7,33	10,00	28,10	14,00	2,30	2,37	2,14	0,60	0,78	23,10	19,80	17,60	10,70	24,2	765,8	0,54
1965	17,80	7,95	15,00	15,90	10,50	11,30	1,01	1,37	3,72	1,47	13,50	13,50	9,41	21,3	671,5	0,52
1966	9,70	7,97	4,25	4,82	2,26	0,86	0,62	0,40	1,21	4,50	29,70	31,80	8,17	18,5	583,0	0,50
1967	11,30	6,86	5,72	7,07	6,04	4,84	1,19	0,43	0,54	0,31	1,67	9,02	4,57	10,3	326,3	0,35
1968	10,10	29,60	5,82	4,14	9,13	13,20	2,50	2,42	0,86	0,82	10,40	15,80	8,64	19,5	617,9	0,47
1969	14,30	33,00	28,40	19,90	3,92	1,57	0,70	0,55	1,02	0,48	10,60	8,97	10,10	22,9	721,9	0,58
1970	27,50	19,70	21,50	10,70	4,63	3,59	1,24	0,70	0,33	0,23	1,73	8,21	8,29	18,7	591,6	0,52
1971	19,70	7,81	13,80	11,40	2,83	2,00	0,39	0,09	0,49	0,41	3,48	3,43	5,48	12,4	391,2	0,45
1972	9,54	21,50	15,00	24,00	12,30	2,14	1,34	1,24	6,68	3,55	7,83	13,00	9,77	22,1	699,2	0,51
1973	29,10	11,80	11,90	17,70	4,11	1,22	0,45	0,37	14,70	7,05	6,56	4,47	9,09	20,6	648,2	0,54
1974	5,77	9,17	15,70	8,59	7,55	1,09	0,66	0,78	0,41	3,96	8,28	1,82	5,29	12,0	377,2	0,38
1975	1,44	7,72	11,10	14,80	4,44	2,01	0,57	4,58	1,59	2,17	10,20	10,10	5,89	13,3	418,4	0,42
1976	2,64	21,10	18,60	7,17	3,31	3,53	3,15	8,15	6,71	5,42	19,40	24,20	10,20	23,1	132,6	0,50
1977	18,90	21,40	8,25	11,60	1,54	0,92	1,01	0,65	1,19	1,34	3,94	13,10	6,90	15,6	492,5	0,48
1978	12,80	20,20	17,10	34,60	7,06	3,64	1,81	1,30	1,01	4,15	1,87	36,80	11,80	26,7	843,0	0,53
1979	29,64	25,89	15,53	17,43	5,19	1,95	1,56	1,02	0,56	1,38	29,50	10,94	11,59	26,2	827,1	0,49

Tabella 63 Portate medie mensili Ronco (Fiumi Uniti) a Meldola "Casa Luzia"

STAZIONE SAVIO A SAN VITTORE:

	Bacino di dominio	altitudine max	altitudine media	zero idrometrico	anno inizio osservazioni
Caratteristiche della stazione:	597 km ² parte impermeabile 2,3%	1408m s.l.m.	525m s.l.m.	42m s.l.m.	1930

Tabella 64 Caratteristiche stazione Savio a San Vittore

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1939	469,00				13,10		6,10	2,80		0,60
1940	216,00				12,70		6,02	3,33		0,52
1941	143,00				14,00		6,56	1,35		0,33
1951	205,00	105,00			21,10		6,89	2,13	0,52	0,18
1952	132,00	47,40			8,02		2,35	0,69	0,08	0,04
1953	194,00	47,10			13,70		6,74	1,42	0,89	0,64
1954	126,00	55,50			12,50		3,37	1,56	0,45	0,50
1955	131,00	31,40			11,80		4,54	1,53	0,13	0,03
1956	89,10	53,90			11,50		5,65	0,63	0,09	0,05
1957	93,20	47,10			10,20		2,71	0,62	0,11	0,07
1958	155,00	57,70			10,00		2,35	0,44	0,12	0,07
1959	121,00	71,60			13,50		6,76	2,85	0,63	0,24
1960	95,10	63,10			16,50		7,75	1,66	0,40	0,21
1961	239,00	49,60			8,63		2,73	0,74	0,16	0,08
1962	74,30	39,50	25,60	18,60	14,90	10,20	4,72	0,30	0,06	0,02
1963	166,00	50,60	27,80	18,20	15,60	11,80	8,23	2,39	0,62	0,49
1964	170,00	42,60	24,80	19,00	14,60	10,40	6,46	1,58	0,35	0,24
1965	88,70	30,40	19,10	13,80	11,50	8,88	6,10	0,94	0,26	0,15
1966	424,00	41,50	23,30	12,60	7,82	5,10	3,02	0,74	0,23	0,13
1967	66,90	31,70	16,70	11,30	6,52	4,13	2,79	0,91	0,12	0,06
1968	198,00	62,60	25,00	15,70	10,60	6,15	3,73	1,68	0,44	0,31
1969	198,00	96,90	40,30	21,70	15,90	9,58	3,82	0,90	0,30	0,26
1970	168,00	46,00	24,80	16,50	10,90	5,31	2,29	0,55	0,15	0,08
1971	189,00	35,30	20,50	9,90	6,70	3,63	2,06	0,34	0,14	0,08

DURATA DELLE PORTATE (GIORNI)	D = 1	D = 10	D = 30	D = 60	D = 91	D = 135	D = 182	D = 274	D = 355	D = 365
	PORTATE (m ³ /s)									
1972	160,00	45,20	26,00	17,00	13,80	9,53	5,47	2,64	1,06	0,94
1973	143,00	55,80	27,20	19,00	14,40	7,94	4,53	1,60	0,36	0,32
1974	60,10	29,70	13,90	8,12	4,74	3,12	2,16	0,56	0,21	0,17
1975	91,90	27,10	12,60	8,12	6,38	4,48	2,83	0,57	0,00	0,00
1976	134,00	47,90	31,10	20,70	15,10	11,40	6,83	2,67	1,29	0,51
1977	65,50	27,00	16,80	11,60	8,34	4,50	2,42	0,88	0,22	0,06
1978	169,50	71,66	3,11	19,10	13,85	9,27	3,91	1,04	0,24	0,09
1979	392,58	88,53	28,69	19,80	13,72	8,16	3,70	0,82	0,08	0,00

Tabella 65 Durata delle portate Savio a San Vittore

ANNO	AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)												TOTALE (mm)
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	
1939	112,1	21,6	127,2	116,6	323,7	189,7	13,6	36,8	124,1	91,9	75,6	137,0	1369,9
1940	160,6	86,2	52,7	83,4	95,0	162,4	37,4	93,0	27,6	224,9	168,3	117,2	1308,7
1941	101,0	169,2	44,8	84,9	117,5	80,6	41,5	20,8	73,6	110,6	162,2	89,6	1096,5
1951	212,2	218,2	192,0	95,7	108,9	46,2	90,5	9,8	194,4	204,3	138,4	82,4	1548,0
1952	102,6	67,7	15,9	90,7	51,7	26,3	60,1	44,8	94,6	86,7	86,8	240,9	988,8
1953	171,9	111,8	17,8	124,2	157,0	113,5	61,6	64,2	127,4	162,1	29,1	78,0	1218,9
1954	88,9	106,4	77,5	71,0	190,6	68,1	138,9	64,4	26,4	58,7	124,9	34,9	1050,7
1955	70,7	167,8	137,0	29,7	33,7	83,6	54,8	66,9	217,5	153,0	129,5	100,8	1245,0
1956	79,7	122,8	19,7	148,2	108,2	59,0	50,7	14,2	18,8	61,2	230,4	60,0	1033,1
1957	107,6	96,0	45,4	137,7	139,2	42,5	30,2	24,1	37,9	98,2	48,7	64,9	872,4
1958	79,3	43,1	194,8	189,8	69,9	66,2	6,4	11,7	41,5	108,5	207,9	167,2	1186,3
1959	86,8	44,2	100,2	110,4	106,3	91,2	21,0	224,2	119,4	43,6	120,8	274,7	1342,8
1960	85,9	146,5	118,4	147,2	39,3	61,9	109,7	25,4	116,7	153,1	104,7	136,4	1245,2
1961	137,9	25,1	19,9	132,9	72,8	65,8	100,4	8,0	46,2	202,5	202,0	192,6	1206,1
1962	93,9	63,0	132,7	85,4	40,7	79,5	2,7	10,9	25,1	147,1	196,3	78,6	955,9
1963	159,3	89,2	55,1	64,5	108,8	76,5	51,4	31,9	108,1	111,7	83,6	92,9	1033,0
1964	7,1	45,4	199,7	73,9	52,3	110,0	99,0	49,4	62,4	321,8	113,8	129,8	1264,6
1965	82,1	62,0	79,8	122,3	133,7	66,0	18,6	112,2	98,4	11,4	183,0	112,7	1082,2
1966	71,6	41,9	31,2	69,3	39,4	35,5	67,1	65,6	97,0	107,4	235,0	130,4	991,4
1967	70,3	27,4	31,6	110,9	60,3	133,3	46,9	71,0	59,7	12,8	100,5	133,3	858,0
1968	75,0	142,4	13,5	61,4	138,0	138,2	69,2	119,4	37,0	52,2	146,2	132,3	1124,7

AFFLUSSI MEDI MENSILI (mm)													
ANNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC	TOTALE (mm)
1969	72,6	172,0	110,0	113,1	37,2	49,5	89,9	103,2	55,9	16,9	186,3	104,6	1111,2
1970	87,7	85,0	107,3	48,3	63,8	71,8	39,7	93,8	18,2	39,6	82,2	181,8	919,2
1971	144,5	43,9	114,7	41,1	46,2	50,9	23,4	2,8	117,6	14,8	139,4	23,3	762,6
1972	159,3	112,7	59,7	209,3	75,9	34,1	90,6	108,6	124,8	79,0	86,0	82,5	1222,5
1973	153,7	65,9	83,1	106,8	13,5	49,6	41,5	53,2	311,0	57,9	76,1	37,7	1050,0
1974	36,2	61,1	72,8	72,7	83,4	45,6	80,1	80,0	54,7	107,0	96,5	27,6	817,7
1975	17,7	60,3	82,2	71,6	93,2	58,0	31,5	165,8	31,5	97,9	89,5	47,5	846,7
1976	33,6	154,9	171,6	42,8	35,1	116,1	104,4	213,2	74,6	115,0	130,8	140,2	1332,8
1977	62,2	77,6	67,5	44,0	44,5	42,6	98,2	66,4	88,7	63,3	134,6	48,6	838,2
1978	99,1	99,6	103,4	188,3	81,3	87,1	38,4	64,4	44,2	129,3	112,9	120,5	1168,5
1979	104,8	117,6	54,9	117,1	2,5	77,2	100,9	54,5	52,2	85,0	279,1	116,1	1222,5

Tabella 66 Afflussi meteorici Savio a San Vittore

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1939	18,70	6,07	16,50	28,10	48,90	43,60	2,35	1,07	1,90	3,68	6,12	16,80	16,20	27,1	855,3	0,62
1940	11,80	41,30	9,18	13,30	7,83	11,20	3,32	2,27	1,04	13,40	20,40	18,20	12,60	21,2	669,3	0,51
1941	36,60	38,10	9,82	8,97	20,60	5,00	1,97	0,66	1,26	1,41	18,60	14,50	13,10	21,9	694,2	0,63
1951	31,50	47,40	46,20	13,20	11,30	2,75	2,33	1,07	3,04	22,50	18,70	13,30	17,60	29,5	930,9	0,60
1952	14,10	19,60	3,68	7,14	1,97	1,56	0,32	0,71	2,46	0,93	2,74	27,90	8,14	13,6	365,2	0,37
1953	24,40	26,50	13,90	14,40	11,80	16,90	3,78	1,42	3,62	7,07	3,75	4,25	10,90	18,3	537,7	0,47
1954	15,10	34,60	15,40	4,62	29,20	7,19	7,17	1,98	1,23	0,81	5,23	3,35	10,40	17,4	547,1	0,52
1955	5,52	23,60	35,80	7,78	2,56	2,36	0,85	1,37	9,25	17,90	16,40	8,50	10,90	18,3	576,3	0,46
1956	13,20	10,10	27,60	16,40	14,00	3,20	1,35	0,24	0,21	0,50	8,24	11,30	8,88	14,9	470,3	0,46
1957	12,50	21,10	9,27	29,20	10,10	4,70	0,97	0,46	0,35	0,90	1,10	2,59	7,64	12,8	403,8	0,46
1958	6,57	5,28	22,80	35,10	6,88	2,02	0,31	0,24	0,29	1,01	8,63	18,10	8,94	15,0	472,0	0,40
1959	12,90	10,80	7,68	17,60	8,42	3,91	1,15	7,53	10,40	2,32	14,10	49,60	12,20	20,4	645,2	0,48
1960	22,60	32,60	21,20	24,50	13,60	1,93	3,43	0,74	1,84	9,45	10,10	18,40	13,30	22,3	704,5	0,57
1961	21,50	5,80	2,69	4,51	3,45	2,12	0,87	0,43	0,41	5,85	19,90	32,70	8,39	14,1	443,2	0,37
1962	12,40	15,90	27,10	17,80	3,16	1,30	0,31	0,15	0,14	1,04	19,50	11,60	9,19	15,4	482,9	0,51
1963	32,30	27,70	18,80	12,70	9,03	8,54	2,40	0,96	3,78	8,79	9,01	11,10	12,00	20,1	633,6	0,61
1964	8,31	9,61	28,00	17,70	2,47	2,33	4,15	0,75	0,95	18,40	17,00	17,10	10,70	17,9	564,9	0,45
1965	13,10	9,62	15,00	15,90	11,70	10,10	1,33	0,73	1,90	0,73	8,09	10,20	8,13	13,4	429,4	0,40
1966	7,50	7,17	4,38	5,33	2,86	0,92	0,48	0,52	1,48	3,53	36,00	34,30	8,70	14,6	459,5	0,46
1967	18,50	7,41	4,35	10,70	6,41	5,45	1,31	1,03	0,98	0,27	1,39	12,30	5,85	9,8	308,8	0,36
1968	13,40	31,40	4,38	3,88	9,41	14,30	2,68	2,93	0,96	1,08	13,60	24,60	10,20	17,1	536,6	0,48

ANNO	PORTATE MEDIE MENSILI (m ³ /s)												Q _{Media} (m ³ /s)	Q _{media} (l/s km ²)	Deflusso (mm)	coef. Deflusso
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC				
1969	12,20	49,70	37,30	30,00	4,74	1,79	2,06	1,14	0,93	0,35	11,10	12,40	13,40	22,4	706,9	0,64
1970	26,70	18,60	24,80	10,30	4,13	4,24	0,84	1,25	0,37	0,25	1,08	11,50	8,64	14,5	456,8	0,50
1971	30,80	10,30	16,70	11,60	2,27	1,46	0,34	0,25	0,71	0,34	4,72	4,99	7,04	11,8	371,8	0,49
1972	14,50	22,50	13,90	31,30	12,00	2,26	3,82	2,21	6,10	4,22	7,32	15,00	11,20	18,8	592,8	0,48
1973	35,70	16,80	17,40	18,40	4,23	1,62	0,92	1,02	15,30	8,66	6,77	3,55	10,80	18,1	571,6	0,54
1974	4,69	6,62	16,80	6,16	9,86	0,53	0,71	0,68	0,67	2,61	6,74	2,07	4,85	8,1	255,9	0,31
1975	2,51	8,05	9,05	14,80	5,77	1,46	0,13	4,75	1,31	2,26	9,48	4,61	5,31	8,9	280,6	0,33
1976	2,29	25,40	23,10	8,52	3,14	5,75	4,00	45,60	6,56	4,87	23,60	24,10	12,10	20,3	642,2	0,48
1977	15,30	15,00	6,31	7,50	1,75	0,89	1,31	0,82	1,27	2,10	5,48	13,00	5,84	9,8	308,4	0,37
1978	12,21	18,87	17,61	31,99	9,32	3,03	1,57	0,68	0,56	3,49	3,77	41,05	12,00	20,1	632,9	0,54
1979	26,82	28,54	13,50	14,19	3,97	1,84	1,58	0,56	0,39	0,96	59,35	9,32	13,23	22,2	699,1	0,57

Tabella 67 Portate medie mensili Savio a San Vittore

APPENDICE C: ELABORAZIONI PRELIMINARI E MODELLI MULTIREGRESSIVI

Nel presente allegato sono presentate in forma sintetica tutte le tabelle ed i grafici che derivano dall'elaborazione dei dati desunti dagli *Annali Idrologici* necessari per la costruzione delle curve di durata dei torrenti Zena, Gaiana e Sellustra e i modelli multiregressivi formulati per la determinazione delle portate mediane giornaliere medie, per un anno tipico (mediana), e particolarmente siccitoso (5° percentile).

COSTRUZIONE DELLE CURVA STANDARDIZZATA REGIONALE

CURVE DI DURATA ADIMENSIONALI E CURVA STANDARDIZZATA REGIONALE OTTENUTA MEDIANDO LE CURVE DI DURATA DI SETTE LE STAZIONI DI MISURA:

STAZIONI DI MISURA		CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ADIMENSIONALE									
		1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
1	Reno a Pracchia	20,26	6,02	2,64	1,34	0,97	0,69	0,45	0,16	0,06	0,04
2	Reno a Molino del Pallone	14,93	4,67	2,44	1,47	1,17	0,85	0,56	0,18	0,09	0,08
3	Samoggia a Calcara	26,32	6,37	2,92	1,34	0,86	0,52	0,28	0,00	0,00	0,00
4	Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	14,94	5,96	3,05	1,55	1,07	0,69	0,36	0,07	0,03	0,03
5	Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	29,32	9,00	3,32	1,30	0,52	0,21	0,07	0,00	0,00	0,00
6	Quaderna (Reno) a Palesio	25,37	8,37	3,25	1,21	0,70	0,38	0,19	0,03	0,00	0,00
7	Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	43,76	7,77	3,29	1,06	0,56	0,31	0,14	0,01	0,00	0,00
CASO A	X (D, mediana)	24,99	6,88	2,99	1,32	0,83	0,52	0,29	0,06	0,03	0,02

Tabella 68 *Durata delle portate adimensionale con la curva standardizzata regionale per Q mediana*

STAZIONI DI MISURA		CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ADIMENSIONALE									
		1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
1	Reno a Pracchia	11,65	4,14	2,18	1,02	0,80	0,56	0,35	0,10	0,03	0,02
2	Reno a Molino del Pallone	8,69	3,80	2,04	1,06	0,85	0,61	0,40	0,12	0,06	0,05
3	Samoggia a Calcara	16,39	3,97	2,04	0,86	0,61	0,31	0,05	0,00	0,00	0,00
4	Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	8,66	3,94	2,23	0,97	0,80	0,49	0,19	0,03	0,02	0,00
5	Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	20,65	7,16	2,02	0,68	0,27	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00
6	Quaderna (Reno) a Palesio	16,88	6,51	2,04	0,41	0,28	0,20	0,04	0,00	0,00	0,00
7	Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	18,03	4,52	1,89	0,25	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
CASO A	X (D, 5° percentile)	14,42	4,86	2,06	0,75	0,52	0,33	0,15	0,04	0,02	0,01

Tabella 69 *Durata delle portate adimensionale con la curva standardizzata regionale per Q 5° percentile*

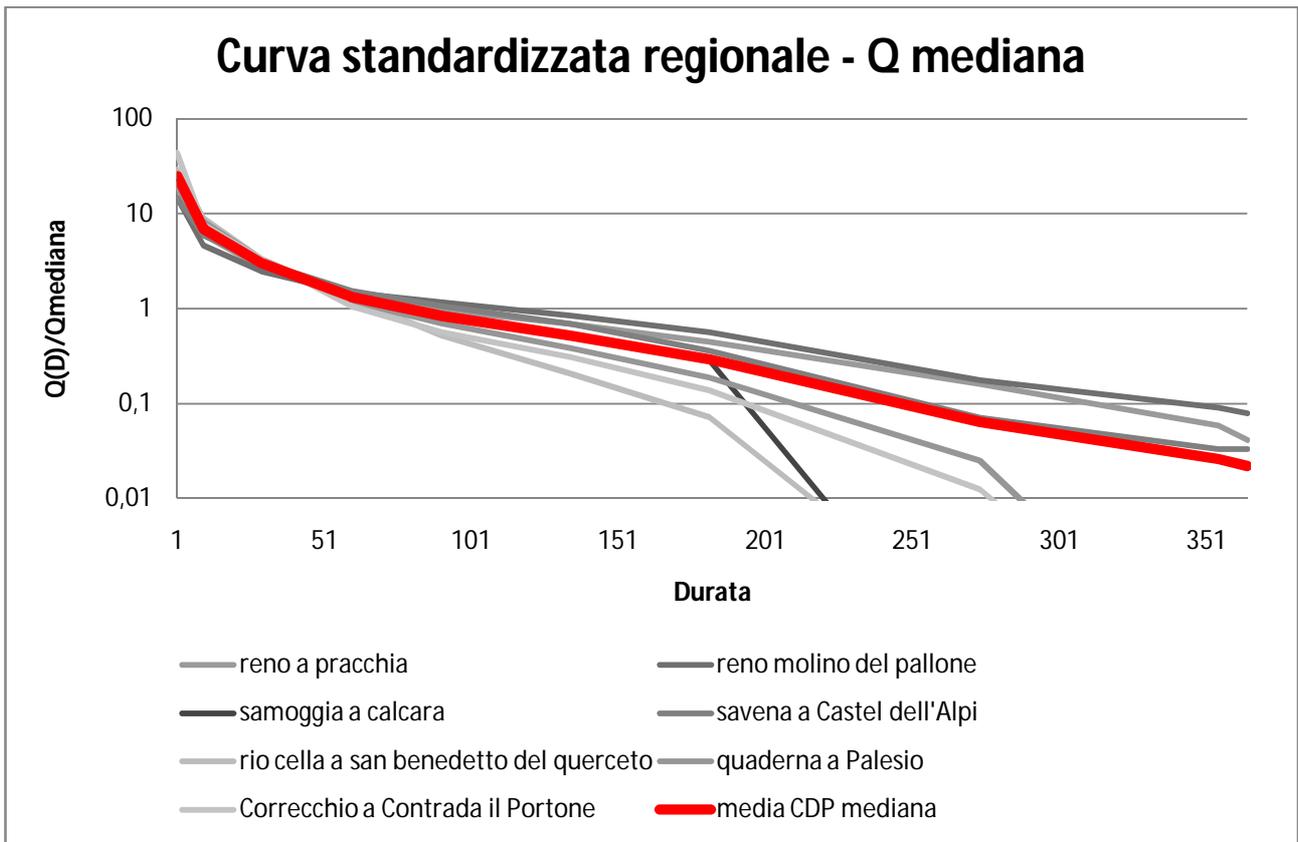


Figura 1 Curva standardizzata regionale per Q mediana

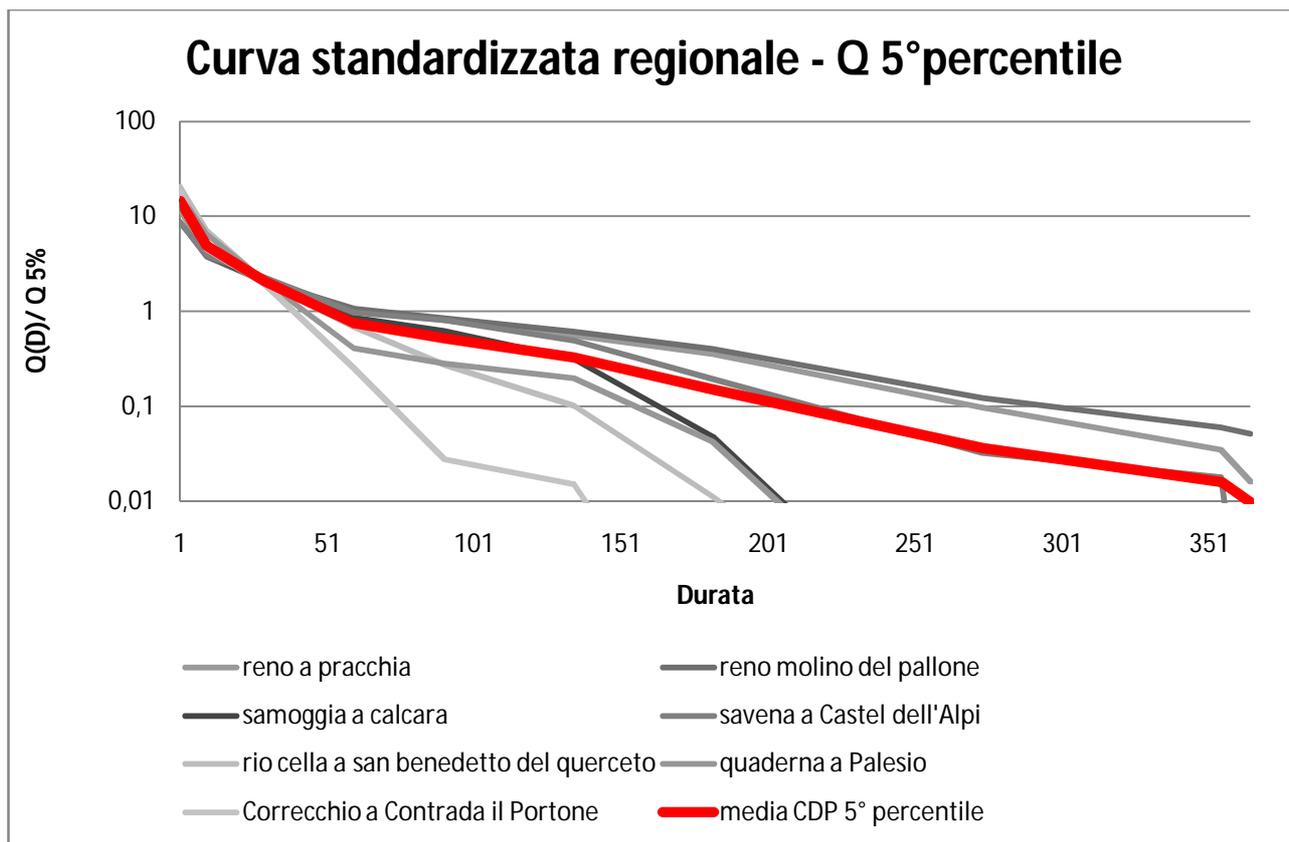


Figura 2 Curva standardizzata regionale per Q 5° percentile

CURVE DI DURATA ADIMENSIONALI E CURVA STANDARDIZZATA REGIONALE OTTENUTA MEDIANDO 5 CURVE DI DURATA, ESCLUDENDO LE STAZIONI DEL RENO A PRACCHIA E DEL RENO A MOLINO DEL PALLONE:

STAZIONI DI MISURA		CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ADIMENSIONALE									
		1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
1	Samoggia a Calcara	26,32	6,37	2,92	1,34	0,86	0,52	0,28	0,00	0,00	0,00
2	Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	14,94	5,96	3,05	1,55	1,07	0,69	0,36	0,07	0,03	0,03
3	Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	29,32	9,00	3,32	1,30	0,52	0,21	0,07	0,00	0,00	0,00
4	Quaderna (Reno) a Palesio	25,37	8,37	3,25	1,21	0,70	0,38	0,19	0,03	0,00	0,00
5	Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	43,76	7,77	3,29	1,06	0,56	0,31	0,14	0,01	0,00	0,00
CASO B	X (D, mediana)	27,94	7,49	3,17	1,29	0,74	0,42	0,21	0,02	0,01	0,01

Tabella 70 Durata delle portate adimensionale con la curva standardizzata regionale per Q mediana escludendo le stazioni del Reno a Pracchia e del Reno a Molino del Pallone

STAZIONI DI MISURA	CURVA DI DURATA DELLE PORTATE ADIMENSIONALE
--------------------	---

		1	10	30	60	91	135	182	274	355	365
1	Samoggia a Calcara	16,39	3,97	2,04	0,86	0,61	0,31	0,05	0,00	0,00	0,00
2	Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	8,66	3,94	2,23	0,97	0,80	0,49	0,19	0,03	0,02	0,00
3	Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	20,65	7,16	2,02	0,68	0,27	0,10	0,01	0,00	0,00	0,00
4	Quaderna (Reno) a Palesio	16,88	6,51	2,04	0,41	0,28	0,20	0,04	0,00	0,00	0,00
5	Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	18,03	4,52	1,89	0,25	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
CASO B	X (D, 5° percentile)	16,12	5,22	2,04	0,63	0,40	0,22	0,06	0,01	0,00	0,00

Tabella 71 Durata delle portate adimensionale con la curva standardizzata regionale per Q 5° percentile escludendo le stazioni del Reno a Pracchia e del Reno a Molino del Pallone

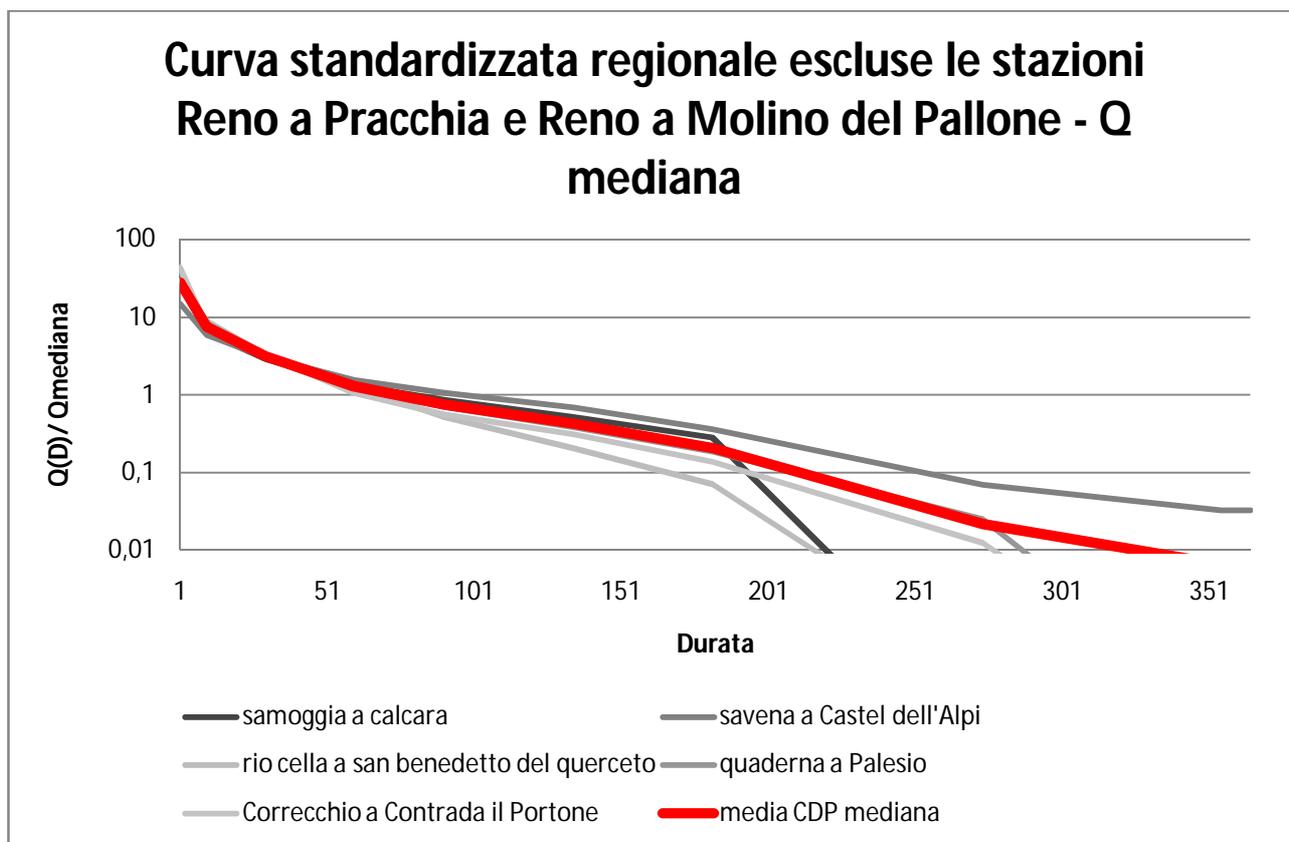


Figura 3 Curva standardizzata regionale per Q mediana (escluse le stazioni Reno a Pracchia e Reno a Molino del Pallone)

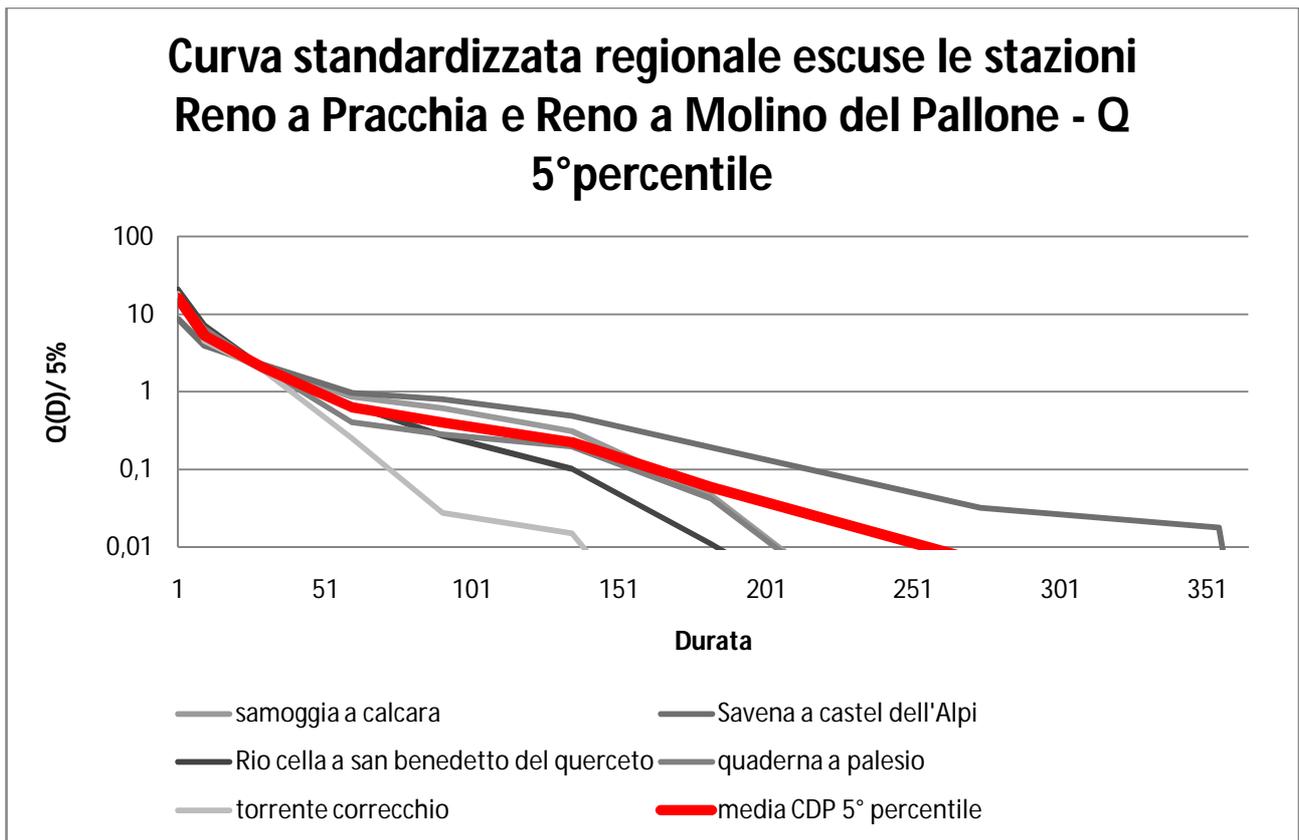


Figura 4 Curva standardizzata regionale per Q 5° percentile (escluse le stazioni Reno a Pracchia e Reno a Molino del Pallone)

Nelle successive fasi di analisi sono state considerate solo le curve rappresentate in *Figura 3* e *4*. I due bacini del Reno a Pracchia e del Reno a Molino del Pallone sono stati esclusi perché le curve standardizzate costruite per gli stessi sono risultate molto dissimili dalle curve di durata del resto dei bacini considerati. La ragione alla base di queste differenze risiede nel fatto che i due bacini hanno caratteristiche geomorfologiche abbastanza differenti dal resto dei bacini. Inoltre i bacini del Reno a Pracchia e del Reno a Molino del Pallone risultano anche diversi dai bacini di Zena, Gaiana e Sellustra. Sono infatti situate a quote sul livello del mare molto elevate, fino a 1800 metri, contro i massimo 800 del torrente Zena.

MODELLI ESEGUITI PER LA DETERMINAZIONE DI Q*:

Nel presente lavoro sono stati elaborati diversi modelli multiregressivi al fine di trovare quello che funzioni meglio per essere utilizzato nella stima corretta di Q_{med} e $Q_{5\%}$ per i tre bacini di interesse:

Zena, Gaiana e Sellustra, seguendo la procedura spiegata nel capitolo 3, paragrafo 6. Per Q_{med} si intende la portata giornaliera mediana, mentre per $Q_{5\%}$ quella 5° percentile.

Il primo passo è stato quello di valutare la correlazione esistente tra la portata mediana e la portata 5° percentile con le grandezze geomorfologiche e climatiche delle stazioni di misura con dati storici noti.

Correlazione	Bacino di dominio Km²	Hmax	Hmedia	Hmin	Mediana (Affl (mm))	5% (Affl (mm))
Q mediana	0,0338	0,9633	0,9012	0,8608	0,9849	0,9873
Q 5%	0,0129	0,9439	0,9294	0,8987	0,9676	0,9840

Tabella 72 *Correlazione di Q mediana e Q 5° percentile con le caratteristiche delle stazioni per il gruppo di 7 bacini strumentati considerati nell'indagine: Reno a Pracchia, Reno a Molino del Pallone, Samoggia a Calcara, Savena a Castel dell'Alpi, Rio Cella a San Benedetto del Querceto, Quaderna a Palesio, torrente Correcchio a Contrada "il Portone"*

Dalla *Tabella 72* si nota come ci sia una forte correlazione della portata mediana soprattutto con l'altezza massima del bacino e con gli afflussi meteorici (mediani e quelli che sono superati nel 5% dei casi). Stessa osservazione può essere fatta per la portata 5° percentile. Questo significa che nei modelli multiregressivi, che verranno impiegati, le variabili esplicative del modello dovranno essere queste. Ma, dato che l'area è una variabile fondamentale, verrà usata sempre in combinazione con tutte le altre variabili. Infine, nella determinazione della portata che deriva dal modello, sono state utilizzate una o due variabili esplicative.

I modelli multiregressivi di questo elaborato sono stati eseguiti considerando:

1. Tutte e 7 le stazioni con una variabile esplicativa e con 2 variabili esplicative;
2. 6 stazioni con 2 variabili esplicative, non considerando di volta in volta quella stazione che ha una o più caratteristiche in disaccordo con le altre. In particolare, sono state scartate nell'ordine la stazione di Samoggia a Calcara, la stazione Reno a Molino del Pallone e la stazione Reno a Pracchia.
3. 5 stazioni con 2 variabili esplicative, non considerando 2 stazioni con caratteristiche in disaccordo con le altre, le stazione Reno a Pracchia e Reno a Molino del Pallone.

Dato che le stazioni in esame sono in totale 7, non avrebbe significato costruire dei modelli regressivi che contengano meno di 5 stazioni, dovendo stimare, con 2 variabili esplicative, 3 costanti del modello C_1 , C_2 e C_3 .

Verranno di seguito riportati, riassunti in tabelle, tutti i modelli eseguiti, per un totale di 26, distinguendo sempre tra Q mediana e Q 5° percentile, e per ognuna distinguendo tra i 3 casi elencati sopra.

Per scegliere il modello migliore si fa riferimento al coefficiente di efficienza di *Nash-Sutcliffe* aggiustato E_{adj} . Quanto più questo valore è vicino a 1 tanto più il modello approssima al meglio i valori empirici che derivano dai dati storici. Inoltre, per la stima del modello, si fa riferimento al diagramma di dispersione, che mette in relazione le portate mediane ottenute a partire dai dati storici disponibili negli *Annali Idrologici*, con quelle ottenute dal modello. Tanto più l'insieme dei punti forma una retta, tanto migliore è il modello. Se ci sono punti che si allontanano dalla retta stessa, essi devono essere scartati perché significa che il valore determinato è affetto da un errore molto alto, per cui il valore di portata determinato col modello risulta molto diverso dal valore reale.

Nelle tabelle che seguono sono riportati tutti i modelli eseguiti utilizzando le seguenti variabili:

- **Mod**: rappresenta la portata determinata dal modello $\widehat{Q}^* = C_o A_1^{C_1} A_2^{C_2}$ espressa in l/s su km²;
- **Emp**: rappresenta la portata mediana annuale desunta dagli *Annali Idrologici*, espressa in l/s su km²;
- **Scarti²**: $scarti^2 = (Mod - Emp)^2$;
- **Somma**: $somma = \sum i scarti^2$;
- **Scarti² con media**: $scarti^2 con media = (Emp_i - media_{i=1..n} Emp)^2$;
- **E2**: $E2 = 1 - somma / \sum i scarti^2 con media$;
- **E2 adj**: $E_{adj}^2 = 1 - \left(\frac{N-1}{N-(p+1)} \right) (1 - E^2)$ con N numero di stazioni e p numero di variabili esplicative del modello.

Mediante la procedura spiegata nel paragrafo 3.6 si sono determinate le costanti del modello C_1 , C_2 e C_3 , utilizzando la funzione Risolutore di Excell.

Questa funzione permette di individuare i valori in alcune celle, in un foglio di calcolo, che ottimizzano un determinato obiettivo. Il modello di ottimizzazione è composto da tre parti:

1. La cella obiettivo: rappresenta l'obiettivo o lo scopo da raggiungere; in questo caso minimizzare la somma degli scarti al quadrato;

2. Le celle variabili: sono le celle del foglio di calcolo che possono essere modificate o regolate per ottimizzare la cella obiettivo; in questo caso le costanti del modello, ovvero C_1 , C_2 e C_3 .
3. I vincoli: limitazioni applicate alle celle variabili. In questo caso non sono state date alcune limitazioni.

MODELLI MULTIREGRESSIVI PER O MEDIANA:

Modelli multiregressivi: tutte e 7 le stazioni, con una e due variabili esplicative:

1 Modello regressivo

1 var. esplic: Affluenza mediana

c0 0,000077

c1 1,738011

	Mod	Emp	Scarti ²	Somma	scarti ² con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	42,05	43,80	3,1	71,14	507,92	0,95	0,94
Reno a Molino del Pallone	42,43	39,29	9,8		324,98		
Samoggia a Calcara	11,05	9,60	2,1		136,02		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	22,70	27,00	18,5		32,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,22	15,40	4,7		34,37		
Quaderna (Reno) a Palesio	9,80	10,25	0,2		121,28		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	9,22	3,50	32,7		315,52		

2 Modello regressivo

2 var. esplic: Affluenza mediana + Area

c0 0,000021

c1 1,968682

c2 -0,113553

	Mod	Emp	Scarti ²	Somma	scarti ² con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	43,65	43,80	0,0	49,48	507,92	0,97	0,95
Reno a Molino del Pallone	40,24	39,29	0,9		324,98		
Samoggia a Calcara	8,15	9,60	2,1		136,02		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	25,02	27,00	3,9		32,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,78	15,40	2,6		34,37		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,98	10,25	1,6		121,28		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	9,69	3,50	38,3		315,52		

3 Modello regressivo:

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000137

c1 1,726401

c2 -0,005040

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	42,48	43,80	1,7	37,98	507,92	0,97	0,96
Reno a Molino del Pallone	40,65	39,29	1,9		324,98		
Samoggia a Calcara	8,81	9,60	0,6		136,02		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	26,93	27,00	0,0		32,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,30	15,40	4,4		34,37		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,23	10,25	4,1		121,28		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	8,53	3,50	25,3		315,52		

4 Modello regressivo:

2 var. esplic: Altezza max + Area

c0 0,000118

c1 1,780238

c2 -0,117448

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	40,53	43,80	10,7	36,49	507,92	0,98	0,96
Reno a Molino del Pallone	40,63	39,29	1,8		324,98		
Samoggia a Calcara	11,80	9,60	4,8		136,02		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	30,01	27,00	9,1		32,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	14,37	15,40	1,1		34,37		
Quaderna (Reno) a Palesio	7,44	10,25	7,9		121,28		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	2,44	3,50	1,1		315,52		

5 Modello regressivo

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,002719

c1 1,298003

c2 0,167219

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	33,93	43,80	97,4	165,07	507,92	0,89	0,83
Reno a Molino del Pallone	42,32	39,29	9,2		324,98		
Samoggia a Calcara	14,08	9,60	20,0		136,02		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	32,25	27,00	27,6		32,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	15,09	15,40	0,1		34,37		
Quaderna (Reno) a Palesio	7,00	10,25	10,6		121,28		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	3,94	3,50	0,2		315,52		

6 Modello regressivo

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,180678

c1 0,670734

c2 0,280153

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	37,49	43,80	39,9	62,87	507,92	0,96	0,94
Reno a Molino del Pallone	42,77	39,29	12,1		324,98		
Samoggia a Calcara	9,64	9,60	0,0		136,02		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	29,83	27,00	8,0		32,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	16,15	15,40	0,6		34,37		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,90	10,25	1,8		121,28		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,25	3,50	0,6		315,52		

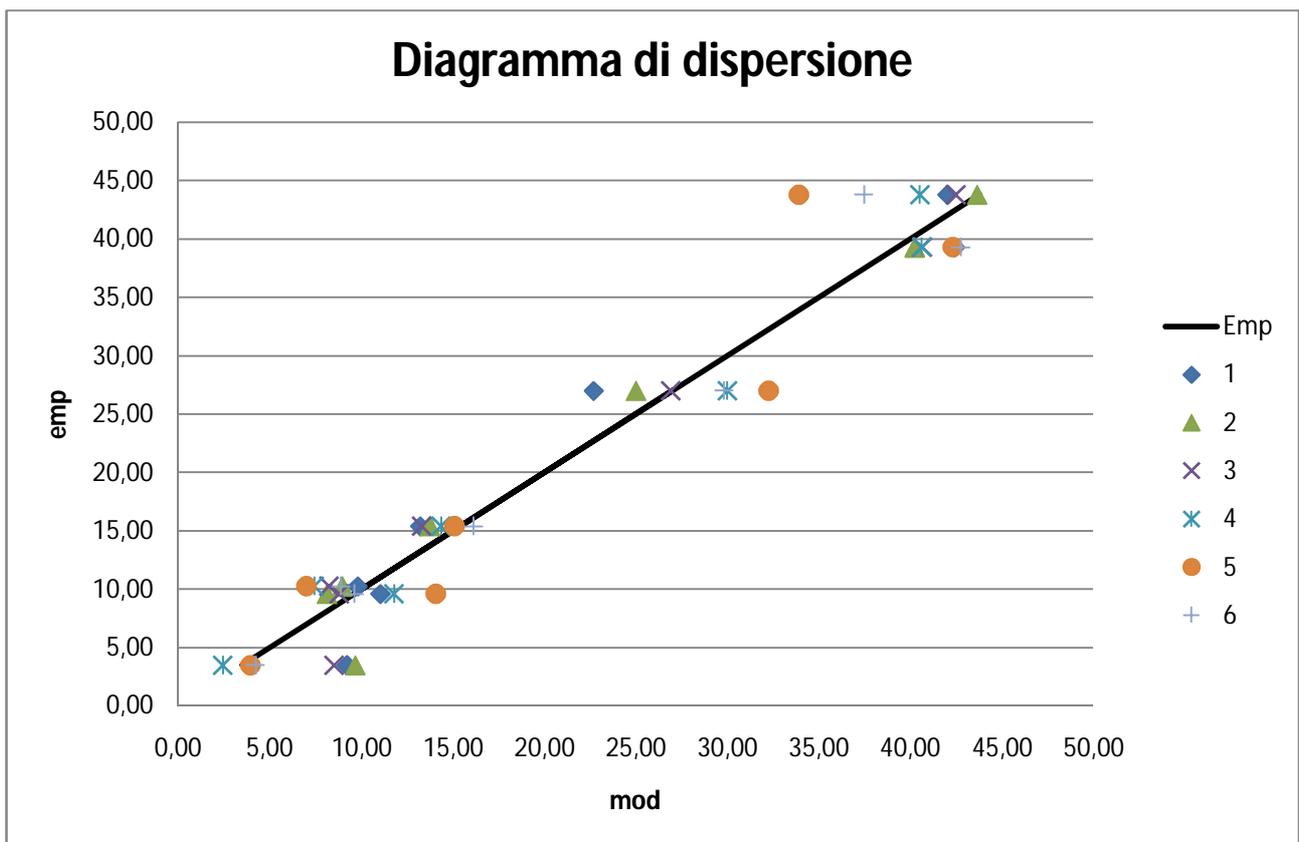


Figura 5 Diagramma di dispersione

Si può osservare come, dalle varie tabelle e dal grafico finale, il modello migliore è il 4, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza massima del bacino. $E_{adj}^2=0.9628$.

Un'osservazione importante da non trascurare, nella scelta del modello, è che le portate nelle sezioni delle stazioni del Reno a Pracchia e del Reno a Molino del Pallone sono molto alte rispetto a quelle presumibili nelle sezioni di chiusura dei bacini degli invasi di Zena, Gaiana e Sellutra. È preferibile scegliere quindi il modello per cui l'errore commesso nel calcolo delle portate sia minore nelle stazioni più piccole e simili ai bacini di interesse, che in quelle più grandi.

Modelli multiregressivi: 6 stazioni con 2 variabili esplicative:

Nell'ordine sono state escluse le seguenti stazioni:

- Samoggia a Calcara;
- Reno a Molino del Pallone;
- Reno a Pracchia.

No Samoggia a Calcara:

Dato che i bacini in esame hanno delle aree piuttosto ridotte, massimo 20 km², si è pensato di eliminare questa stazione perché presenta il bacino imbrifero più grande, pari a 170 Km², anche se presenta dei valori di portata mediana molto bassi, e quindi simili a quelli che potrebbero transitare lungo gli alvei dei 3 bacini.

7 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000843
c1 1,511582
c2 -0,165042

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	44,61	43,80	0,7	57,14	424,09	0,96	0,93
Reno a Molino del Pallone	39,36	39,29	0,0		258,67		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	24,60	27,00	5,8		14,39		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,57	15,40	3,4		60,94		
Quaderna (Reno) a Palesio	7,86	10,25	5,7		167,88		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	9,95	3,50	41,6		388,35		

8 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000074
c1 1,823836
c2 -0,028853

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	42,97	43,80	0,7	36,31	424,09	0,97	0,95
Reno a Molino del Pallone	40,24	39,29	0,9		258,67		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	27,33	27,00	0,1		14,39		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,02	15,40	5,7		60,94		
Quaderna (Reno) a Palesio	7,70	10,25	6,5		167,88		

Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	8,23	3,50	22,4		388,35		
--	------	------	------	--	--------	--	--

9 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,000576

c1 1,534908

c2 -0,057804

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	40,05	43,80	14,1	25,96	424,09	0,98	0,97
Reno a Molino del Pallone	41,56	39,29	5,2		258,67		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	29,28	27,00	5,2		14,39		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	15,42	15,40	0,0		60,94		
Quaderna (Reno) a Palesio	9,04	10,25	1,5		167,88		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	3,28	3,50	0,1		388,35		

10 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,019770

c1 0,984361

c2 0,212191

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	34,61	43,80	84,4	120,55	424,09	0,91	0,85
Reno a Molino del Pallone	43,84	39,29	20,7		258,67		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	29,94	27,00	8,7		14,39		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	16,63	15,40	1,5		60,94		
Quaderna (Reno) a Palesio	9,93	10,25	0,1		167,88		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	5,76	3,50	5,1		388,35		

11 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,182721

c1 0,668875

c2 0,280311

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	37,48	43,80	39,9	62,87	424,09	0,95	0,92
Reno a Molino del Pallone	42,78	39,29	12,2		258,67		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	29,81	27,00	7,9		14,39		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	16,16	15,40	0,6		60,94		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,93	10,25	1,7		167,88		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,26	3,50	0,6		388,35		

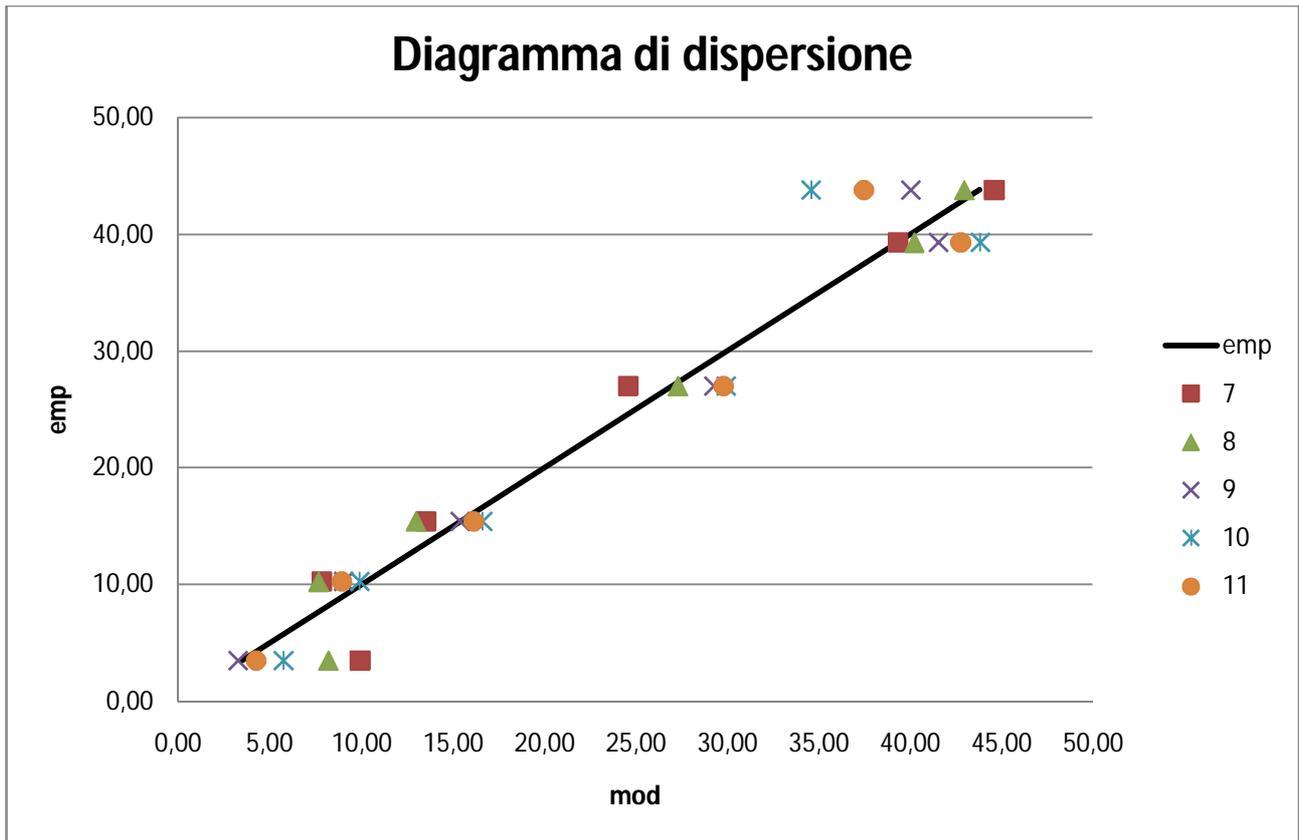


Figura 6 Diagramma di dispersione

Il modello, in questo caso, che approssima al meglio i valori sperimentali è il 9, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza massima del bacino. $E_{adj}^2=0.9671$.

No Reno a Molino del Pallone:

Per quanto già accennato sopra, questa stazione, così come quella del Reno a Pracchia, presenta dei valori di portata molto alti. Inoltre sono stazioni che si trovano ad altezze massime sul livello del mare fino a 1600-1800 m, dove le precipitazioni sono anche molto più copiose.

12 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000040

c1 1,861555

c2 -0,060721

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	44,24	43,80	0,2	47,39	652,38	0,96	0,93
Samoggia a Calcara	9,68	9,60	0,0		74,97		

Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	24,66	27,00	5,5		76,42		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,94	15,40	2,1		8,17		
Quaderna (Reno) a Palesio	9,65	10,25	0,4		64,13		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	9,76	3,50	39,2		217,81		

13 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000097

Affluenza 5% + Area

c1 1,759035

c2 0,036111

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	44,43	43,80	0,4	31,88	652,38	0,97	0,95
Samoggia a Calcara	9,49	9,60	0,0		74,97		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	26,52	27,00	0,2		76,42		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	12,85	15,40	6,5		8,17		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,14	10,25	4,5		64,13		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	8,00	3,50	20,3		217,81		

14 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,000078

c1 1,825563

c2 -0,084138

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	42,17	43,80	2,6	31,21	652,38	0,97	0,95
Samoggia a Calcara	12,54	9,60	8,6		74,97		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	29,62	27,00	6,9		76,42		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,85	15,40	2,4		8,17		
Quaderna (Reno) a Palesio	7,25	10,25	9,0		64,13		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	2,21	3,50	1,7		217,81		

15 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,000149

c1 1,659838

c2 0,329315

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	39,42	43,80	19,2	117,70	652,38	0,89	0,82
Samoggia a Calcara	15,12	9,60	30,5		74,97		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	31,99	27,00	24,9		76,42		

Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	11,92	15,40	12,1		8,17		
Quaderna (Reno) a Palesio	4,88	10,25	28,8		64,13		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	2,02	3,50	2,2		217,81		

16 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,077017

c1 0,739704

c2 0,428064

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	42,91	43,80	0,8	12,58	652,38	0,99	0,98
Samoggia a Calcara	11,40	9,60	3,3		74,97		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	28,75	27,00	3,1		76,42		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	14,37	15,40	1,1		8,17		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,18	10,25	4,3		64,13		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	3,11	3,50	0,2		217,81		

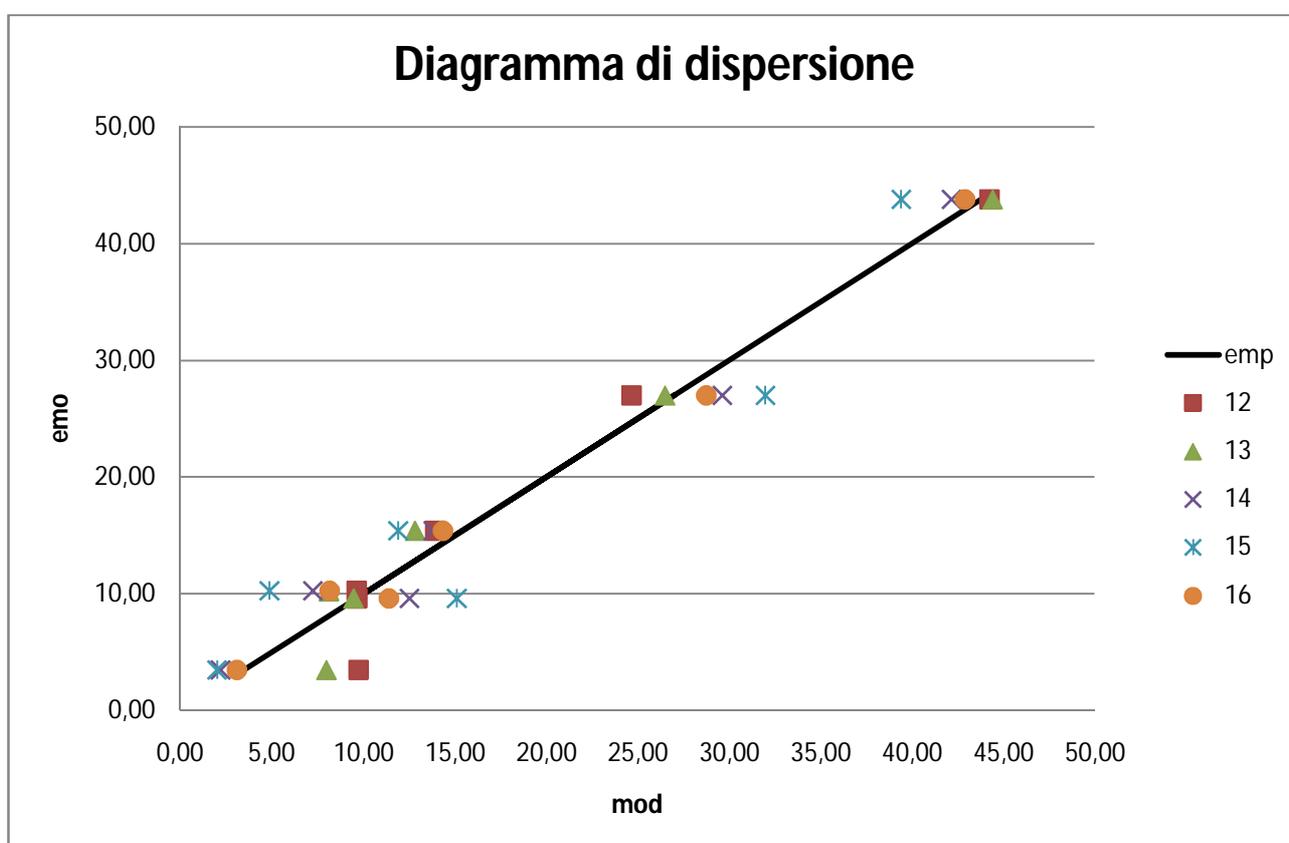


Figura 7 Diagramma di dispersione

Il modello migliore è il 16, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. $E_{adj}^2=0.9808$.

No Reno a Pracchia:

Questa stazione è stata esclusa per gli stessi motivi citati per il Reno a Molino del Pallone.

17 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000025

c1 1,937070

c2 -0,098130

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	40,36	39,29	1,1	49,79	474,51	0,94	0,91
Samoggia a Calcara	8,46	9,60	1,3		62,52		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	24,59	27,00	5,8		90,12		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,65	15,40	3,1		4,44		
Quaderna (Reno) a Palesio	9,05	10,25	1,4		52,66		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	9,58	3,50	37,0		196,19		

18 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000201

c1 1,664551

c2 0,004725

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	39,78	39,29	0,2	34,98	474,51	0,96	0,93
Samoggia a Calcara	9,16	9,60	0,2		62,52		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	26,22	27,00	0,6		90,12		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,27	15,40	4,5		4,44		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,41	10,25	3,4		52,66		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	8,60	3,50	26,0		196,19		

19 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,000276

c1 1,648238

c2 -0,100408

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	38,30	39,29	1,0	17,43	474,51	0,98	0,97
Samoggia a Calcara	12,25	9,60	7,0		62,52		

Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	28,44	27,00	2,1		90,12		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	14,37	15,40	1,1		4,44		
Quaderna (Reno) a Palesio	7,86	10,25	5,7		52,66		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	2,77	3,50	0,5		196,19		

20 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,003170

c1 1,259775

c2 0,166819

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	37,89	39,29	1,9	33,52	474,51	0,96	0,94
Samoggia a Calcara	13,06	9,60	12,0		62,52		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	28,84	27,00	3,4		90,12		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,79	15,40	2,6		4,44		
Quaderna (Reno) a Palesio	6,56	10,25	13,6		52,66		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	3,74	3,50	0,1		196,19		

21 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,234279

c1 0,618523

c2 0,276181

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	39,26	39,29	0,0	2,67	474,51	1,00	0,99
Samoggia a Calcara	10,05	9,60	0,2		62,52		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	27,15	27,00	0,0		90,12		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	15,38	15,40	0,0		4,44		
Quaderna (Reno) a Palesio	9,01	10,25	1,5		52,66		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,45	3,50	0,9		196,19		

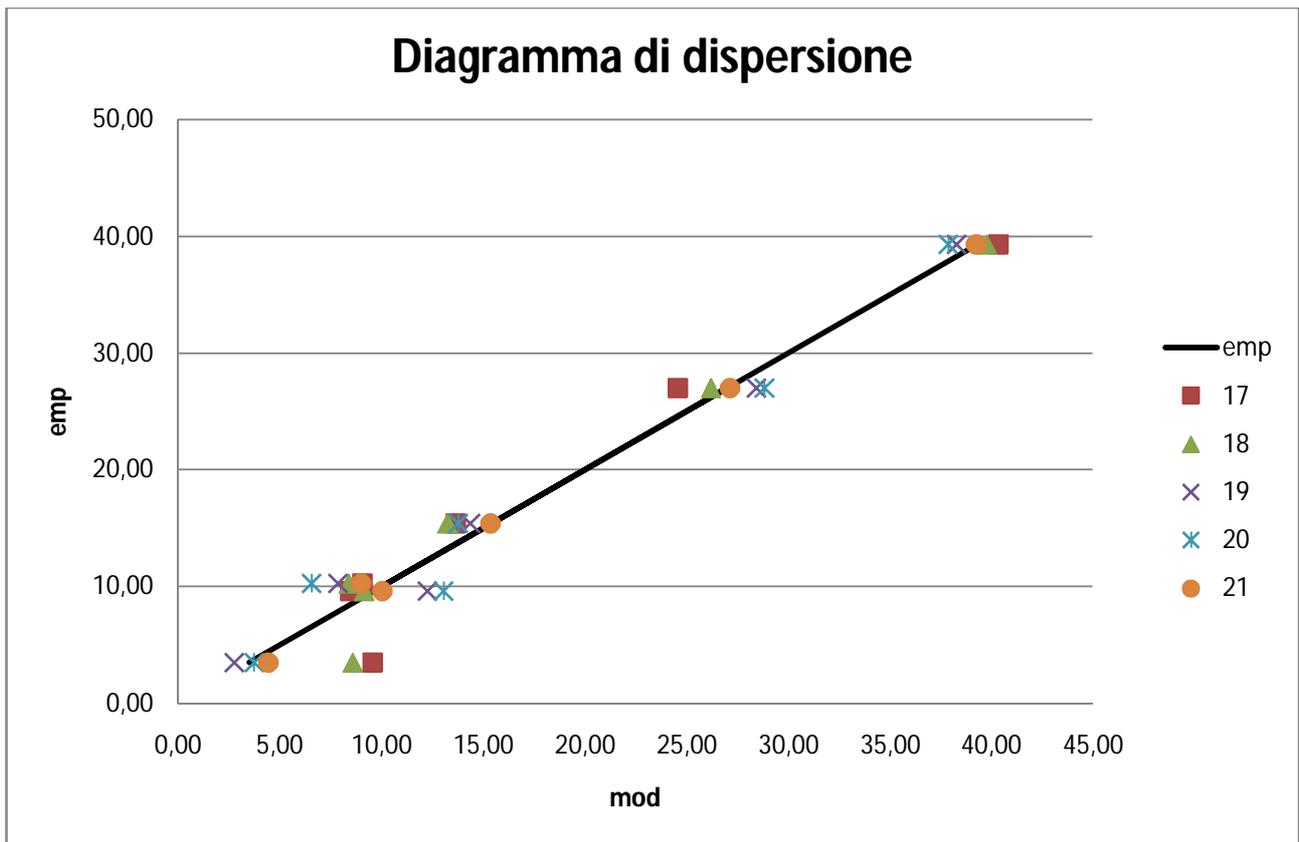


Figura 8 Diagramma di dispersione

Il modello migliore è il 21, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. $E_{adj}^2=0.9950$.

Modelli multiregressivi: 5 stazioni con 2 variabili esplicative:

In questo ultimo modello sono state eliminate contemporaneamente sia il Reno a Pracchia che il Reno a Molino del Pallone. Il modello lavorando con solo 5 stazioni e dovendo determinare 3 costanti, non è troppo efficiente.

22 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E RENO A MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000002
c1 2,269383
c2 0,007143

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	10,55	9,60	0,9	29,89	12,60	0,90	0,81
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	26,50	27,00	0,2		191,82		

Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	13,07	15,40	5,4		5,06		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,89	10,25	1,8		8,41		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	8,13	3,50	21,5		93,12		

23 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E E RENO A MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000044

c1 1,858396

c2 0,083875

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	10,47	9,60	0,8	29,06	12,60	0,91	0,81
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	27,42	27,00	0,2		191,82		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	12,67	15,40	7,4		5,06		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,11	10,25	4,6		8,41		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	7,51	3,50	16,1		93,12		

24 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E RENO A MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,003038

c1 1,337931

c2 0,195271

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	10,02	9,60	0,2	3,11	12,60	0,99	0,98
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	26,97	27,00	0,0		191,82		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	15,74	15,40	0,1		5,06		
Quaderna (Reno) a Palesio	8,82	10,25	2,0		8,41		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,38	3,50	0,8		93,12		

25 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E RENO A MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,024268

c1 1,010888

c2 0,012156

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	10,33	9,60	0,5	12,16	12,60	0,96	0,92
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	27,09	27,00	0,0		191,82		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	15,24	15,40	0,0		5,06		
Quaderna (Reno) a Palesio	7,64	10,25	6,8		8,41		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	5,68	3,50	4,8		93,12		

26 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E RENO A MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,245130

c1 0,613911

c2 0,269222

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	9,97	9,60	0,1	2,65	12,60	0,99	0,98
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	27,09	27,00	0,0		191,82		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	15,42	15,40	0,0		5,06		
Quaderna (Reno) a Palesio	9,03	10,25	1,5		8,41		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,51	3,50	1,0		93,12		

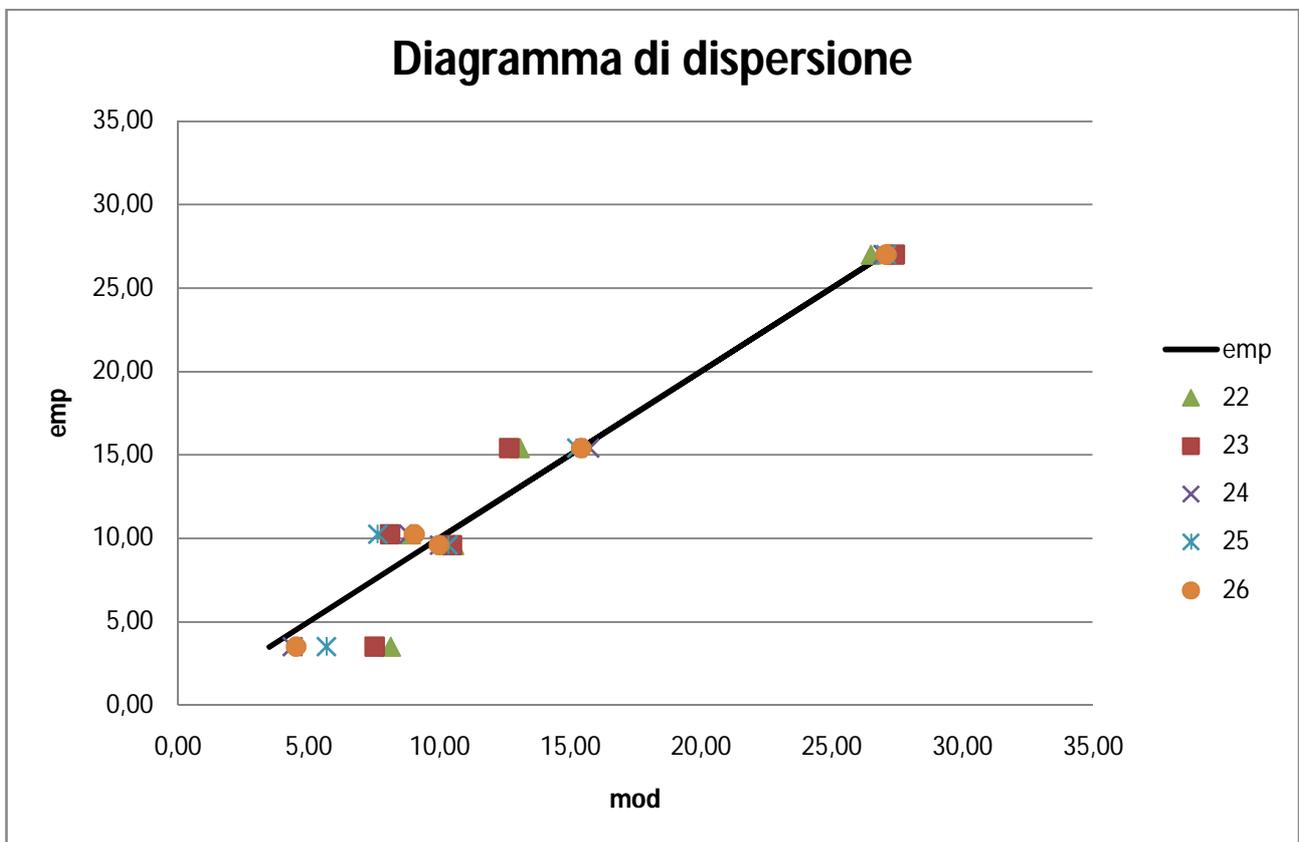


Figura 9 Diagramma di dispersione

Il modello migliore è il 26, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. $E_{adj}^2=0.9830$.

SCELTA DEL MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DI Q MEDIANA

Si può osservare come i modelli migliori dipendano tutti, oltre che dall'area, dalle altezze massime o minime del bacino e non dagli afflussi meteorici. I modelli migliori risultano in ordine i seguenti:

- Modello 21: 6 stazioni (no Reno a Pracchia) $E_{adj}^2=0.9950$;
- Modello 26: 5 stazioni (no Reno a Pracchia e Reno a Molino del Pallone) $E_{adj}^2=0.9830$;
- Modello 16: 6 stazioni (no Reno a Molino del Pallone) $E_{adj}^2=0.9808$;
- Modello 9: 6 stazioni (no Samoggia a Calcara) $E_{adj}^2=0.9671$;
- Modello 4: 7 stazioni $E_{adj}^2=0.9628$.

La scelta del modello, tra quelli elencati, è stata effettuata valutando nel diagramma di dispersione che i valori delle portate determinate dal modello multiregressivo nelle tre stazioni del Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto, della Quaderna a Palesio e del torrente Correcchio a Contrada "Il Portone" fossero il più possibile coincidenti con quelle reali determinati a partire dagli *Annali Idrologici*; in quanto i bacini imbriferi sottesi da queste tre sezioni di misura hanno estensione superficiale prossima a quelle dei bacini che gli invasi sottenderebbero per i corsi d'acqua di Zena, Gaiana e Sellustra.

In base a questa considerazione è stato scelto il modello 21, che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima escludendo la stazione del Reno a Pracchia. L'errore commesso è per le tre stazioni citate:

	ERRORE %
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	0,15
Quaderna (Reno) a Palesio	12,13
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	27,04

Per un'ulteriore verifica, si è applicato il modello scelto ad una stazione utilizzata per la costruzione del modello; quella del torrente Correcchio a Contrada "Il Portone", la quale sottende un bacino imbrifero con caratteristiche geomorfologiche e climatiche molto simili ai bacini di interesse.

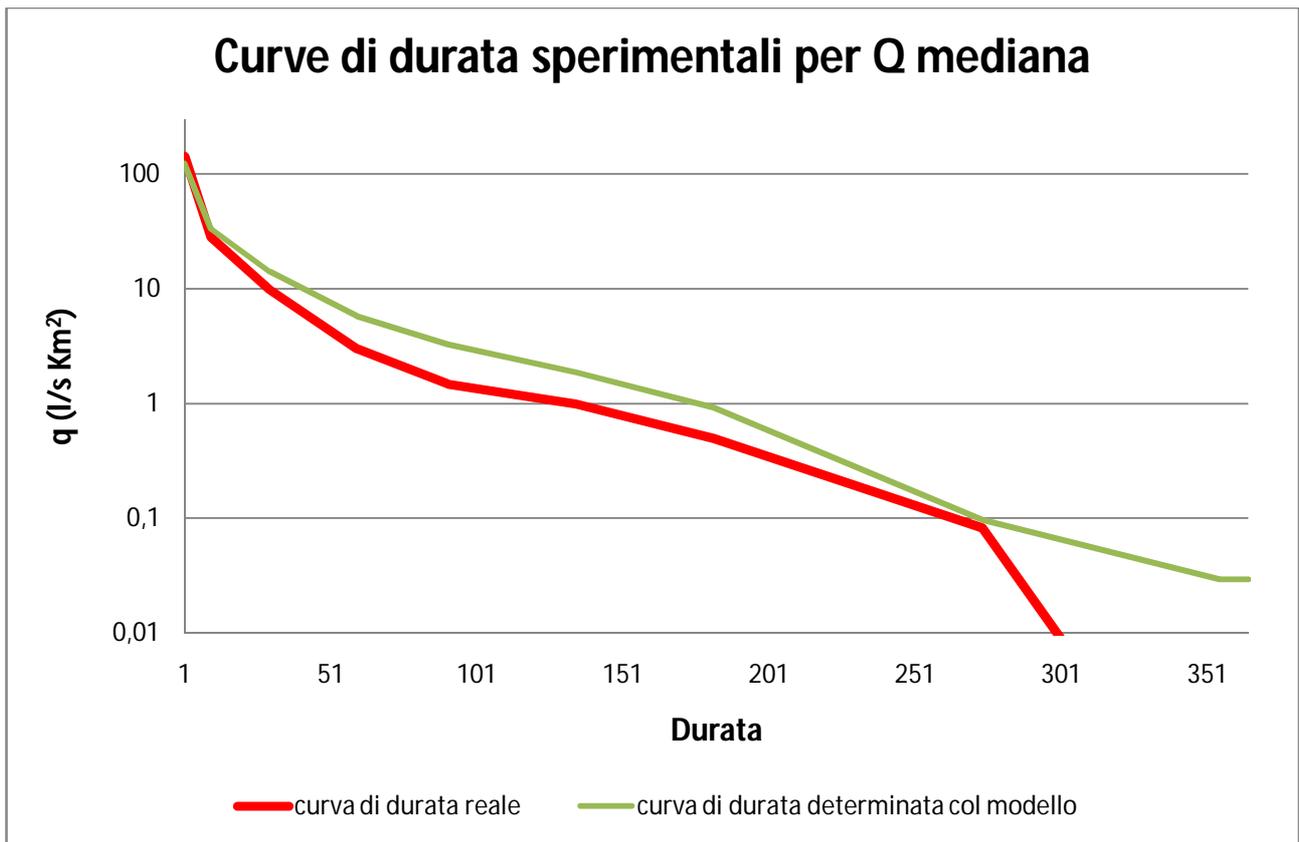


Figura 10 Curve di durata sperimentale determinata col modello sovrapposta alla curva di durata reale per *Q* mediana

Si può osservare dalla *Figura 10* come il modello scelto approssima molto bene la curva di durata reale. Questa è quindi un'ulteriore prova che il modello è corretto e può essere utilizzato per la costruzione della curva di durata mediana nei bacini di interesse.

MODELLI MULTIREGRESSIVI PER Q 5° PERCENTILE

Tutte le considerazioni elencate per Q mediana sono le medesime Q 5° percentile.

Modelli multiregressivi: tutte e 7 le stazioni, con una e due variabili esplicative:

1 Modello regressivo

1 var. esplic: Affluenza mediana

c0 0,000004

c1 2,090901

	Mod	Emp	Scarti^2	Somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	29,33	28,62	0,50	104,28	237,14	0,89	0,87
Reno a Molino del Pallone	29,65	28,43	1,49		231,17		
Samoggia a Calcara	5,87	3,43	5,99		95,96		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	13,97	22,52	72,99		86,38		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,29	4,25	9,25		80,47		
Quaderna (Reno) a Palesio	5,09	4,24	0,73		80,74		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,73	1,08	13,32		147,52		

2 Modello regressivo

2 var. esplic: Affluenza mediana + Area

c0 0,000002

c1 2,234997

c2 -0,169945

	Mod	Emp	Scarti^2	Somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	29,21	28,62	0,35	84,84	237,14	0,91	0,87
Reno a Molino del Pallone	25,77	28,43	7,07		231,17		
Samoggia a Calcara	4,09	3,43	0,45		95,96		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	16,34	22,52	38,10		86,38		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,35	4,25	16,81		80,47		
Quaderna (Reno) a Palesio	4,98	4,24	0,55		80,74		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	5,71	1,08	21,51		147,52		

3 Modello regressivo

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000004

c1 2,201551

c2 -0,062174

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	30,54	28,62	3,69	43,85	237,14	0,95	0,93
Reno a Molino del Pallone	27,60	28,43	0,68		231,17		
Samoggia a Calcara	3,79	3,43	0,13		95,96		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	18,30	22,52	17,76		86,38		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,50	4,25	10,59		80,47		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,89	4,24	0,12		80,74		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,38	1,08	10,89		147,52		

4 Modello regressivo

2 var. esplic: Altezza max + Area

c0 0,000004

c1 2,226061

c2 -0,196623

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	28,53	28,62	0,01	26,12	237,14	0,97	0,96
Reno a Molino del Pallone	27,49	28,43	0,87		231,17		
Samoggia a Calcara	5,67	3,43	5,05		95,96		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	20,85	22,52	2,77		86,38		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,36	4,25	16,90		80,47		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,53	4,24	0,50		80,74		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,93	1,08	0,02		147,52		

5 Modello regressivo

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,000016

c1 1,994320

c2 0,182202

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	23,17	28,62	29,74	53,73	237,14	0,94	0,92
Reno a Molino del Pallone	30,63	28,43	4,84		231,17		
Samoggia a Calcara	5,38	3,43	3,82		95,96		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	23,52	22,52	1,01		86,38		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,40	4,25	9,92		80,47		
Quaderna (Reno) a Palesio	2,14	4,24	4,38		80,74		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,98	1,08	0,01		147,52		

6 Modello regressivo

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,001411

c1 1,341890

c2 0,340342

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	27,06	28,62	2,43	21,16	237,14	0,98	0,97
Reno a Molino del Pallone	29,50	28,43	1,15		231,17		
Samoggia a Calcara	1,30	3,43	4,51		95,96		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	22,54	22,52	0,00		86,38		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	6,81	4,25	6,55		80,47		
Quaderna (Reno) a Palesio	1,74	4,24	6,22		80,74		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,52	1,08	0,30		147,52		

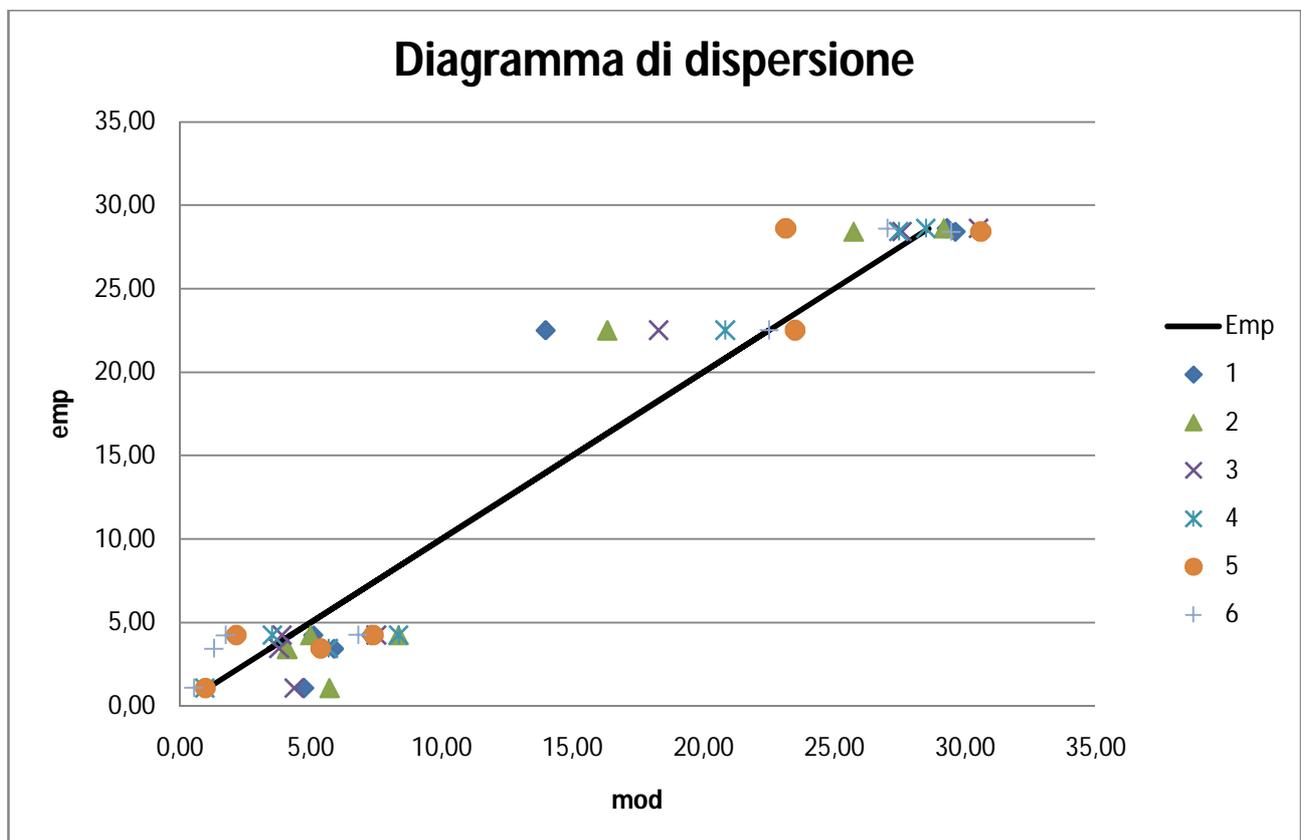


Figura 11 Diagramma di dispersione

Si può osservare come dalle varie tabelle e dal grafico finale, il modello migliore è il 6, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza massima del bacino. $E_{adj}^2=0.9669$.

Modelli multiregressivi: 6 stazioni con 2 variabili esplicative:

Nell'ordine sono state escluse le seguenti stazioni:

- Samoggia a Calcara;
- Reno a Molino del Pallone;
- Reno a Pracchia.

No samoggia a calcara:

7 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000060

c1 1,852746

c2 -0,244809

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	31,86	28,62	10,50	87,13	189,52	0,90	0,83
Reno a Molino del Pallone	26,40	28,43	4,08		184,19		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	16,19	22,52	39,96		58,70		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,86	4,25	13,00		112,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,89	4,24	0,12		112,75		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	5,49	1,08	19,47		189,84		

8 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000007

c1 2,109592

c2 -0,052747

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	30,17	28,62	2,40	45,98	189,52	0,95	0,91
Reno a Molino del Pallone	27,53	28,43	0,79		184,19		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	18,31	22,52	17,66		58,70		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,79	4,25	12,51		112,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	4,18	4,24	0,00		112,75		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,63	1,08	12,62		189,84		

9 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,000004
c1 2,236305
c2 -0,186139

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	28,73	28,62	0,01	20,15	189,52	0,98	0,96
Reno a Molino del Pallone	27,94	28,43	0,24		184,19		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	20,67	22,52	3,39		58,70		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,24	4,25	15,94		112,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,49	4,24	0,55		112,75		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,91	1,08	0,03		189,84		

10 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,000032
c1 1,886965
c2 0,190141

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	23,47	28,62	26,56	49,45	189,52	0,94	0,90
Reno a Molino del Pallone	31,00	28,43	6,63		184,19		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	23,29	22,52	0,59		58,70		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,78	4,25	12,44		112,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	2,44	4,24	3,22		112,75		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	1,13	1,08	0,00		189,84		

11 Modello regressivo NO SAMOGGIA A CALCARA

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,000276
c1 1,582643
c2 0,365722

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	27,21	28,62	1,98	15,24	189,52	0,98	0,97
Reno a Molino del Pallone	29,27	28,43	0,71		184,19		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	22,93	22,52	0,17		58,70		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	5,62	4,25	1,87		112,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	1,09	4,24	9,87		112,75		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,28	1,08	0,64		189,84		

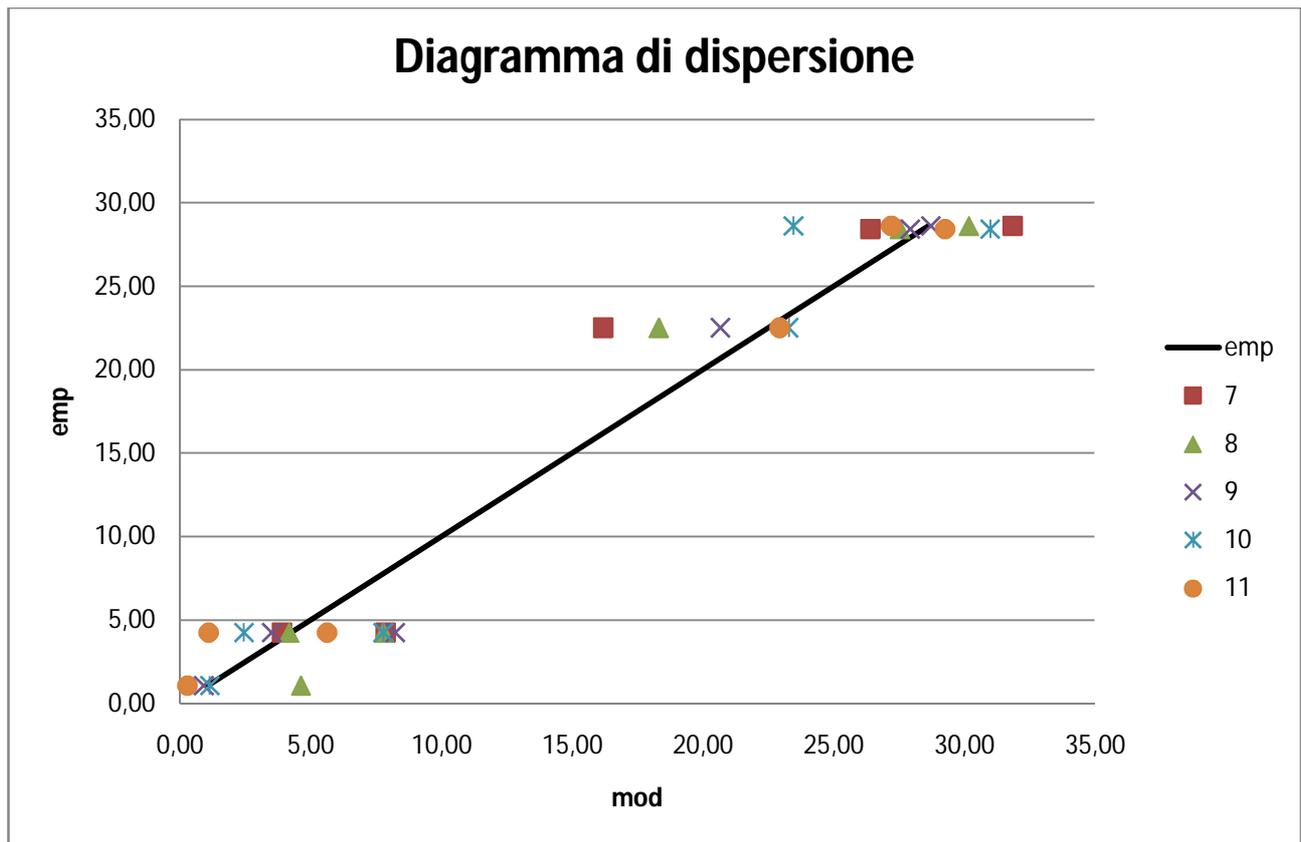


Figura 12 Diagramma di dispersione

Il modello, in questo caso, che approssima al meglio i valori sperimentali è l'11, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. $E_{adj}^2=0.9700$.

No Reno a Molino del Pallone:

12 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000002
 c1 2,257252
 c2 -0,169257

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	29,56	28,62	0,88	76,87	321,60	0,89	0,81
Samoggia a Calcara	4,08	3,43	0,43		52,73		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	16,39	22,52	37,47		139,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,32	4,25	16,55		41,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	4,94	4,24	0,50		41,62		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	5,66	1,08	21,04		92,38		

13 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000004
c1 2,199887
c2 -0,111450

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	29,33	28,62	0,50	39,84	321,60	0,94	0,90
Samoggia a Calcara	3,39	3,43	0,00		52,73		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	18,70	22,52	14,58		139,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,72	4,25	12,07		41,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,86	4,24	0,14		41,62		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,62	1,08	12,54		92,38		

14 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,000003
c1 2,309917
c2 -0,262152

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	27,54	28,62	1,17	21,99	321,60	0,97	0,95
Samoggia a Calcara	4,74	3,43	1,72		52,73		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	21,38	22,52	1,28		139,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,35	4,25	16,83		41,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,26	4,24	0,95		41,62		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,88	1,08	0,04		92,38		

15 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,000004
c1 2,153476
c2 0,328869

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	26,56	28,62	4,22	25,32	321,60	0,96	0,94
Samoggia a Calcara	6,65	3,43	10,38		52,73		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	22,90	22,52	0,15		139,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	6,45	4,25	4,84		41,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	1,88	4,24	5,56		41,62		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,68	1,08	0,16		92,38		

16 Modello regressivo NO RENO A MOLINO DEL PALLONE

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,002056

c1 1,248454

c2 0,419442

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Pracchia	28,98	28,62	0,13	15,22	321,60	0,98	0,96
Samoggia a Calcara	2,00	3,43	2,04		52,73		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	21,51	22,52	1,02		139,91		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	6,96	4,25	7,35		41,43		
Quaderna (Reno) a Palesio	2,12	4,24	4,46		41,62		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,61	1,08	0,22		92,38		

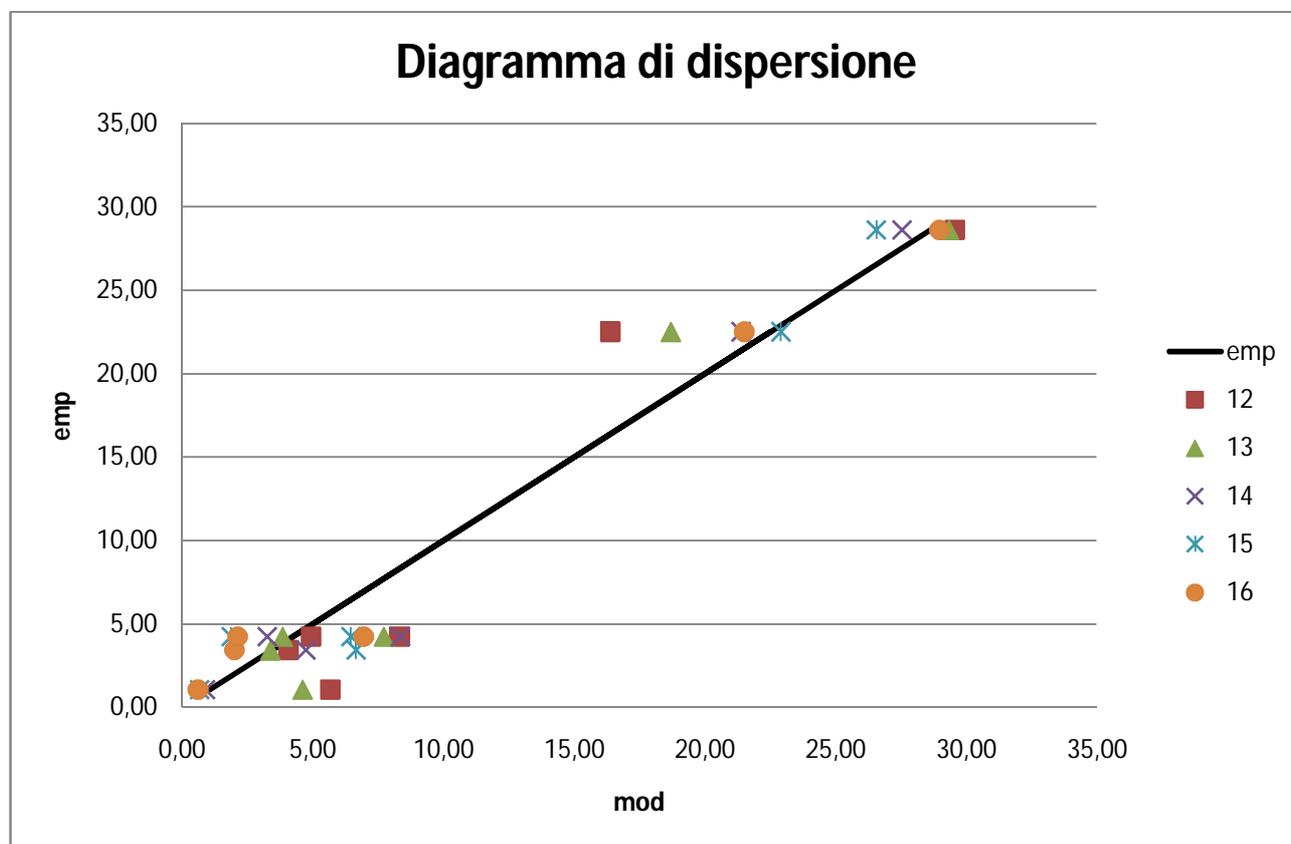


Figura 13 Diagramma di dispersione

Il modello migliore è il 16, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. $E^2_{adj}=0.9632$.

No Reno a Pracchia:

17 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000002

c1 2,288081

c2 -0,157884

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	28,48	28,43	0,00	71,33	315,80	0,90	0,83
Samoggia a Calcara	4,38	3,43	0,91		52,26		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	17,29	22,52	27,30		140,68		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,67	4,25	19,58		41,01		
Quaderna (Reno) a Palesio	5,17	4,24	0,88		41,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	5,84	1,08	22,66		91,76		

18 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000003

c1 2,233653

c2 -0,068512

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	28,81	28,43	0,15	35,61	315,80	0,95	0,91
Samoggia a Calcara	3,83	3,43	0,16		52,26		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	19,20	22,52	10,98		140,68		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,78	4,25	12,44		41,01		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,98	4,24	0,06		41,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,51	1,08	11,81		91,76		

19 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,000002

c1 2,352484

c2 -0,207301

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	28,03	28,43	0,15	21,13	315,80	0,97	0,95
Samoggia a Calcara	5,29	3,43	3,48		52,26		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	20,91	22,52	2,58		140,68		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,96	4,25	13,76		41,01		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,20	4,24	1,07		41,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,79	1,08	0,08		91,76		

20 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,000008

c1 2,074343

c2 0,183314

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	28,24	28,43	0,03	13,31	315,80	0,98	0,97
Samoggia a Calcara	4,61	3,43	1,40		52,26		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	21,73	22,52	0,61		140,68		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	6,53	4,25	5,21		41,01		
Quaderna (Reno) a Palesio	1,79	4,24	5,97		41,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,80	1,08	0,08		91,76		

21 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,002119

c1 1,276911

c2 0,334145

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Reno a Molino del Pallone	28,65	28,43	0,05	17,34	315,80	0,97	0,96
Samoggia a Calcara	1,48	3,43	3,79		52,26		
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	21,71	22,52	0,65		140,68		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	6,94	4,25	7,24		41,01		
Quaderna (Reno) a Palesio	1,91	4,24	5,40		41,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,60	1,08	0,22		91,76		

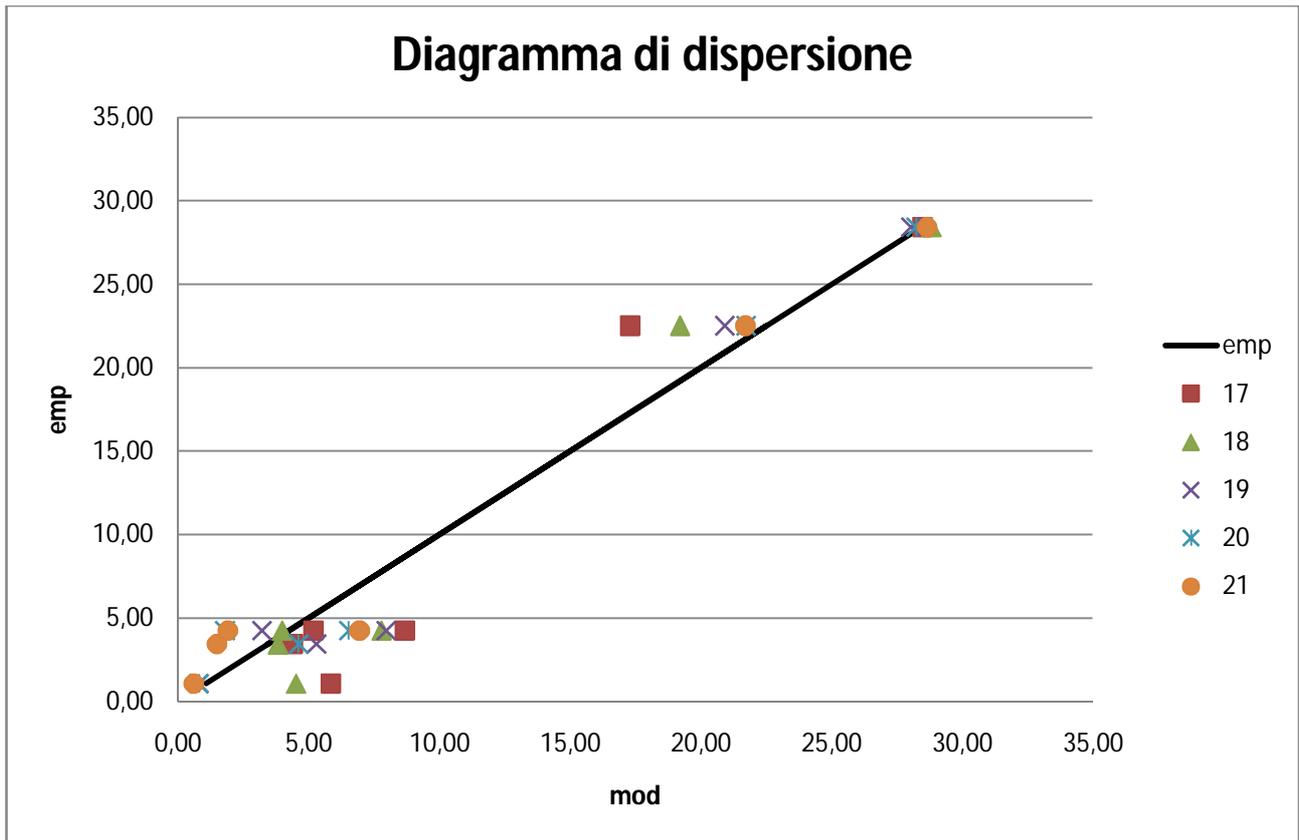


Figura 14 Diagramma di dispersione

Il modello migliore è il 20, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza media del bacino. $E_{adj}^2=0.9675$.

Modelli multiregressivi: 5 stazioni con 2 variabili esplicative:

22 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Affluenza mediana + Area

c0 0,000001
 c1 2,358491
 c2 -0,179489

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	4,11	3,43	0,47	66,92	13,51	0,78	0,56
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	17,71	22,52	23,10		237,62		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,72	4,25	19,97		8,12		
Quaderna (Reno) a Palesio	5,05	4,24	0,66		8,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	5,84	1,08	22,72		36,30		

23 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Affluenza 5% + Area

c0 0,000001
c1 2,378392
c2 -0,099930

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	3,32	3,43	0,01	29,25	13,51	0,90	0,81
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	19,87	22,52	6,99		237,62		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	7,62	4,25	11,35		8,12		
Quaderna (Reno) a Palesio	3,66	4,24	0,33		8,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	4,32	1,08	10,55		36,30		

24 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Altezza max + Area

c0 0,000002
c1 2,349496
c2 -0,337294

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	3,71	3,43	0,08	19,40	13,51	0,94	0,87
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	20,78	22,52	2,99		237,62		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	8,07	4,25	14,57		8,12		
Quaderna (Reno) a Palesio	2,93	4,24	1,70		8,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,85	1,08	0,05		36,30		

25 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Altezza media + Area

c0 0,000004
c1 2,188369
c2 0,116993

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	3,48	3,43	0,00	11,90	13,51	0,96	0,92
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	21,97	22,52	0,30		237,62		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	6,25	4,25	3,99		8,12		
Quaderna (Reno) a Palesio	1,50	4,24	7,47		8,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,71	1,08	0,14		36,30		

26 Modello regressivo NO RENO A PRACCHIA E MOLINO PALLONE

2 var esplicative: Altezza min + Area

c0 0,000132

c1 1,494286

c2 0,894756

	Mod	Emp	Scarti^2	somma	scarti^2 con media	E2	E2 adj
Samoggia a Calcara	3,74	3,43	0,10	8,27	13,51	0,97	0,95
Savena (Reno) a Castel dell'Alpi	22,36	22,52	0,02		237,62		
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	5,49	4,25	1,53		8,12		
Quaderna (Reno) a Palesio	1,80	4,24	5,92		8,21		
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	0,24	1,08	0,69		36,30		

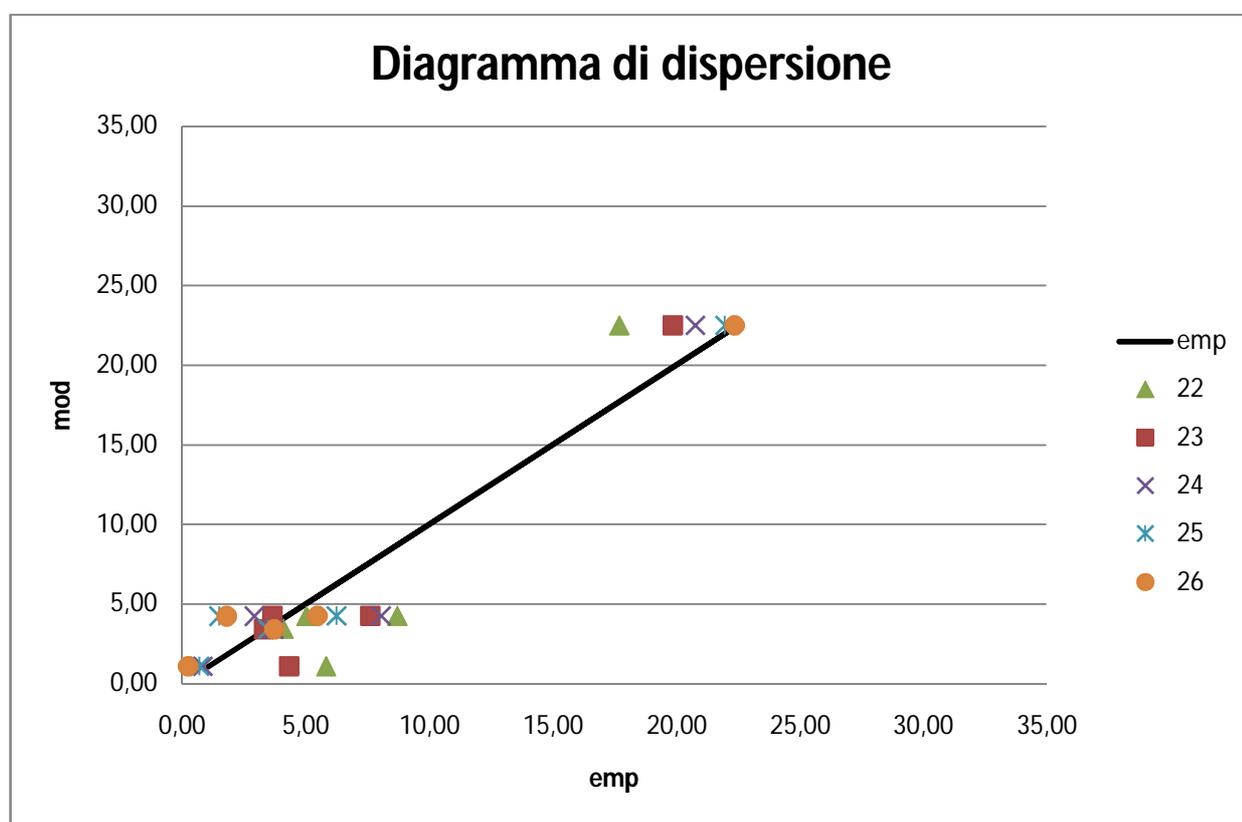


Figura 15 Diagramma di dispersione

Il modello migliore è il 26, ovvero il modello che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima del bacino. $E_{adj}^2=0.9456$.

SCELTA DEL MODELLO PER LA DETERMINAZIONE DI Q 5° PERCENTILE

Si può osservare anche in questo caso, così come accadeva nel calcolo di Q mediana, come i modelli migliori dipendano tutti, oltre che dall'area, dalle altezze massime o minime del bacino e non dagli afflussi meteorici.

I modelli migliori risultano in ordine i seguenti:

- Modello 11: 6 stazioni (no Samoggia a Calcara) $E_{adj}^2=0.9700$;
- Modello 20: 6 stazioni (no Reno a Pracchia) $E_{adj}^2=0.9675$;
- Modello 6: 7 stazioni $E_{adj}^2=0.9669$;
- Modello 16: 6 stazioni (no Reno a Molino del Pallone) $E_{adj}^2=0.9632$;
- Modello 26: 5 stazioni (no Reno a Pracchia e Reno a Molino del Pallone) $E_{adj}^2=0.9456$;

La scelta del modello, tra quelli elencati, è stata effettuata valutando nel diagramma di dispersione che i valori delle portate determinate dal modello multiregressivo nelle tre stazioni del Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto, della Quaderna a Palesio e del torrente Correcchio a Contrada "Il Portone" fossero il più possibile simili ai valori empirici determinati a partire dagli *Annali Idrologici*; in quanto i bacini imbriferi sottesi da queste tre stazioni idrometriche hanno caratteristiche geomorfologiche simili a quelle dei bacini sottesi agli invasi in progetto di Zena, Gaiana e Sellustra.

In base a questa considerazione è stato scelto il modello 16, che utilizza come variabili esplicative l'area e l'altezza minima escludendo la stazione del Reno a Molino del Pallone. L'errore commesso è per le tre stazioni citate:

	ERRORE %
Rio Cella (Reno) a San Benedetto del Querceto	63,80
Quaderna (Reno) a Palesio	49,88
Torrente Correcchio (Reno) a Contrada "Il portone"	43,34

Inoltre, per un'ulteriore verifica, si è applicato il modello scelto ad una stazione utilizzata per la costruzione del modello; quella del torrente Correcchio a Contrada "Il Portone", la quale sottende ad un bacino imbrifero con caratteristiche geomorfologiche e climatiche molto simili ai bacini di interesse.

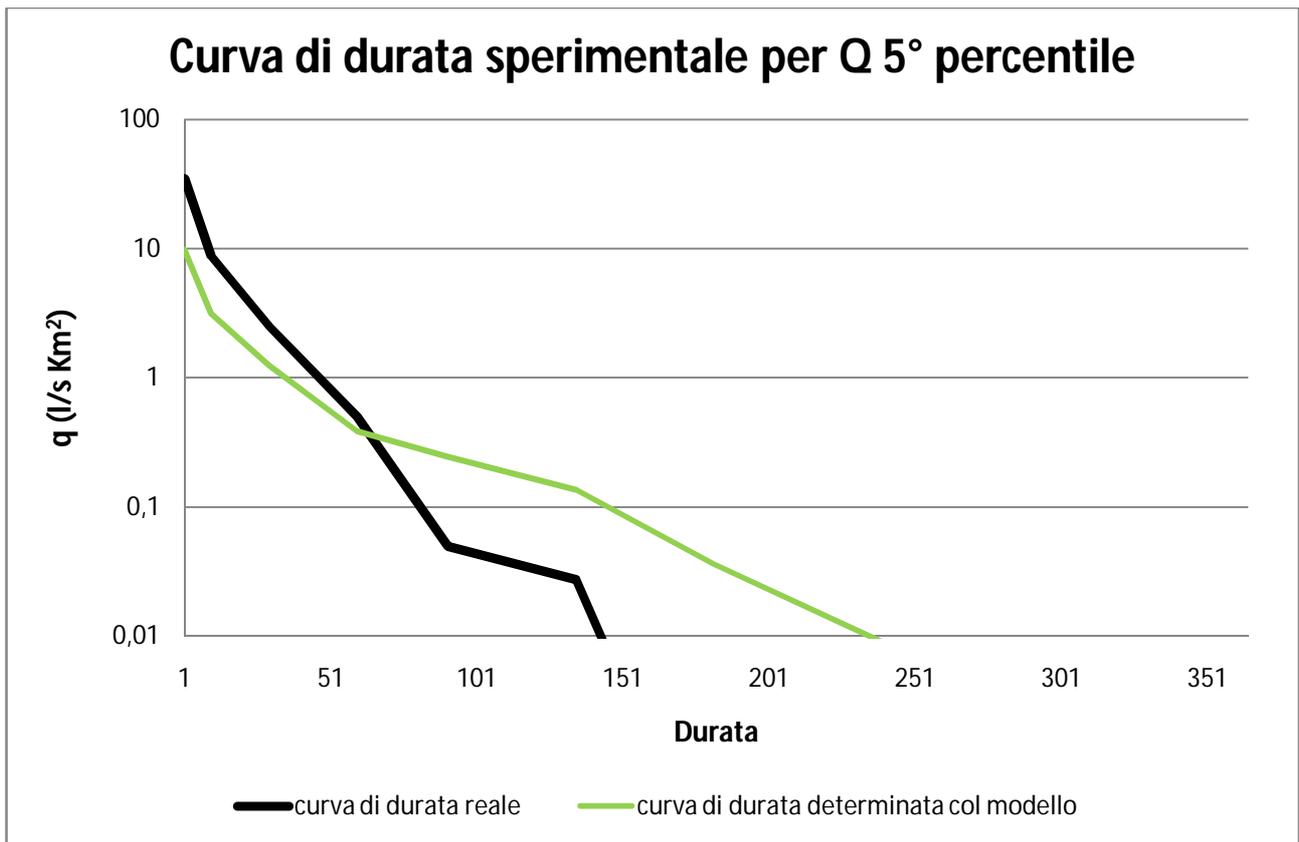


Figura 16 Curva di durata sperimentale determinata col modello sovrapposta alla curva di durata reale per Q 5° percentile

Si può osservare dalla *Figura 16* come, nonostante le maggiori incertezze presenti nella valutazione del regime dei deflussi idrici in anni siccitosi, il modello scelto approssimi con sufficiente approssimazione la curva di durata reale. Questa è quindi un'ulteriore prova che il modello regionale sviluppato possa essere utilizzato per la costruzione della curva di durata 5° percentile nei bacini di interesse.

APPENDICE D: STIMA DELLE PERDITE PER EVAPORAZIONE DALLO SPECCHIO LIQUIDO

Le stime dell'evaporazione da specchi liquidi per le aree di studio, espresse in millimetri, sono riportate in *Tabella 73* e sono state desunte dai rapporti forniti dai Tecnici della Bonifica Renana.

evaporazione	mm
GEN	6,7
FEB	27,4
MAR	40,3
APR	91,2
MAG	135
GIU	145
LUG	167,6
AGO	179,4
SET	112,1
OTT	89,3
NOV	35,7
DIC	5,8

Tabella 73 *Evaporazione media mensile*

La curva di durata non esprime la variazione dei deflussi nell'arco dell'anno, ma la stima della frequenza con cui una data portata viene eguagliata o superata. Per tenere in considerazione l'evaporazione quindi, che è espressa in mesi, si è proceduto come segue:

- Si sono ordinati in maniera decrescente gli afflussi mensili delle stazioni di misura simili ai tre bacini; la *Tabella 73* è stata quindi ordinata in maniera decrescente come gli afflussi.
- Si è sottratto il contributo dell'evaporazione alla curva di durata dal mese più piovoso a quello meno piovoso, procedendo di 30 giorni in 30 giorni.

Nel calcolo del bilancio idrologico relativo al caso con presenza dell'invaso è possibile che durante i mesi meno piovosi, che corrispondono generalmente a quelli più caldi, l'evaporazione stimata dallo specchio liquido risulti maggiore degli apporti idrici all'invaso, essendo talvolta la portata nulla o prossima a zero. In tal casi la parte di perdita eccedente l'apporto idrico è stata sottratta al volume idrico presente nell'invaso.

ZENA:

Per il torrente Zena si sono presi a riferimento gli afflussi medi mensili della stazione della Quaderna a Palesio.

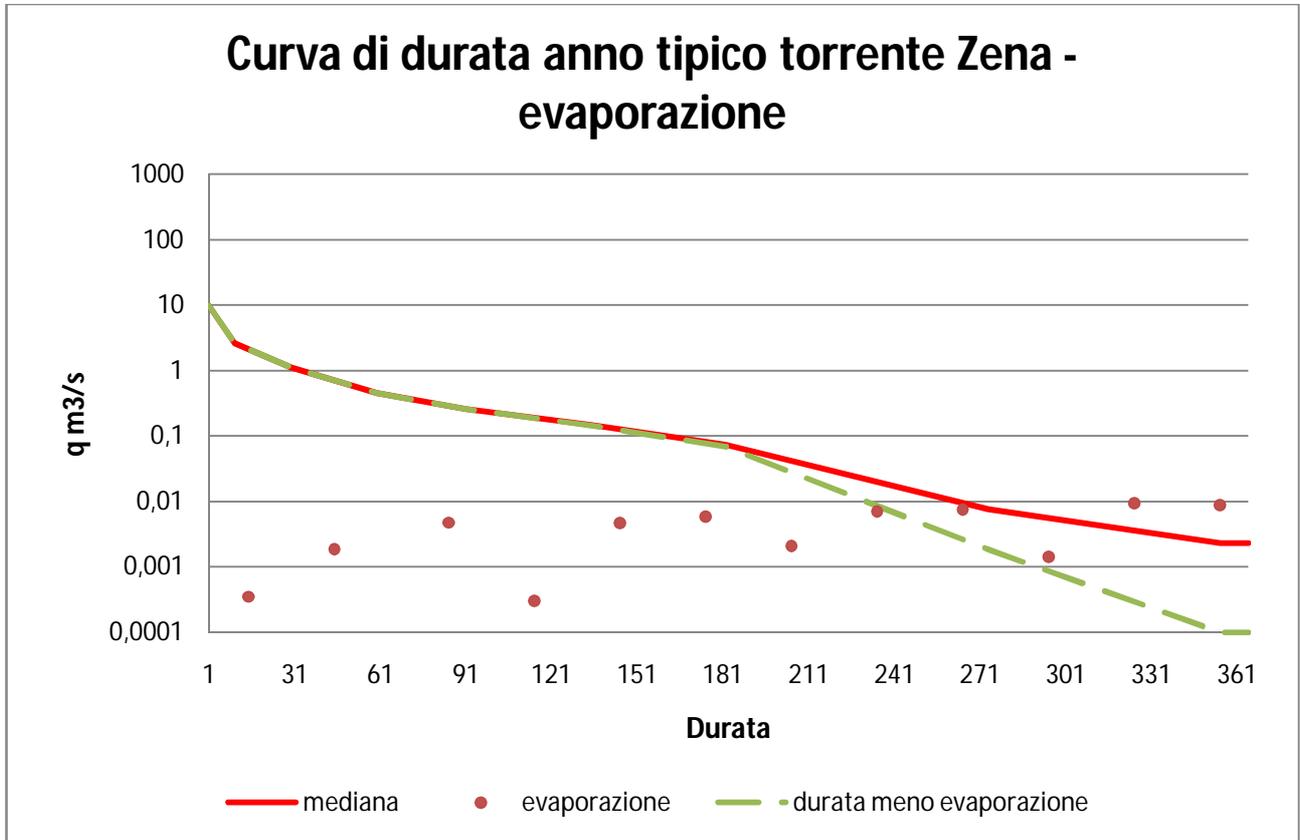


Figura 17 Curva di durata anno tipico torrente Zena - evaporazione

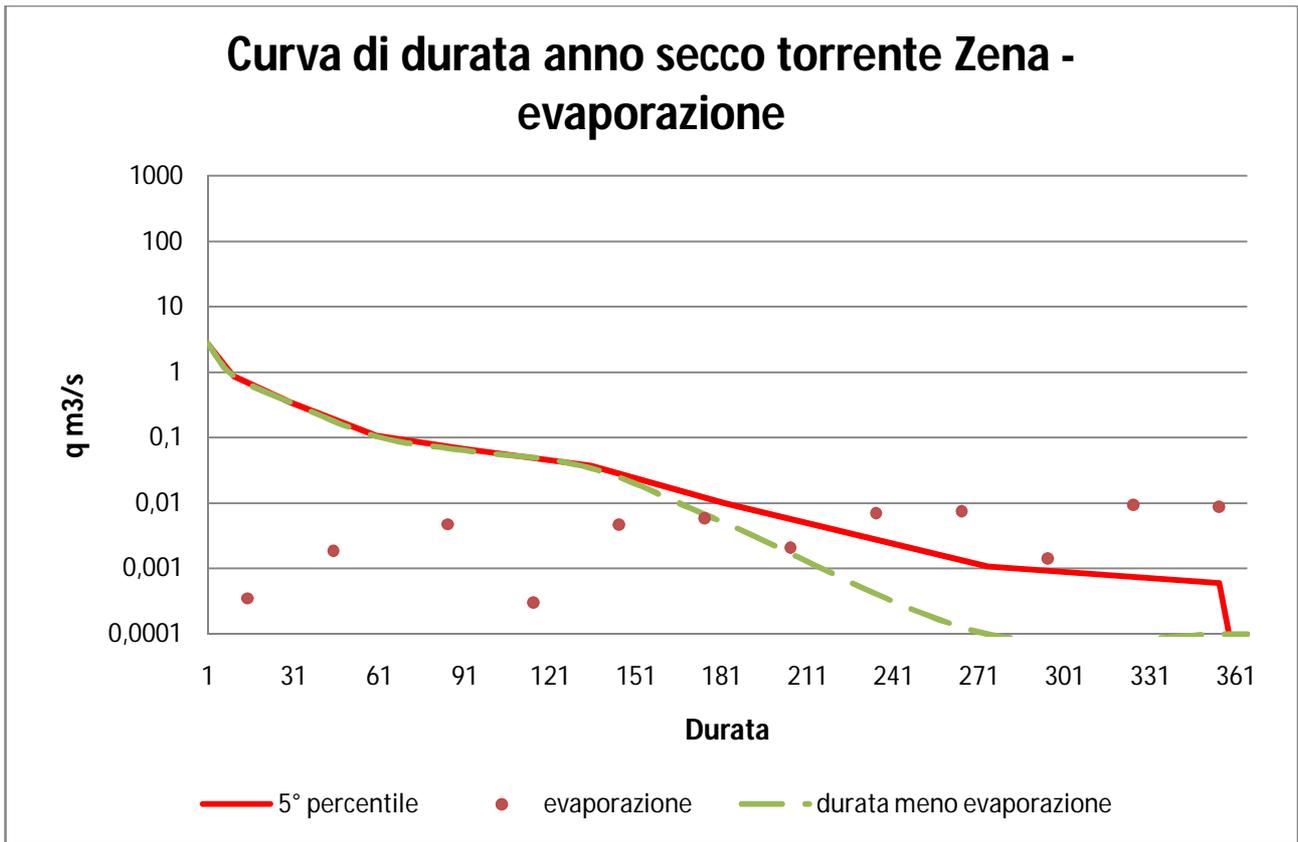


Figura 18 Curva di durata anno secco torrente Zena - evaporazione

GAIANA:

Per il torrente Gaiana si sono presi a riferimento gli afflussi medi mensili della stazione del Rio Cella a San Benedetto del Querceto.

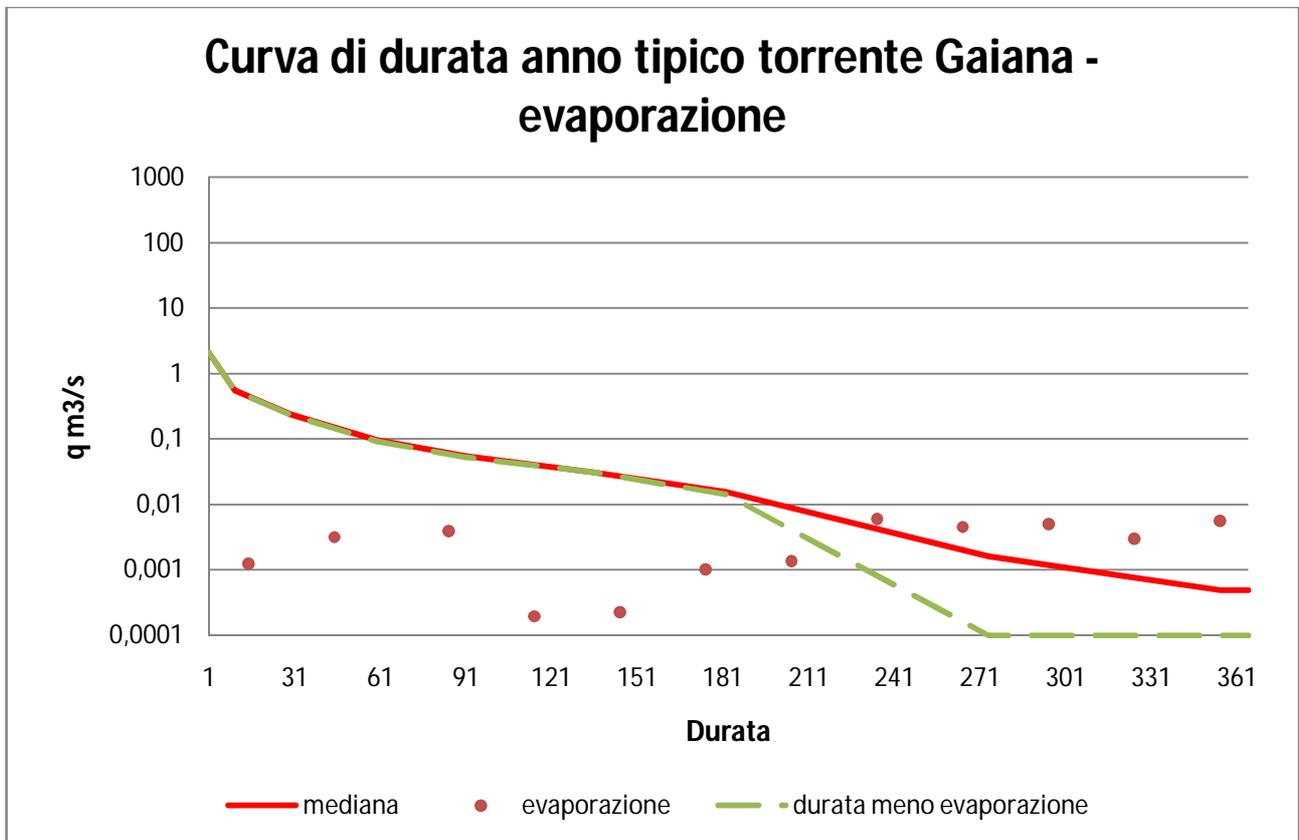


Figura 19 Curva di durata anno tipico torrente Gaiana - evaporazione

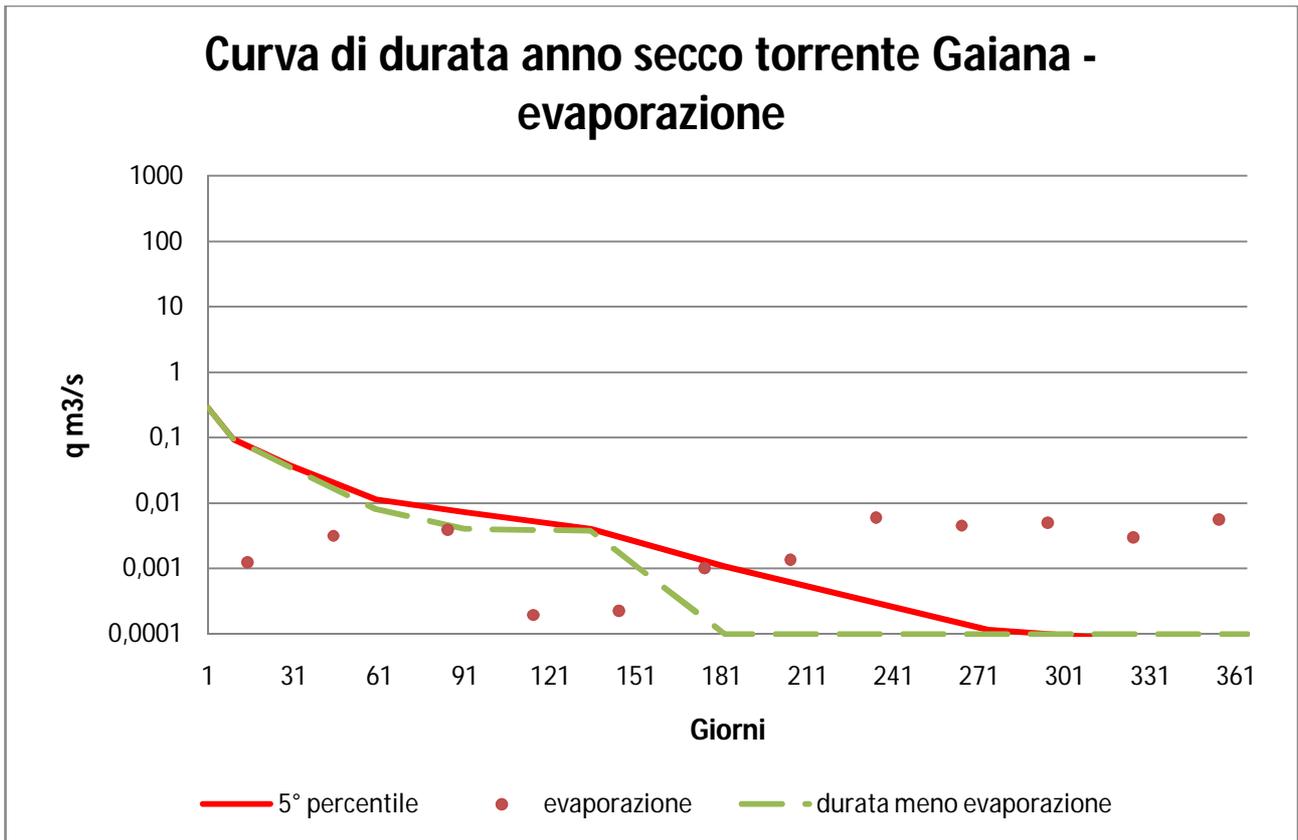


Figura 20 Curva di durata anno secco torrente Gaiana - evaporazione

SELLUSTRA:

Per il torrente Sellutra si sono presi a riferimento gli afflussi medi mensili della stazione del torrente Correcchio a Contrada “Il Portone”.

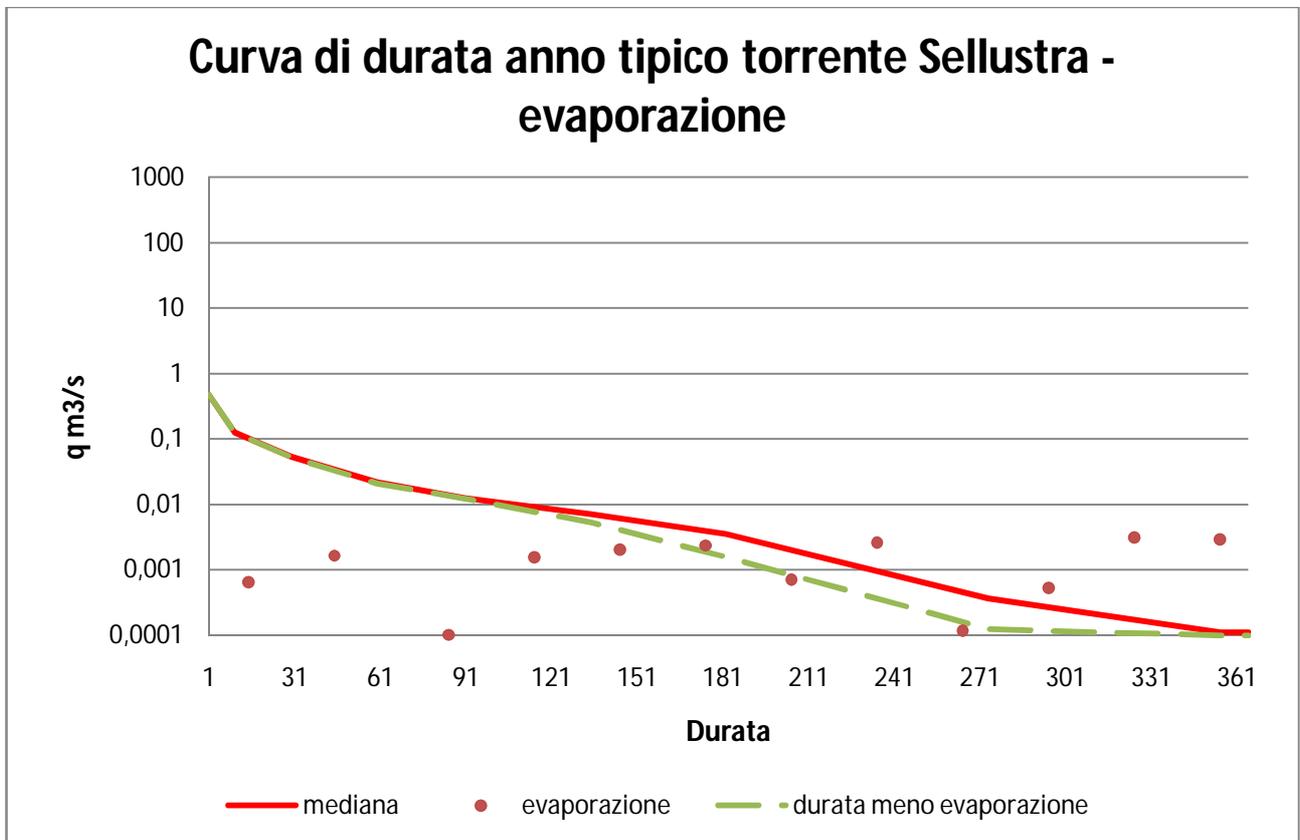


Figura 21 Curva di durata anno tipico torrente Sellustra - evaporazione

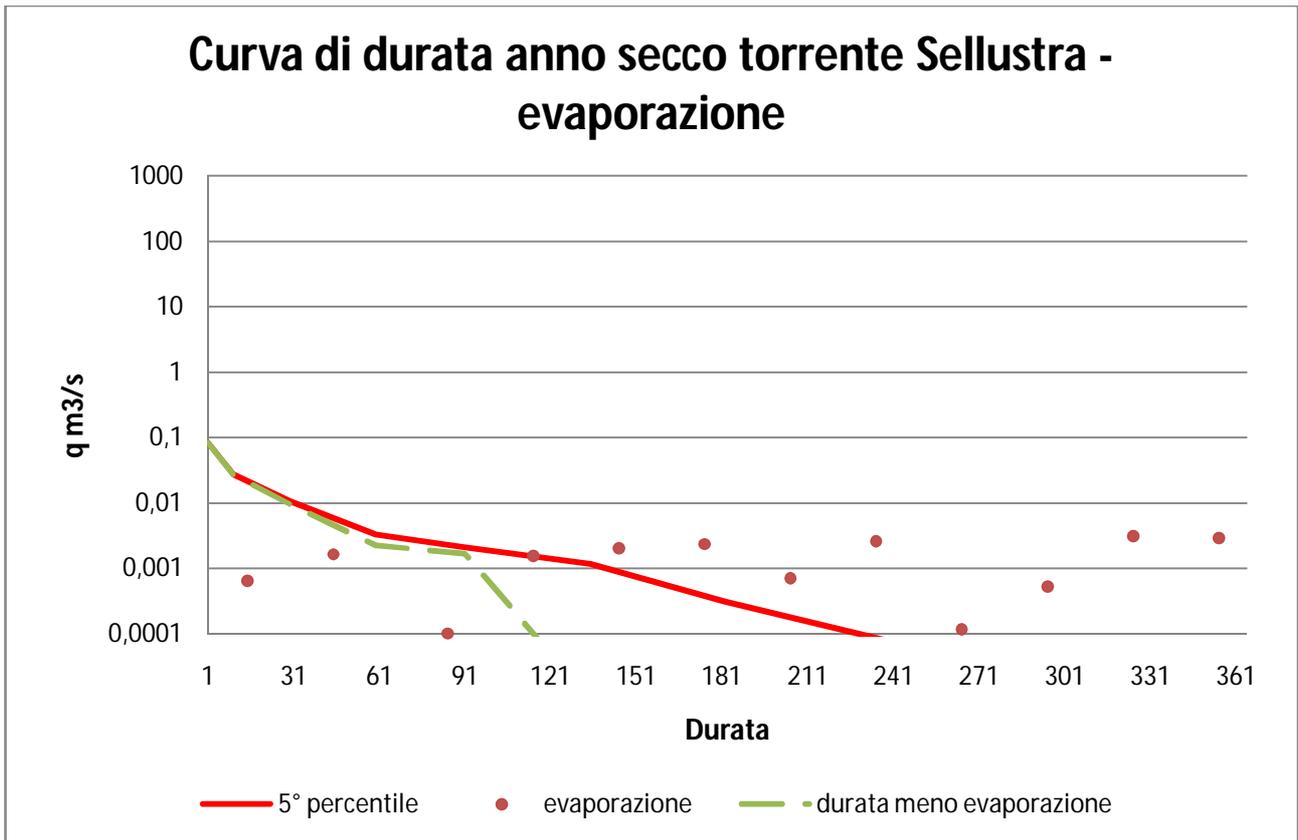


Figura 22 Curva di durata anno secco torrente Sellustra - evaporazione

RINGRAZIAMENTI:

Un ringraziamento al Consorzio della Bonifica Renana, in particolare al Direttore Dott. Agostino Parigi e al Dott. Ing. Piero Puppini che mi hanno permesso di esaminare, studiare e risolvere un reale problema di ingegneria idraulica offrendomi tutto il supporto possibile, e al prof. Ing. Attilio Castellarin per la competenza, la costante disponibilità e pazienza nel seguirmi, consentendomi di lavorare in maniera seria e serena.