

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



S.O. OPERE CIVILI

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

LINEA POTENZA-METAPONTO

INTERVENTI DI VELOCIZZAZIONE TRATTA GRASSANO-BERANALDA

IDROLOGIA E IDRAULICA

Relazione idrologica generale

SCALA:

-


COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I A 9 5 0 3 R 0 9 R I I D 0 0 0 1 0 0 1 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	C.Ferrigno	Sett. 2021	A.Cappelli	Sett. 2021	I.D'Amore	Sett. 2021	A. Lattanzi Dicembre 2021 Uscita Dipartimento Regionale di Viterbo N° 42078 ITALFERR S.p.A. Ufficio Opere Civili e Gestione delle varianti Dipartimento Regionale di Viterbo N° 42078
B	Emissione esecutiva	A. Cappelli	Dicembre 2021	A. Cappelli	Dicembre 2021	I. Di Amore	Dicembre 2021	

File: .IA9503R09RIID0001001B.DOCX

n. Elab.:


	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO IDROLOGICO DELL'AREA DI STUDIO	6
3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE (SEZIONI DEL BASENTO).....	7
3.1. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BASENTO.....	8
3.2. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SOTTOBACINI INDIVIDUATI	10
3.3. PORTATE PAI EX ABR BASILICATA	12
4. PLUVIOMETRIA	13
4.1 VA.PI. BASILICATA	13
4.2 LEGGI DI VARIAZIONE DEI COEFFICIENTI DI CRESCITA CON IL PERIODO DI RITORNO.....	16
4.3 STIMA DEL VALOR MEDIO DI PRECIPITAZIONE.....	18
4.4 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE REGISTRAZIONI PLUVIOMETRICHE	26
4.5 PIOGGIA MEDIA AREALE.....	30
4.6 RISULTATI E CONFRONTO.....	31
5 INFERENZA STATISTICA SU BASE IDROMETRICA.....	34
5.1 OSSERVAZIONI ALLE STAZIONI IDROMETRICHE LIMITROFE.....	34
5.2 DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DALL'ANALISI DELLE REGISTRAZIONI IDROMETRICHE	40
5.2 REGIONALIZZAZIONE VAPI DELLE PORTATE ISTANTANEE	41
5.2 PORTATA DI PIENA MEDIA ANNUA VAPI.....	44
5.3 RISULTATI.....	45
6 MODELLI AFFLUSSI DEFLUSSI.....	46
6.1 STIMA DELLE PORTATE AL COLMO (FORMULA RAZIONALE).....	46



6.2	CONFRONTO DEI RISULTATI	51
6.3	DETERMINAZIONE DELL'IDROGRAMMA DI PROGETTO - METODO DI NASH	54
6.4	IDROGRAMMI DI PIENA	56
6.5	EVENTI DI PIENA CON TEMPO DI RITORNO DI 5 ANNI.....	60
7	BACINI MINORI	62
7.1	VA.PI. BASILICATA (BACINI MINORI)	62
7.2	TEMPO DI CONCENTRAZIONE	62
7.3	STIMA DELLA PORTATA.....	63
7.4	RISULTATI DEL CALCOLO	67
7.4.1	STIMA DEL TEMPO DI CONCENTRAZIONE.....	67
7.4.2	STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	69
7.4.3	STIMA DELLA PORTATA DI PIENA	71
	BIBLIOGRAFIA	73

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

1. PREMESSA


La presente relazione espone i risultati dell'analisi idrologica del fiume Basento e dei suoi affluenti in relazione alle interferenze con il tracciato della "Nuova linea ferroviaria *Potenza - Metaponto*, nell'ambito del Progetto di Fattibilità Tecnico Economica. L'analisi idrologica è relativa alla tratta Grassano-Bernalda ed in particolare alle interferenze con il fiume Basento (modellazione idrologica finalizzata all'ottenimento degli idrogrammi di progetto) e dei suoi affluenti che attraversano la linea stessa prima di confluire nel corso d'acqua principale. La ferrovia si svilupperà interamente nella valle del fiume Basento, in destra idraulica rispetto allo stesso corso d'acqua. L'interferenza principale è quindi rappresentata dall'affiancamento della linea con l'area di naturale esondazione del fiume.

Nell'ambito del progetto sono stati analizzati dal punto di vista idrologico anche numerosi affluenti posti in destra idraulica che vengono attraversati dalla nuova linea con tombini ed opere di scavalco. Due affluenti principali (torrente Vella e torrente Canala di Pomarico, rispettivamente di circa 81 e 63 km²) vengono analizzati per il loro importante contributo alle piene del Basento (e quindi alla definizione della piena di progetto su quest'ultimo).

E' stata condotta quindi l'analisi idrologica dei bacini idrografici di tali corsi d'acqua finalizzata alla determinazione delle portate al colmo e dei relativi idrogrammi di piena, da imporre come condizione al contorno nei modelli (numerici) idraulici bidimensionali e monodimensionali sviluppati.

Nel dettaglio, lo studio è stato effettuato secondo le seguenti fasi:


- perimetrazione dei bacini idrografici e valutazione delle relative caratteristiche morfometriche;
- raccolta ed elaborazione delle osservazioni/registrazioni presso le stazioni pluviografiche e idrometriche ricadenti nel bacino idrografico di interesse;
- valutazione delle portate al colmo nelle sezioni di chiusura considerate, mediante differenti modelli di trasformazione afflussi-deflussi, sulla base dell'elaborazione statistica dei dati pluviometrici e idrometrici disponibili e dei risultati della procedura di regionalizzazione sviluppata nell'ambito del progetto VA.PI. della Regione Basilicata;
- definizione delle portate al colmo e degli idrogrammi di piena di progetto per i differenti tempi di ritorno (Tr) considerati.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

Le analisi idrologiche svolte sono state condotte in conformità a quanto previsto nell'ambito del *Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico* (P.A.I., aggiornamento 2016) della Regione Basilicata, redatto dall'Autorità di Bacino, e del *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni* (P.G.R.A., aggiornamento 2018), redatto dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, nonché nel Manuale di Progettazione Ferroviaria (RFI, 2019) e nelle Nuove NTC2018 (e relativa circolare esplicativa, n.7/2019).



Figura 1 – Inquadramento territoriale della linea ferroviaria in progetto.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

2. INQUADRAMENTO IDROLOGICO DELL'AREA DI STUDIO

La linea ferroviaria in progetto attraversa la Regione Basilicata lungo la direzione SO-NE e si sviluppa all'interno della vallata del Fiume Basento.

Dal punto di vista idrologico, la linea ferroviaria in progetto interessa un territorio esteso, con caratteristiche fisiche e morfologiche dei bacini versanti che abbracciano la media e bassa valle del fiume Basento. Tale condizione ha richiesto un'attenta analisi delle aree di studio mirata all'individuazione delle grandezze idrologiche che meglio rappresentano la risposta attesa del bacino rispetto alle sollecitazioni meteoriche di progetto.

In particolare lungo l'asta del corso del Basento si sono individuate:

- 5 sezioni rappresentative per variazioni idrologiche (confluenze o punti salienti) lungo l'asta del Basento;
- 2 affluenti principali del Basento (canala di Pomarico e torrente Vella)
- 1 affluente minore in sinistra, la cui trattazione per la stima della portata al colmo verrà riportata nel paragrafo relativo ai bacini minori, ma per il quale la metodologia di definizione dell'andamento temporale dell'idrogramma di piena è stata mutuata da quanto previsto per i corsi d'acqua principali
- Gli altri bacini interferenti (bacini minori) sono stati chiusi in corrispondenza dell'attraversamento della nuova infrastruttura.

Per i bacini maggiori (Basento e suoi affluenti principali) è stata condotta una analisi confrontando le portate ottenute tramite modellazione afflussi deflussi (precipitazioni regionalizzate e formula razionale) con le portate derivanti da inferenza statistica elaborata a partire da una sezione idrometrica ubicata più a monte (Basento a Gallipoli). Sono stati confrontati anche i risultati della metodologia di determinazione diretta delle portate elaborata in ambito VAPI.

Per i bacini minori si è proceduto tramite modellazione afflussi deflussi. In tutti i casi sono stati utilizzati i valori di input di precipitazione derivanti dallo studio VAPI piogge, in quanto sostanzialmente più cautelativi di quelli ottenuti tramite analisi al pluviometro ed integrazione sull'area.

L'ubicazione della tratta di progetto all'interno del fiume Basento è riportata in figura 2.

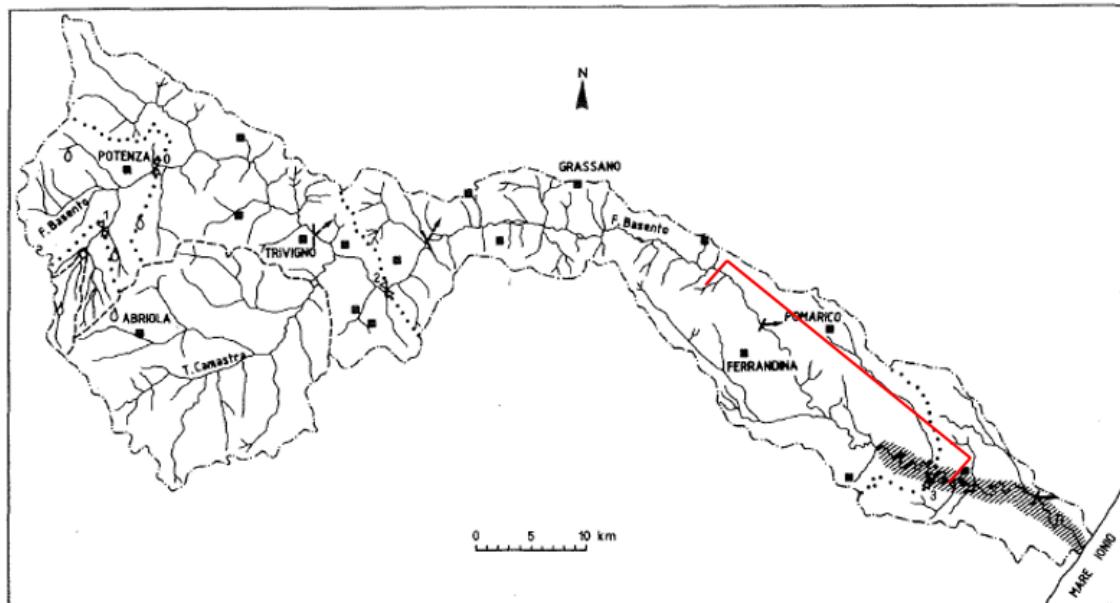



Figura 2 – Rappresentazione schematica del bacino del fiume Basento e individuazione della tratta oggetto della progettazione

3. CARATTERISTICHE IDROLOGICHE (sezioni del Basento)

Come anticipato, la tratta ferroviaria in progetto è posta in fregio all'area di esondazione per elevati tempi di ritorno del fiume Basento. Le 7 stazioni considerate per l'analisi quantitativa dei deflussi sono indicate nella figura seguente e riportate nella successiva tabella

1	Basento a Salandra
2	Basento a Ferrandina
3	Basento a monte della confluenza del Vella
4	torrente Vella
5	Basento a monte della confluenza della "canala di Pomarico" (Bernalda)
6	"canala" di Pomarico
7	Basento a Torre Accio

Tabella 1. Parametri morfometrici del sottobacino di interesse del Fiume Basento.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

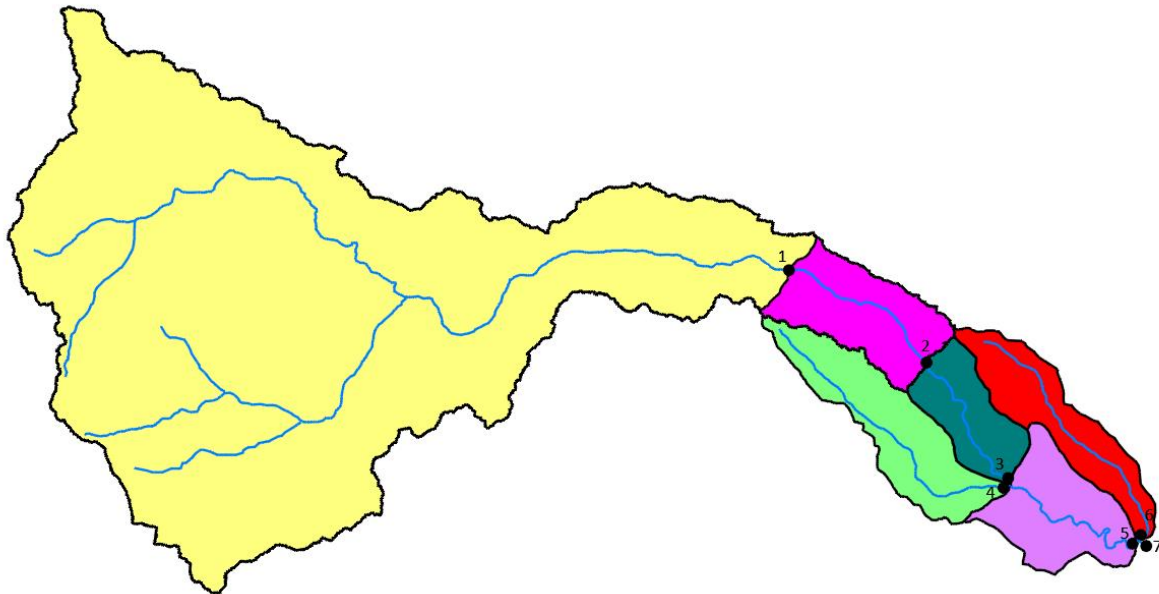


Figura 3 – Sottobacini di interesse per l’analisi idrologica quantitativa – fiume Basento

Le caratteristiche generali del bacino idrografico del fiume Basento sono indicate nel paragrafo successivo; i sottobacini relativi alle specifiche sezioni individuate sono stati analizzati nel dettaglio successivamente.

3.1. BACINO IDROGRAFICO DEL FIUME BASENTO

Il bacino del Fiume Basento è per estensione il terzo fra quelli del versante Jonico Lucano, con un’area di circa 1.535 km². Il corso d’acqua presenta una caratterizzazione morfologica montuosa-collinare nel settore settentrionale e collinare-pianeggiante nella porzione centro-orientale.

L’area che appartiene alla provincia di Matera, comprende, totalmente o parzialmente, i Comuni di Accettura, Tricarico, Bernalda, Calciano, Ferrandina, Garaguso, Grassano, Grottole, Miglionico, Montescaglioso, Oliveto Lucano, Pisticci, Pomarico e Salandra. Nella provincia di Potenza sono ricompresi i Comuni di Marsico Nuovo, Marsico Vetere, Picerno, Sasso Castalda, Abriola, Albano di Lucania, Anzi, Brindisi, Calvello, Campomaggiore, Castelmezzano, Laurenzana, Pietrapertosa, Pignola, Potenza, Tito, Trivigno, Vaglio di Basilicata.

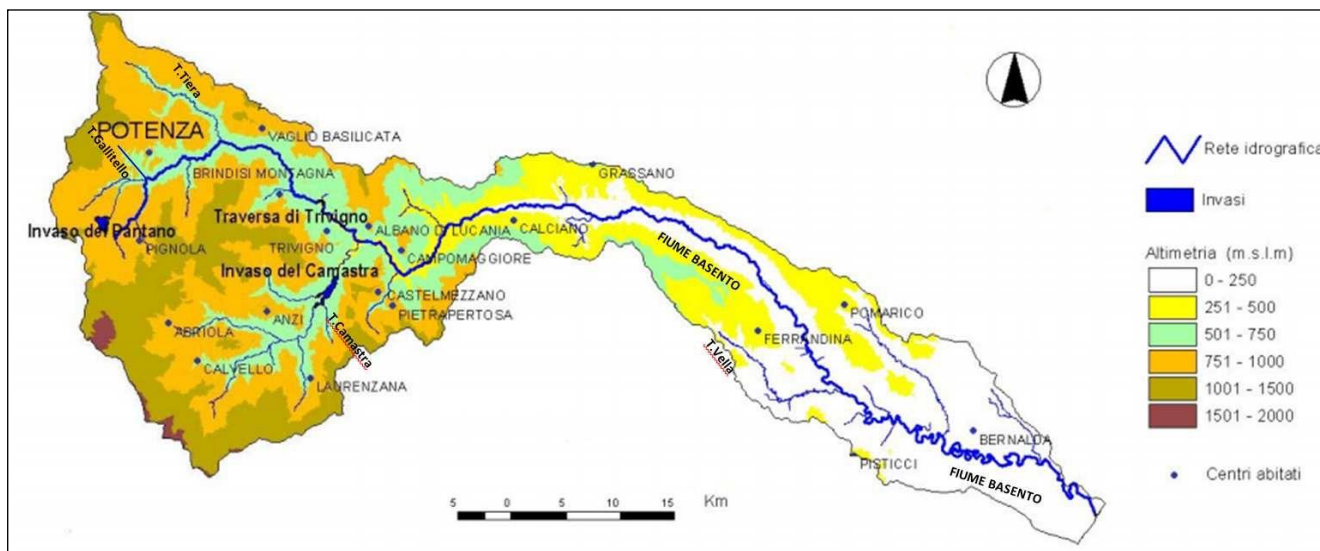



Figura 4 – Bacino del Fiume Basento (rif. P.A.I. della Regione Basilicata).

Sulla sinistra orografica la linea spartiacque del bacino, partendo dalle sorgenti del Basento, è comune a quella del Sele. Il tracciato del fiume è orientato mediamente a nord fino a raggiungere il punto più settentrionale a Toppa La Taverna, incrocio degli spartiacque dei bacini del Sele, Ofanto, Bradano e Basento.

Dalla Toppa La Taverna al mare il bacino del F. Basento, in sinistra idrografica, si mantiene adiacente a quello del F. Bradano, fino alla foce. Sulla destra orografica, dopo il breve tratto in comune con il bacino del Sele, lo spartiacque segna il confine tra i bacini del Basento e dell'Agri fino a Monte Impiso, dove subentra il bacino del Cavone. Da questo punto lo spartiacque scende al mare restando in comune con quello del Cavone, mantenendosi pressoché parallelo allo spartiacque di sinistra.

Il corso d'acqua, lungo circa 168 km, trae origine dal M. Arioso in località Fossa Cupa con direzione sud-nord fino alla confluenza con il torrente Tora. In questo tratto l'alveo è abbastanza ristretto e le sponde sono notevolmente acclivi, condizionate dalle caratteristiche geologiche dei terreni. Le pendenze sono notevoli e si abbassano bruscamente in corrispondenza della confluenza con il Torrente Tora.

Fino alla confluenza con il T. Tiera il fiume Basento, con direzione ovest-est e pendenza di circa l'1%, attraversa i depositi sabbioso-argillosi, con un alveo localmente caratterizzato da una larghezza massima di 80m. Dopo la confluenza del T. Tiera il Basento riceve, in prossimità dello scalo di Albano di Lucania, le acque del torrente Camastra, suo principale tributario e parte del più ampio schema idrico Basento-Bradano-Basentello. In prossimità del territorio di Campomaggiore la pendenza del fiume aumenta, l'alveo si restringe e incide più profondamente i

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 10 DI 73

versanti. In questa parte del bacino, caratterizzata dalla presenza di ampie superfici boscate e da un sistema ricco di sorgenti, il corso d'acqua riceve il maggior contributo idrico rispetto al suo intero percorso. Lungo il corso medio e inferiore la pendenza si riduce in modo notevole e il fiume attraversa depositi argillosi sabbiosi. Il letto ha larghezze assai maggiori delle precedenti e presenta un andamento meandriforme, particolarmente evidente nel tronco terminale.

Per quanto concerne i principali affluenti, essi presentano caratteristiche simili al corso d'acqua principale, soprattutto nella parte superiore del bacino, dove, si evidenzia una pendenza piuttosto accentuata e un regime a carattere torrentizio. Fra i più importanti affluenti si citano, in prossimità dell'abitato di Potenza, in sinistra il Tora e il Gallitello ed in destra il torrente Rifreddo. Più a valle, come già riferito, vengono intercettate le acque del torrente Tiera e quelle del torrente Camastra.

Nella parte inferiore, costituita per lo più da solchi erosivi poco incisi, confluisce in destra il torrente Vella ed in sinistra, poco più a valle, il torrente Canale, entrambi con andamento quasi parallelo al fiume Basento.

Per quanto riguarda le aree di fondovalle queste sono interessate dalla presenza di importanti insediamenti produttivi e industriali (Val Basento), nonché di infrastrutture ferroviarie e viarie (Basentana) che, a causa della loro contiguità al sistema fluviale, costituiscono uno degli elementi di particolare attenzione nella pianificazione di bacino. I dati pluviometrici indicano precipitazioni medie annue pari a circa 766 mm, con distribuzione stagionale delle piogge abbastanza irregolare. In generale le precipitazioni sono più frequenti e abbondanti tra i mesi di ottobre e marzo, mentre si riducono nettamente nei mesi successivi.

3.2. CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI SOTTOBACINI INDIVIDUATI

Le caratteristiche dei bacini versanti principali (Basento ed affluenti di sinistra) sono riportate nella tabella successiva; il tempo di concentrazione è stato calcolato con la formula di Giandotti (le aree drenate sono in ogni caso superiori a 60 km²).

		area del bacino drenato	lunghezza dell'asta principale	quota massima del bacino	quota minima del bacino	tempo di concentrazione
	u.m.	A	L max	H max	H min	t'
		[km]	[km]	[m]	[m]	[h]
1	Basento a Salandra	1057.2	69.6	1824	130	11.5
2	Basento a Ferrandina	1127.6	82.6	1824	74	12.5
3	Basento a monte della confluenza del Vella	1173.2	94.6	1824	41	13.4
4	torrente Vella	80.9	22.8	590	41	6.0
5	Basento a monte della confluenza della "canala di Pomarico" (Bernalda)	1319.6	109.1	1824	23	14.9
6	"canala" di Pomarico	63.0	20.4	470	23	6.1
7	Basento a Torre Accio	1382.6	109.1	1824	21	15.4

Tabella 2. Parametri morfometrici dei sottobacini di interesse del Fiume Basento.

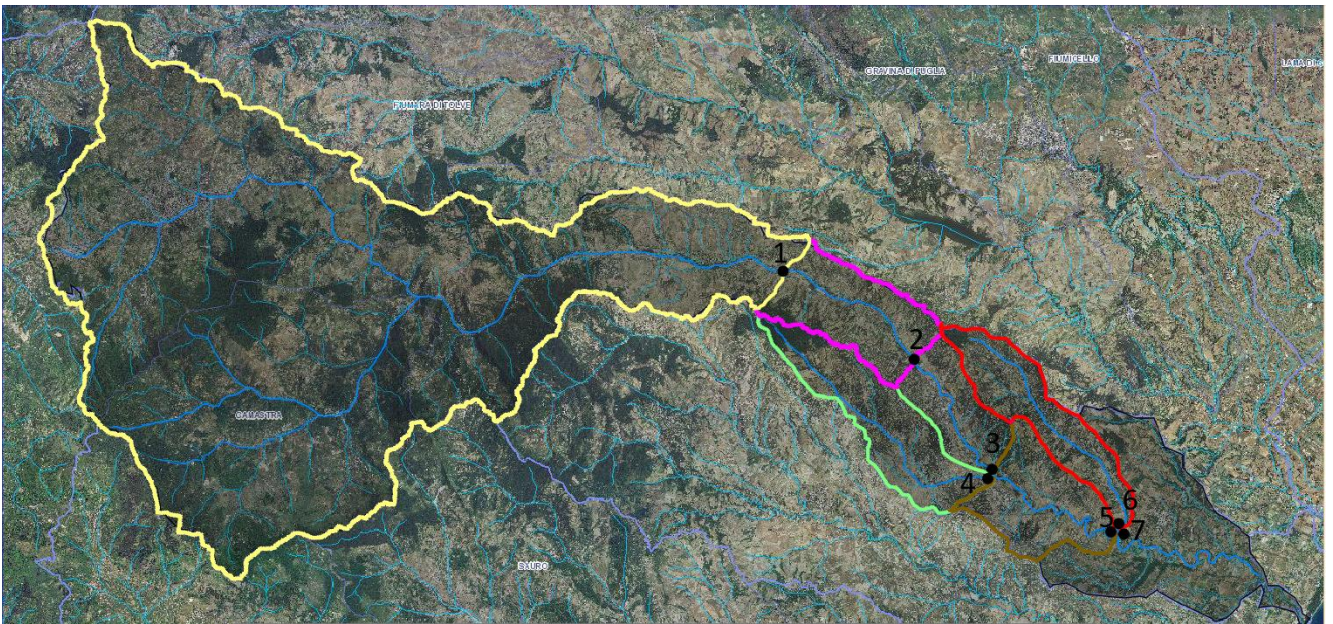



Figura 3 – Sottobacini di interesse del Fiume Basento.

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B	FOGLIO 12 DI 73


3.3. PORTATE PAI EX ABR BASILICATA

Con riferimento agli studi idrologici e idraulici condotti nell'ambito della redazione del P.A.I. e del P.G.R.A. della Regione Basilicata, per la definizione delle aree di pericolosità idraulica, secondo la classificazione: *P1 – bassa* ($Tr = 500$ anni), *P2 – media* ($Tr = 200$ anni), *P3 – elevata* ($Tr = 30$ anni), nella sezione di chiusura di Ferrandina i valori di portata al colmo forniti dall'ABR sono riportati in tabella.

$Q_{Tr=30}$ [m ³ /s]	$Q_{Tr=200}$ [m ³ /s]	$Q_{Tr=500}$ [m ³ /s]
1155	1861	2203

Tabella 2. Fiume Basento: valori di portata al colmo di riferimento per il Basento a Ferrandina (fonte: P.G.R.A. della Regione Basilicata).

Tali valori sono stati considerati come riferimento nelle successive analisi, ai fini della definizione delle portate al colmo di progetto.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

4. PLUVIOMETRIA

4.1 VA.PI. BASILICATA

Nell'ambito del progetto VAPI-CNR dello studio del GNDCI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche), gli afflussi naturali sono stati determinati, per assegnati tempi di ritorno, tramite l'impiego di piogge estreme regionalizzate con il modello probabilistico che adotta la distribuzione TCEV (Two-Component Extreme Value).

L'adozione di tale metodo d'indagine idrologica è stata ritenuta più appropriata per l'area in oggetto, in quanto garantisce risultati già ampiamente testati e quindi ritenuti sufficientemente cautelativi rispetto a quelli desumibili dai metodi tradizionali di elaborazione statistica (come dimostrato nei paragrafi successivi).


DATI UTILIZATI

I dati pluviometrici analizzati per la regionalizzazione VAPI sono desunti dalle pubblicazioni del Servizio Idrografico Italiano (oggi SIMN) relative ai Compartimenti di Catanzaro, Bari e Napoli.

Tali dati sono relativi a 55 stazioni pluviografiche con almeno 15 anni di funzionamento, aggiornati al 1992. Alcune stazioni sono situate all'esterno dei limiti di bacino allo scopo di migliorare le stime dei parametri areali relativi ai bacini idrografici.

Le stazioni considerate nell'analisi delle portate al colmo di piena con le relative statistiche principali sono riportate nella tabella seguente.

I dati utilizzati sono stati ottenuti da quelli originari del Servizio Idrografico tramite regolarizzazione per mezzo di scale di deflusso di piena appositamente tarate, operazione che ha eliminato numerose incongruenze emerse dal confronto tra i dati di più stazioni relativamente agli stessi eventi.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

Cod.	Stazione	n° dati	Media	C _v	C _a
1.1	Bradano a S.Giuliano	17	507	0.79	1.03
1.3	Bradano a p.te Colonna	32	202	0.76	1.21
2.0	Basento a Menzena	24	401	0.63	1.57
2.1	Basento a Gallipoli	38	353	0.63	2.25
2.3	Basento a Pignola	28	35	0.43	1.1
3.2	Agri a Tarangelo	32	189	0.38	0.75
3.4	Agri a Le Tempe	27	87	0.15	0.55
4.0	Sinni a Valsinni	22	555	0.55	2.42
4.1	Sinni a Pizzutello	19	262	0.25	0.75

Tabella 3. Principali statistiche delle serie storiche dei massimi annuali delle portate al colmo di piena (Media in [mc/s]; C_v = coefficiente di variazione; C_a = coefficiente di asimmetria).

Distribuzione TCEV


La legge di distribuzione probabilistica per la variabile casuale X è la Two Component Extreme Value (TCEV), secondo cui i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali e un'altra degli eventi eccezionali (outliers), legati a differenti fenomeni meteorologici.

Tale distribuzione ha la caratteristica di prestarsi all'interpretazione di variabili fortemente asimmetriche, con presenza di alcuni valori molto elevati, di cui difficilmente le distribuzioni usuali (log-normale, Gumbel, Fréchet, ecc.) riescono a rendere conto.

La funzione di distribuzione di probabilità della X è funzione di quattro parametri: $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$, $\Lambda_{s,d}$ e $\Theta_{s,d}$, che esprimono il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni ($\Lambda_{b,d}$ e $\Lambda_{s,d}$) e il loro valore medio ($\Theta_{b,d}$ e $\Theta_{s,d}$) con $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$ relativi ad una componente base contenente i valori medi e bassi e $\Lambda_{s,d}$, $\Theta_{s,d}$ relativi ad una componente straordinaria contenente i valori più elevati.

$$P(X) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\frac{X}{\Theta_{b,d}}} - \Lambda_{s,d} e^{-\frac{X}{\Theta_{s,d}}} \right)}$$

Se si pone $\Theta^* = \Theta_{s,d} / \Theta_{b,d}$ e $\Lambda^* = \Lambda_{s,d} / \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*}$, si può considerare la quaterna di parametri Λ^* , Θ^* , $\Lambda_{b,d}$ e $\Theta_{b,d}$. La funzione di distribuzione di probabilità della variabile casuale X è espressa come segue:

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA DOCUMENTO R 09 RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 15 DI 73

$$P(X) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\frac{X}{\Theta_{b,d}}} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\frac{X}{\Theta^* \Theta_{b,d}}} \right)}$$

Si può dimostrare che il coefficiente d'asimmetria $\zeta(X)$ dipende soltanto dai parametri Λ^* e Θ^* , il coefficiente di variazione $\gamma(X)$ dipende dai parametri Λ^* , Θ^* e $\Lambda_{b,d}$ e la media $\mu(X)$ dipende dai parametri Λ^* , Θ^* , $\Lambda_{b,d}$, $\Theta_{b,d}$ che si esprime con:

$$\mu(X) = \left[\ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right] \Theta_{b,d}$$

dove posto:

$$\beta = \left[\ln \Lambda_{b,d} + 0,5772 - \sum_{j=1}^{\infty} \frac{(-1)^j \Lambda^{*j}}{j!} \Gamma\left(\frac{j}{\Theta^*}\right) \right]$$

si ha:


$$P(X) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\beta \frac{X}{\mu(X)}} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\beta \frac{X}{\Theta^* \mu(X)}} \right)}$$

Sostituendo nella precedente espressione il coefficiente di crescita $K_T = X/\mu(X)$ si ottiene:

$$P(X) = e^{\left(-\Lambda_{b,d} e^{-\beta K_T} - \Lambda^* \Lambda_{b,d}^{1/\Theta^*} e^{-\beta \frac{K_T}{\Theta^*}} \right)}$$

che in forma implicita fornisce la curva di crescita $K(Tr)$ della variabile X , dove Tr è il tempo di ritorno di X :

$$Tr = \frac{1}{1 - P(K_T)} \quad [*]$$

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 16 DI 73

4.2 LEGGI DI VARIAZIONE DEI COEFFICIENTI DI CRESCITA CON IL PERIODO DI RITORNO

PLUVIOMETRIA – PIOGGE GIORNALIERE

La Basilicata viene considerata come un'unica zona omogenea al primo livello e divisa in due sottozone omogenee al secondo livello. Si considera una sottozona Nord composta da 70 stazioni e una sottozona Sud-Ovest comprendente le rimanenti 8, come indicato nella figura seguente.

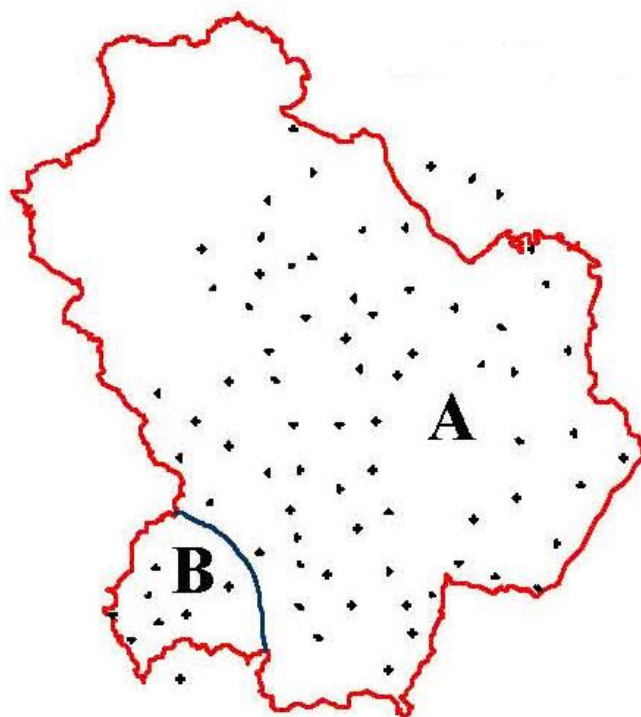



Figura 5. VAPI – Regione Basilicata: sottozone pluviometriche omogenee.

I parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Basilicata sono:

SOTTOZONA	A_*	θ_*	A_I	η
A	0.104	2.632	20.64	3.841
B	0.104	2.632	55.23	4.825

Tabella 4. Parametri TCEV VAPI per la Basilicata

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 17 DI 73

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della SZO pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno Tr e valore del coefficiente di crescita K_T , prima derivata (equazione [*]), che nel caso in esame (sulla base della simbologia dei parametri adottata nella Regione Basilicata) può essere riscritta come segue:

$$Tr = \frac{1}{1 - e^{\left[-\Lambda_1 e^{-\eta K_T} - \Lambda_* \Lambda_1^{\frac{1}{\theta_*}} e^{\frac{-\eta K_T}{\theta_*}} \right]}} \quad [**]$$

Più utile è la forma inversa, per cui, fissato un valore di Tr del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T .

Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito i valori di K_T ottenuti numericamente dalla relazione precedente ([**]) per alcuni valori del periodo di ritorno.

Tr (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZO A)	0.92	1.25	1.49	1.74	1.83	2.03	2.14	2.49	2.91	3.50	3.97
K_T (SZO B)	0.97	1.10	1.20	1.30	1.34	1.42	1.46	1.61	1.78	2.02	2.21

Tabella 5. Coefficienti di crescita con il tempo di ritorno (VAPI piogge Basilicata)


Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln} \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln} \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln} T$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Basilicata, diventa:

$$(SZO A) K_T = -0.7628 + 0.6852 \text{Ln}(Tr)$$

$$(SZO B) K_T = -0.4032 + 0.5455 \text{Ln}(Tr)$$

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 18 DI 73

4.3 STIMA DEL VALOR MEDIO DI PRECIPITAZIONE

LEGGI DI PROBABILITA' PLUVIOMETRICHE

Obiettivo del terzo livello di regionalizzazione dei massimi annuali delle piogge brevi è la definizione di relazioni utili alla valutazione del valor medio della distribuzione del massimo annuale della grandezza di interesse in un generico sito, o come valore caratteristico di un'area.

Data l'elevata variabilità spaziale di tale parametro di posizione, in presenza di dati la stima migliore risulta dal calcolo diretto.

Nei siti provvisti di stazione di misura o i cui dati siano giudicati inaffidabili, la stima del parametro di posizione è solitamente affidata a relazioni, che vengono istituite per aree omogenee, tra il valor medio della distribuzione del massimo annuale dell'altezza di precipitazione in durata d , $m(h(d))$, e parametri come quota, distanza dal mare, esposizione.

L'individuazione delle aree omogenee al terzo livello avviene solitamente con riferimento alle medie $m(h_g)$ delle piogge giornaliere, sempre per ragioni legate alla maggiore disponibilità di stazioni e dati/stazione. Tuttavia, per la regione in indagine, precedenti analisi sulla variabilità spaziale di $m(h_g)$ non hanno consentito di individuare aree nelle quali fossero evidenti legami quali quelli sopra accennati.

In assenza delle indicazioni su eventuali aree omogenee al III livello, l'analisi delle medie delle piogge brevi è consistita nell'identificazione delle isoiete di $m(h(d))$ per le diverse durate.

Poiché non si sono individuate aree omogenee rispetto alle leggi di probabilità pluviometriche, la loro determinazione su un'area quale può essere, ad esempio, un bacino idrografico viene determinata a seguito di una operazione di media sui parametri a ed n della legge di pioggia:

$$m(h(d)) = a \cdot d^n$$

Per fornire dati utili per valutazioni idrologiche speditive, questa operazione è stata eseguita non solo per tutti i bacini monitorati in passato dal SIMN in Basilicata, incluse le aree comprese tra sezioni successive lungo il corso d'acqua, ma anche per celle di 10 km di lato che ricoprono l'intero territorio lucano, come mostrato nella figura seguente.

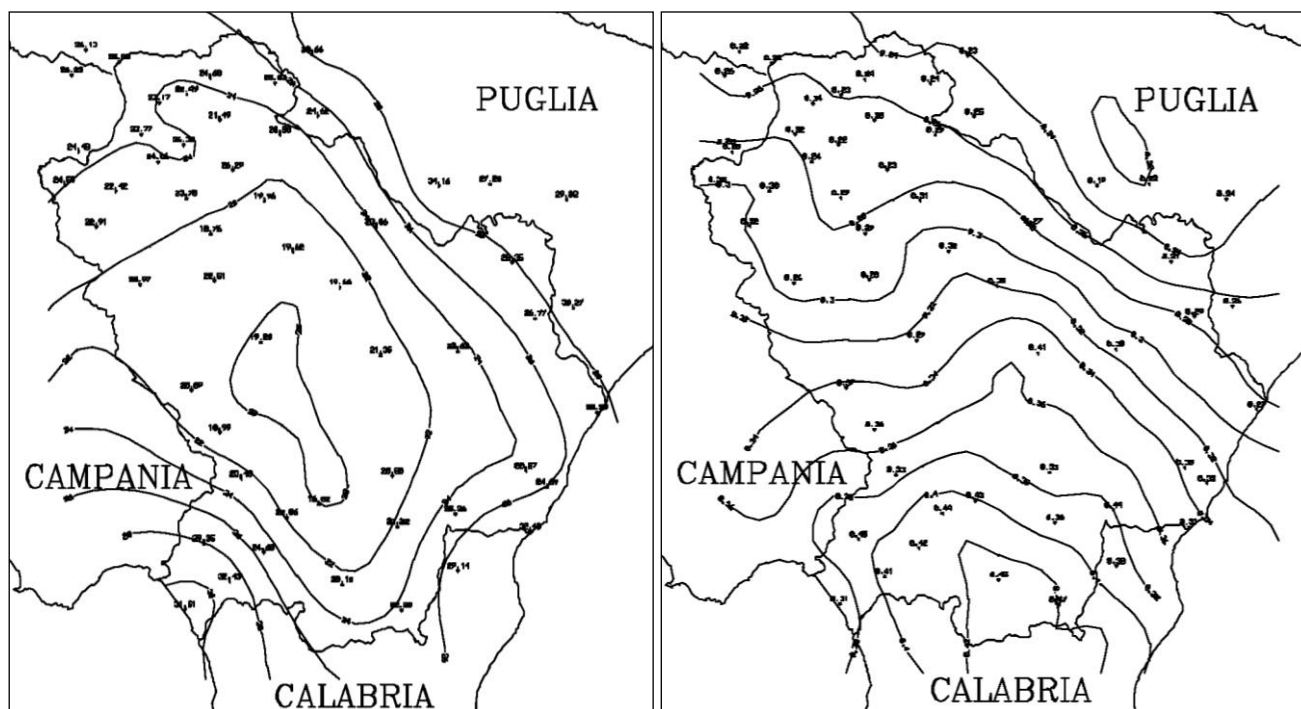


Figura 6. VAPI (piogge) – Regione Basilicata: isolinee dei parametri a (a sinistra) e n (a destra) della curva di probabilità pluviometrica.

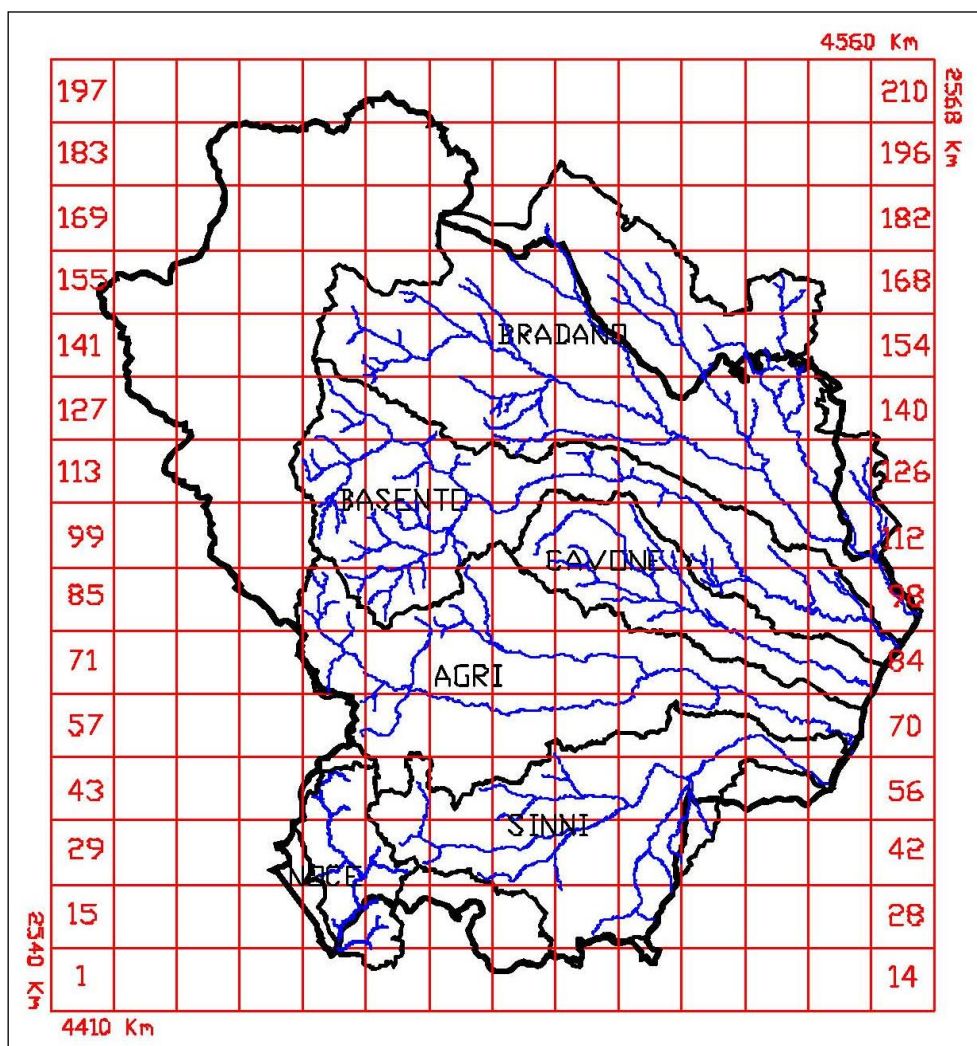



Figura7. VAPI (piogge) – Regione Basilicata: Suddivisione della regione in esame in celle di lato 10 km.

Per ogni cella, identificata da una numerazione che procede da Ovest verso Est e da Sud verso Nord, sono riportati i valori medi di $\log(a)$ e di n .

Usando i valori di $\log(a)$ e di n relativi alle celle, si può ottenere l'espressione della legge di pioggia riferita ad un'area attraverso la media pesata dei suddetti valori tra le celle che ricoprono l'area stessa.

Con riferimento al sottobacino del F. Basente in esame, di seguito si riportano le celle ricadenti all'interno del suo perimetro unitamente ai rispettivi valori di a e n .

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 21 DI 73

<i>Cella VAPI</i>	<i>log(a)</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
89	1.318	20.8	0.341
90	1.301	20.0	0.339
91	1.301	20.0	0.347
95	1.301	23.2	0.331
96	1.391	24.5	0.309
103	1.316	20.7	0.32
104	1.301	20.0	0.322
105	1.301	20.0	0.333
106	1.316	20.7	0.346
108	1.355	22.6	0.327
109	1.38	24.0	0.307
116	1.336	21.7	0.299
117	1.32	20.9	0.299
118	1.311	20.5	0.304
119	1.304	20.1	0.322
110	1.407	25.5	.294
120	1.321	20.9	0.327
121	1.342	22.0	0.322
122	1.377	23.8	0.303
123	1.405	25.4	0.281
131	1.331	21.4	0.287
132	1.324	21.1	0.298
133	1.322	21.0	0.31
145	1.348	22.3	0.28

Tabella 3 – VAPI (piogge), Regione Basilicata: celle ricadenti all'interno dei sottobacini del F. Basento di interesse.

L'intersezione (in termini di area) dei bacini individuati con le celle VAPI ha fornito i risultati riportati nella seguente tabella; tali aree parziali sono state utilizzate per definire i pesi relativi di ciascuna cella sull'assegnato sottobacino.



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA95 03 R 09 RI ID0001 001 B 22 DI 73

	Basento a Salandra	Basento a ferrandina	Basento a monte del Vella	torrente Vella	Basento a monte della canale di Pomarico	canala di Pomarico	Basento a Torre Accio
Cella VAPI	<i>Area (kmq)</i>						
89	18.6	18.6	18.6	0	18.6	0	18.6
90	77.5	77.5	77.5	0	77.5	0	77.5
91	23.4	23.4	23.4	0	23.4	0	23.4
95	0	0	0	27.9	31.4	0	31.4
96	0	0	0	0	58.8	17.8	76.6
103	79.9	79.9	79.9	0	79.9	0	79.9
104	106.5	106.5	106.5	0	106.5	0	106.5
105	93.3	93.3	93.3	0	93.3	0	93.3
106	39.4	39.4	39.4	0	39.4	0	39.4
108	0	10.12	10.12	26.6	36.72	0	36.72
109	0	23.3	65.8	26.3	92.1	11.47	103.57
110	0	0	2	0	4.7	33.73	38.43
116	9	9	9	0	9	0	9
117	98.7	98.7	98.7	0	98.7	0	98.7
118	103.4	103.4	103.4	0	103.4	0	103.4
119	89.7	89.7	89.7	0	89.7	0	89.7
120	70.3	70.3	70.3	0	70.3	0	70.3
121	83.4	83.4	83.4	0	83.4	0	83.4
122	28.16	55.6	55.6	0	55.6	0	55.6
123	0	9.4	9.4	0	9.4	0	9.4
131	72.1	72.1	72.1	0	72.1	0	72.1
132	54.4	54.4	54.4	0	54.4	0	54.4
133	4.3	4.3	4.3	0	4.3	0	4.3
145	5.7	5.7	5.7	0	5.7	0	5.7
<i>totale</i>	1057.8	1128	1173	80.8	1318	63	1381

Tabella 7 Aree delle celle relative alle osservazioni storiche ai pluviometri per ciascuno dei sottobacini di interesse



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALEPROGETTO
IA95LOTTO
03CODIFICA DOCUMENTO
R 09 RI ID0001 001REV.
BFOGLIO
23 DI 73

Operando la media pesata (rispetto all'area di ogni cella), si ottengono i valori medi validi per il sottobacino di interesse e per i diversi tempi di ritorno.

Le slettezze di pioggia in corrispondenza del tempo di concentrazione per ciascun sottobacino sono fornite nelle seguenti tabelle

Basento a Salandra

Tempo di ritorno	KT	Altezza di pioggia (tempo di concentrazione)	Intensità di pioggia (tempo di concentrazione)
		mm	mm/h
5	1.25	56.3	4.90
10	1.49	67.1	5.84
25	1.83	82.4	7.18
30	1.90	85.9	7.48
50	2.14	96.4	8.39
100	2.49	112.1	9.77
200	2.91	131.0	11.41
300	3.16	142.6	12.42
500	3.50	157.4	13.71

Basento a Ferrandina

Tempo di ritorno	KT	Altezza di pioggia (tempo di concentrazione)	Intensità di pioggia (tempo di concentrazione)
		mm	mm/h
5	1.25	58.3	4.66
10	1.49	69.4	5.55
25	1.83	85.3	6.82
30	1.91	88.9	7.11
50	2.14	99.7	7.98
100	2.49	116.1	9.28
200	2.91	135.6	10.85
300	3.17	147.6	11.80
500	3.50	162.9	13.03



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO
IA95

LOTTO
03

CODIFICA DOCUMENTO
R 09 RI ID0001 001

REV.
B

FOGLIO
24 DI 73

Basento a monte della confluenza del torrente Vella

Tempo di ritorno	KT	Altezza di pioggia (tempo di concentrazione)	Intensità di pioggia (tempo di concentrazione)
		mm	mm/h
5	1.25	59.8	4.46
10	1.49	71.3	5.32
25	1.83	87.6	6.54
30	1.90	91.3	6.81
50	2.14	102.4	7.64
100	2.49	119.2	8.89
200	2.91	139.3	10.39
300	3.16	151.5	11.31
500	3.50	167.3	12.48

torrente Vella

Tempo di ritorno	KT	Altezza di pioggia (tempo di concentrazione)	Intensità di pioggia (tempo di concentrazione)
		mm	Mm/h
5	1.25	51.9	8.59
10	1.49	61.8	10.24
25	1.83	75.9	12.57
30	1.90	79.1	13.10
50	2.14	88.8	14.70
100	2.49	103.3	17.11
200	2.91	120.8	19.99
300	3.16	131.4	21.76
500	3.50	145.0	24.02



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO
IA95

LOTTO
03

CODIFICA DOCUMENTO
R 09 RI ID0001 001

REV.
B


FOGLIO
25 DI 73

Basento a monte della confluenza della Canala di Pomarico

Tempo di ritorno	KT	Altezza di pioggia (tempo di concentrazione) mm	Intensità di pioggia (tempo di concentrazione) Mm/h
5	1.25	62.6	4.20
10	1.49	74.6	5.00
25	1.83	91.7	6.14
30	1.91	95.5	6.40
50	2.14	107.2	7.18
100	2.49	124.7	8.36
200	2.91	145.8	9.77
300	3.17	158.6	10.63
500	3.50	175.1	11.73

Canala di Pomarico

Tempo di ritorno	KT	Altezza di pioggia (tempo di concentrazione) mm	Intensità di pioggia (tempo di concentrazione) Mm/h
5	1.25	53.0	8.65
10	1.49	63.1	10.31
25	1.83	77.5	12.66
30	1.91	80.8	13.19
50	2.14	90.7	14.81
100	2.49	105.5	17.23
200	2.91	123.3	20.13
300	3.17	134.2	21.91
500	3.50	148.1	24.18

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B


Basento a Torre Accio

Tempo di ritorno	KT	Altezza di pioggia (tempo di concentrazione)	Intensità di pioggia (tempo di concentrazione)
		mm	Mm/h
5	1.25	63.5	4.1
10	1.49	75.7	4.9
25	1.83	93.0	6.0
30	1.91	96.9	6.3
50	2.14	108.8	7.1
100	2.49	126.6	8.2
200	2.91	147.9	9.6
300	3.17	161.0	10.5
500	3.50	177.7	11.5

4.4 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE REGISTRAZIONI PLUVIOMETRICHE

Per confronto, sono state elaborate le altezze ai pluviometri per assegnato tempo di ritorno, provvedendo quindi ad ottenere la media pesata sull'area di tali altezze inferite.

Sono state raccolte le registrazioni pluviometriche (fonte: Annali idrologici) delle stazioni di misura elencate in tabella, ricadenti nel sottobacino idrografico di interesse. In particolare, sono state prese in considerazione le stazioni pluviometriche con almeno 20 anni di misurazioni, nel periodo di osservazione 1935-2014.

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 27 DI 73

Stazione	Periodo di funzionamento	Numero di osservazioni
<i>San Nicola di Avigliano</i>	1951-1999	28
<i>Potenza</i>	1935-2011	44
<i>Tolve</i>	1939-1987	31
<i>Anzi</i>	1936-1972	20
<i>Marsico Nuovo</i>	1939-2014	29
<i>Isca di Tramutola</i>	1935-2014	25
<i>San Mauro Forte</i>	1936-2014	36
<i>Ferrandina</i>	1935-2014	30
<i>Tricarico</i>	1935-1999	31

Tabella 8. Fiume Basento: stazioni pluviometriche ricadenti nel sottobacino di interesse.

I dati pluviometrici sono stati quindi elaborati statisticamente ricorrendo al metodo di Gumbel, il quale prevede l'applicazione della distribuzione doppio-esponenziale al campione di dati di precipitazione intesi come variabili indipendenti.

La funzione di probabilità cumulata che la definisce è:

$$F(x) = P(X \leq x) = e^{-e^{-\alpha(x-u)}}$$


Introducendo la variabile ridotta y :

$$y = \alpha(x-u)$$

si ha la forma canonica:

$$F(y) = e^{-e^{-y}}$$

I parametri α e u sono legati alla media e alla varianza della popolazione. Sfruttando le informazioni contenute nel campione a disposizione si procede alla loro stima seguendo diversi metodi. Si otterranno parametri diversi per ogni durata di precipitazione.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

Per una data durata di precipitazione, si ordinano le N altezze di precipitazione in ordine crescente e si numerano da 1 ad N. Ad ogni altezza di precipitazione si associa la relativa frequenza cumulata di non superamento, calcolata con la formula di Weibull:

$$F_i = \frac{i}{N + 1}$$

A denominatore si ha N+1 in luogo di N per evitare che il più grande evento verificatosi sia caratterizzato da una frequenza cumulata di non superamento pari a 1: valore che rappresenta l'evento impossibile da superare. Il metodo di Gumbel per la stima dei parametri della distribuzione si basa sull'ipotesi di confondere la probabilità di non superamento di una certa altezza di precipitazione (relativa ad una popolazione) con la sua frequenza cumulata di non superamento (che si riferisce, invece ad un campione della popolazione suddetta), cioè:

$$F(h_i) \cong F_i$$

La variabile ridotta da associare ad ogni altezza di precipitazione viene quindi calcolata come:

$$F(h_i) = F_i = F(y) = e^{-e^{-y}} \quad \text{e} \quad F_i = \frac{i}{N+1} \Rightarrow y_i = -\ln \left[-\ln \left(\frac{i}{N+1} \right) \right]$$


Con questa assunzione, la variabile ridotta y dipende soltanto da h (= precipitazione) secondo la relazione lineare:

$$y = \alpha(h - u)$$

La stima dei parametri α e u si ottiene sfruttando il metodo dei momenti, in base al quale i parametri della distribuzione vengono ottenuti eguagliando la media campionaria alla media della distribuzione della popolazione. Si ottengono quindi per α e u le seguenti espressioni:

$$\alpha = \frac{1.283}{S_h} \quad u = m_h - \frac{0.577}{\alpha}$$

Richiamando il concetto di tempo di ritorno, Tr , cioè il tempo che mediamente trascorre tra la realizzazione di un evento e di un altro di entità uguale o superiore, si riesce ad ottenere l'espressione che esprime le altezze di precipitazione in funzione del tempo di ritorno:

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 29 DI 73

$$T_r(h) = \frac{1}{1-F(h)} \Rightarrow F(h) = \frac{T_r - 1}{T_r}$$

$$e^{-e^{-\alpha(h-u)}} = \frac{T_r - 1}{T_r} \Rightarrow h = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left[-\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right]$$

E' stata quindi ricavata l'espressione analitica della funzione $h(T_r, \tau)$ che fornisce il valore di precipitazione (h) in funzione del tempo di ritorno per una prefissata durata di precipitazione. Si vuole ora trovare un'espressione analitica che, per un dato tempo di ritorno, fornisca l'altezza di precipitazione in funzione della durata.

A questo scopo, si assegna alla funzione $h(T_r, \tau)$ la seguente forma:

$$h(T_r, \tau) = a(T_r) \tau^n$$

Queste equazioni, una per ogni prefissato tempo di ritorno, sono dette curve di possibilità pluviometrica (o climatica). L'intensità di precipitazione $j(T_r, \tau)$ è definita come l'altezza di precipitazione per unità di tempo ed ha la forma:


$$j(T_r, \tau) = \frac{h(T_r, \tau)}{\tau} = a \tau^{n-1}$$

Passando alla notazione logaritmica, l'equazione della curva di possibilità pluviometrica assume la forma lineare, e viene ottenuta interpolando i valori per regressione lineare ai minimi quadrati. Gli scarti da minimizzare sono quelli verticali, in quanto la misura di h soffre di maggiori incertezze rispetto a quella del tempo di precipitazione.

$$\log h = \log a + n \log \tau$$

Nella tabella seguente, sono riportati i valori a e n relativi ad ogni stazione pluviometrica considerata, per diversi tempi di ritorno.

Stazione	TR (anni) = 30		TR (anni) = 200		TR (anni) = 300		TR (anni) = 500	
	a	n	a	n	a	n	a	n
San Nicola di Avigliano	32.65	0.29	42.03	0.29	44.02	0.29	46.53	0.29

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 30 DI 73

Stazione	TR (anni) = 30		TR (anni) = 200		TR (anni) = 300		TR (anni) = 500	
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
<i>Potenza</i>	35.75	0.23	46.52	0.22	48.80	0.21	51.68	0.21
<i>Tolve</i>	37.90	0.34	50.42	0.33	53.08	0.33	56.43	0.33
<i>Anzi</i>	29.07	0.32	36.19	0.33	37.71	0.33	39.61	0.33
<i>Marsico Nuovo</i>	44.32	0.24	59.43	0.21	62.64	0.20	66.69	0.20
<i>Isca di Tramutola</i>	56.02	0.29	76.81	0.27	81.23	0.27	86.80	0.26
<i>San Mauro Forte</i>	46.73	0.36	62.74	0.36	66.15	0.36	70.43	0.36
<i>Ferrandina</i>	41.82	0.37	54.48	0.38	57.17	0.38	60.56	0.39
<i>Tricarico</i>	35.03	0.38	44.95	0.39	47.06	0.40	49.72	0.40

Tabella9. Valori dei parametri (*a*; *n*) relativi alle stazioni pluviometriche ricadenti nel sottobacino di interesse.

4.5 PIOGGIA MEDIA AREALE

L'altezza di pioggia, ragguagliata all'area del bacino, può essere dunque valutata mediante l'applicazione del metodo dei poligoni di Thiessen (o dei topoieti).

In particolare, il volume di pioggia (V_p) caduto all'interno di un poligono di Thiessen o topoieto (Figura 8) è uguale all'altezza di precipitazione misurata nella relativa stazione pluviometrica per l'area del poligono. Il volume di pioggia caduto sull'intero bacino sarà quindi fornito dalla somma dei prodotti di cui prima con l'avvertenza che, per quei topoieti che parzialmente ricadono fuori dalla regione in esame, si dovrà considerare solo l'area della porzione del poligono o del topoieto che appartiene al bacino:

$$V_p = \sum_{i=1}^N h_i (\Omega_i / S)$$

in cui i è il generico topoieto/poligono di Thiessen; N , il numero dei topoieti; h_i , l'altezza di pioggia misurata nella stazione; Ω_i è l'area del topoieto; S , la superficie del bacino. Quindi, l'altezza di pioggia (h) ragguagliata all'area può essere dedotta come $h = V_p/S$.

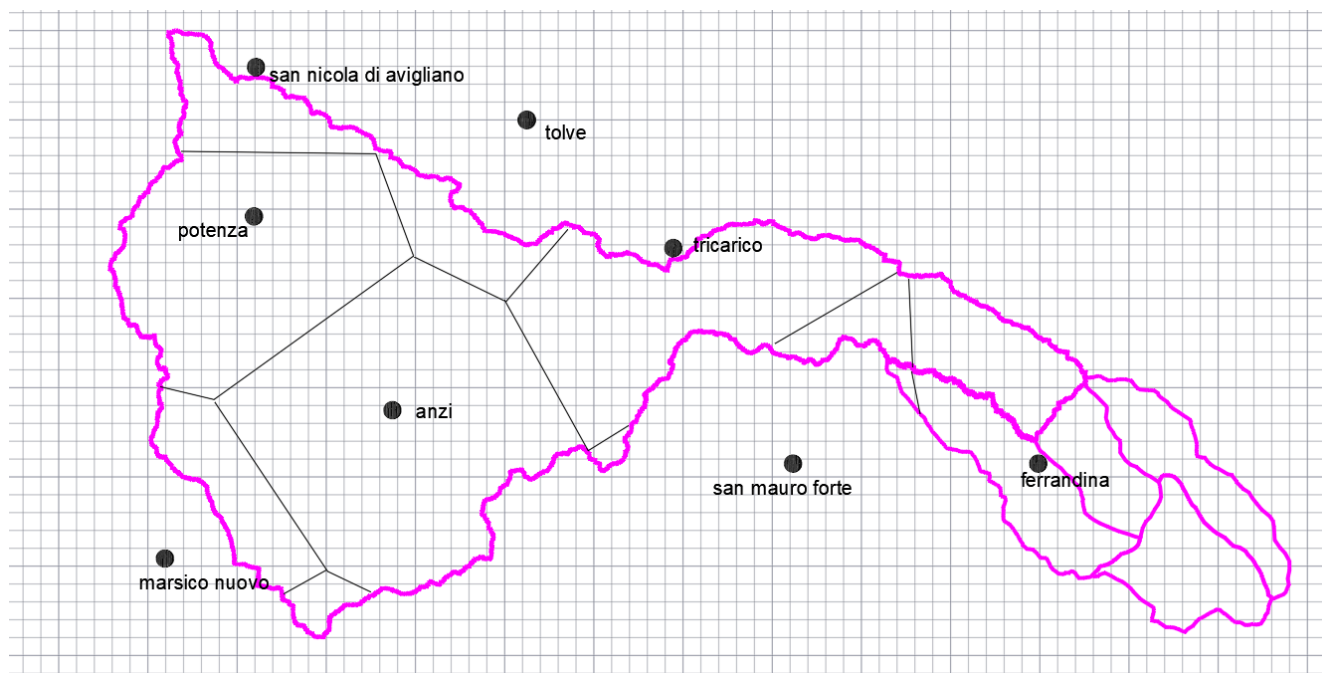



Figura 8 – Sottobacino del F. Basento: stazioni pluviometriche di riferimento e relativi poligono di Thiessen.

4.6 RISULTATI E CONFRONTO

I risultati per i bacini del Basento a ferrandina (parte alta del tracciato) e del Basento a Torre Accio (ultima sezione di chiusura lungo il tracciato) sono quelli riportati di seguito:

Stazione	Area poligono Thiessen (kmq)	$h_{TR30, Tc}$ (mm)	$h_{TR200, Tc}$ (mm)	$h_{TR300, Tc}$ (mm)	$h_{TR500, Tc}$ (mm)
<i>San Nicola di Avigliano</i>	63.7	66.73	86.03	90.13	95.30
<i>Potenza</i>	249.3	62.47	79.42	83.03	87.56
<i>Tolve</i>	53.6	87.42	115.37	121.31	128.79
<i>Anzi</i>	360.4	64.29	80.88	84.40	88.83
<i>Marsico Nuovo</i>	67.0	79.29	99.40	103.67	109.05
<i>Isca di Tramutola</i>	14.7	114.66	149.34	156.71	165.98
<i>San Mauro Forte</i>	36.8	114.85	152.25	160.20	170.21
<i>Ferrandina</i>	73.4	103.71	139.87	147.55	157.22

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 32 DI 73

Stazione	Area poligono Thiessen (kmq)	$h_{TR30, Tc}$ (mm)	$h_{TR200, Tc}$ (mm)	$h_{TR300, Tc}$ (mm)	$h_{TR500, Tc}$ (mm)
<i>Tricarico</i>	209.2	89.26	119.17	125.52	133.52
Area Bacino (kmq)	1128	75.52	97.74	102.47	108.41

Tabella 10- aree dei topoi e definizione della precipitazione media sul bacino per interpolazione delle osservazioni storiche ai pluviometri – bacino del Basento a Ferrandina

Stazione	Area poligono Thiessen (kmq)	$h_{TR30, Tc}$ (mm)	$h_{TR200, Tc}$ (mm)	$h_{TR300, Tc}$ (mm)	$h_{TR500, Tc}$ (mm)
<i>San Nicola di Avigliano</i>	63.7	66.73	86.03	90.13	95.30
<i>Potenza</i>	249.3	62.47	79.42	83.03	87.56
<i>Tolve</i>	53.6	87.42	115.37	121.31	128.79
<i>Anzi</i>	360.4	64.29	80.88	84.40	88.83
<i>Marsico Nuovo</i>	67.0	79.29	99.40	103.67	109.05
<i>Isca di Tramutola</i>	14.7	114.66	149.34	156.71	165.98
<i>San Mauro Forte</i>	36.8	114.85	152.25	160.20	170.21
<i>Ferrandina</i>	328	103.71	139.87	147.55	157.22
<i>Tricarico</i>	209.2	89.26	119.17	125.52	133.52
Area Bacino (kmq)	1383	80.71	105.50	110.77	117.40

Tabella 11- aree dei topoi e definizione della precipitazione media sul bacino per interpolazione delle osservazioni storiche ai pluviometri – bacino del Basento a Torre Accio

Il confronto tra le altezze di precipitazione stimate interpolando i risultati della regionalizzazione VAPI e applicando il metodo dei topoi alle elaborazioni ai pluviometri, riportato nella tabella seguente, indica, per le due stazioni rappresentative del Basento a Ferrandina e del Basento a Torre Accio, che la stima ottenuta impiegando la metodologia VAPI risulta sempre superiore a quella ottenuta dalla interpolazione delle statistiche ai pluviometri, e quindi più cautelativa.

Stazione	metodo	$h_{TR30, Tc}$ (mm)	$h_{TR200, Tc}$ (mm)	$h_{TR300, Tc}$ (mm)	$h_{TR500, Tc}$ (mm)
<i>Ferrandina</i>	<i>pluviometri</i>	75.5	97.7	102.5	108.4
	<i>Vapi</i>	88.9	135.6	147.6	162.9



Linea Potenza-Metaponto


Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 33 DI 73
------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Stazione	metodo	$h_{TR30, Tc}$ (mm)	$h_{TR200, Tc}$ (mm)	$h_{TR300, Tc}$ (mm)	$h_{TR500, Tc}$ (mm)
Torre Accio	<i>pluviometri</i>	80.7	105.5	110.8	117.4
	<i>Vapi</i>	96.9	147.9	161.0	177.7

Tabella 11- Confronto tra le altezza di precipitazione ottenute attraverso l'applicazione delle curve di probabilità pluviometrica fornite nell'ambito del progetto VAPI e quelle ottenute con l'interpolazione delle osservazioni storiche ai pluviometri tramite applicazione del metodo dei topoi

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 34 DI 73

5 INFERENZA STATISTICA SU BASE IDROMETRICA

5.1 OSSERVAZIONI ALLE STAZIONI IDROMETRICHE LIMITROFE

Sono stati raccolti i dati idrometrici registrati presso le stazioni di misura di Gallipoli e di Menzena, la cui ubicazione (sul Fiume Basento) è riportata nella figura seguente.

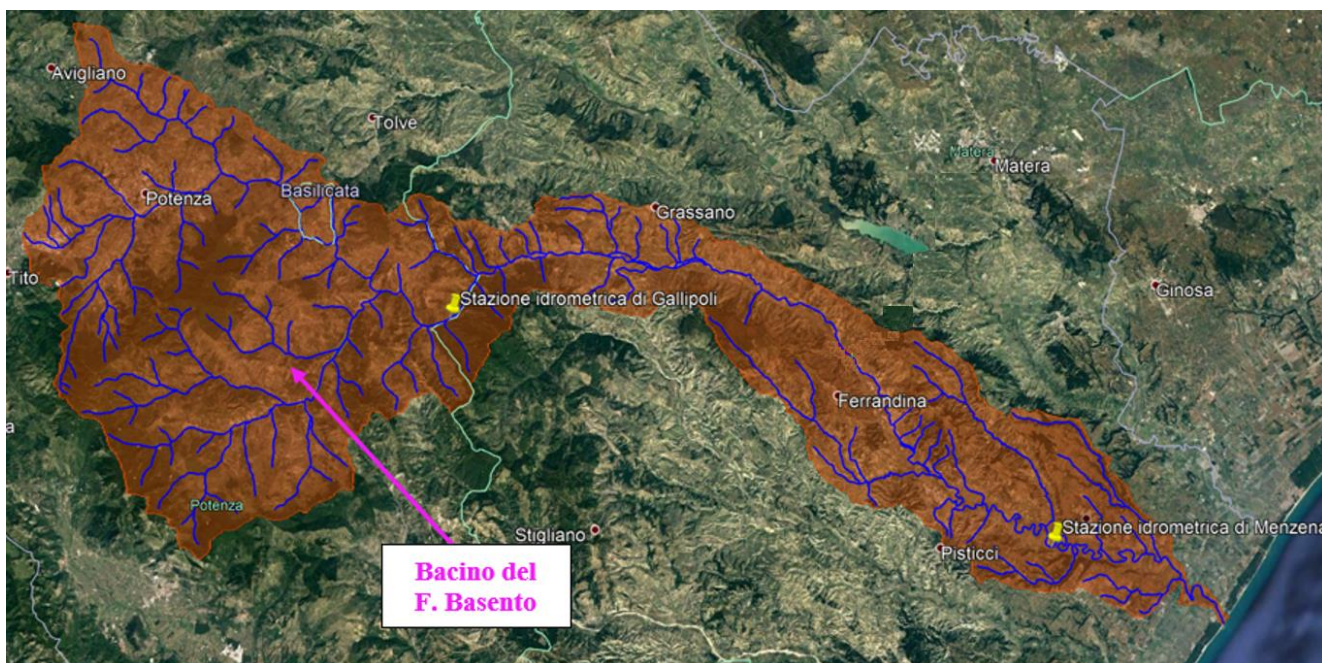



Figura 9. Bacino del F. Basento: ubicazione delle stazioni idrometriche di riferimento.

Nello specifico, la stazione di misura di Gallipoli (zero idrometrico: +400,0 m slm) sottende un bacino di 848 km² ed è collocata a una distanza di circa 87 km dalla foce, circa 35 km a monte della sezione di chiusura del Basento a Ferrandina.

La stazione di misura di Menzena (zero idrometrico: +20,0 m slm) sottende invece un bacino di 1405 km² ed è collocata a una distanza di circa 24 km dalla foce, ovvero a valle delle sezioni di chiusura di interesse.

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 35 DI 73

Per la stazione idrometrica di Gallipoli sono disponibili 39 registrazioni, nel periodo di osservazione (1927-1971). Di seguito, i dati di portata (media giornaliera, massima annuale) presi in esame (fonte: Annali Idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.) in forma tabellare e grafica.

Anno	$Q_{max,g}$ (mc/s)	Anno	$Q_{max,g}$ (mc/s)
1927	78.14	1952	96.7
1928	30.6	1953	141
1930	280	1954	173
1931	258	1955	93
1932	115	1956	181
1933	154	1957	80.8
1934	238	1958	278
1935	217	1959	286
1936	144	1960	96.7
1937	88.8	1961	264
1938	209	1962	152
1939	205	1963	152
1940	544	1964	123
1941	190	1965	166
1942	136	1966	220
1943	48.7	1968	151
1948	53.7	1969	86.1
1949	50.4	1970	88.4
1950	169	1971	133
1951	191		

Tabella 12- Stazione idrometrica di Gallipoli: valori di portata media giornaliera, massima annuale (1927-1971).

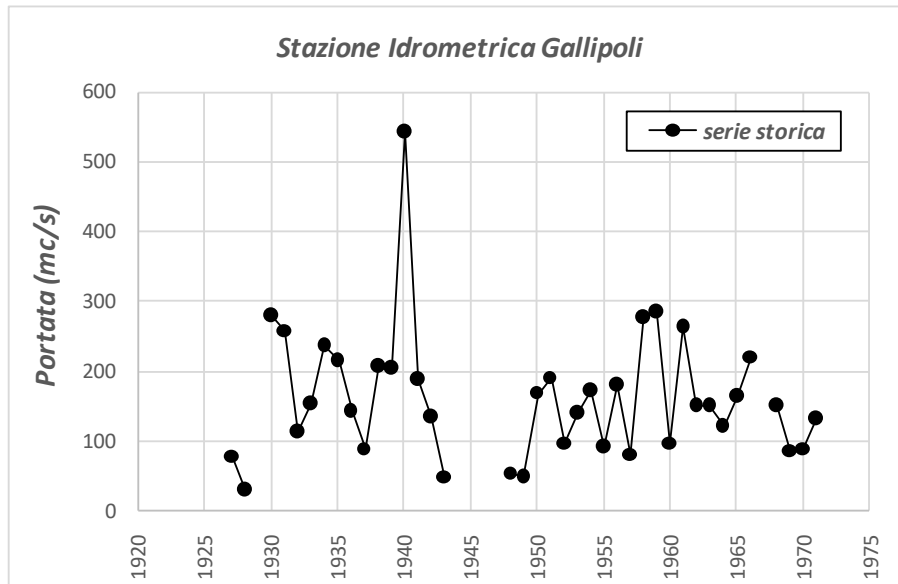


Figura 4. Stazione idrometrica di Gallipoli: serie storica dei valori di portata media, massima giornaliera.

Per la stazione idrometrica di Menzana sono disponibili 27 registrazioni, nel periodo di osservazione (1930-1971). Di seguito, i dati di portata (media giornaliera, massima annuale) presi in esame (fonte: Annali Idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP.) in forma tabellare e grafica.

Anno	$Q_{max,g}$ (mc/s)	Anno	$Q_{max,g}$ (mc/s)
1930	368	1958	297
1939	234	1959	990
1940	563	1960	350
1941	305	1961	314
1948	102	1962	212
1949	125	1963	163
1950	255	1964	118
1951	339	1965	235
1952	179	1966	281
1953	116	1967	348
1954	299	1968	288
1955	224	1969	175
1956	274	1971	265
1957	155		

Tabella 14- Stazione idrometrica di Menzana: valori di portata media giornaliera, massima annuale (1930-1971).

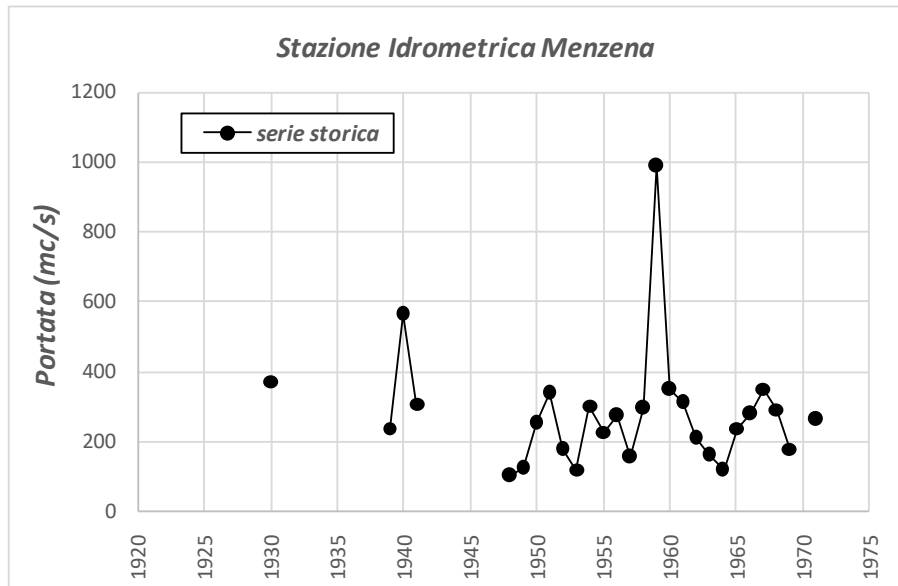


Figura 5. Stazione idrometrica di Menzena: serie storica dei valori di portata media, massima giornaliera.


Si osserva che il campione dei dati idrometrici misurati presso la stazione di Menzena è caratterizzato da una minore estensione e una maggiore discontinuità. Inoltre, per alcuni anni, a fronte di una maggiore estensione del bacino sotteso, presso Menzena sono stati registrati valori di portata pressoché simili, se non inferiori, rispetto a quelli misurati presso Gallipoli, a causa dell'effetto di laminazione delle piene del Fiume Basento dovuto alle esondazioni nel tratto fluviale compreso tra le due stazioni.

Sviluppare quindi l'inferenza statistica a partire dai dati della sezione di Gallipoli risulta quindi decisamente più cautelativo rispetto all'utilizzo dei dati di Menzena, in quanto non viene considerato l'effetto di laminazione delle piene da attendersi nella media e bassa valle del Basento.

Pertanto, sono stati analizzati (stasticamente) in dettaglio soltanto le registrazioni presso la stazione idrometrica di Gallipoli.

Con riferimento quindi ai dati registrati presso la stazione di Gallipoli, il valore massimo di portata media registrato risale al 1940, nello specifico 544 mc/s. Per l'analisi statistica delle portate, sono stati calcolati dapprima la media (μ) e lo scarto quadratico medio (σ) del campione dei dati: $\mu = 163.1$ mc/s; $\sigma = 92.0$.

Sono state quindi considerate le seguenti distribuzioni di probabilità:

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

- *Gumbel*

$$Q_{\max, g} = \xi - \frac{1}{\alpha} \left\{ \ln \left[\ln \left(\frac{Tr}{Tr - 1} \right) \right] \right\}$$

con $Q_{\max, g}$ = portata massima giornaliera, corrispondente ad un determinato tempo di ritorno Tr (non la portata che mediamente viene uguagliata o superata ogni Tr anni, ma la media di tutte le portate che possono superare quest'ultima); $\xi = \mu - 0.45 \cdot \sigma$, $\alpha = 1.283/\sigma$.

- *Fuller & Coutagne*

$$Q_{\max, g} = q \cdot \left\{ 1 + \frac{1}{b \cdot q} \log_{10} [Tr] \right\}$$

con $q = \mu \cdot \sigma$, $b = 0.434/\sigma$.

Sono stati dunque ricavati i valori di portata media giornaliera, massima annuale ($Q_{\max, g}$), per differenti tempi di ritorno, secondo le distribuzioni di probabilità considerate, in corrispondenza della sezione di chiusura presso la stazione di Gallipoli, che sottende un bacino di 848 km² (inferiore all'estensione dei sottobacini in esame).


La portata al colmo corrispondente ad un determinato tempo di ritorno (Q_{Tr}) può essere valutata ricorrendo a formule empiriche, disponibili nella letteratura tecnica, che in dipendenza della superficie del bacino (S) sottesa alle sezione di chiusura, permettono di valutare il cosiddetto coefficiente di punta: $C = Q_{Tr}/Q_{\max, g}$.

In particolare, è stata applicata la seguente formulazione (Fuller-Tonini, 1939):

$$C = 1 + 68 \cdot S^{-0.5}$$

da cui (per $S = 848$ km², pari all'area drenata dal Basento a Gallipoli) $C = 3.34$.

Il valore della portata al colmo Q_{Tr} per diversi tempi di ritorno è stato calcolato considerando i valori di $Q_{\max, g}$ calcolati secondo le distribuzioni di Gumbel e Fuller, e moltiplicando questi ultimi per il coefficiente di punta C sopra determinato.

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 39 DI 73


<i>Tr</i>	<i>Q_{max,g}</i>	<i>Q_{max,g}</i>
	<i>Gumbel</i>	<i>Fuller</i>
anni	mc/s	mc/s
30	364.6	384.48
50	401.8	431.56
100	451.9	495.44
200	501.8	559.31
300	531.0	596.68
500	567.7	643.76

Tabella 4 - Stazione idrometrica di Gallipoli: valori di portata massima giornaliera, per differenti tempi di ritorno, secondo le distribuzioni di probabilità considerate.

<i>Tr</i>	<i>Portata</i>		
	<i>max media giorn</i>	<i>al colmo</i>	<i>specifica</i>
anni	<i>Q_{maxg}</i> mc/s	<i>Q max</i> mc/s	<i>q = Qmax/S</i> mc/s km ²
30	364.6	1216.3	1.4351
50	401.8	1340.2	1.5814
100	451.9	1507.4	1.7787
200	501.8	1674.0	1.9752
300	531.0	1771.3	2.0900
500	567.7	1893.8	2.2345

Tabella 5- Stazione idrometrica di Gallipoli: valori di portata al colmo per differenti tempi di ritorno, secondo la distribuzione di Gumbel.

<i>Tr</i>	<i>Portata</i>		
	<i>max media giorn</i>	<i>al colmo</i>	<i>specifica</i>
anni	<i>Q_{maxg}</i> mc/s	<i>Q max</i> mc/s	<i>q = Qmax/S</i> mc/s Km ^q
30	384.5	1282.6	1.513
50	431.6	1439.6	1.699
100	495.4	1652.7	1.950
200	559.3	1865.8	2.202

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

<i>Tr</i>	<i>Portata</i>		
	<i>max media giorn</i> <i>Q_{maxg}</i> <i>mc/s</i>	<i>al colmo</i> <i>Q max</i> <i>mc/s</i>	<i>specifica</i> <i>q = Qmax/S</i> <i>mc/s Km²</i>
300	596.7	1990.4	2.349
500	643.8	2147.5	2.534

Tabella 6- Stazione idrometrica di Gallipoli: valori di portata al colmo per differenti tempi di ritorno, secondo la distribuzione di Fuller.

Il trasferimento della portata dalla sezione di chiusura collocata presso la stazione di Gallipoli alla sezione di chiusura dei sottobacini in esame può essere effettuato ricorrendo a formulazioni empiriche disponibili in letteratura, descritte nel paragrafo successivo.


5.2 DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI PIENA DALL'ANALISI DELLE REGISTRAZIONI IDROMETRICHE

Per similitudine idrologica, ricorrendo alla formulazione di Gherardelli & Marchetti:

$$\frac{Q_a}{S_a^{-2/3}} = \frac{Q_b}{S_b^{-2/3}}$$

con Q_a e S_a , portata specifica al colmo (determinata per i vari tempi di ritorno nel capitolo precedente) e superficie del bacino sottesa alla sezione di chiusura presso la stazione di Gallipoli; Q_b e S_b , portata specifica al colmo e superficie del sottobacino considerato sottesa ad una particolare sezione di chiusura, sono stati determinati i valori di portata al colmo, per differenti tempi di ritorno (secondo le distribuzioni di Gumbel e Fuller), del Fiume Basento in corrispondenza delle sezioni di chiusura precedentemente definite.

I risultati sono riportati nella seguente tabella.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

	tempo di ritorno (anni)	30	50	100	200	300	500
		portata (m ³ /s)					
1	Basento a Salandra	1390.5	1561.7	1794.0	2026.2	2162.1	2333.3
2	Basento a Ferrandina	1420.7	1595.6	1832.9	2070.3	2209.1	2384.0
3	Basento a monte della confluenza del Vella	1439.6	1616.8	1857.3	2097.8	2238.5	2415.7
4	torrente Vella	590.4	663.1	761.8	860.4	918.1	990.8
5	Basento a monte della confluenza della "canala di Pomarico" (Bernalda)	1497.1	1681.5	1931.6	2181.7	2328.0	2512.3
6	"canala" di Pomarico	543.1	610.0	700.7	791.5	844.5	911.4
7	Basento a Torre Accio	1520.6	1707.8	1961.8	2215.9	2364.5	2551.7

Tabella 18- Risultati dell'inferenza statistica basata sulle osservazioni idrometriche del Basento a Gallipoli, estese alle sezioni di chiusura di interesse per il progetto.

5.2 REGIONALIZZAZIONE VAPI DELLE PORTATE ISTANTANEE

Al 1° livello di regionalizzazione si sono assunti validi, per la Basilicata, i parametri Λ^* e Θ^* nazionali. Si è infatti ritenuto che la rappresentatività della serie dei dati disponibile fosse troppo bassa (poche serie e non eccessivamente lunghe) per mettere in discussione l'ipotesi di appartenenza della Basilicata alla zona unica Nazionale nella quale Λ^* e Θ^* sono ipotizzati costanti.

I valori assunti, validi per tutta l'Italia appenninica ed insulare, ad eccezione della Sardegna, sono:

$$\Lambda^* = 2.654; \quad \Theta^* = 0.350$$

ai quali corrisponde un coefficiente di asimmetria teorico $C_a=2.32$.

Al secondo livello si è effettuata, per ogni singolo sito idrometrografico, la stima regionale del parametro Λ_I della TCEV, avendo vincolato la stima a Λ^* e Θ^* per i quali si sono assunti i valori nazionali. La procedura di stima utilizzata è quella di massima verosimiglianza (MV).

Si sono individuate tre sottozone omogenee, così come mostrato nella figura che segue:

- **Sottozona A:** si identifica con l'intero bacino del Bradano. Tale bacino è in assoluto quello caratterizzato dalla maggiore aridità di tutta la regione, caratteristica che induce bassi valori di A_1 , tra le altre cose, anche a causa del fatto che il suolo è il più delle volte asciutto prima delle piene. Va poi rimarcata la presenza di zone carsiche all'interno del bacino.

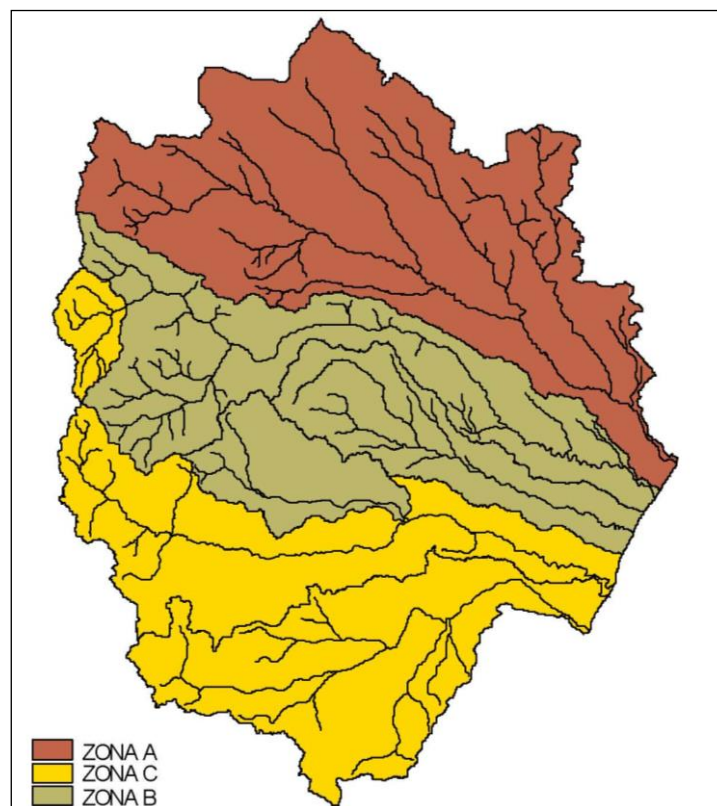



Figura 13. VAPI – Regione Basilicata: sottozone idrometriche omogenee.

- **Sottozona B:** comprendente il medio e basso bacino del Basento, le cui caratteristiche sono non molto dissimili da quelle della zona A, anche se il numero medio degli eventi è leggermente maggiore. Ai fini di questa suddivisione, il basso Basento si può approssimativamente far iniziare a valle della città di Potenza; pertanto, il nostro intervento rientra in questa sottozona omogenea.
- **Sottozona C:** dove si fa rientrare l'Agri, il Sinni e l'alto bacino del Basento ovvero la zona a monte di Potenza. In quest'ultima sottozona il numero degli eventi piovosi significativi ai fini delle piene è molto maggiore rispetto agli altri bacini del versante ionico.

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 43 DI 73

La stima del parametro Λ_1 regionale è stata effettuata quindi separatamente per le tre sottozone computando la media pesata del parametro $Cv_1 = \frac{0.557}{(\log \Lambda_1 - 0.251)}$, che è meno variabile e distorto di Λ_1 , e passando poi dal valore medio di Cv_1 al valore cercato di Λ_1 .

I valori regionali ottenuti per Λ_1 relativamente ad ogni sottozona omogenea sono riportati nella tabella seguente:

	STAZIONE	Cv	Λ_1	Cv_1	Cv_{1med}	Λ_{IREG}
ZONA A	BRADANO A S.GIULIANO	0.79	2.9757	0.7687	0.694	3.561
	BRADANO A P.TE COLONNA	0.76	4.4492	0.6194		
ZONA B	BASENTO A MENZENA	0.63	6.4369	0.5256	0.500	7.302
	BASENTO A GALLIPOLI	0.63	8.3992	0.4739		
ZONA C	BASENTO A PIGNOLA	0.43	19.8687	0.3595	0.355	20.849
	AGRI A TARANGELO	0.38	20.2427	0.3576		
	SINNI A VALSINNI	0.55	19.7996	0.3598		
	SINNI A PIZZUTELLO	0.25	23.8833	0.3419		

Tabella 19- Parametri VAPI per la distribuzione TCEV delle portate


In definitiva, i valori dei parametri della distribuzione (delle portate) TCEV, per l'intera Basilicata, sono:

SOTTOZONA	Λ_*	Θ_*	Λ_1	η
A	0.350	2.654	3.56	2.598
B	0.350	2.654	7.30	3.316
C	0.350	2.654	20.8	4.363

Tabella20- Parametri VAPI per la distribuzione TCEV delle portate

Si riportano in tabella i valori di K_T ottenuti numericamente dalla [**] per alcuni valori del tempo di ritorno:

Tr (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
K_T (SZO A)	0.81	1.44	1.96	2.55	2.76	3.21	3.43	3.12	4.83	5.76	6.47
K_T (SZO B)	0.85	1.34	1.75	2.21	2.38	2.73	2.90	3.45	4.00	4.73	5.29
K_T (SZO C)	0.89	1.26	1.57	1.92	2.05	2.31	2.45	2.86	3.28	3.84	4.26

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 44 DI 73

Adoperando l'espressione semplificata sopra introdotta, i fattori di crescita possono essere calcolati con le seguenti formule:

$$(SZO A) K_T = -0.5836 + 1.022 \ln Tr$$

$$(SZO B) K_T = -0.2407 + 0.8004 \ln Tr$$

$$(SZO C) K_T = 0.0575 + 0.6083 \ln Tr$$

5.2 PORTATA DI PIENA MEDIA ANNUA VAPI

Per poter pervenire alla stima della distribuzione di probabilità delle X in una generica sezione fluviale, l'unico parametro che rimane da ricavare è il valor medio della distribuzione del massimo annuale della portata al colmo di piena, $m(Q)$, da cui

$$Q_{c,Tr} = K_T m(Q)$$

con $Q_{c,Tr}$ portata al colmo corrispondente al tempo di ritorno Tr .


Tale parametro è fortemente influenzato dall'area del bacino (A) e di solito risulta ben specificato da una legge del tipo $m(Q) = k \cdot A^a$. Una prima ipotesi di accorpamento di tutti i bacini considerati in un unico meccanismo globale di dipendenza della piena media dall'area ha evidenziato che i bacini appartenenti al Sinni mostravano una consistente deviazione dalla relazione regressiva. Effettivamente, accorpando separatamente i valori di piena media per i bacini influenzati dal sistema montuoso Pollino-Sirino, si è riscontrato che per tutti risulta una posizione della piena media relativamente elevata, a parità di area, rispetto a quanto accade per gli altri bacini ionici.

Si sono pertanto individuate due aree omogenee:

- Area Omogenea 1, include i bacini del Bradano, Basento, Cavone e Agri;
- Area Omogenea 2, include i bacini del Sinni, Lao e Noce.

Le regressioni effettuate tra piena media e area hanno fornito le relazioni:

- Area Omogenea 1: $m(Q) = 2.13 A^{0.766}$

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

- Area Omogenea 2: $m(Q) = 5.98 A^{0.645}$

Il coefficiente di determinazione ottenuto è tale da far ritenere la stima di $m(Q)$ sufficientemente affidabile anche per valutazioni di una certa importanza, purché riferite a bacini direttamente considerati nell'analisi. Per analogia morfologica e climatica tali risultati si possono considerare validi anche per bacini privi di stazioni di misura, ma ciò non esime da una più approfondita analisi dei fattori effettivamente dominanti, quale quella che generalmente accompagna l'uso della formula razionale.


5.3 RISULTATI

Determinato $m(Q)$, con riferimento alla sottozona idrometrica omogenea B , si è proceduto al calcolo della portata al colmo, per differenti tempi di ritorno in accordo con la metodologia VAPI portate.

		A	mQ	Q30	Q100	Q200	Q300	Q500
1	Basento a Salandra	1057	441	1096	1521	1766	1909	2090
2	Basento a Ferrandina	1128	464	1151	1598	1855	2006	2195
3	Basento a monte della confluenza del Vella	1173	478	1186	1647	1912	2068	2263
4	torrente Vella	81	62	153	212	247	267	292
5	Basento a monte della confluenza della "canala di Pomarico" (Bernalda)	1320	523	1298	1802	2093	2263	2476
6	"canala" di Pomarico	63	51	126	175	204	220	241
7	Basento a Torre Accio	1383	542	1346	1868	2169	2345	2567

Tabella21- Stima delle portate di piena per assegnato tempo di ritorno – metodologia VAPI portate

Si osserva che i valori di portata al colmo ottenuti mediante la metodologia VAPI (portate) per la stazione di Ferrandina coincidono con quelli indicati (ed utilizzati negli studi idraulici) nel P.A.I. e/o P.G.R.A. della Regione Basilicata (Tabella 2).

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

6 MODELLI AFFLUSSI DEFLUSSI

6.1 STIMA DELLE PORTATE AL COLMO (FORMULA RAZIONALE)

Si è proceduto al calcolo delle portate al colmo tramite l'applicazione del metodo cinematico; in particolare:

$$Q_{\max} = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

in cui Q_{\max} = portata di piena [m³/sec]; φ = coefficiente di deflusso; h = pioggia netta [m]; S = area del bacino [km²]; τ_c = tempo di corrivazione [ore].

La determinazione del tempo di corrivazione può essere effettuata mediante alcune classiche formule empiriche di uso comune; in particolare, nel presente studio, per i sottobacini principali del Basento in esame, dalla notevole estensione (> 60 km²), è stata applicata la formula di Giandotti:

$$\tau_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{h_m - h_0}}$$

con S = area del bacino [km²]; L = lunghezza dell'asta principale [km]; h_m = altitudine media del bacino imbrifero sotteso [m s.m.m.]; h_0 = quota della sezione di chiusura del bacino [m s.m.m.].

Per calcolare i valori di precipitazione (di progetto) per una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione del sottobacino in esame e per diversi tempi di ritorno dell'evento, si è fatto riferimento ai risultati derivanti dall'applicazione della metodologia VA.PI. della Regione Basilicata; nella tabella seguente, i valori di altezza di pioggia corrispondenti ai diversi tempi di corrivazione indicati e per vari tempi di ritorno.

Il coefficiente di deflusso è stato valutato applicando il metodo del Curve Number CN (SCS method), sulla base della copertura del suolo (all'interno del sottobacino in esame) riportata nel Corine Land Cover (CLC) 2018): in



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda


RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA95 03 R 09 RI ID0001 001 B 47 DI 73

particolare, ad ogni codice del CLC relativo ad una specifica copertura del suolo è stato assegnato il relativo CN (Tabella 22), dedotto da tabelle disponibili in letteratura, di seguito riportate.

Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D	Codice Uso del Suolo (UDS)	UDS	A	B	C	D
AREE PORTUALI	123	98	98	98	98	PRATI ARTIFICIALI COLTURE					
AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI	124	92	93	94	95	FORAGGERE OVE SI PUÒ RICONOSCERE					
AREE ESTRATTIVE	131	89	92	94	95	UNA SORTA DI AVVICENDAMENTO CON I					
DISCARICHE E DEPOSITI DI ROTTAMI	132	90	92	94	95	SEMINATIVI E UNA CERTA					
CANTIERI	133	90	92	94	95	PRODUTTIVITÀ, SONO SEMPRE					
AREE VERDI URBANE	141	65	74	81	84	POTENZIALMENTE RICONVERTITI A					
CIMITERI	143	57	77	85	89	SEMINATIVO, POSSONO ESSERE					
VIGNETI	221	72	81	88	91	RICONOSCIBILI MURETTI O MANUFATTI	2112	67	71	81	89
FRUTTETI E FRUTTI MINORI	222	67	78	85	89	SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE					
OLIVETI	223	72	81	88	91	ORTICOLE A PIENO CAMPO	2121	66	77	85	89
ARBORICOLTURA CON ESSENZE	224	67	78	85	89	RISALIE	2122	98	98	98	98
PRATI STABILI	231	67	71	81	89	VIVAI	2123	66	77	85	89
COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE A						COLTURA IN SERRA	2124	98	98	98	98
COLTURE PERMANENTI	241	59	74	82	86	COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE					
SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI						ALL'OLIVO	2411	59	74	82	86
COMPLESSI	242	63	73	82	88	COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL					
AREE PREVALENTEMENTE OCCUPATE DA						VIGNETO	2412	59	74	82	86
COLTURA AGRARIE CON PRESENZA DI						COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD					
SPAZI NATURALI IMPORTANTI	243	62	71	78	81	ALTRE COLTURE PERMANENTI (PASCOLI					
AREE AGROR-ORESTALI	244	45	66	77	83	E SEMINATIVI ARBORATI CON					
BOSCHI MISTI DI CONFERE E LATIFOGLIE	313	39	51	63	70	COBERTURA DELLA SUGHERA DAL 5 AL					
AREE A PASCOLO NATURALE	321	67	71	81	89	25%)	2413	59	74	82	86
SPAGGE DUNE E SABBIE	331	56	73	82	86	BOSCO DI LATIFOGLIE	3111	39	51	63	70
PARETI ROCCIOSE E FALESIE	332	98	98	98	98	ARBORICOLTURA CON ESSENZE					
AREE CON VEGETAZIONE RADA	333	70	75	84	90	FORESTALI (LATIFOGLIE)	3112	39	51	63	70
PALUDI INTERNE	411	100	100	100	100	FORESTALI (LATIFOGLIE)	3121	39	51	63	70
PALUDI SALMASTRE	421	100	100	100	100	BOSCHI DI CONFERE	3122	39	51	63	70
SALINE	422	100	100	100	100	CONFIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO	3122	39	51	63	70
ZONE INTERTIDALI	423	98	98	98	98	FORMAZIONI VEGETALI BASSE E CHIUSE,					
LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI	521	100	100	100	100	STABILI, COMPOSTE PRINCIPALMENTE DI					
MARI	523	100	100	100	100	CESPUGLI, ARBUSTI E PIANTE ERBACEE					
TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E						(ERICHE, ROVI, GINESTRE, GINEPRI NANI					
DENSO	1111	89	92	94	96	ECC.)	3221	51	58	73	80
TESSUTO RESIDENZIALE RADO	1112	78	80	85	87	FORMAZIONI DI RIPANON ARBOREE	3222	51	58	73	80
TESSUTO RESIDENZIALE RADO E						MACCHIA MEDITERRANEA	3231	51	58	73	80
NUCLEIFORME A CARATTERE						GARIGA	3232	51	58	73	80
RESIDENZIALE E SUBURBANO	1121	74	75	78	80	AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE	3241	45	55	68	75
TESSUTO AGRO-RESIDENZIALE SPARSO E						AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE	3242	45	55	68	75
FABBRICATI RURALI A CARATTERE						SPAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3311	56	73	82	86
TIPICAMENTE AGRICOLO O RURALE	1122	65	67	70	72	AREE DUNALI NON COPERTE DA					
INSEDIAMENTI INDUSTRIALI/ARTIG. E						VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE					
COMM. E SPAZI ANNESSI	1211	89	92	94	95	A 25M	3312	56	73	82	86
INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI						AREE DUNALI CON COPERTURA					
SERVIZI	1212	89	92	94	95	VEGETALE CON AMPIEZZA SUPERIORE A					
RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI						25 M	3313	56	73	82	86
(SVINCOLI, STAZIONI DI SERVIZIO, AREE						LETTI ASCIUTTI DI TORRENTI DI					
DI PARCHEGGIO ECC.)	1221	98	98	98	98	AMPIEZZA SUPERIORE A 25M	3315	56	73	82	86
RETI FERROVIARIE COMPRESSE LE						FIUMI, TORRENTI E FOSSI	5111	100	100	100	100
SUPERFICI ANNESSE (STAZIONI,						CANALI E IDROVIE	5112	100	100	100	100
SMISTAMENTI, DEPOSITI ECC.)	1222	96	96	96	96	BACINI NATURALI	5121	100	100	100	100
GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO						BACINI ARTIFICIALI	5122	100	100	100	100
E SMISTAMENTO MERCI (INTERPORTI E						LAGUNE, LAGHI E STAGNE COSTIERI A					
SIMILI)	1223	92	93	94	95	PRODUZIONE ITTICA NATURALE	5211	100	100	100	100
IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI						ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E					
DISTRIBUZIONE						STAGNI COSTIERI	5212	100	100	100	100
(TELECOMUNICAZIONI/ENERGIA/IDRICHE)	1224	92	93	94	95	ESTUARI E DELTA	5213	100	100	100	100
DISCARICHE	1321	90	92	94	95	AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA					
DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO,						NATURALE	5231	100	100	100	100
CIMITERI DI AUTOVEICOLI	1322	90	92	94	95	ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO	5232	100	100	100	100
AREE RICREATIVE E SPORTIVE	1421	70	78	83	88	PROPPITI, SALICETTI, EUCALITTEI ECC.					
AREE ARCHEOLOGICHE	1422	49	69	79	84	ANCHE IN FORMAZIONI MISTE	31121	39	51	63	70
SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE	2111	58	72	81	85	SUGHERE	31122	39	51	63	70
						CASTAGNETI DA FRUTTO	31123	39	51	63	70
						ALTRO	31124	39	51	63	70

Tabella 22 –Valori del CN per le differenti coperture del suolo del CLC al 4° livello (Elaborazione ADIS).

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

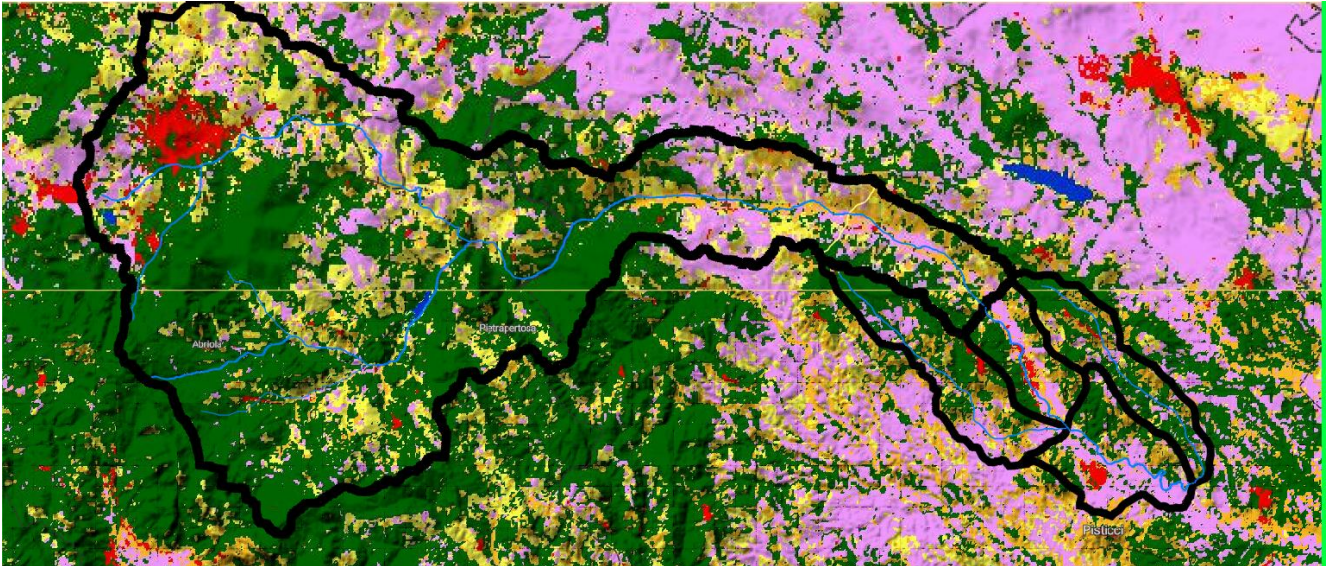



Figura 14 – uso suolo alla scala del bacino del fiume Basento (da Corine land cover 2018)

In particolare, assumendo in via cautelativa una classe di umidità media (II) e una categoria del suolo D (meno permeabile, o quasi impermeabile), per il sottobacino del F. Basento in esame si ottengono i CN (medi) indicati di seguito.

	Sezione di chiusura	Area (km²)	Intercezione	CN assunto	S capacità di campo (mm)
1	Basento a Salandra	1057	0,2	79,4	65,7
2	Basento a Ferrandina	1128	0,2	79,6	65,0
3	Basento a monte della confluenza del Vella	1173	0,2	79,7	64,6
4	torrente Vella	81	0,2	80,6	60,9
5	Basento a monte della confluenza della "canala di Pomarico" (Bernalda)	1320	0,2	80	63,5
6	"canala" di Pomarico	63	0,2	80,2	63,4

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

	Sezione di chiusura	Area (km ²)	Intercezione	CN assunto	S capacità di campo (mm)
7	Basento a Torre Accio	1383	0,2	79,9	64

Tabella 23 –Valori del CN medi sui bacini chiusi alle diverse sezioni di chiusura

Quindi con riferimento al metodo del *Soil Conservation Service* (SCS), il coefficiente di deflusso (φ) può essere valutato come segue:

$$\varphi = \frac{P_e}{P}$$

con P = altezza di pioggia di progetto corrispondente ad un tempo di ritorno Tr e una durata τ_c , $P = a \cdot \tau_c^n$; $P_e = (P - 0.2 \cdot S)^2 / (P + 0.8 \cdot S)$; $S = 254 \cdot (100 / CN - 1)$.

Di seguito, i valori di portata al colmo, per i vari tempi di ritorno considerati e secondo la metodologia adottata (piogge in accordo con la metodologia VAPI Basilicata, formula razionale, coefficiente di deflusso ottenuto per applicazione del metodo SCS CN), in corrispondenza della sezione di chiusura di interesse. Per il fattore di riduzione areale delle piogge intense (ARF) sono state utilizzate di volta in volta la più cautelativa tra le due seguenti espressioni:

- 1) L'espressione di Eagleson in funzione del tempo di concentrazione t e dell'area del bacino A , per i bacini con area inferiore a 1000 km²:

$$r = 1 - e^{-1,1 \cdot t^{0,25}} + e^{-1,1 \cdot t^{0,25} - 0,00386 \cdot A}$$

- 2) L'espressione di Stewart (1989) in funzione del tempo di ritorno per i bacini con area superiore a 1000 km²:

$$r = TR^{-0,006}$$



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 50 DI 73
------------------	-------------	------------------	----------------------------	-----------	--------------------

Basento a Salandra

TR (anni)	h netta (mm)	Fi eq.	Areal Reduction factor	Portata Q (m ³ /s)
30	38	0.45	0.96	939
50	47	0.48	0.96	1143
100	59	0.53	0.95	1449
200	76	0.58	0.95	1836
300	86	0.60	0.95	2079
500	99	0.63	0.94	2394

Basento a Ferrandina

TR (anni)	h netta (mm)	Fi eq.	Areal Reduction factor	Portata Q (m ³ /s)
30	41	0.46	0.97	995
50	50	0.50	0.97	1202
100	63	0.54	0.96	1524
200	80	0.59	0.96	1925
300	91	0.62	0.96	2175
500	105	0.64	0.95	2500

Basento a monte della confluenza del torrente Vella

TR (anni)	h netta (mm)	Fi eq.	Areal Reduction factor	Portata Q (m ³ /s)
30	43	0.47	0.98	1023
50	52	0.51	0.97	1233
100	66	0.55	0.97	1560
200	84	0.60	0.97	1965
300	95	0.62	0.96	2218
500	109	0.65	0.96	2546



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALEPROGETTO
IA95LOTTO
03CODIFICA DOCUMENTO
R 09 RI ID0001 001REV.
BFOGLIO
51 DI 73*torrente Vella*

TR (anni)	h netta (mm)	Fi eq.	Areal Reduction factor	Portata Q (m ³ /s)
30	35	0.44	0.95	124
50	43	0.48	0.95	151
100	55	0.53	0.95	194
200	70	0.58	0.95	259
300	79	0.60	0.95	280
500	91	0.63	0.95	323

Basento a monte della Canala di Pomarico

TR (anni)	h netta	Fi eq.	Red	Q
30	47	0.49	0.99	1138
50	57	0.53	0.98	1366
100	72	0.57	0.98	1720
200	90	0.62	0.97	2158
300	102	0.64	0.97	2431
500	117	0.67	0.97	2784

Canala di Pomarico

TR (anni)	h netta	Fi eq.	Red	Q
30	35	0.44	0.96	97
50	43	0.47	0.96	118
100	55	0.52	0.96	152
200	70	0.57	0.96	201
300	80	0.59	0.96	219
500	92	0.62	0.96	254

6.2 CONFRONTO DEI RISULTATI

Il confronto dei risultati tra le diverse metodologie adottate è riportato per ciascun tempo di ritorno nelle seguenti tabelle. In generale, per i tempi di ritorno più elevati (oltre i 100 anni) i risultati più cautelativi sono individuabili



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B	FOGLIO 52 DI 73
------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

tra il metodo di inferenza diretta e la modellazione afflussi deflussi con la formula razionale. Nella valutazione finale della portata al colmo di progetto è stato adottato quello derivante dalla modellazione afflussi – deflussi (VAPI + CN).

	A	TR=30		
		VAPI Q	INFERENZA	VAPI P+CN
	[km]			
Basento a Salandra	1057.2	1096	1390	939
Basento a Ferrandina	1127.6	1151	1421	995
Basento alla confluenza del Vella	1173.2	1186	1440	1023
torrente Vella	80.9	153	-	124
Basento alla confluenza della "canala di Pomarico"	1319.6	1298	1497	1021
"canala" di Pomarico	63.0	126	-	97
Basento a Torre Accio	1382.6	1346	1521	1059

	A	TR=100		
		VAPI Q	INFERENZA	VAPI P+CN
	[km]			
Basento a Salandra	1057.2	1521	1794	1449
Basento a Ferrandina	1127.6	1598	1833	1524
Basento alla confluenza del Vella	1173.2	1647	1857	1560
torrente Vella	80.9	212	-	194
Basento alla confluenza della "canala di Pomarico"	1319.6	1802	1932	1557
"canala" di Pomarico	63.0	175	-	152
Basento a Torre Accio	1382.6	1868	1962	1613
Basento a Menzena	1505.9	1994	2018	

	A	TR=200		
		VAPI Q	INFERENZA	VAPI P+CN
	[km]			
Basento a Salandra	1057.2	1766	2026	1836
Basento a Ferrandina	1127.6	1855	2070	1925
Basento alla confluenza del Vella	1173.2	1912	2098	1965
torrente Vella	80.9	247	-	259



Linea Potenza-Metaponto


Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALEPROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA95 03 R 09 RI ID0001 001 B 53 DI 73

	A	TR=200		
	[km]	VAPI Q	INFERENZA	VAPI P+CN
Basento alla confluenza della "canala di Pomarico"	1319.6	2093	2182	1961
"canala" di Pomarico	63.0	204	-	201
Basento a Torre Accio	1382.6	2169	2216	2243
Basento a Menzena	1505.9	2315	2280	

	A	TR=300		
	[km]	VAPI Q	INFERENZA	VAPI P+CN
Basento a Salandra	1057.2	1909	2162	2079
Basento a Ferrandina	1127.6	2006	2209	2175
Basento alla confluenza del Vella	1173.2	2068	2238	2218
torrente Vella	80.9	267	-	280
Basento alla confluenza della "canala di Pomarico"	1319.6	2263	2328	2214
"canala" di Pomarico	63.0	220	-	219
Basento a Torre Accio	1382.6	2345	2364	2292
Basento a Menzena	1505.9	2503	2433	

	A	TR=500		
	[km]	VAPI Q	INFERENZA	VAPI P+CN
Basento a Salandra	1057.2	2090	2333	2394
Basento a Ferrandina	1127.6	2195	2384	2500
Basento alla confluenza del Vella	1173.2	2263	2416	2546
torrente Vella	80.9	292	-	323
Basento alla confluenza della "canala di Pomarico"	1319.6	2476	2512	2542
"canala" di Pomarico	63.0	241	-	254
Basento a Torre Accio	1382.6	2567	2552	2631
Basento a Menzena	1505.9	2740	2625	

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

6.3 DETERMINAZIONE DELL'IDROGRAMMA DI PROGETTO - METODO DI NASH

Ci si è avvalsi del modello di Nash per assegnare alle portate individuate un andamento temporale dell'idrogramma di piena, al fine dell'implementazione di modelli in moto vario.

Il modello di Nash descrive il comportamento di un bacino idrografico mediante un numero n (parametro di forma) di invasi disposti in serie ciascuno dei quali caratterizzato da una stessa costante k (parametro di scala) di invaso. La funzione che descrive l'andamento dell'idrogramma è la seguente:

$$U(t) = \frac{(t/k)^{n-1} e^{-t/k}}{k (n-1)!}$$


Ricorrendo ad una astrazione matematica, il modello di Nash può essere esteso al caso in cui il numero di serbatoi disposti in serie sia un numero reale. In tal caso la funzione fattoriale $(n-1)!$ viene sostituita con la funzione Gamma $\Gamma(\alpha)$ e la funzione $U(t)$ diventa:

$$U(t) = \frac{(t/k)^{\alpha-1} e^{-t/k}}{k \Gamma(\alpha)}$$

Il tempo di ritardo ed il tempo di picco risultano pari a:

$$t_L = \alpha k \quad t_p = (\alpha - 1)k$$

Pertanto, ai fini della determinazione della portata al colmo e del relativo idrogramma unitario adimensionale, l'applicazione del modello di Nash richiede la conoscenza dei due parametri α (parametro di forma) e k (parametro di scala) legati al tempo di ritardo. Per la stima di questi parametri è possibile procedere con diversi metodi, sfruttando i numerosi modelli geomorfologici disponibili in letteratura (Rodriguez et al. 1979, Rosso 1984), che sfruttano le caratteristiche del reticolo idrografico opportunamente analizzato secondo varie regole di classificazione (Strahler 1952), o più semplicemente ricorrendo alle espressioni che li correlano al più noto parametro idrologico ovvero il tempo di corrivazione del bacino. Nella maggior parte dei casi, il parametro di forma n risulta compreso tra 2 e 3, mentre il valore del parametro di scala può essere valutato come $k = \tau_c/5$; infatti, assumendo, in accordo con il metodo del *Soil Conservation Service*, che sussista la seguente relazione tra tempo di ritardo τ_R e tempo di concentrazione τ_c : $\tau_R \sim 0,6 \tau_c$ e che il momento di primo ordine dell'IUH sia proprio uguale al tempo di ritardo, si ottiene $k = \tau_R/3 = \tau_c/5$.

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

Nel caso in esame, in funzione della conformazione e del tempo di concentrazione stimati per i singoli sottobacini, sono stati adottati i seguenti parametri: $n = 3$, $k = \tau_c/5$ per tutti i bacini.

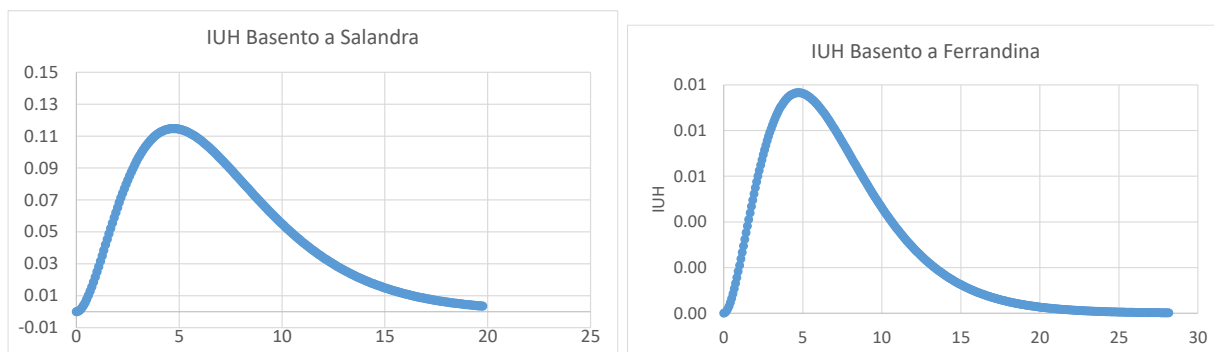
Inoltre, si è assunto quale pioggia di progetto uno ietogramma di tipo rettangolare con durata pari al tempo di corrivazione del bacino.

I parametri dei diversi bacini sono riportati nella tabella sottostante:

Bacino	Tempo di ritardo	Tempo di concentrazione	Parametro dell'idrogramma di Nash
	tr	tc	k
	h	h	h
Basento a Salandra	6.89	11.5	2.36
Basento a Ferrandina	7.50	12.5	2.6
Basento a monte della confluenza del Vella	8.04	13.4	2.75
torrente Vella	3.62	6.0	1.2
Basento a monte della confluenza della "canala di Pomarico" (Bernalda)	8.96	14.9	3
"canala" di Pomarico	3.67	6.1	1.2
Basento a Torre Accio	9.24	15.4	3.08

Tabella 24 –parametri del modello di Nash adottato

I diversi idrogrammi unitari istantanei ottenuti sono riportati nella seguente figura



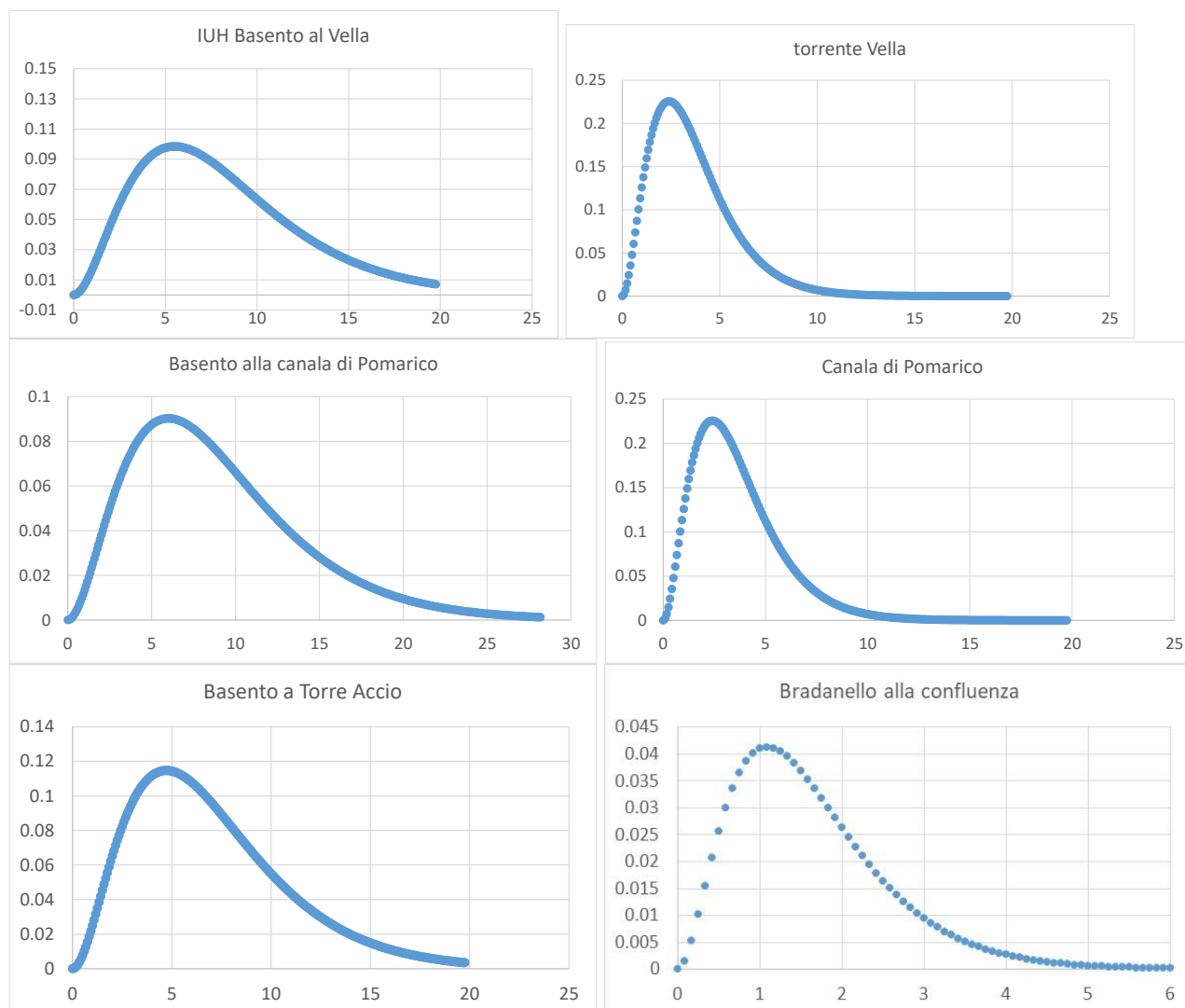


Figura 15 – idrogrammi unitari istantanei (modello di Nash)

6.4 IDROGRAMMI DI PIENA

Di seguito si riportano i risultati ottenuti per i diversi sottobacini in esame dall'applicazione degli idrogrammi unitari ottenuti con le relative precipitazioni critiche di forma rettangolari.



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO
IA95

LOTTO
03

CODIFICA DOCUMENTO
R 09 RI ID0001 001

REV.
B

FOGLIO
57 DI 73

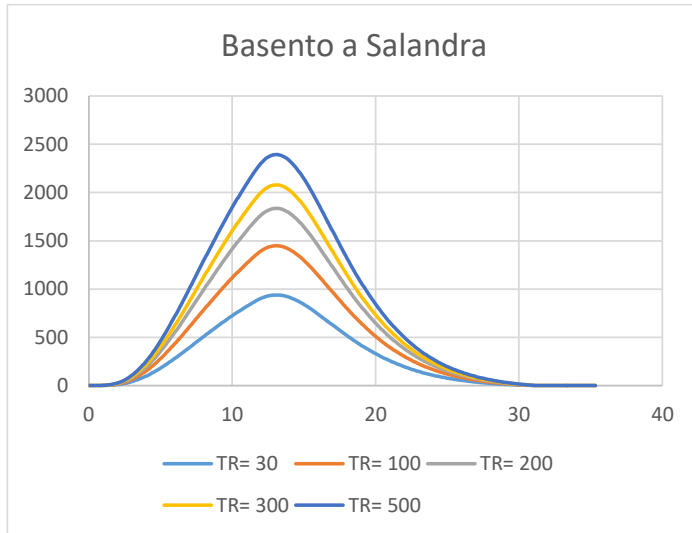


Figura 16 – idrogrammi di piena basento a Salandra

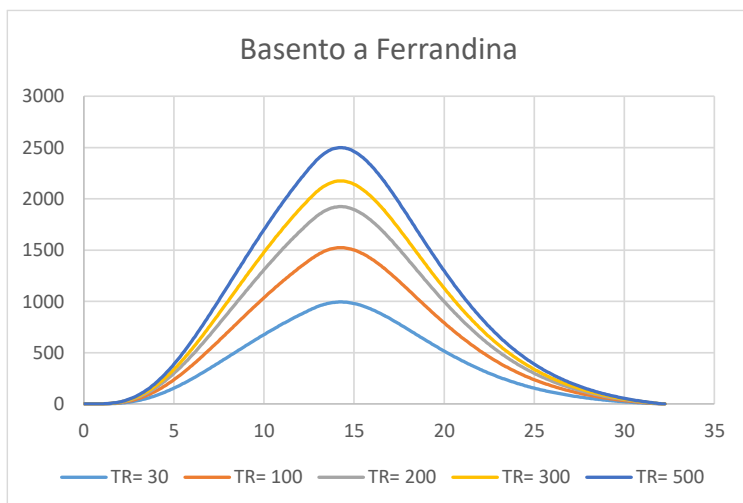


Figura 17 – idrogramma di piena basento a Ferrandina

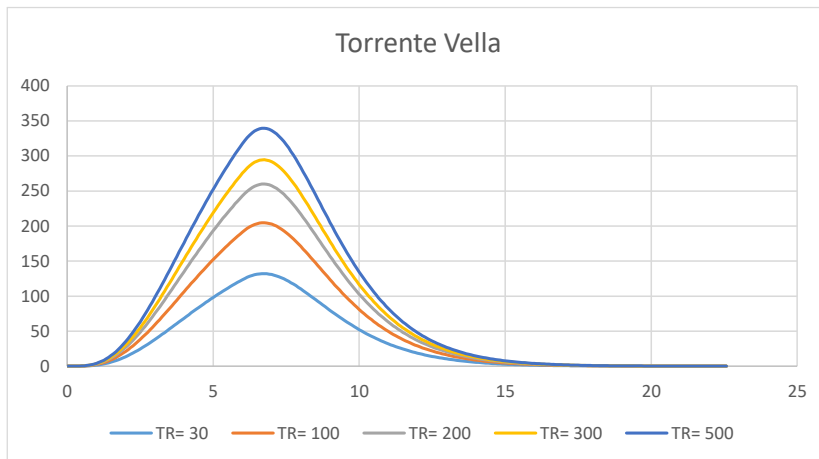


Figura 18 – idrogramma torrente Vella

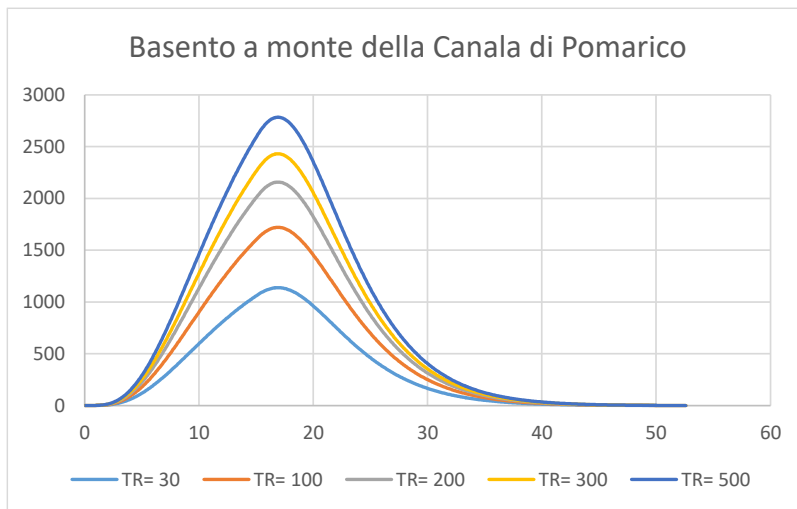


Figura 19 – idrogramma di piena Basento a monte della Canala di Pomarico

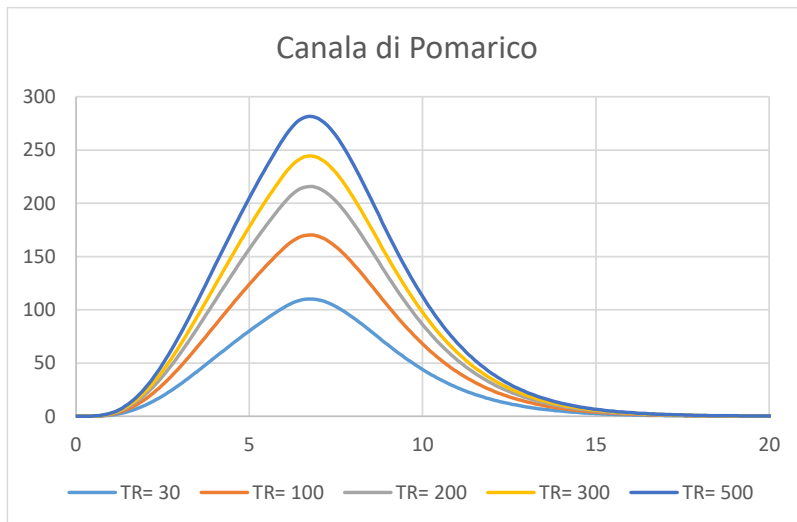


Figura 20 – idrogramma di piena Canala di Pomarico

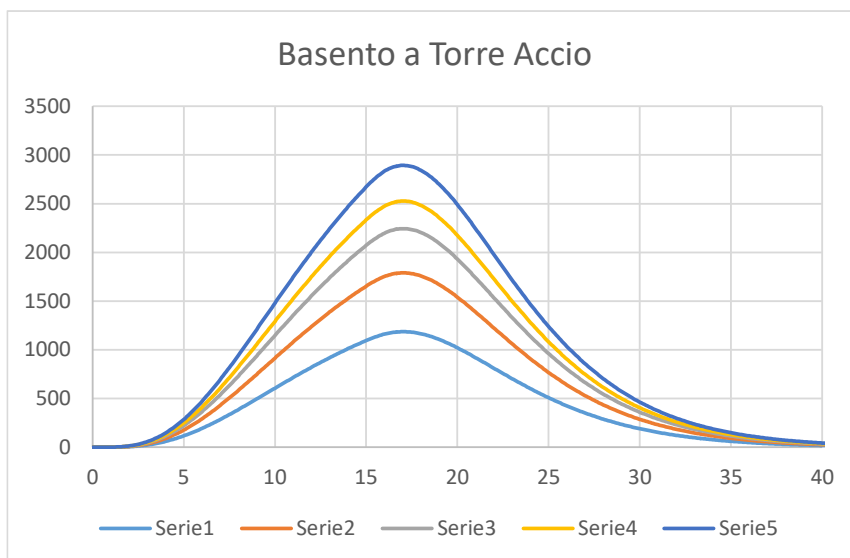



Figura 21 – idrogramma di piena Basento a Torre Accio

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

6.5 EVENTI DI PIENA CON TEMPO DI RITORNO DI 5 ANNI

Al fine di determinare le condizioni idrauliche associate al periodo di realizzazione dell'infrastruttura, si sono determinati gli idrogrammi con tempo di ritorno pari a 5 anni. Dal punto di vista metodologico, si è seguita la medesima impostazione utilizzata per la stima dei tempi di ritorno più elevati, adottando quindi le curve di precipitazione individuate per il tempo di ritorno di 5 anni dalla metodologia VAPI.

I risultati sono forniti nella seguente tabella e rappresentati in figura 23

Sezione di chiusura	altezza pioggia TR 5 anni	portata al colmo TR 5 anni)
		m ³ /s
Basento a Salandra	56.3	428.4
Basento a Ferrandina	58.3	461.2
Basento a monte della confluenza del Vella	59.8	479.5
torrente Vella	51.9	55.5
Basento a monte della confluenza della "canala di Pomarico" (Bernalda)	62.6	543.8
"canala" di Pomarico	53.0	43.0

Tabella 25 – altezza di pioggi e portata al colmo attesa per il tempo di ritorno di 5 anni

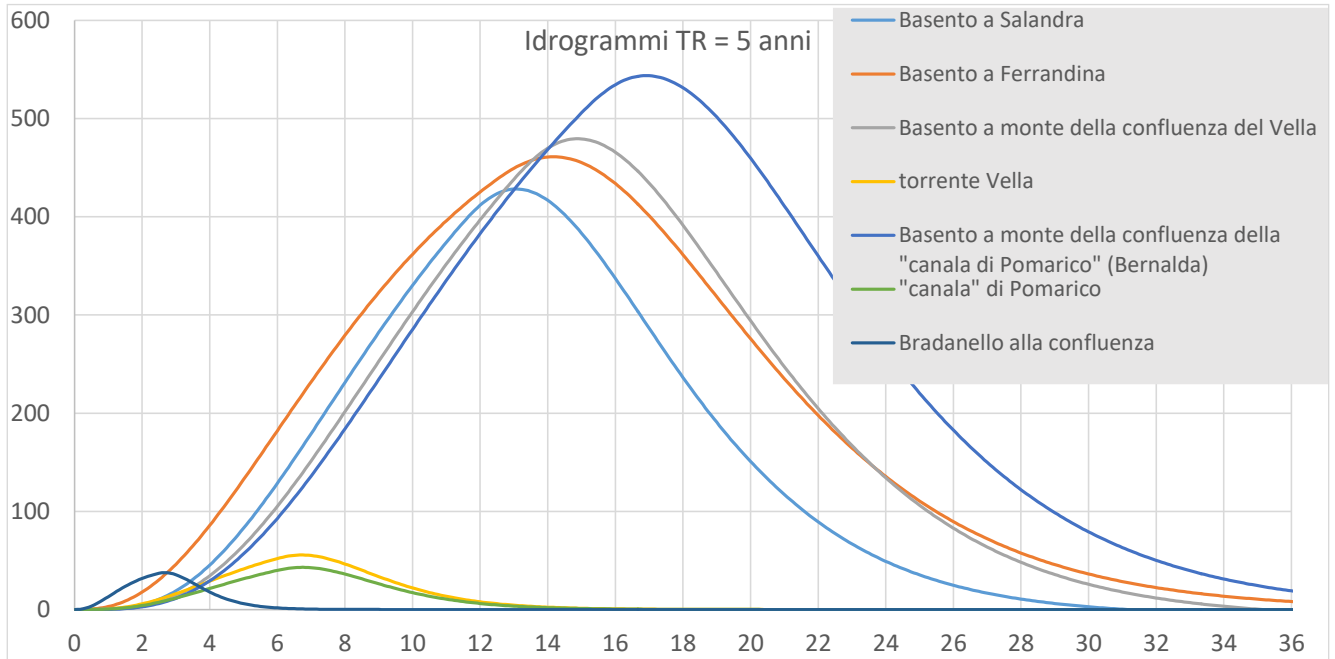



Figura 23 – idrogrammi di piena attesi con tempo di ritorno di 5 anni

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

7 BACINI MINORI

Per quanto riguarda i bacini minori si sono valutate le portate di piena applicando la modellazione afflussi deflussi, già descritta nel precedente capitolo 6.

Per quanto riguarda l'informazione pluviometrica per la stima di piena sono state utilizzate le piogge VAPI Basilicata, procedendo in via cautelativa nell'adozione dei parametri su ciascuna delle tratte di progetto;

7.1 VA.PI. BASILICATA (BACINI MINORI)

PLUVIOMETRIA

Per quanto riguarda le precipitazioni di progetto, si è fatto riferimento alla regionalizzazione VAPI, ed in particolare – su ciascuna tratta – alla cella più cautelativa tra quelle su cui ricade la tratta stessa.

Si sono quindi adottati:

- bacini contrassegnati con A alla cella 122 di figura 7
- bacini contrassegnati con B alla cella 123 di figura 7

derivandone le relative relazioni monomie per ciascun tempo di ritorno.

7.2 TEMPO DI CONCENTRAZIONE


Le curve di possibilità pluviometrica sopra determinate sono state applicate per l'utilizzo nel metodo razionale.

Per quanto concerne il metodo razionale, il tempo di concentrazione (t_c) di ciascun bacino di interesse (di estensione limitata), è stata valutato mediante le seguenti formulazioni:

- Ventura
$$t_c = 0.127 \sqrt{\left(\frac{A}{p}\right)} \quad (h)$$

con A = area (km²), p = pendenza media dell'asta principale;

- Pasini
$$t_c = 0.108 \frac{(AL)^{0.33}}{\sqrt{p}} \quad (h)$$

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B

con A = area (km²), L = lunghezza asta principale (Km), p = pendenza media dell'asta principale;

- Pezzoli $t_c = 0.055 \cdot L / (i_m)^{1/2}$ (h)

L = lunghezza asta principale (Km), i_m = pendenza media dell'asta principale.

- Kirpich $t_c = 0.000325 \cdot L^{0.77} / (p)^{0.385}$ (h)

L = lunghezza asta principale (Km), p = pendenza media dell'asta principale

- Viparelli $t_c = L / 1.5 / 3600$ (h)

L = lunghezza asta principale (Km)

In particolare si sono adottate la seguente regole nella determinazione del tempo di concentrazione:


- 1) Per bacini superiori a 10 km² è stata adottata la formula di Giandotti;
- 2) Per bacini con area inferiore a 0,1 km² è stata adottata la formula di Kirpich, tarata su bacini di limitata estensione (inferiore a 10 ettari);
- 3) Per bacini con area compresa tra 0,1 km² e 10 km² si è adottato di volta in volta il valore minimo derivante dall'applicazione delle espressioni di Viparelli, Pezzoli, Ventura e Pasini
- 4) In ogni caso è stato imposto un limite inferiore pari a 15 minuti per il tempo di concentrazione.

7.3 STIMA DELLA PORTATA

Per quanto riguarda il coefficiente di deflusso, anche in questo caso, è stato applicato il metodo del *Curve Number* (CN), sulla base della copertura del suolo riportata nel Corine Land Cover (CLC) 2018, assumendo in via cautelativa una classe di umidità media (II) e una categoria del suolo D (meno permeabile, o quasi impermeabile).

La sovrapposizione dei bacini individuati con la copertura del suolo è riportata nelle figure 22, 23, 24 e 25.

I valori del CN assegnati per ciascun uso del suolo sono riportati in calce a ciascuna figura. Gli usi del suolo considerati sono: aree urbanizzate (industriali e centri urbani); colture, seminativi, olivicoltura e viticoltura; aree

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

forestate e boscate. Per ciascun bacino il valore assegnato del CN è stato determinato come media pesata dei valori di CN su ciascuna sottozona omogenea.

La pioggia netta è stata calcolata come:

$$P_e = (P - 0.2 \cdot S)^2 / (P + 0.8 \cdot S); S = 254 \cdot (100 / CN - 1).$$

Ed è stata quindi calcolato il coefficiente di deflusso come:

$$\varphi = \frac{P_e}{P}$$

Un valore minimo pari a 0,7 è stato in ogni caso imposto qualora il valore del coefficiente di deflusso equivalente derivante dall'applicazione del CN avesse fornito valori inferiori.

Si è proceduto quindi al calcolo delle portate al colmo tramite l'applicazione del metodo cinematico; in particolare:

$$Q_{\max} = 278 \frac{\varphi \cdot S \cdot h}{\tau_c}$$

in cui Q_{\max} = portata di piena [m³/sec]; φ = coefficiente di deflusso; h = pioggia netta [m]; S = area del bacino [km²]; τ_c = tempo di corrivazione [ore].

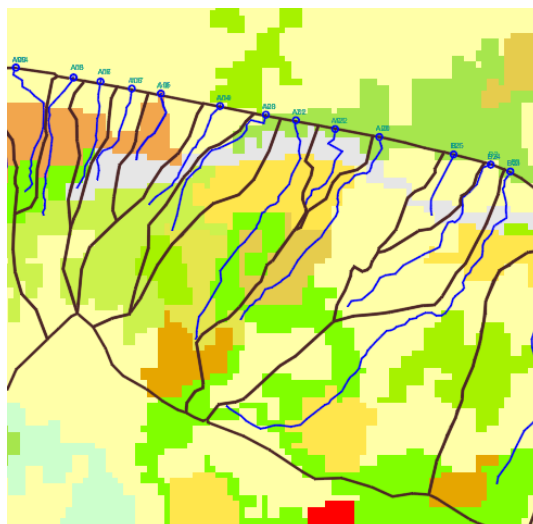










Figura 24 – Sovrapposizione delle corografie bacini con la carta dell'uso del suolo Corine Land Cover 2018

(I)

	CLC 2018	CN	
 Aree industriali	121, 133	98	
 centri urbani (tessuto residenziale)	111, 112	96	
 colture e seminativi non irrigui e irrigui	211, 212	86	
 olivicoltura e viticoltura	221 222 223		
 aree forestate	311, 312		77
 bosco di latifoglie	324		
 macchia meridionale	333		
 vegetazione sparsa			

	Linea Potenza-Metaponto Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
	RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B

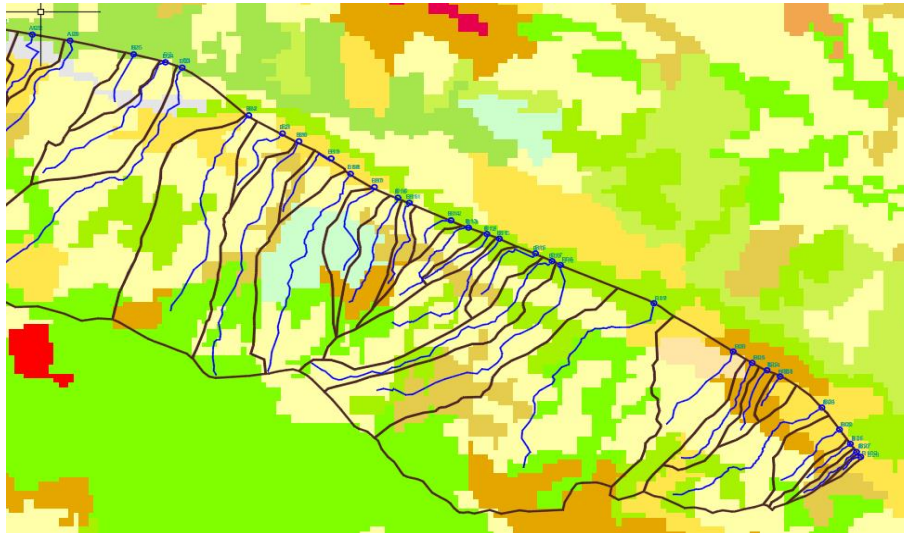










Figura 25 – Sovrapposizione delle corografie bacini con la carta dell’uso del suolo Corine Land Cover 2018 (II)

	CLC 2018	CN
 Aree industriali	121, 133	98
 centri urbani (tessuto residenziale)	111, 112	96
 colture e seminativi non irrigui e irrigui	211, 212	86
 olivicoltura e viticoltura	221 222 223	
 aree forestate	311, 312	77
 bosco di latifoglie	324	
 macchia meridiana vegetazione sparsa	333	

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09	DOCUMENTO RI ID0001 001	REV. B	FOGLIO 67 DI 73

7.4 RISULTATI DEL CALCOLO

7.4.1 STIMA DEL TEMPO DI CONCENTRAZIONE

Sono riportati gli elementi morfometrici di ciascun bacino (area drenata, lunghezza dell'asta principale, quota massima e minima del bacino, stima del tempo di concentrazione attraverso le singole formulazioni di Giandotti, Kirpich, Pezzoli, Ventura, Pasini e Viparelli, e il valore di calcolo e finale adottato

ID	IN	PK	Area drenata	Lungh.	Hmax	Hmin	Giandotti	Kirpich	Pezzoli	Ventura	Pasini	Viparelli	valore di calcolo	valore finale tauc
			[km ²]	[km]	[m]	[m]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
A18	IN19	8+098	0.45	0.73	400	273	0.42	0.08	0.09	0.17	0.14	0.14	0.09	0.25
A19	IN20	8+666	0.81	1.177	587	364	0.45	0.11	0.14	0.21	0.19	0.22	0.14	0.25
A20	IN21	9+100	0.64	1.58	524	332	0.5	0.16	0.24	0.24	0.24	0.3	0.24	0.25
A21	IN22	9+385	2.07	2.407	585	362	0.78	0.25	0.42	0.49	0.48	0.46	0.42	0.42
A22	IN23	9+765	0.28	0.961	310	224	0.48	0.12	0.17	0.18	0.18	0.18	0.17	0.25
A23	IN24	10+181	2.08	2.316	582	360	0.78	0.24	0.4	0.48	0.46	0.44	0.4	0.4

ID	IN	PK	Area drenata	Lungh.	Hmax	Hmin	Giandotti	Kirpich	Pezzoli	Ventura	Pasini	Viparelli	valore di calcolo	valore finale tauc
			[km ²]	[km]	[m]	[m]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
B1	IN25	10+900	0.33	0.62	170	150	0.9	0.13	0.18	0.33	0.28	0.12	0.12	0.25
B2	IN26	11+262	0.86	2.074	400	267	0.74	0.26	0.43	0.38	0.41	0.4	0.38	0.38



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA95 03 R 09 RI ID0001 001 B 68 DI 73

ID	IN	PK	Area drenata	Lungh.	Hmax	Hmin	Giandotti	Kirpich	Pezzoli	Ventura	Pasini	Viparelli	valore di calcolo	valore finale tauc
			[km ²]	[km]	[m]	[m]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]	[h]
B3	IN26	11+450	3.52	4.167	570	352	1.16	0.47	0.97	0.85	0.91	0.79	0.79	0.79
B4	IN27	12+369	2.3	2.974	550	339	0.9	0.33	0.59	0.59	0.6	0.57	0.57	0.57
B5	IN28	12+808	0.26	0.94	280	203	0.49	0.13	0.17	0.18	0.18	0.18	0.17	0.25
B6	IN28	13+016	1.39	3.133	560	341	0.79	0.34	0.63	0.46	0.52	0.6	0.46	0.46
B7	IN29	13+430	0.25	0.969	260	188	0.51	0.13	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.25
B8	IN30	13+713	1.6	2.74	544	332	0.79	0.3	0.52	0.47	0.5	0.52	0.47	0.47
B9	IN31	14+021	0.43	1.232	500	309	0.4	0.12	0.17	0.17	0.17	0.23	0.17	0.25
B10	IN32	14+327	0.56	1.419	500	308	0.46	0.14	0.2	0.21	0.21	0.27	0.2	0.25
B11	IN33	14+436	0.19	1.12	420	268	0.35	0.12	0.16	0.12	0.14	0.21	0.12	0.25
B12	IN34	14+944	0.16	0.461	275	193	0.32	0.05	0.06	0.1	0.08	0.09	0.06	0.25
B13	IN35	15+164	0.36	1.259	460	287	0.41	0.13	0.18	0.17	0.18	0.24	0.17	0.25
B14	IN36	15+363	0.15	0.923	275	194	0.4	0.12	0.16	0.13	0.15	0.18	0.13	0.25
B15	IN37	15+515	1	1.806	547	331	0.57	0.18	0.28	0.3	0.3	0.34	0.28	0.28
B16	IN38	15+948	0.28	0.959	280	195	0.48	0.13	0.17	0.18	0.18	0.18	0.17	0.25
B17	IN39	16+150	0.74	3.374	550	328	0.71	0.37	0.7	0.35	0.45	0.64	0.35	0.35
B18	IN40	16+285	1.73	2.998	540	323	0.83	0.32	0.59	0.5	0.54	0.57	0.5	0.5
B19	IN41	17+377	4.83	2.938	475	289	1.21	0.34	0.62	0.9	0.82	0.56	0.56	0.56
B20	IN42	18+421	1.22	1.191	510	303	0.54	0.11	0.15	0.27	0.23	0.23	0.15	0.25
B21	IN43	18+670	0.35	1.503	405	249	0.46	0.17	0.25	0.19	0.21	0.29	0.19	0.25
B22	IN44	18+850	0.36	0.802	250	171	0.51	0.1	0.14	0.2	0.18	0.15	0.14	0.25
B23	IN45	19+022	0.13	0.413	225	158	0.31	0.05	0.05	0.09	0.08	0.08	0.05	0.25
B24	IN46	19+612	1.09	2.17	490	289	0.66	0.23	0.38	0.35	0.37	0.41	0.35	0.35
B25	IN47	19+945	0.4	0.932	375	230	0.41	0.1	0.13	0.17	0.15	0.18	0.13	0.25
B26	IN48	20+148	0.13	0.641	235	164	0.36	0.08	0.1	0.11	0.11	0.12	0.1	0.25
B27	IN49	20+267	0.08	0.795	280	186	0.3	0.1	0.12	0.08	0.1	0.15	0.1	0.25



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B	FOGLIO 69 DI 73
------------------	-------------	---------------------	-------------------------	-----------	--------------------

7.4.2 STIMA DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Sono riportati i valori della cella VAPI di riferimento, il valore del CN e della capacità di campo S, l'altezza e l'intensità lorde in corrispondenza del tempo di concentrazione, l'altezza di pioggia netta e il coefficiente di deflusso equivalente.

ID	IN	PK	CN	S	cella VAPI piogge	h lorda 100	h lorda 200	i lorda 100	i lorda 200	h netta CN, 100	h netta CN, 200	h netta CN, 300	fi eq. CN 100	fi eq. CN 200
			[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm/h]	[mm/h]	[mm]	[mm]	[mm]		
A18	IN19	8+098	86	41	122	35	41	139	162	14	19	21	0.42	0.46
A19	IN20	8+666	80.3	62	122	35	41	139	162	11	14	16	0.31	0.35
A20	IN21	9+100	82.6	53	122	35	41	139	162	12	16	18	0.35	0.39
A21	IN22	9+385	86	41	122	42	50	101	118	20	25	29	0.47	0.51
A22	IN23	9+765	77.5	74	122	35	41	139	162	9	12	14	0.26	0.3
A23	IN24	10+181	84	48	122	44	52	112	130	19	25	28	0.44	0.48

ID	IN	PK	CN	S	cella VAPI piogge	h lorda 100	h lorda 200	i lorda 100	i lorda 200	h netta CN, 100	h netta CN, 200	h netta CN, 300	fi eq. CN 100	fi eq. CN 200
			[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm/h]	[mm/h]	[mm]	[mm]	[mm]		
B1	IN25	10+900	86	41	123	37	43	148	173	16	21	23	0.43	0.48
B2	IN26	11+262	86	41	123	43	51	115	135	21	26	30	0.48	0.52
B3	IN26	11+450	83.2	51	123	58	68	73	85	29	36	41	0.49	0.54
B4	IN27	12+369	84.7	46	123	51	59	90	105	25	32	36	0.49	0.53
B5	IN28	12+808	86	41	123	37	43	148	173	16	21	23	0.43	0.48
B6	IN28	13+016	83.8	49	123	47	55	102	119	21	27	31	0.45	0.49



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA95 03 R 09 RI ID0001 001 B 70 DI 73

ID	IN	PK	CN	S	cella VAPI piogge	h lorda 100	h lorda 200	i lorda 100	i lorda 200	h netta CN, 100	h netta CN, 200	h netta CN, 300	fi eq. CN 100	fi eq. CN 200
			[mm]	[mm]		[mm]	[mm]	[mm/h]	[mm/h]	[mm]	[mm]	[mm]		
B7	IN29	13+430	86	41	123	37	43	148	173	16	21	23	0.43	0.48
B8	IN30	13+713	84.5	46	123	47	55	101	118	22	28	32	0.47	0.51
B9	IN31	14+021	85.6	43	123	37	43	148	173	16	20	23	0.42	0.47
B10	IN32	14+327	85.1	44	123	37	43	148	173	15	20	23	0.41	0.46
B11	IN33	14+436	84.5	47	123	37	43	148	173	15	19	22	0.4	0.44
B12	IN34	14+944	84.4	47	123	37	43	148	173	15	19	22	0.4	0.44
B13	IN35	15+164	84.9	45	123	37	43	148	173	15	20	22	0.41	0.45
B14	IN36	15+363	84.3	47	123	37	43	148	173	15	19	22	0.4	0.44
B15	IN37	15+515	84.1	48	123	39	45	139	163	16	20	23	0.4	0.45
B16	IN38	15+948	83.2	51	123	37	43	148	173	14	18	21	0.37	0.42
B17	IN39	16+150	84.2	48	123	42	49	121	142	18	23	26	0.43	0.47
B18	IN40	16+285	83.4	51	123	49	57	96	113	22	28	32	0.45	0.49
B19	IN41	17+377	83.8	49	123	51	59	90	106	24	30	35	0.47	0.51
B20	IN42	18+421	84.5	47	123	37	43	148	173	15	19	22	0.4	0.44
B21	IN43	18+670	86	41	123	37	43	148	173	16	21	23	0.43	0.48
B22	IN44	18+850	86	41	123	37	43	148	173	16	21	23	0.43	0.48
B23	IN45	19+022	86	41	123	37	43	148	173	16	21	23	0.43	0.48
B24	IN46	19+612	83.7	49	123	42	50	120	140	18	23	26	0.42	0.46
B25	IN47	19+945	85.4	43	123	37	43	148	173	16	20	23	0.42	0.46
B26	IN48	20+148	84.8	46	123	37	43	148	173	15	19	22	0.41	0.45
B27	IN49	20+267	84.5	47	123	37	43	148	173	15	19	22	0.4	0.44



Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA95 03 R 09 RI ID0001 001 B 71 DI 73

7.4.3 STIMA DELLA PORTATA DI PIENA

Sono riportati i valori dei coefficienti di deflusso effettivamente adottati imponendo il valore minimo di 0,7; le portate stimate per tempi di ritorno di 100, 200 e 300 anni e i relativi coefficienti udometrici risultanti.

ID	IN	PK	cx di deflusso effettivo TR =100	cx di deflusso effettivo TR =200	cx di deflusso effettivo TR =300	Q 100	Q 200	Q 300	u _{dom} 100	u _{dom} 200	u _{dom} 300
			[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s/k m ²]	[m ³ /s/k m ²]	[m ³ /s/k m ²]
A18	IN19	8+098	0.7	0.7	0.7	12.1	14.1	15.3	27	31.6	34.4
A19	IN20	8+666	0.7	0.7	0.7	22	25.7	27.9	27	31.6	34.4
A20	IN21	9+100	0.7	0.7	0.7	17.2	20.1	21.9	27	31.6	34.4
A21	IN22	9+385	0.7	0.7	0.7	40.7	47.5	51.7	19.7	23	25
A22	IN23	9+765	0.7	0.7	0.7	7.7	9	9.8	27	31.6	34.4
A23	IN24	10+181	0.7	0.7	0.7	45.1	52.7	57.4	21.7	25.4	27.6

ID	IN	PK	cx di deflusso effettivo TR =100	cx di deflusso effettivo TR =200	cx di deflusso effettivo TR =300	Q 100	Q 200	Q 300	u _{dom} 100	u _{dom} 200	u _{dom} 300
			[-]	[-]	[-]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s]	[m ³ /s/km ²]	[m ³ /s/km ²]	[m ³ /s/km ²]
B1	IN25	10+900	0.7	0.7	0.7	9.5	11.1	12.1	28.8	33.7	36.7
B2	IN26	11+262	0.7	0.7	0.7	19.2	22.5	24.5	22.4	26.2	28.5
B3	IN26	11+450	0.7	0.7	0.7	50	58.4	63.6	14.2	16.6	18
B4	IN27	12+369	0.7	0.7	0.7	40.1	46.9	51	17.5	20.4	22.2
B5	IN28	12+808	0.7	0.7	0.7	7.4	8.7	9.5	28.8	33.7	36.7
B6	IN28	13+016	0.7	0.7	0.7	27.5	32.1	35	19.8	23.2	25.2
B7	IN29	13+430	0.7	0.7	0.7	7.1	8.4	9.1	28.8	33.7	36.7




Linea Potenza-Metaponto

Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda

RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE

PROGETTO LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IA95 03 R 09 RI ID0001 001 B 72 DI 73

B8	IN30	13+713	0.7	0.7	0.7	31.4	36.7	40	19.6	22.9	24.9
B9	IN31	14+021	0.7	0.7	0.7	12.3	14.4	15.6	28.8	33.7	36.7
B10	IN32	14+327	0.7	0.7	0.7	16.2	19	20.6	28.8	33.7	36.7
B11	IN33	14+436	0.7	0.7	0.7	5.5	6.4	7	28.8	33.7	36.7
B12	IN34	14+944	0.7	0.7	0.7	4.7	5.4	5.9	28.8	33.7	36.7
B13	IN35	15+164	0.7	0.7	0.7	10.4	12.2	13.3	28.8	33.7	36.7
B14	IN36	15+363	0.7	0.7	0.7	4.2	4.9	5.3	28.8	33.7	36.7
B15	IN37	15+515	0.7	0.7	0.7	27	31.6	34.4	27.1	31.7	34.5
B16	IN38	15+948	0.7	0.7	0.7	8	9.4	10.2	28.8	33.7	36.7
B17	IN39	16+150	0.7	0.7	0.7	17.5	20.5	22.3	23.6	27.6	30
B18	IN40	16+285	0.7	0.7	0.7	32.4	37.9	41.2	18.8	21.9	23.9
B19	IN41	17+377	0.7	0.7	0.7	84.9	99.2	108	17.6	20.6	22.4
B20	IN42	18+421	0.7	0.7	0.7	35.2	41.1	44.8	28.8	33.7	36.7
B21	IN43	18+670	0.7	0.7	0.7	10	11.7	12.7	28.8	33.7	36.7
B22	IN44	18+850	0.7	0.7	0.7	10.3	12.1	13.1	28.8	33.7	36.7
B23	IN45	19+022	0.7	0.7	0.7	3.7	4.4	4.8	28.8	33.7	36.7
B24	IN46	19+612	0.7	0.7	0.7	25.4	29.6	32.2	23.3	27.2	29.6
B25	IN47	19+945	0.7	0.7	0.7	11.5	13.4	14.6	28.8	33.7	36.7
B26	IN48	20+148	0.7	0.7	0.7	3.9	4.5	4.9	28.8	33.7	36.7
B27	IN49	20+267	0.7	0.7	0.7	2.2	2.5	2.8	28.8	33.7	36.7

	Linea Potenza-Metaponto					
	Interventi di velocizzazione tratta Grassano-Bernalda					
RELAZIONE IDROLOGICA GENERALE	PROGETTO IA95	LOTTO 03	CODIFICA R 09 RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. B	FOGLIO 73 DI 73

BIBLIOGRAFIA

AA. VV. *Manuale di Ingegneria Civile e Ambientale*, Zanichelli ESAC, Bologna, 2003.

Caivano A. M., *Rischio idraulico e idrogeologico*, EPC Libri, 2003.

Calomino e Veltri (a cura di), *Orientamenti attuali di idrologia urbana*, Bios, Cosenza, 1988.

DM 2018 - Norme Tecniche sulle Costruzioni e relativa circolare esplicativa n.7/2019.

Ghetti A., *Idraulica*, Edizioni Libreria Cortina, Padova, 1996.

Maione U., *Appunti di idrologia 3. Le piene fluviali*, La Goliardica Pavese, 1977.

Manuale di Progettazione RFI, Sezione Corpo Stradale, 2019.

Ministero LL.PP., *Dati caratteristici dei corsi d'acqua italiani*, Pubblicazione n°17, Roma, 1980.

Penta A., Rossi F., Silvani G., Veltri M., Versace P., *Un modello stocastico per l'analisi delle massime piogge giornaliere in presenza di grandi nubifragi*, Atti XVII Convegno di Idraulica e Costruzioni Idrauliche, Palermo, 1980.

Penta A., Silvani G., Versace P., *Analisi regionale dei massimi annuali delle portate al colmo di piena, Incontro di studio su: Estremi ideologici e modelli di previsione*, Perugina, 1978.

Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (P.S.D.R.I.) – Relazione, Autorità interregionale di Bacino della Basilicata, giugno 2006.

Piano Stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (P.S.D.R.I.) – Norme di Attuazione, Autorità interregionale di Bacino della Basilicata, giugno 2006.

Piano di Gestione del Rischio Alluvioni della Regione Basilicata (PGRA) – Autorità del Distretto idrografico dell'Appennino Meridionale (2015).

Rossi F., Fiorentino M., Versace P., *Two component extreme value distribution for Flood Frequency Analysis*, Water Resources Research, Vol. 20, N.7, 1984.

Surendra, K. M., Vijay., P. S. *Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology*.Springer, pp. 84-146, 2003.

Sintesi del rapporto regionale Basilicata, GNDCI Linea 1 (Gruppo Nazionale per la difesa delle catastrofi idrogeologiche), Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia.

Viparelli C., *Ricostruzione dell'idrogramma di piena*, L'Energia Elettrica, 6, 421-428, 1963.