

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO CON POTENZA DI 72,00 MW RICADENTE NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI ALTAMURA (BA) IN LOCALITA' "LAMA DI NEBBIA"



Tecnico

ing. Danilo Pomponio

Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Collaborazioni

ing. Milena Miglionico
ing. Tommaso Mancini
ing. Giulia Carella
ing. Margherita Debernardis
ing. Nunzia Zecchillo
ing. Marco D'Arcangelo
ing. Martino Lapenna
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
V21		RELAZIONE IDROLOGICA	20123	D		
			CODICE ELABORATO			
			DC20123D-V21			
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA		
01			-	-		
			NOME FILE	PAGINE		
			DC20123D-V21 rev.01.doc	18 + copertina		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	26/02/21	Emissione	Pierr	Miglionico	Pomponio	
01	26/08/22	Revisione ubicazione Stazione Elettrica Terna	Debernardis	Miglionico	Pomponio	
02						
03						
04						
05						
06						

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	3
4. AMBITO TERRITORIALE DI APPLICAZIONE DEL PAI BASILICATA.....	5
5. ANALISI PLUVIOMETRICA	7
6. STUDIO IDROLOGICO	10
7. CONCLUSIONI	18



1. PREMESSA

La presente Relazione Idrologica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **Wpd Altilia S.r.l.**, con sede legale in Corso d'Italia n. 83, Roma.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6,0 MW per una potenza complessiva di 72,00 MW, da realizzarsi nel territorio comunale di Altamura in Provincia di Bari, in cui ricadono gli aerogeneratori e l'elettrodotto, e le opere di connessione alla RTN.

Lo studio idrologico ed idraulico, redatto in conformità ai criteri dettati dall'Autorità di Bacino della Regione Basilicata, è finalizzato alla verifica della sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica delle opere da realizzare, considerando una portata di piena avente periodo di ritorno pari a 200 anni, ai sensi dell'art. 4 quater delle N.T.A. del P.A.I. della Regione Basilicata.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano Stralcio per la Difesa dal Rischio Idrogeologico della Basilicata, di seguito denominato PAI (Piano di Assetto Idrogeologico), redatto ai sensi dell'art. 65 del D.lgs. 152/2006, ha valore di Piano Territoriale di Settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti la difesa dal rischio idraulico e idrogeologico del territorio compreso nell'Autorità di Bacino della Basilicata.

Le finalità del P.A.I. sono quelle di perimetrare le aree a rischio idraulico e idrogeologico per l'incolumità delle persone, per i danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, per l'interruzione di funzionalità delle strutture socioeconomiche e per i danni al patrimonio ambientale e culturale, nonché gli interventi prioritari da realizzare e le norme di attuazione relative alle suddette aree. A tal fine all'art. 7 il P.A.I., disciplina le:

- Le fasce di pertinenza dei corsi d'acqua;
- Le fasce di pericolosità idraulica molto elevata corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 30 anni;
- Le fasce di pericolosità idraulica elevata corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 200 anni;
- Le fasce di pericolosità idraulica moderata corrispondente a piene con tempi di ritorno fino a 500 anni.

Agli effetti del P.A.I., infatti, si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il parco eolico, denominato "WF Altamura", si estende nel territorio comunale di Altamura (BA) ed è costituito da 12 aerogeneratori del tipo Siemens Gamesa SG 6.0 -170, ciascuno della potenza di 6,0 MW per una potenza complessiva nominale di 72,00 MW, con opere di connessione alla RTN ricadenti sempre nel comune di Altamura.

L'area interessata dal parco eolico di progetto si sviluppa in località "Lama di Nebbia" a sud-ovest dell'abitato di Altamura, ad una distanza dal centro abitato di circa 4,30 km.

Il parco eolico interessa una superficie di circa 450 ettari, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto. L'area di progetto, intesa come quella occupata dai 12 aerogeneratori, con annesse piazzole, relativi cavidotti di interconnessione interna ed esterna interessa il territorio comunale di Altamura censito al NCT ai fogli di mappa nn. 236, 238, 256, 258, 259, 260, 260, e 280.

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa, in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate (UTM84 fuso 33N) e le particelle catastali, con riferimento al Catasto dei Terreni del Comune di Altamura.

Tabella dati geografici e catastali degli aerogeneratori:

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33N - WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio n.	part. n.
01	40° 46' 33.7309"	16° 31' 34.6390"	4515016	628799	Altamura	236	446/300
02	40° 46' 14.2361"	16° 31' 30.0979"	4514413	628703	Altamura	236	137
03	40° 45' 56.1586"	16° 31' 4.1358"	4513845	628104	Altamura	256	125/50
04	40° 45' 38.7083"	16° 30' 52.0528"	4513302	627830	Altamura	256	79
05	40° 45' 13.4433"	16° 30' 52.2469"	4512523	627848	Altamura	258	2
06	40° 45' 16.4986"	16° 31' 16.3683"	4512627	628412	Altamura	259	52
07	40° 45' 30.3883"	16° 31' 27.9013"	4513060	628675	Altamura	259	172
08	40° 45' 44.9397"	16° 31' 45.7632"	4513516	629086	Altamura	260	249
09	40° 46' 6.0786"	16° 32' 0.7930"	4514174	629427	Altamura	238	69
10	40° 44' 43.0468"	16° 31' 49.5468"	4511609	629208	Altamura	280	217
11	40° 45' 6.4927"	16° 31' 54.4767"	4512334	629311	Altamura	260	192-562
12	40° 45' 26.9900"	16° 32' 18.7018"	4512976	629868	Altamura	260	201

Nella seguente immagine, si riporta uno stralcio aerofotogrammetrico dell'area del parco eolico oggetto del presente studio.

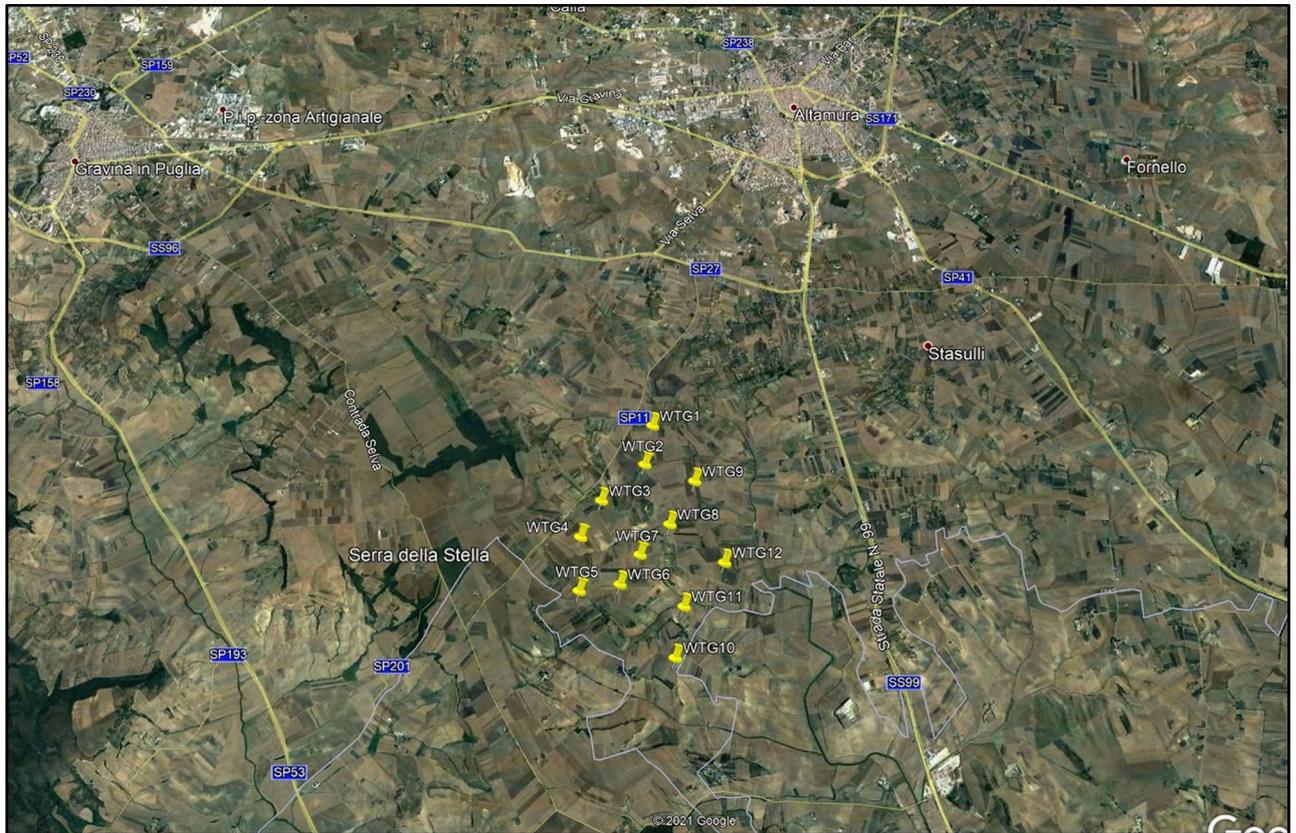


Figura 1 - Inquadramento WF Altamura (Google Earth)



4. AMBITO TERRITORIALE DI APPLICAZIONE DEL PAI BASILICATA

Il territorio di competenza dell’Autorità di Bacino della Basilicata comprende i bacini idrografici interregionali dei fiumi Bradano, Basento, Cavone, Agri, Sinni e Noce, per una estensione complessiva di 8.830 kmq, dei quali circa 7.700 kmq ricadenti nella regione Basilicata e i restanti nelle regioni Puglia e Calabria.

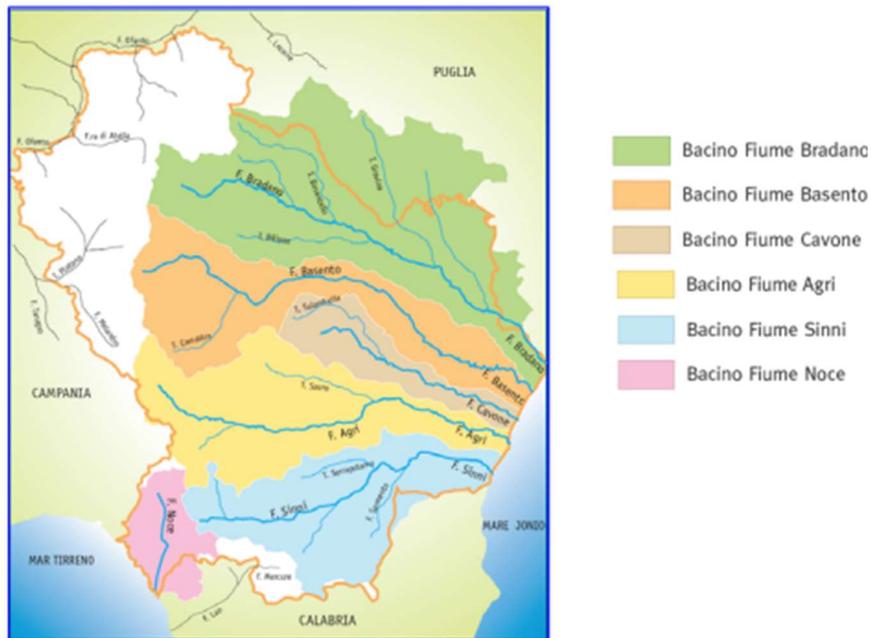


Figura 2 - Territorio di competenza dell’AdB Basilicata

Dal punto di visto idrogeologico, il parco eolico di Altamura ricade all’interno del bacino idrografico del Fiume Bradano, terzo della regione per lunghezza con 120 km di corso dopo il Basento e l’Agri, ma il primo per ampiezza del suo bacino idrografico.

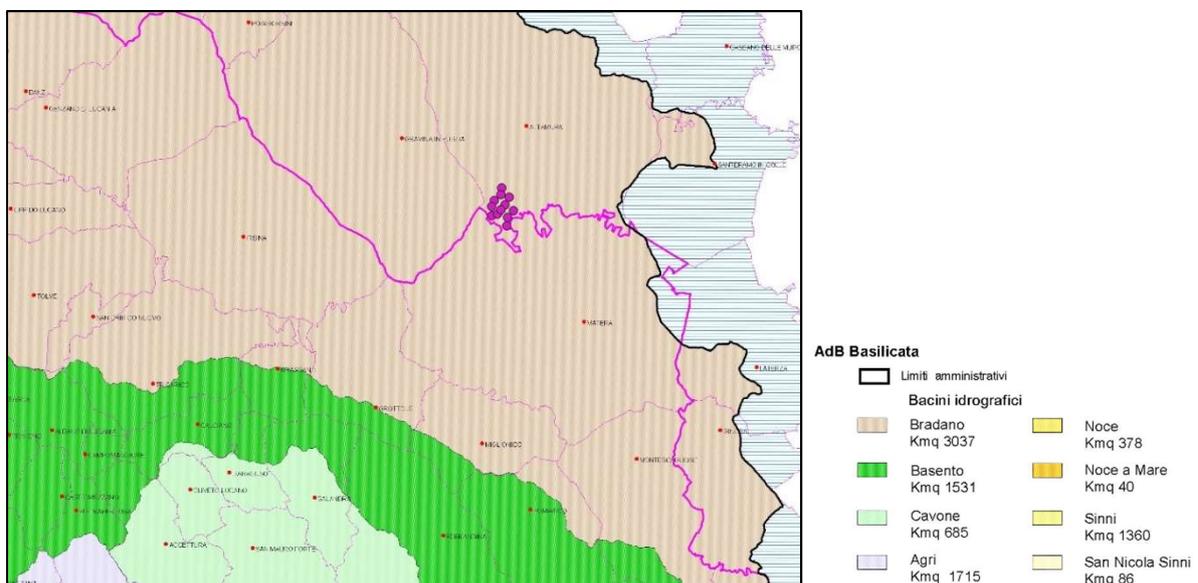


Figura 3 - Bacini di competenza dell'AdB Basilicata con indicazione dell'area di intervento

Secondo le perimetrazioni del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Basilicata, gli aerogeneratori di progetto risultano essere tutti esterni alle aree a pericolosità da frana e alle aree a pericolosità idraulica molto elevata (fasce con $Tr=30$ anni), elevata (fasce con $Tr=200$ anni) e moderata (fasce con $Tr=500$ anni).



Figura 4 - Perimetrazioni P.A.I. Basilicata (scala 1:20.000)

Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, risulta una parziale interferenza dell'impianto eolico con una fitta rete di corsi d'acqua secondari, tutti affluenti del Torrente Vallone Saglioccia (Gravina di Matera), classificato come Bene Paesaggistico tutelato dal P.P.T.R. della Puglia "Fiumi, torrenti e corsi d'acqua iscritti negli elenchi delle acque pubbliche".

Ai sensi dell'art. 4 quater delle N.T.A. del P.A.I. della Regione Basilicata, data la vicinanza delle opere a farsi con le aree limitrofe ai corsi d'acqua, si rende necessaria la *verifica di compatibilità idrologica ed idraulica*, al fine di perimetrare le aree allagabili con tempo di ritorno pari a 200 anni e di verificare le condizioni di sicurezza idraulica.

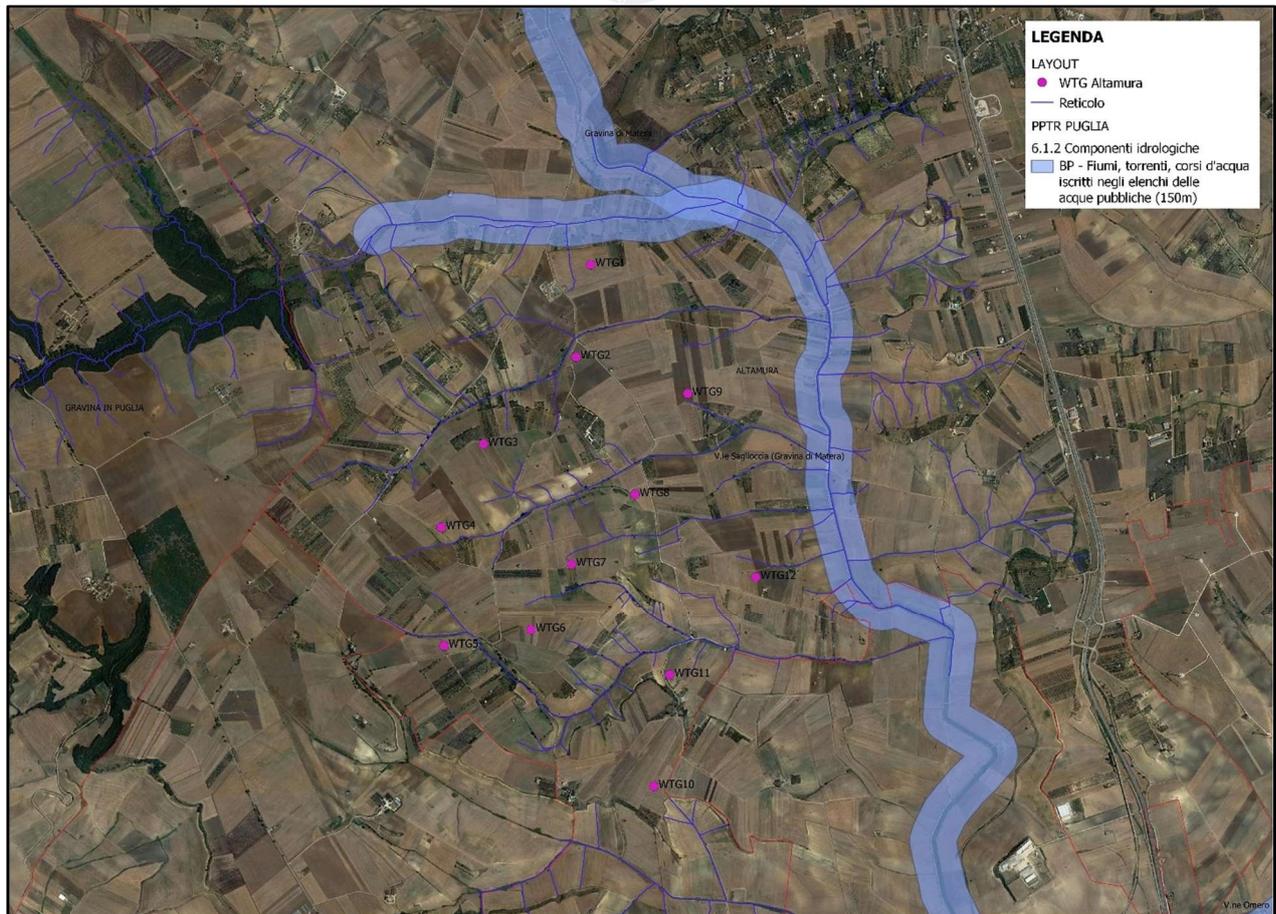


Figura 5 - Reticolo idrografico e acque pubbliche nell'area di progetto (scala 1:20.000)

5. ANALISI PLUVIOMETRICA

L'analisi pluviometrica consiste nella determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (C.P.P.) per diversi tempi di ritorno, curve che esprimono la relazione tra le altezze di precipitazione e la durata dell'evento meteorico ed è del tipo: $h = a \cdot t^n$.

L'ubicazione delle stazioni pluviometriche all'interno del territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Basilicata è mostrata nella figura seguente.

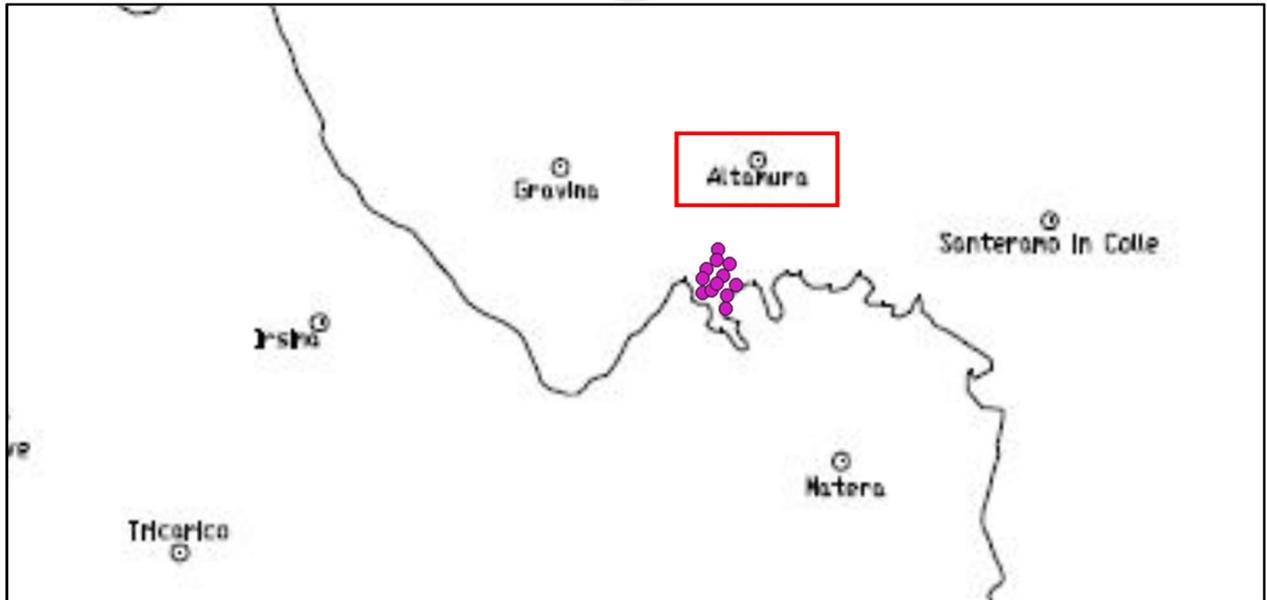
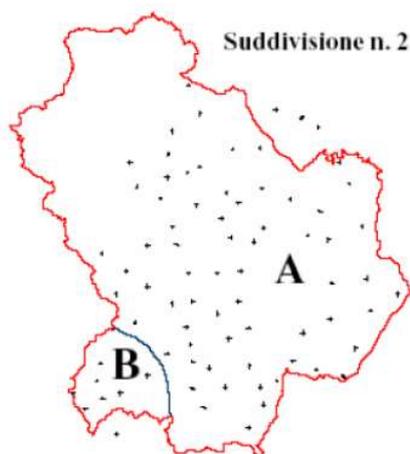


Figura 6 – Ubicazione stazioni pluviometriche dell'AdB Basilicata

La suddivisione della regione in zone e sottozone omogenee è stata effettuata in base all'analisi delle massime precipitazioni giornaliere. I dati pluviometrici utilizzati sono relativi a 55 stazioni pluviografiche con almeno 15 anni di funzionamento.

La procedura prevede che si ricerchino zone pluviometriche omogenee, entro le quali possano ritenersi costanti i valori dei parametri θ^* e Λ^* . Questi parametri non possono essere stimati da un numero ristretto di serie di dati, per cui l'analisi parte dalla possibilità di considerare le 55 stazioni come appartenenti a due zone omogenee al I livello di regionalizzazione.

Si riportano i valori di K_T ottenuti per le due zone omogenee denominate rispettivamente A e B.



TR (anni)	5	10	25	30	50	100	200	500
K(T) Zona A	1.25	1.49	1.83	1.89	2.14	2.49	2.91	3.50
K(T) Zona B	1.10	1.20	1.34	1.36	1.46	1.61	1.78	2.02

Figura 7 - Aree omogenee e parametri al I livello di regionalizzazione per il calcolo della CPP

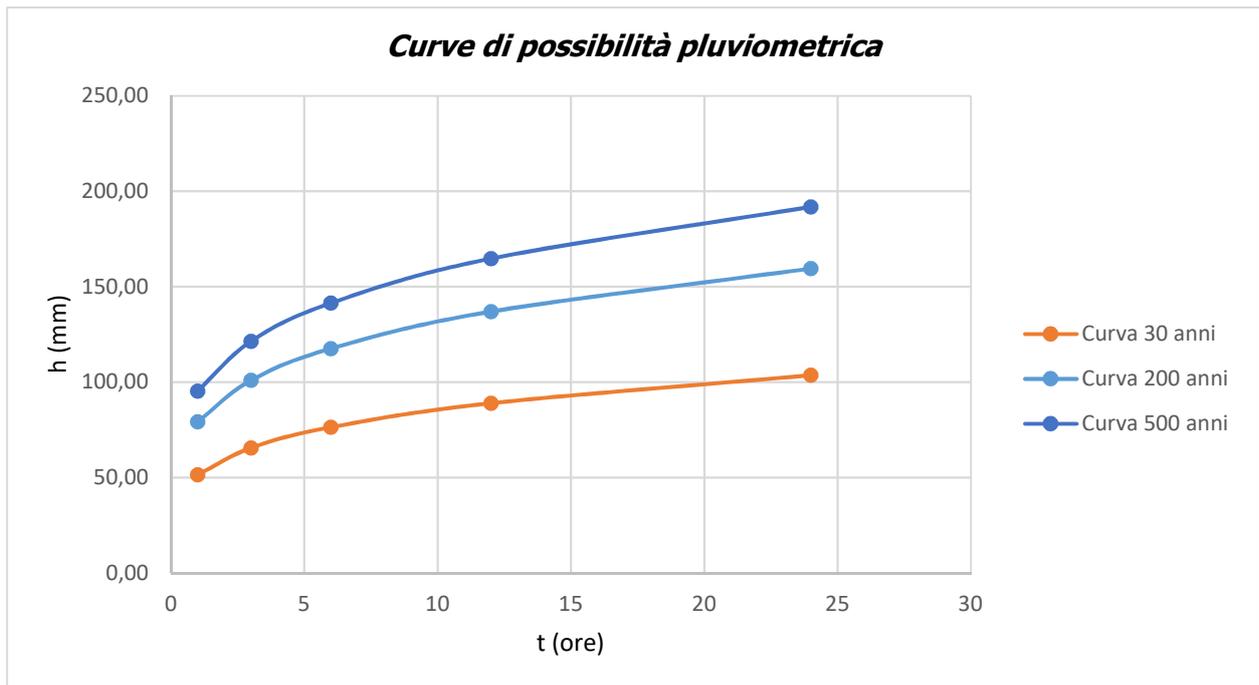
Le curve di possibilità climatica sono state definite utilizzando l'approccio del VaPi Basilicata, attraverso le stime puntuali dei parametri a ed n riferiti alle varie stazioni pluviometriche regionali. Nel caso specifico, per ottenere i parametri a ed n per la costruzione delle curve di possibilità climatica, è stata utilizzata la stazione di "Altamura" in Puglia, in quanto più prossima all'intervento in oggetto. La C.P.P., quindi, è la seguente: $h \text{ (mm)} = 27.25 * t^{0.22}$.

Stazione	a	n	Stazione	a	n
Acerenza	19.96	0.31	Monticchio Bagni	23.77	0.32
Altamura	27.25	0.22	Muro Lucano	22.91	0.32
Anzi	19.20	0.29	Nova Siri Scalo	32.40	0.31
Atella	24.06	0.24	Oriolo	29.14	0.38
Calitri	24.48	0.25	Palazzo San Gervasio	20.88	0.29
Castel Lagopesole	23.70	0.29	Pescopagano	24.59	0.35
Castelsaraceno	22.06	0.44	Picerno	20.97	0.26
Cogliandrino	24.68	0.42	Policoro	24.69	0.33
Diga Rendina	22.49	0.23	Potenza	22.51	0.28
Ferrandina	22.62	0.30	Recoleta	20.87	0.35
Forenza	26.29	0.23	Ripacandida	26.30	0.22
Ginosa	30.27	0.26	Rocchetta S. Antonio	26.13	0.22
Gravina in Puglia	34.16	0.19	Rocchetta S. A. scalo	25.58	0.22
Irsina	23.06	0.27	S. Arcangelo	20.50	0.33
Isca di Tramutola	18.99	0.36	S. Chirico Raparo	16.52	0.43
Lacedonia	26.23	0.26	S. Fele	22.42	0.30
Lagonegro	29.35	0.45	S. Mauro Forte	21.35	0.41
Lauria inferiore	32.43	0.41	S. Nicola di Avigliano	18.76	0.29
Lavello	24.68	0.24	S. Severino Lucano	20.15	0.45
Maratea	31.51	0.31	Santeramo in Colle	29.02	0.24
Marsico Nuovo	20.09	0.37	Senise	22.22	0.36
Matera	28.35	0.21	Spinazzola	24.62	0.25
Melfi	23.17	0.34	Terranova del Pollino	22.80	0.47
Metaponto	28.20	0.27	Tolve	19.62	0.32
Minervino	30.66	0.23	Tricarico	19.66	0.35
Moliterno	23.48	0.33	Valsinni	25.26	0.44
Montemilone	25.03	0.24	Venosa	21.49	0.30
Montescaglioso	26.77	0.29			

Figura 8 - Valori dei parametri puntuali della curva di possibilità climatica

t (ore)	a	n	h (mm)	K _T 30	h30 (mm)	K _T 200	h200 (mm)	K _T 500	h500 (mm)
1	27.25	0.22	27.25	1.89	51.50	2.91	79.30	3.50	95.38
3	27.25	0.22	34.70	1.89	65.58	2.91	100.98	3.50	121.45
6	27.25	0.22	40.42	1.89	76.39	2.91	117.61	3.50	141.46
12	27.25	0.22	47.07	1.89	88.97	2.91	136.99	3.50	164.76
24	27.25	0.22	54.83	1.89	103.63	2.91	159.55	3.50	191.90

Tr (anni)	30	200	500
t (ore)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1	51.50	79.30	95.38
3	65.58	100.98	121.45
6	76.39	117.61	141.46
12	88.97	136.99	164.76
24	103.63	159.55	191.90



6. STUDIO IDROLOGICO

Lo studio idrologico ha la finalità di definire le portate generate da un bacino idrografico in conseguenza ad eventi meteorici con prefissato tempo di ritorno. Nello specifico, l'Autorità di Bacino della Basilicata ha individuato i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, per la definizione degli scenari rispettivamente di alta, media e bassa probabilità, assumendo altresì come riferimento per la condizione di sicurezza idraulica lo scenario con tempo di ritorno di 200 anni, ai sensi dell'art. 4 quater delle N.T.A. del P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Basilicata.

Di seguito, si illustrano le fasi previste per la redazione dello studio idrologico:

- reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, rilievi aerofotogrammetrici) e del modello digitale del terreno (DTM) della Regione Puglia a maglia 8x8 m e della Regione Basilicata a maglia 5x5 m;
- analisi morfologica per l'individuazione e delimitazione dei bacini idrografici di studio;

- calcolo delle portate di piena per diversi tempi di ritorno, tramite procedure di regionalizzazione proprie del progetto VAPI Basilicata, al fine di valutare le condizioni di sicurezza idraulica delle opere a farsi.

L'analisi morfologica consiste nella delimitazione dei bacini idrografici affluenti e nella determinazione delle caratteristiche morfometriche degli stessi. I bacini sono determinati sulla base del modello digitale del terreno (Digital Elevation Model – DEM), mediante procedure automatiche in ambiente GIS.

Per poter stimare le portate di piena, sono stati calcolati i contributi dei vari sottobacini idrografici.

L'analisi idrologica è, quindi, rivolta a 10 bacini di studio:

Basin	Area (Km ²)	L. asta principale (Km)	Hmax (m.s.l.m)	Hmin (m.s.l.m)	Hmean (m.s.l.m)	Dislivello (m)	Slope mean (%)	Slope asta principale (%)
1	0.15	0.50	377	355	366.0	22.00	3.50	4.40
2	2.61	3.8	430	345	394.5	85.00	4.85	2.24
3	1.30	2.5	418	350	395.1	68.00	5.5	2.72
4	0.10	0.5	362	350	358.8	12.00	1.93	2.40
5	0.55	1.8	410	340	377	70.00	5.5	3.89
6	0.15	0.7	375	340	361	35.00	4.8	5.00
7	0.85	1.6	420	385	410.42	35.00	3.7	2.19
8	3.47	2.8	420	340	391.6	80.00	6.6	2.86
9	0.35	0.85	410	350	392	60.00	10.5	7.06
10	0.45	1.3	410	361	398.5	49.00	7.33	3.77

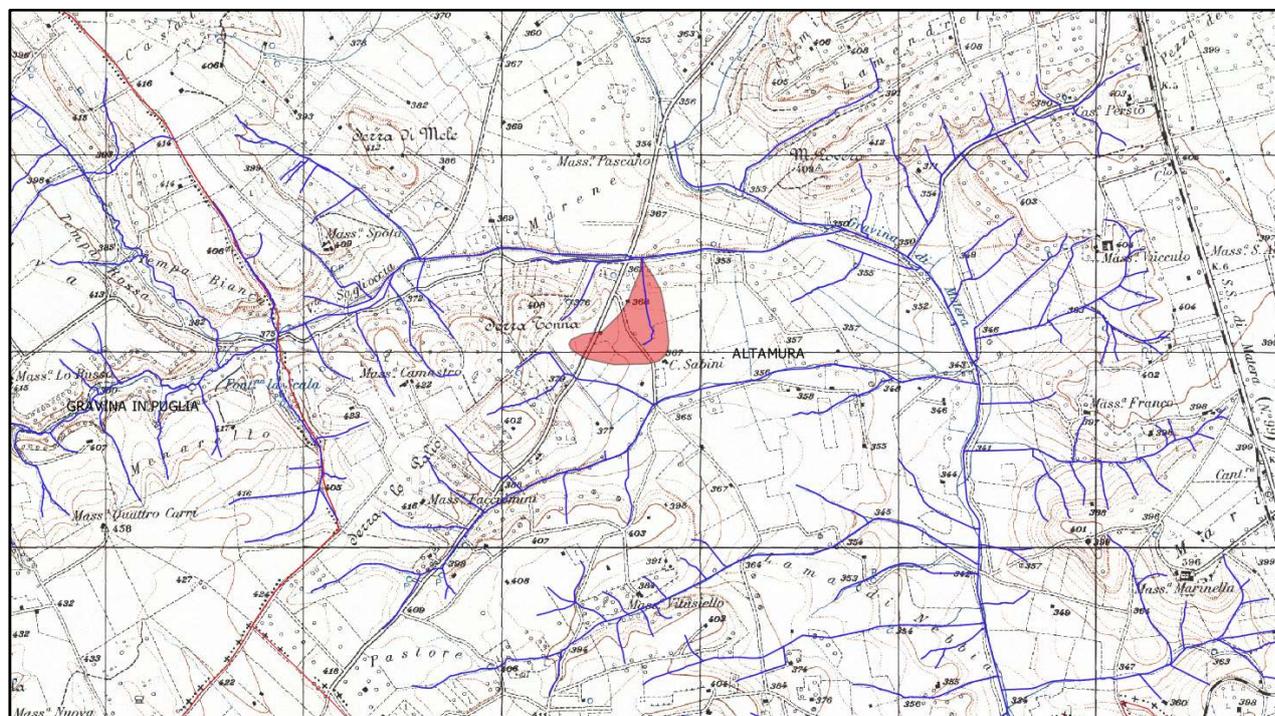


Figura 9 - Sottobacino idrografico n. 1

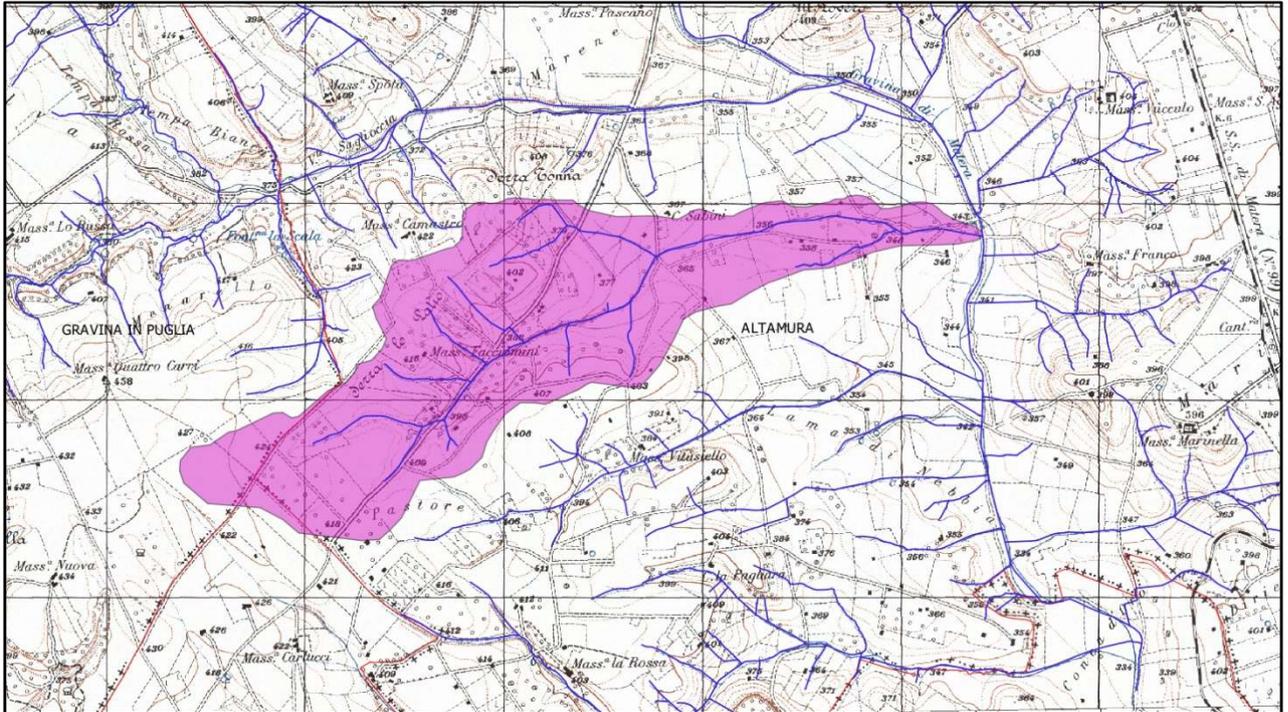


Figura 10 - Sottobacino idrografico n. 2

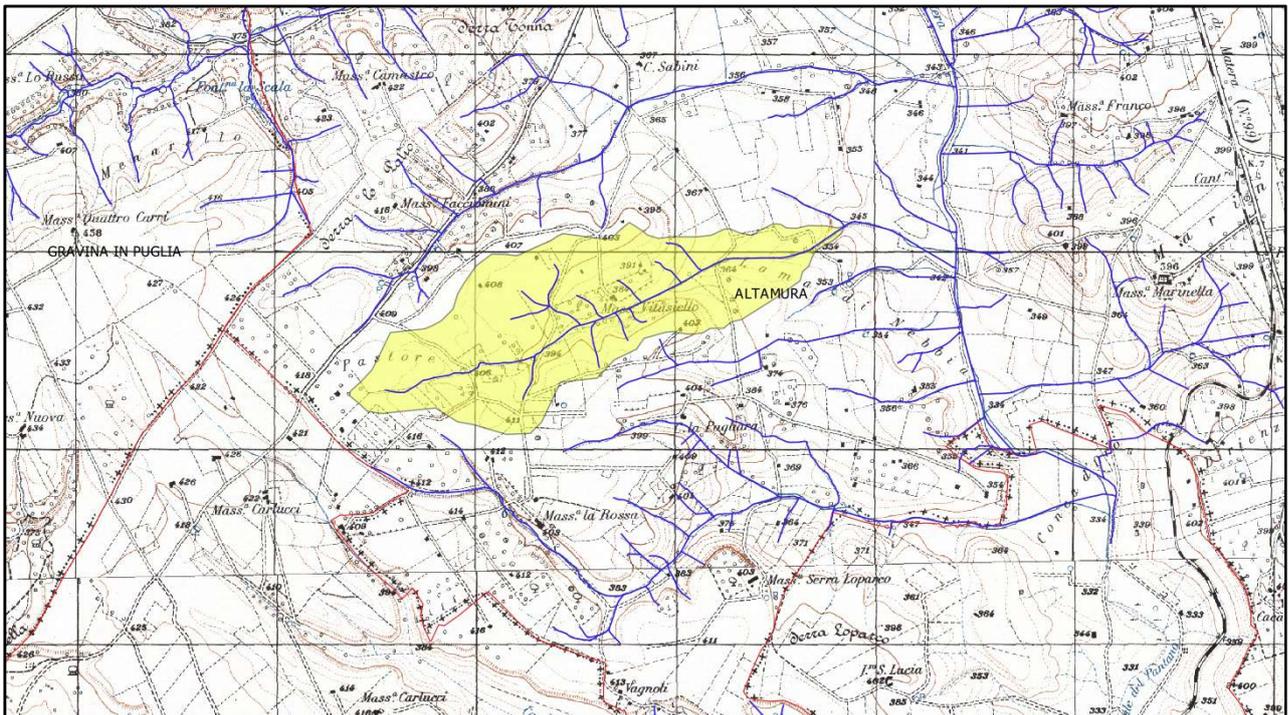


Figura 11 - Sottobacino idrografico n. 3

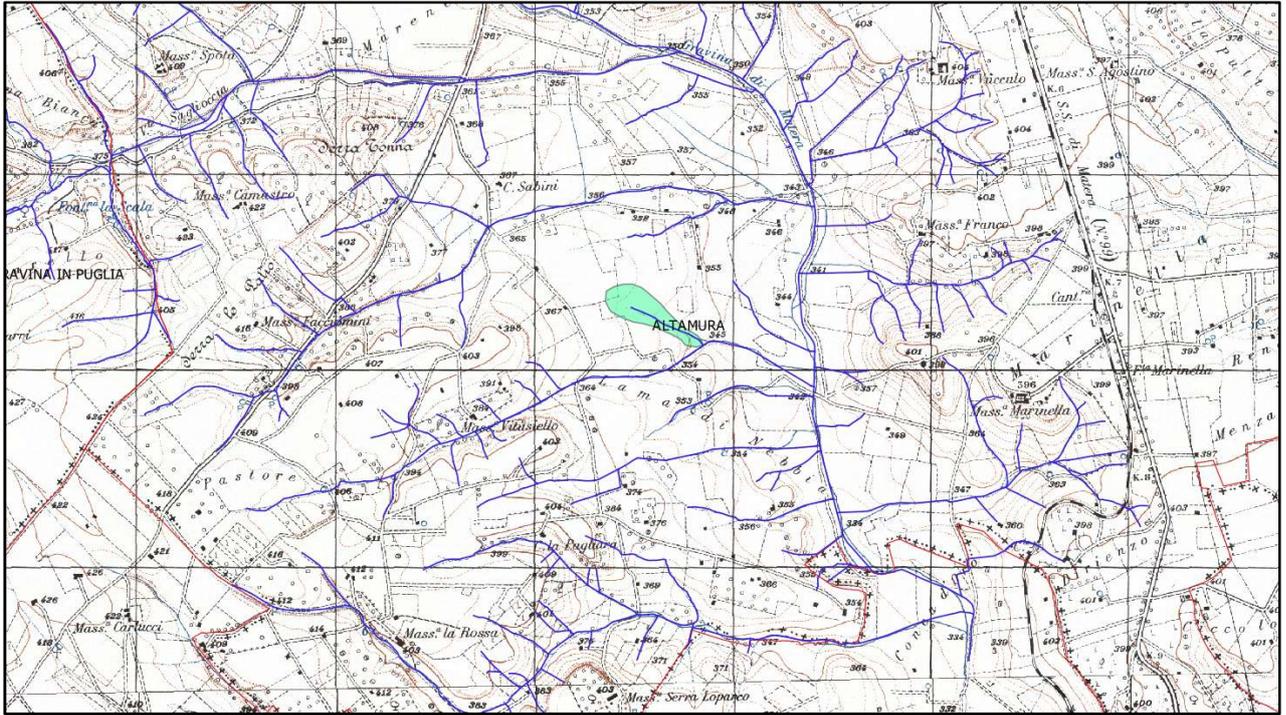


Figura 12 - Sottobacino idrografico n. 4

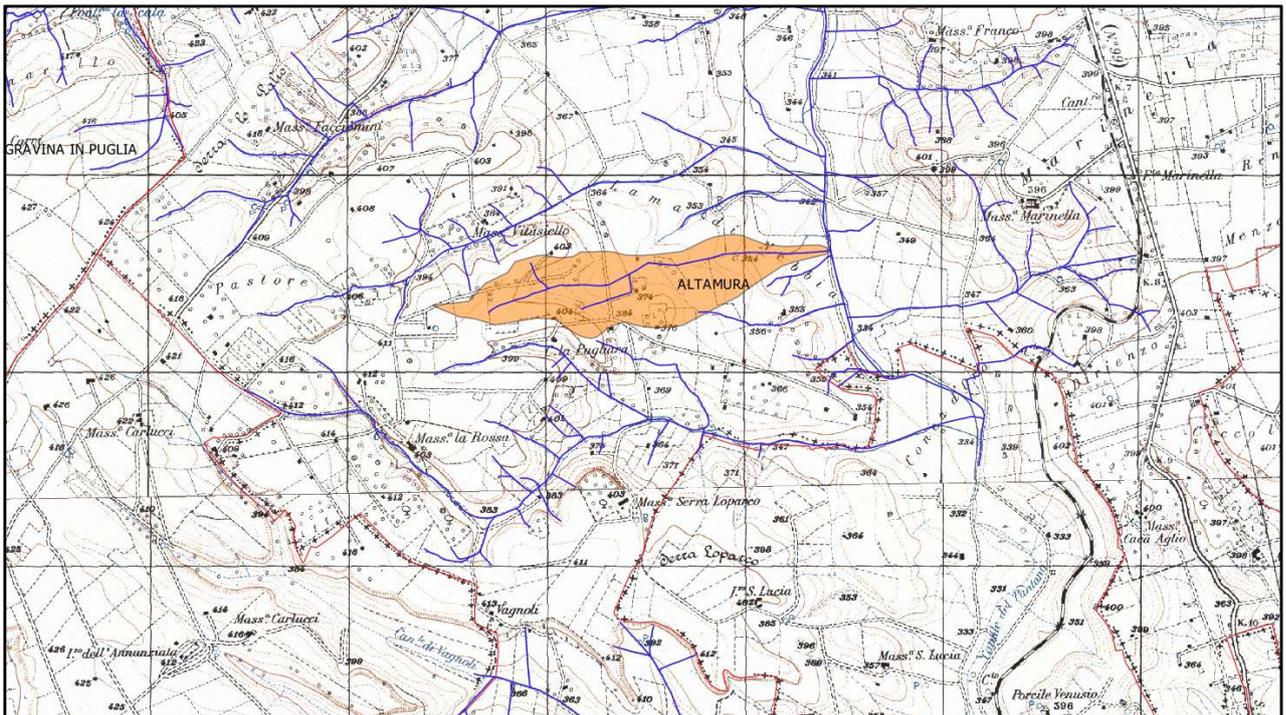


Figura 13 - Sottobacino idrografico n. 5

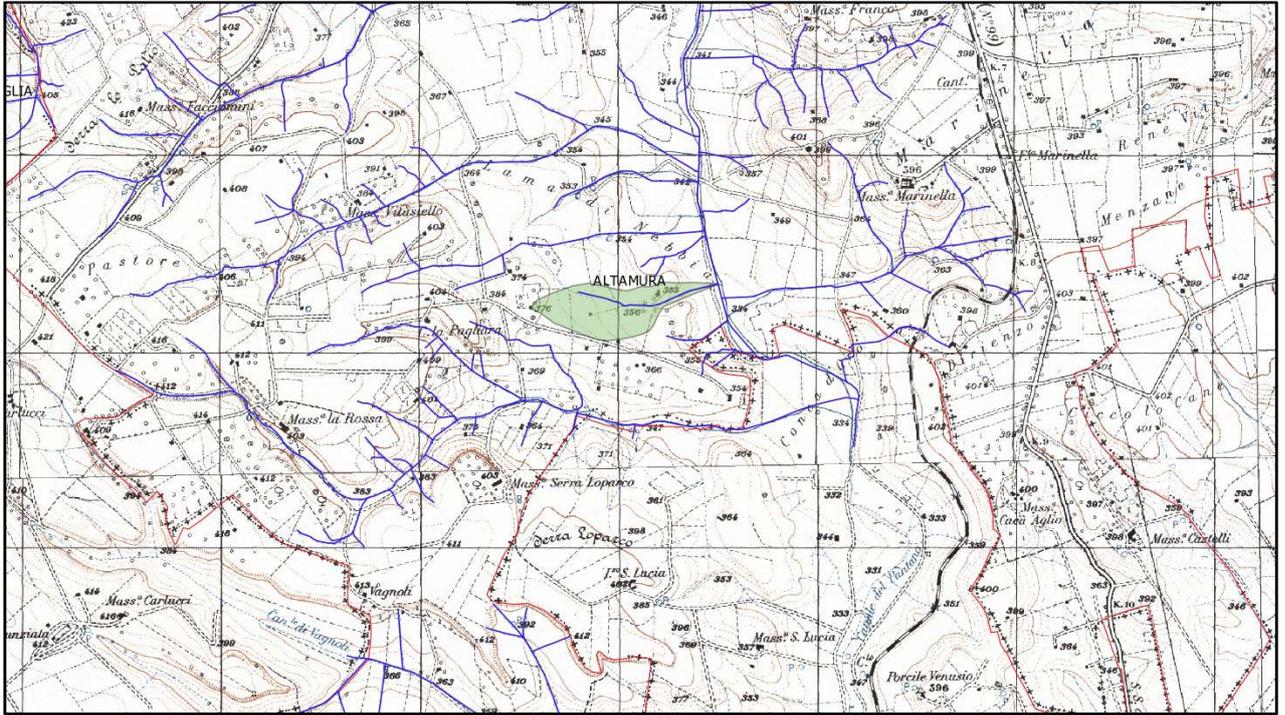


Figura 14 - Sottobacino idrografico n. 6

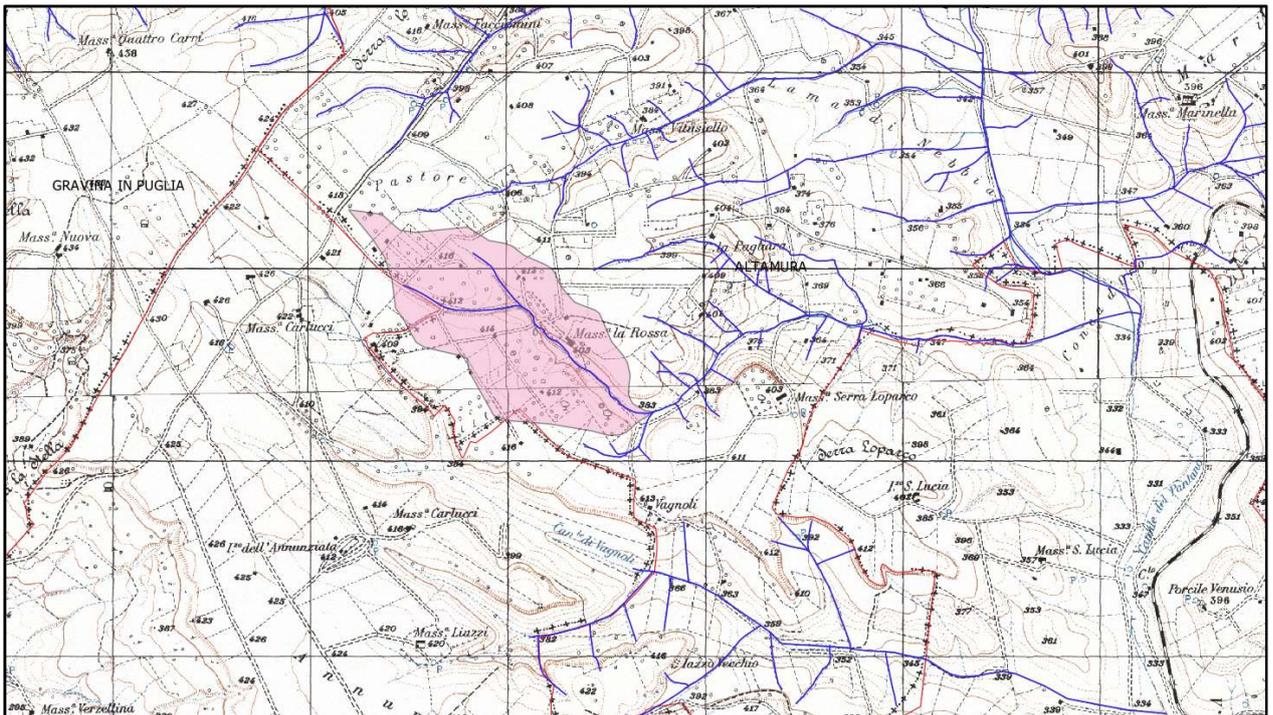


Figura 15 - Sottobacino idrografico n. 7

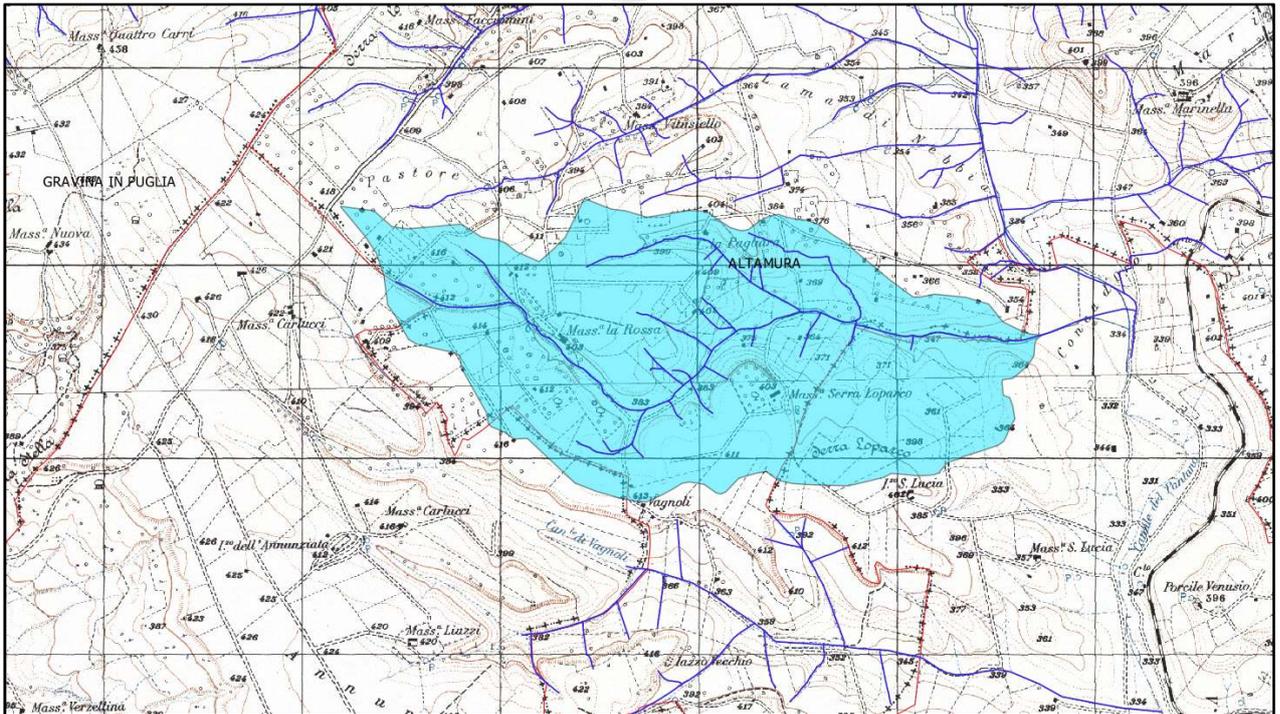


Figura 16 - Sottobacino idrografico n. 8

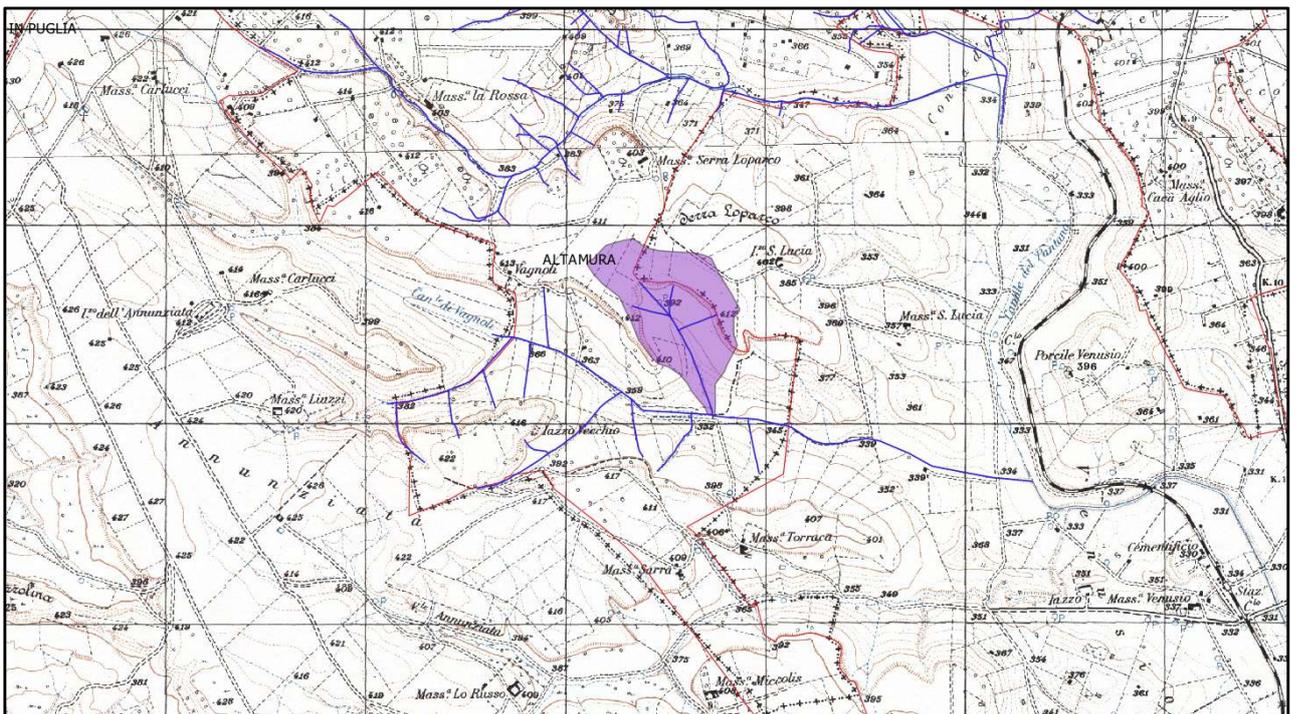


Figura 17 - Sottobacino idrografico n. 9

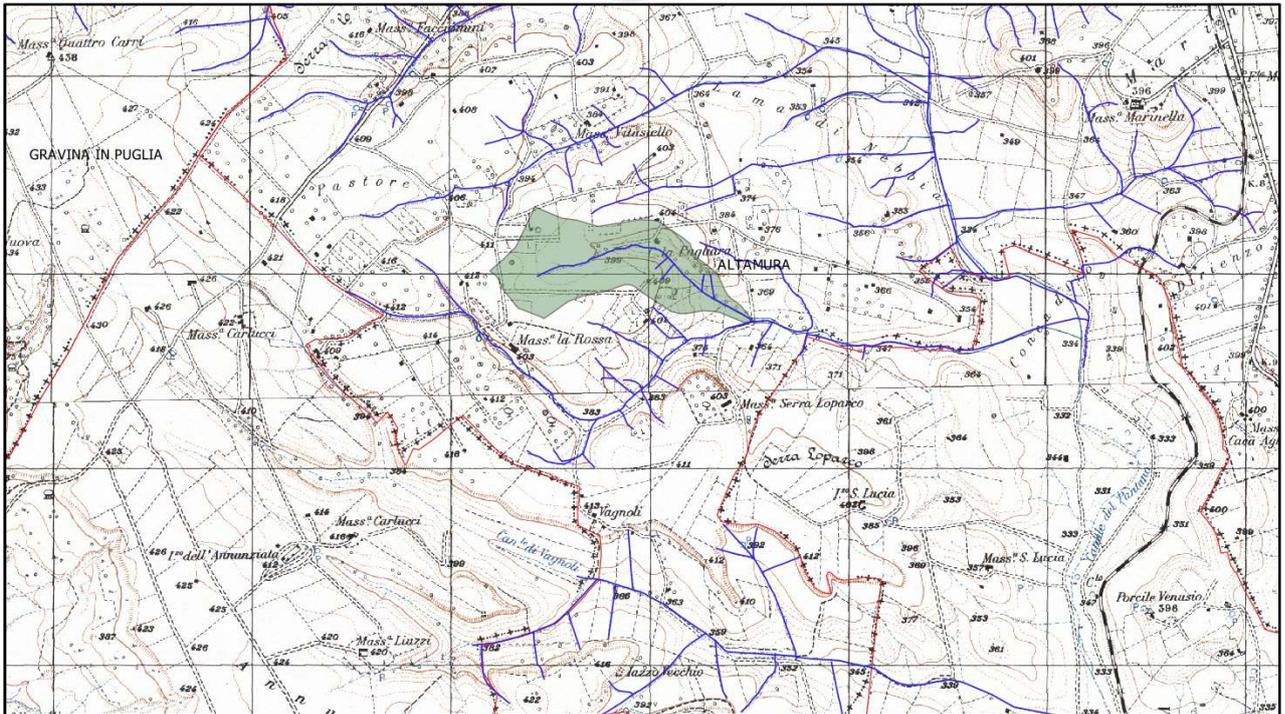


Figura 18 - Sottobacino idrografico n. 10

Lo studio idrologico, finalizzato a determinare le portate al colmo di piena con assegnato tempo di ritorno, è stato effettuato attraverso la metodologia del VaPi Basilicata, che utilizza un approccio di tipo probabilistico a doppia componente (TCEV) per la valutazione dei massimi annuali delle portate di piena.

Per ridurre le incertezze legate alla presenza di eventi estremi molto rari in ogni singolo punto ed alla variabilità da sito a sito del valore indice della piena, si adotta una metodologia di analisi regionale, che si avvale di modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni intense sul bacino idrografico. Tale approccio consente di utilizzare non solo l'informazione idrometrica ma anche quella pluviometrica, posseduta su un dato territorio.

Lo studio indica la possibilità di stima delle portate al colmo di piena Q_T , con assegnato tempo di ritorno, come prodotto della piena indice $E(Q)$ per il fattore probabilistico di crescita K_T .

$$Q_T = K_T E(Q)$$

Al II livello di regionalizzazione, ai fini del calcolo del fattore probabilistico di crescita K_T , in accordo con la variabilità dei parametri geomorfoclimatici, si è suddiviso il territorio in tre zone omogenee a ciascuna delle quali corrisponde una coppia di valori dei parametri "a" e "b" da inserire nella seguente relazione:

$$K_T = a + b \ln(T)$$

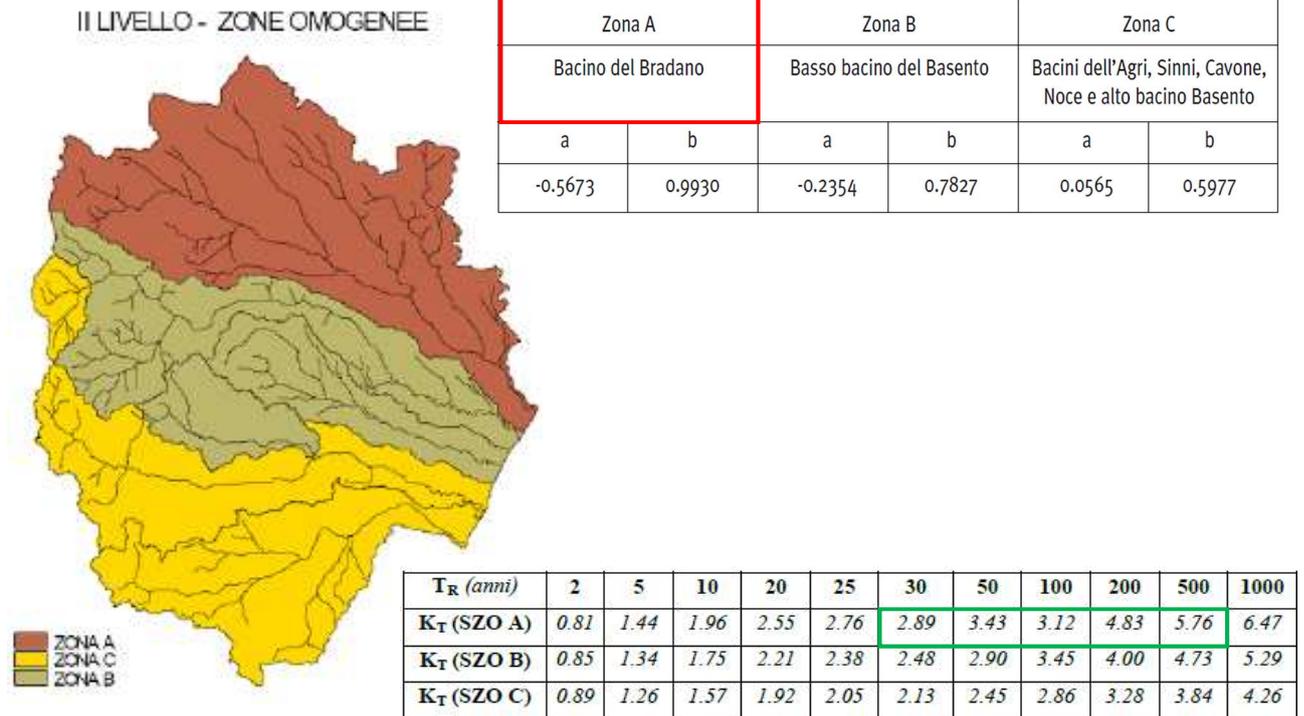


Figura 19 - Aree omogenee al II livello di regionalizzazione per il calcolo di K_T

La piena indice, la cui variabilità è fortemente influenzata dall' area del bacino, può essere stimata tramite una legge del tipo: $E(Q) = \alpha \cdot A^\beta$.

Al III livello di regionalizzazione, invece, per la piena indice E(Q) vengono riportate due relazioni di calcolo, relative alle due aree omogenee, nelle quali è stata suddivisa la regione Basilicata.

Area omogenea 1	Area omogenea 2
Bacini del Bradano, Basento, Cavone e Agri	Bacini del Sinni, Lao e Noce
$E(Q) = 2.13 A^{0.766}$	$E(Q) = 5.98 A^{0.645}$

Figura 20 - Aree omogenee al III livello di regionalizzazione per il calcolo della piena indice

Applicando la formula $E(Q) = 2.13 A^{0.766}$ (area 1) si è determinata la piena indice dei 10 bacini.

Basin	Superficie (Kmq)	Piena Indice E(Q) (mc/s)
1	0.15	0.50
2	2.61	4.44
3	1.30	2.60
4	0.10	0.37
5	0.55	1.35
6	0.15	0.50
7	0.85	1.88

8	3.47	5.52
9	0.35	0.95
10	0.45	1.16

A questo punto, è stato possibile calcolare le portate al colmo di piena all'interno dei bacini idrografici di studio per tempi di ritorno pari a 30, 200 e 500 anni.

Basin	E(Q) (mc/s)	Kt (TR = 30)	Q (Tr=30) (mc/s)	Kt (TR = 200)	Q (Tr=200) (mc/s)	Kt (TR = 500)	Q (Tr=500) (mc/s)
1	0.50	2.89	1.44	4.83	2.41	5.76	2.87
2	4.44	2.89	12.84	4.83	21.45	5.76	25.58
3	2.60	2.89	7.53	4.83	12.58	5.76	15.00
4	0.37	2.89	1.06	4.83	1.76	5.76	2.10
5	1.35	2.89	3.89	4.83	6.51	5.76	7.76
6	0.50	2.89	1.44	4.83	2.41	5.76	2.87
7	1.88	2.89	5.44	4.83	9.08	5.76	10.83
8	5.52	2.89	15.97	4.83	26.68	5.76	31.82
9	0.95	2.89	2.75	4.83	4.60	5.76	5.49
10	1.16	2.89	3.34	4.83	5.58	5.76	6.66

Basin	Q (Tr=30) (mc/s)	Q (Tr=200) (mc/s)	Q (Tr=500) (mc/s)
1	1.44	2.41	2.87
2	12.84	21.45	25.58
3	7.53	12.58	15.00
4	1.06	1.76	2.10
5	3.89	6.51	7.76
6	1.44	2.41	2.87
7	5.44	9.08	10.83
8	15.97	26.68	31.82
9	2.75	4.60	5.49
10	3.34	5.58	6.66

7. CONCLUSIONI

Sulla base dello studio idrologico svolto, che ha portato alla definizione delle portate di piena transitori nei corsi d'acqua per tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica bidimensionale dei corpi idrici che interferiscono con l'impianto eolico, svolta in condizioni di moto non stazionario per tempo di ritorno di 200 anni (Tr associato alla compatibilità idraulica secondo le N.T.A. del P.A.I.), per la quale si rimanda alla "Relazione Idraulica" allegata al progetto definitivo.