

BLUE STONE
renewable IV

P.I. 15304981002
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA E
PRODUZIONI AGRICOLE, DELLA POTENZA IN DC DI 14,125
MWp E POTENZA IN IMMISSIONE DI 11 MW, DENOMINATO
"CSPV SAN DONACI" SITO NEL COMUNE DI SAN DONACI (BR)
ZONA MASSERIA MARIANA ED OPERE CONNESSE NEL
COMUNE DI CELLINO SAN MARCO (BR)**



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. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Carlo TEDESCO
geol. Lucia SANTOPIETRO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Martino LAPENNA
ing. Francesco GIGANTE

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO	TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
C08	RELAZIONE IDROLOGICA	22138	D		
		CODICE ELABORATO			
		DC22138-C08			
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		
00		-	-		
		NOME FILE	PAGINE		
		DC22138D-C08.doc	19 + copertina		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	25/10/22	Emissione	Carella	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	5
4. STUDIO IDROLOGICO	8
4.1 Analisi morfologica	8
4.2 Analisi pluviometrica.....	10
4.3 Metodo SCS-CN per il calcolo della pioggia netta o efficace.....	13
4.4 Metodo di trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle portate di piena	16
5. DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO E DI PRIMA PIOGGIA.....	18
6. CONCLUSIONI	19

1. PREMESSA

La presente Relazione Idrologica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico proposto dalla società BLUE STONE RENEWABLE IV, con sede legale in Via Vincenzo Bellini, Roma.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto agrivoltaico di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica e produzioni agricole, della potenza di circa 14,125 MWp denominato "CSPV SAN DONACI" sito nel comune di San Donaci (BR), zona "Masseria Mariana", e delle relative opere di connessione in agro di San Donaci e di Cellino San Marco (BR).

Lo studio idrologico ed idraulico, redatto in conformità ai criteri dettati dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, istituita con L. R. n. 19 del 9 dicembre 2002, la quale ha approvato il Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI), di cui alla Legge 183/89, il 30 novembre 2005.

In essa è stato condotto lo studio idrologico per i diversi tempi di ritorno, necessario a definire le portate di piena transitori nei corsi d'acqua per un tempo di ritorno di 200 anni, al fine di determinare le condizioni di sicurezza idraulica delle opere a farsi.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dell'Autorità di Bacino della Puglia è stato approvato con Delibera del Comitato Istituzionale n. 39 del 30.11.2005 e pubblicato il 30.12.2005. Esso è finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità dei versanti ed a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso, e rappresenta la disciplina che più particolarmente si occupa delle tematiche proprie della difesa del suolo.

Il P.A.I. costituisce il Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dell'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n° 183; 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 finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del P.A.I. (art. 1) sono realizzate, dall'Autorità di Bacino della Puglia e dalle altre Amministrazioni competenti, mediante:

- la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del terreno;
- l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di difesa esistenti;
- la definizione degli interventi per la difesa e la regolazione dei corsi d'acqua;
- la definizione di nuovi sistemi di difesa, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo della evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Il PAI (art. 4), in relazione alle condizioni idrauliche, alla tutela dell'ambiente e alla prevenzione di presumibili effetti dannosi prodotti da interventi antropici, disciplina le aree agli artt. 6, 7, 8, 9 e 10.

In particolare, le aree di cui sopra sono definite:

- Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali (art. 6);
- Aree ad alta pericolosità idraulica (A.P.) (art. 7);
- Aree a media pericolosità idraulica (M.P.) (art. 8);
- Aree a bassa pericolosità idraulica (B.P.) (art. 9);
- Fasce di pertinenza fluviale (art. 10).

Relativamente alle zone a diversa pericolosità idraulica (A.P., M.P., B.P.), individuate in rapporto a eventi alluvionali, queste risultano arealmente individuate nelle "Carte delle aree soggette a rischio idrogeologico" allegate al PAI, mentre, per i restanti reticoli idrografici per i quali non sono state definite le aree a pericolosità idraulica, ai sensi delle NTA del PAI si applicano i contenuti dell'art. 6 per "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" e dell'art. 10 per le "Fasce di pertinenza fluviale", la loro delimitazione e tutela segue i seguenti criteri:

- (art. 6 comma 8) quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia in allegato al PAI e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;
- (art. 10 comma 3) quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie in allegato al PAI, le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermina all'area golenale, come individuata dall'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

Laddove esistono perimetrazioni delle aree AP, MP e BP così definite:

- area ad alta pericolosità idraulica (A.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno inferiore o pari a 30 anni;
- area a media pericolosità idraulica (M.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 30 e 200 anni;
- area a bassa pericolosità idraulica (B.P.): porzione di territorio soggette ad essere allagate per eventi di piena con tempo di ritorno compreso tra 200 e 500 anni;

trovano applicazione le norme contenute negli art. 7, 8 e 9.

Gli obiettivi del PAI sono definiti dall'art. 17 e consistono nel perseguire il raggiungimento delle condizioni di sicurezza idraulica e della qualità ambientale come definite dall'art. 36.

L'art. 36 definisce per sicurezza idraulica la "condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e legata alla non inondabilità per eventi con tempo di ritorno assegnati". *Agli effetti del PAI, infatti, si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni.*

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto agrivoltaico, denominato "CSPV SAN DONACI", si estende nel territorio comunale di San Donaci (BR) con opere di connessione in agro di San Donaci e di Cellino San Marco (BR).

Il suolo sul quale sarà realizzato l'impianto agrivoltaico ricopre una superficie di circa 15 ettari. L'area di progetto ricade nel foglio 1:25.000 delle cartografie dell'Istituto Geografico Militare (IGM Vecchia Ed.) n. 203 II NE "SAN DONACI", ed è catastalmente individuato alle particelle 16, 492, 516 e 518 del foglio 23 del Comune di San Donaci (BR).

L'impianto fotovoltaico è ubicato ad ovest del centro abitato di San Donaci, a circa 1 km da esso, e a più di 50 m dalla Masseria Mariana, mentre, una parte del cavidotto AT di connessione si trova nel comune di Cellino San Marco (BR). Il cavidotto AT di collegamento tra l'impianto agrivoltaico e la futura Stazione Elettrica si estenderà per circa 6,50 km complessivi, attraversando prevalentemente viabilità pubblica comunale e in parte suoli di proprietà privata.

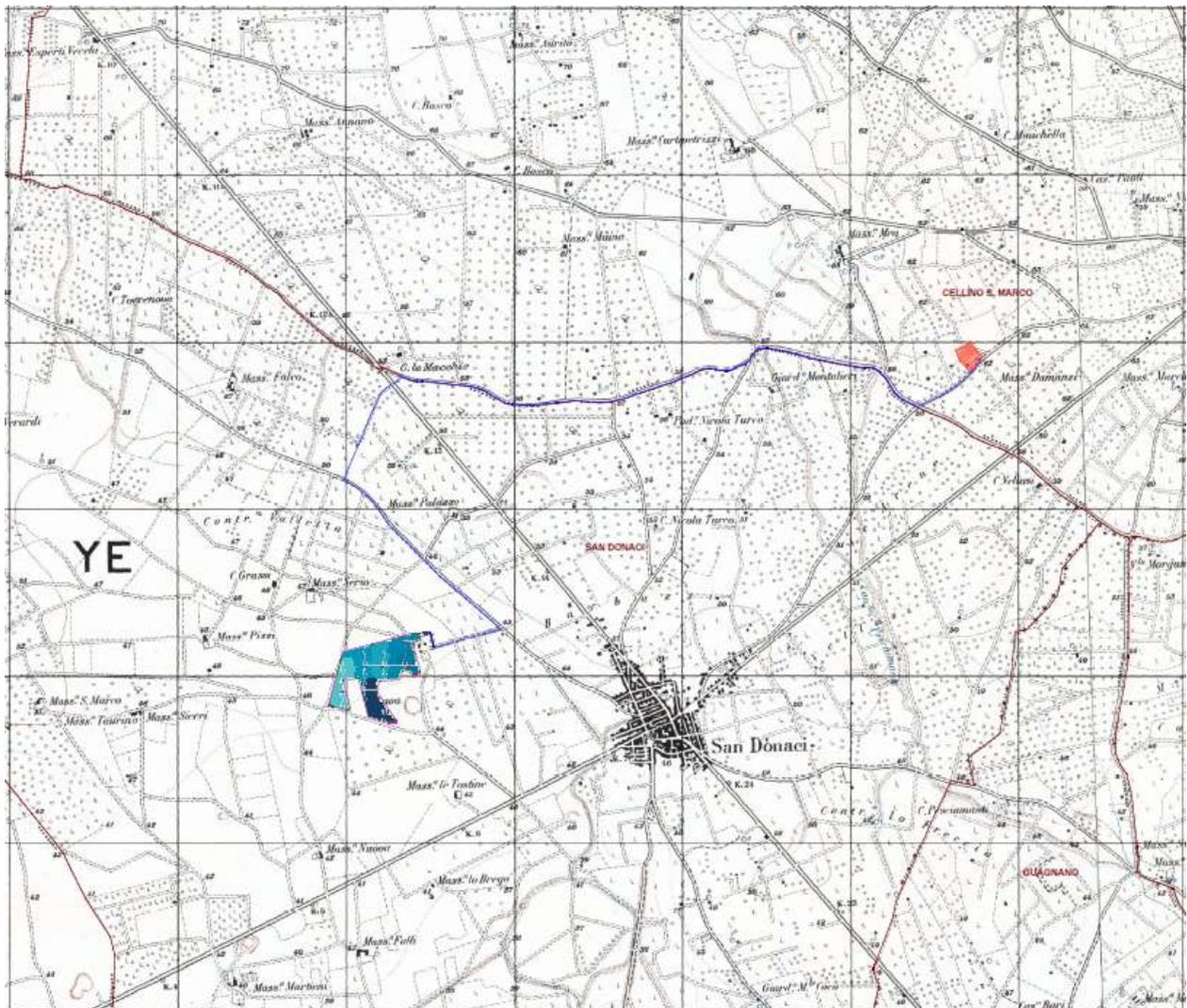


Figura 1 - Inquadramento dell'opera su IGM

Secondo le perimetrazioni del P.A.I. della Regione Puglia, aggiornate a luglio 2022 su cartografia ufficiale scaricabile dal portale dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale,

l'area dell'impianto fotovoltaico è stata già oggetto di studi idraulici da parte dell'AdB Puglia e si può affermare che risulta essere esterna alle aree a pericolosità idraulica AP, MP e BP, come definite agli artt. 7, 8 e 9, e alle aree a pericolosità geomorfologica PG1, PG2 e PG3, come definite agli artt. 13, 14 e 15 delle NTA.

Anche il cavidotto MT di connessione tra l'impianto e la cabina primaria di Cellino non interferisce con nessuna delle aree perimetrate dal P.A.I. dell'Autorità di Bacino della Puglia.



Figura 2 – Stralci perimetrazioni PAI dell'AdB Puglia (scala 1:15.000)

Nell'area di progetto risultano assenti forme perenni di scorrimento superficiale, soprattutto nelle immediate vicinanze del campo fotovoltaico, tuttavia, sono presenti alcuni impluvi a carattere prettamente stagionale. Relativamente alla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia, infatti, redatta dall'Autorità di Bacino della Regione Puglia, risulta una parziale interferenza delle opere con dei reticoli idrografici secondari o "corso d'acqua episodico". Si intende per "corso d'acqua episodico" un corso d'acqua temporaneo con acqua in alveo solo in seguito ad eventi di precipitazione particolarmente intensi, anche meno di una volta ogni 5 anni. I corsi d'acqua a carattere episodico vengono considerati ambienti al limite della naturalità, in cui i popolamenti acquatici sono assenti o scarsamente rappresentati, anche nei periodi di presenza d'acqua.

In vicinanza del campo fotovoltaico è cartografato un piccolo bacino endoreico che ha come tributario un piccolo impluvio episodico visibile solo dalla Carta Idrogeomorfologica e solo parzialmente cartografato sull'IGM a scala 25.000. Lo stesso reticolo episodico interferisce con il primo tratto del cavidotto, in quale interseca in altri due punti ulteriori corsi d'acqua in prossimità della cabina primaria.

In merito all'impatto sulla risorsa idrica superficiale, l'area in cui insiste il campo fotovoltaico è interessata dall'area golenale di 75 m a destra e sinistra idraulica dall'asse del reticolo (art. 6 "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" delle NTA del PAI) e dalla fascia di

pertinenza fluviale di 150 m a destra e sinistra idraulica (art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" delle NTA del PAI) relative al corso d'acqua episodico.

Nel rispetto di quanto prescritto all'art. 10 comma 2 delle N.T.A. del P.A.I., sono state redatte le seguenti relazioni di compatibilità idrologica ed idraulica, al fine di analizzare il regime idraulico per tempi di ritorno di 200 anni e, quindi, di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36 delle NTA.

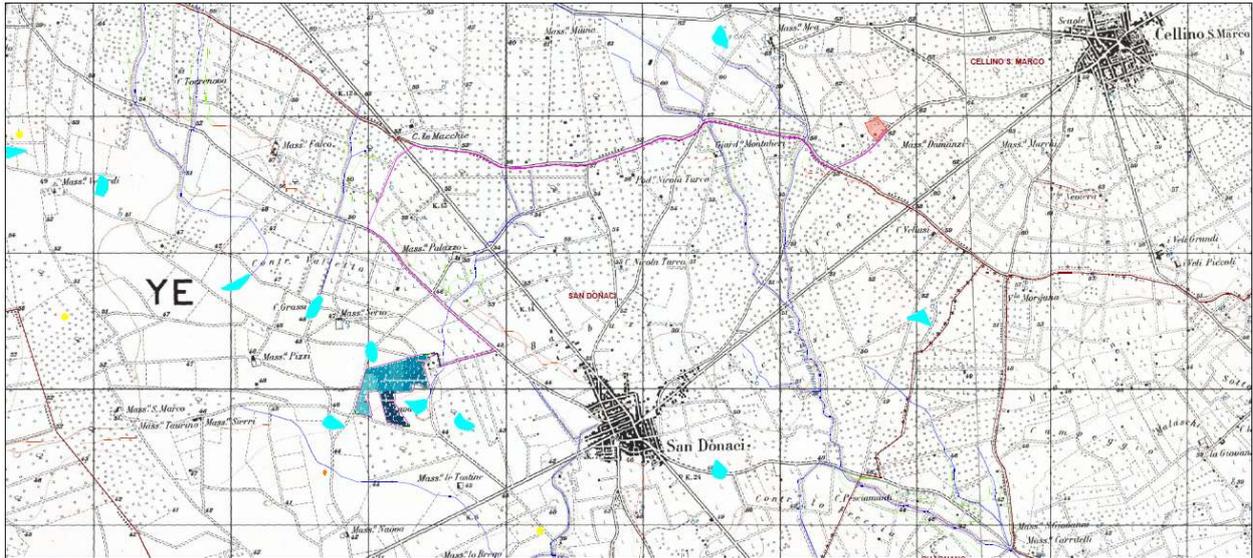


Figura 3 – Stralci della Carta idrogeomorfologica della Regione Puglia



4. 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 Puglia 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 e, quindi, per la compatibilità idraulica lo scenario con tempo di ritorno di 200 anni. Lo studio idrologico si compone delle seguenti fasi:

1. analisi morfologica per la determinazione delle caratteristiche morfometriche dei bacini idrografici;
2. analisi pluviometrica per la definizione dell'altezza totale di precipitazione;
3. definizione della precipitazione netta o efficace, ovvero la componente di precipitazione che partecipa al ruscellamento superficiale, pari alla pioggia totale depurata da quella persa in conseguenza a perdite idrologiche (immagazzinamento superficiale, vegetazione, evaporazione, infiltrazione);
4. trasformazione afflussi - deflussi per il calcolo della portata di piena.

4.1 Analisi morfologica

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. È stato utilizzato il DTM 8x8 m disponibile sul SIT della Puglia.

Per poter stimare gli afflussi meteorici e valutare le portate di piena, sono stati calcolati i contributi dei vari bacini idrografici. L'analisi idrologica è, quindi, rivolta ai 3 bacini di studio:

Basin	Superficie (Kmq)	L. asta principale (Km)	Hmax (m.s.l.m)	Hmin (m.s.l.m)	Hmean (m.s.l.m)	Dislivello (m)	Pendenza media bacino (%)	Pendenza asta principale (%)
Bacino 1	0.50	2.13	56.13	43.05	52.78	13.08	1.23	0.61
Bacino 2	2.60	4.30	69.96	49.65	62.93	20.31	1.0	0.47
Bacino 3	1.67	2.50	67.23	49.67	58.55	17.56	1.27	0.70

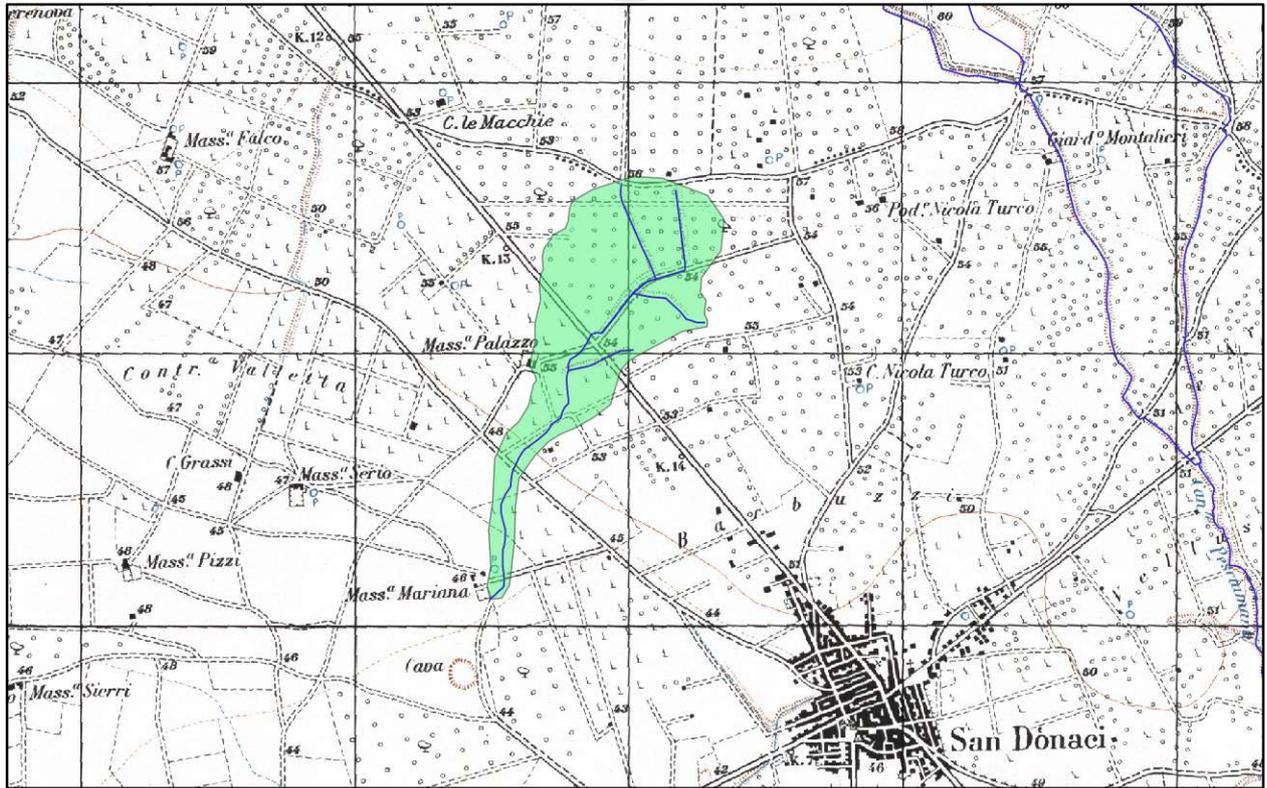


Figura 4 - Bacino idrografico 1

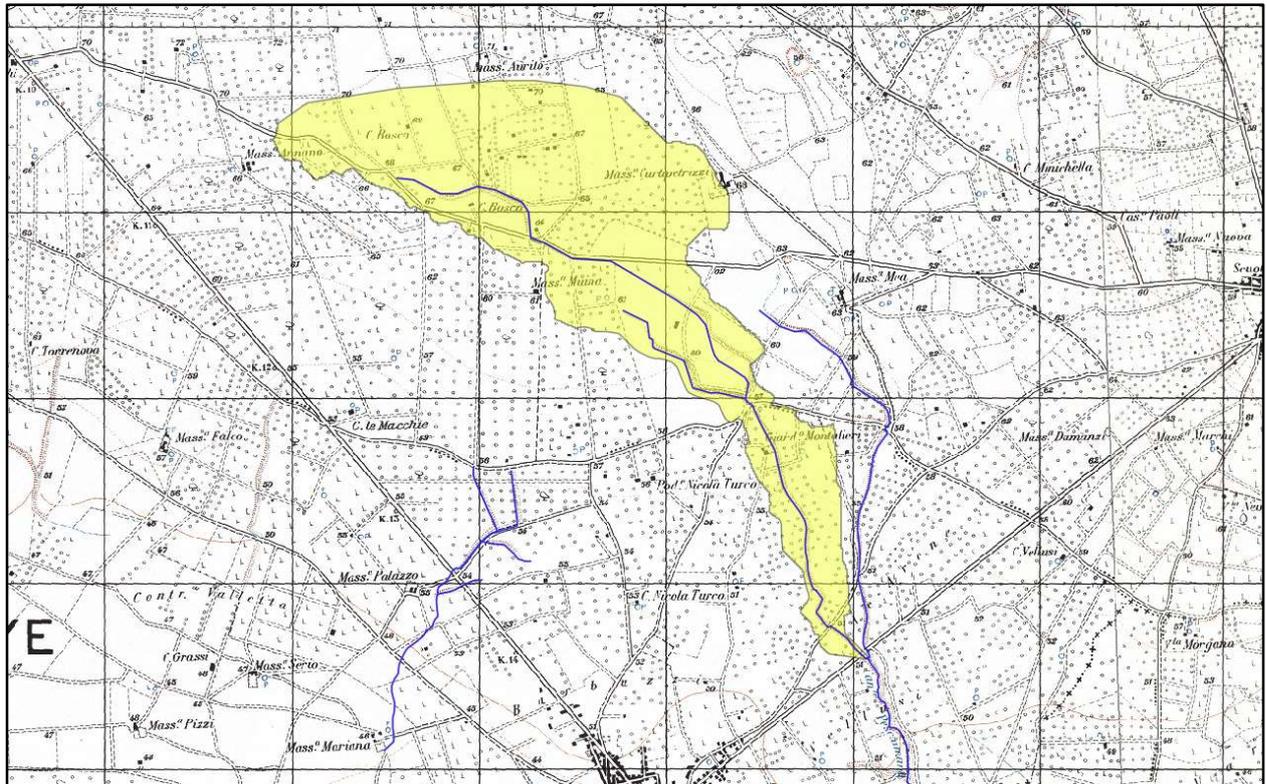


Figura 5 - Bacino idrografico 2



Zona 1:	$x(t,z) = 26.8 t^{[(0.720+0.00503 z)/3.178]}$
Zona 2:	$x(t) = 22.23 t^{0.247}$
Zona 3:	$x(t,z) = 25.325 t^{[(0.0896+0.00531 z)/3.178]}$
Zona 4:	$x(t) = 24.70 t^{0.256}$
Zona 5:	$x(t,z) = 28.2 t^{[(0.628+0.0002 z)/3.178]}$
Zona 6:	$x(t,z) = 33.7 t^{[(0.488+0.0022 z)/3.178]}$

Figura 7 - Zone omogenee al III livello del VaPi Puglia

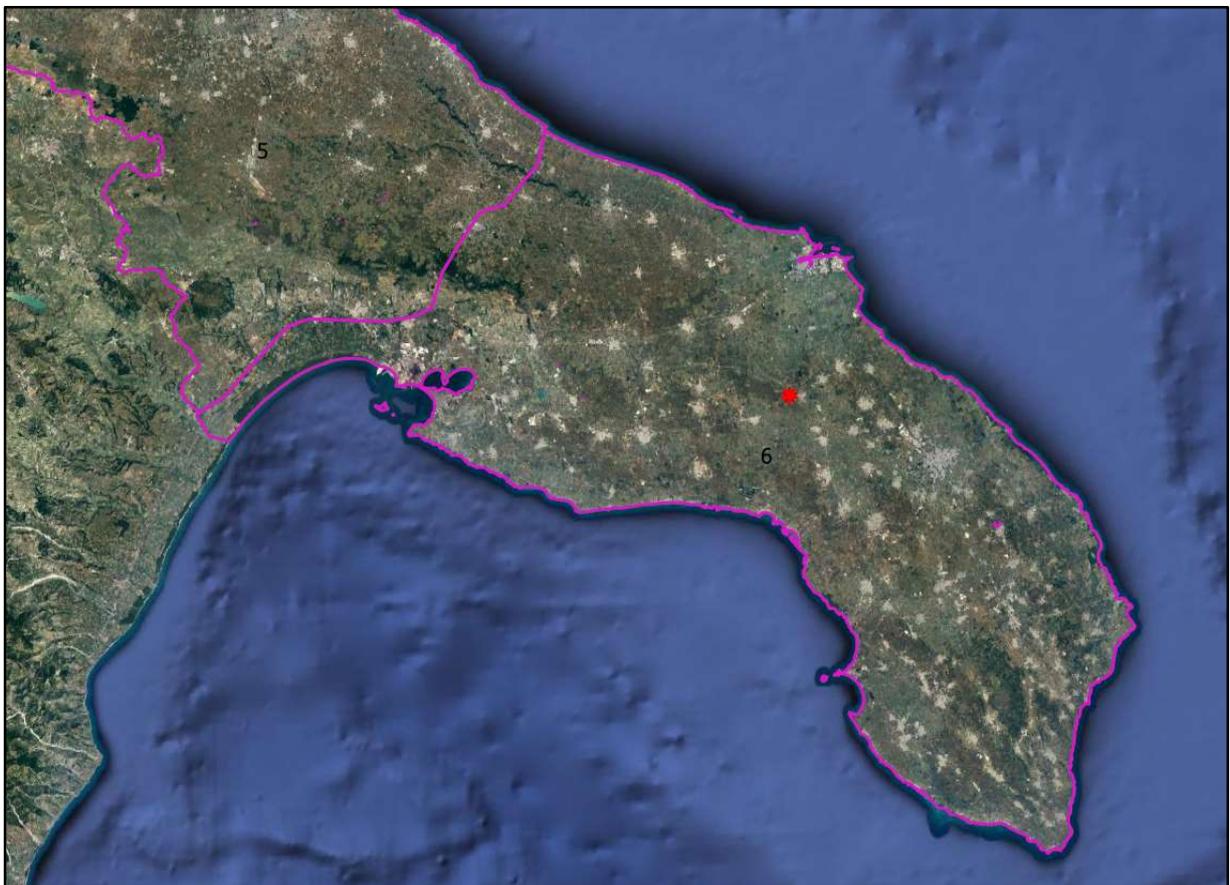


Figura 8 - Zone omogenee del VaPi con indicazione dell'area di progetto

Come si può notare dalla figura 8, i bacini idrografici di studio rientrano nella zona omogenea 6 della Puglia Centro - Meridionale, pertanto l'equazione da applicare è la seguente:

$$ZONA 6: h = x(t, z) = 33,70 * t^{((0.488 + 0.0022 z) / 3.178)}$$

dove la durata di progetto t delle curve pluviometriche si assume pari al tempo di ritardo del bacino espresso in ore, definito come la distanza tra il baricentro dello ietogramma e il baricentro dell'onda di piena.

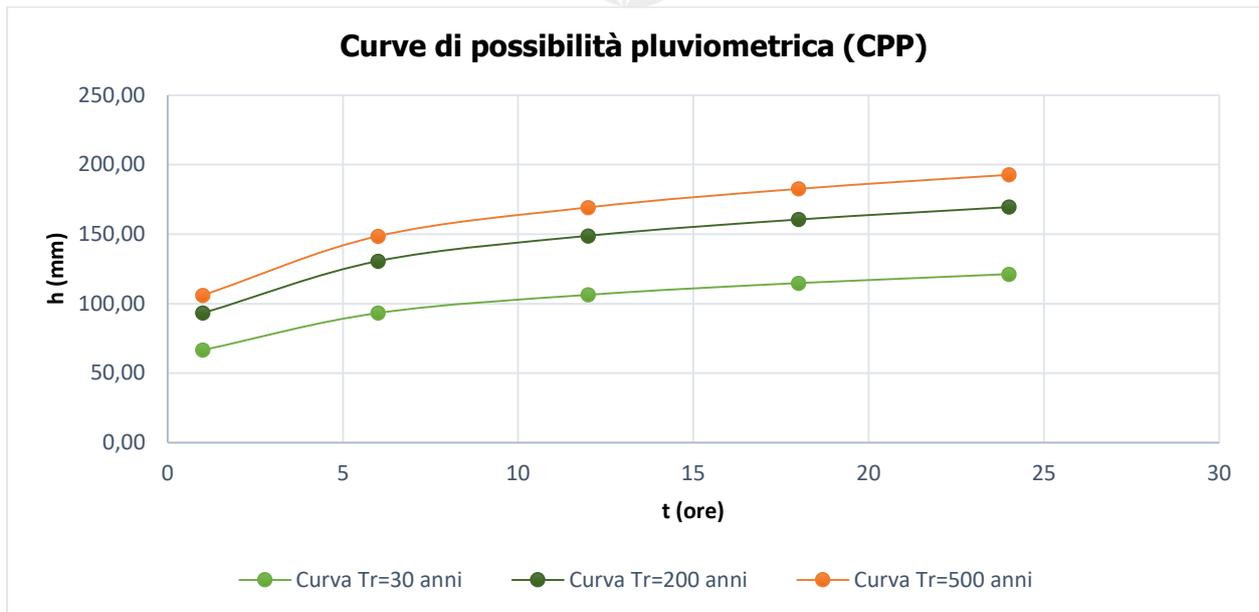
Per quanto concerne il fattore di crescita K_t per la Puglia Centro - Meridionale, esso è espresso dalla seguente espressione: $K_T = 0.1599 + 0.5166 \cdot \ln T$.

		Tempo di Ritorno (anni)											
		2	5	10	20	25	30	40	50	100	200	500	1000
Tabella	K_T	0.91	1.26	1.53	1.81	1.9		2.1	2.19	2.48	2.77	3.15	3.43
Formula	K_T	0.85	1.23	1.52	1.81	1.90	1.98	2.10	2.19	2.48	2.76	3.14	3.43

La curva di possibilità climatica esprime il legame esistente tra l'altezza di pioggia (espressa in mm) e la sua durata (espressa in ore), per un assegnato valore del tempo di ritorno (si considerano T_r di 30, 200 e 500 anni). L'altezza di pioggia è stata determinata applicando l'analisi regionale propria del VaPi Puglia.

t (ore)	z (m. s.l.m.)	h (mm)	K_t 30	h30 (mm)	K_t 200	h200 (mm)	K_t 500	h500 (mm)
1	49.68	33.70	1.98	66.73	2.77	93.35	3.15	106.16
6	49.68	47.19	1.98	93.44	2.77	130.73	3.15	148.66
12	49.68	53.76	1.98	106.44	2.77	148.92	3.15	169.34
18	49.68	58.02	1.98	114.87	2.77	160.71	3.15	182.75
24	49.68	61.24	1.98	121.26	2.77	169.64	3.15	192.91

T_r (anni)	30	200	500
t (ore)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1	66.73	93.35	106.16
6	93.44	130.73	148.66
12	106.44	148.92	169.34
18	114.87	160.71	182.75
24	121.26	169.64	192.91



Per i bacini pugliesi, in accordo con il VaPi Puglia, per il calcolo del tempo di ritardo si considera la seguente formula empirica in funzione dell'area del bacino in Km²: $t = tr = 0,344 A^{0,5}$.

Basin	Area (Kmq)	t (ore)
Bacino 1	0.50	0.24
Bacino 2	2.60	0.55
Bacino 3	1.67	0.44

Di seguito si riporta l'altezza di pioggia totale che è pari a $X(t, T) = x(t, z) * K_T$, con K_T fattore di crescita che dipende dal tempo di ritorno.

Basin	h (mm)	K_t (TR = 30)	h30 (mm)	K_t (TR = 200)	h200 (mm)	K_t (TR = 500)	h500 (mm)
Bacino 1	25.76	1.98	51.00	2.76	71.09	3.14	80.88
Bacino 2	30.00	1.98	59.41	2.76	82.81	3.14	94.21
Bacino 3	28.79	1.98	57.01	2.76	79.47	3.14	90.41

4.3 Metodo SCS-CN per il calcolo della pioggia netta o efficace

La portata idrologica di piena viene calcolata con il metodo del "Soil Conservation Service" (S.C.S.). Per la stima della pioggia netta o efficace, ovvero la componente di precipitazione che partecipa al ruscellamento superficiale pari alla pioggia totale depurata dalla parte di pioggia persa in conseguenza a perdite idrologiche (immagazzinamento superficiale, vegetazione,

evaporazione, infiltrazione) si è utilizzata la metodologia del Soil Conservation Service (SCS) che prevede la determinazione del Curve Number (CN).

Il Curve Number è un parametro di fondamentale importanza nelle valutazioni idrologiche, in quanto viene usato per determinare l'aliquota di precipitazione netta, ovvero l'aliquota di precipitazione totale che contribuisce alla formazione del deflusso, indicando l'attitudine del bacino a produrre ruscellamento.

Tale parametro assume valori compresi tra 0 (terreni permeabili) e 100 (terreni impermeabili) e si stima in funzione delle caratteristiche idrologiche dei suoli e di copertura vegetale.

La stima del CN è effettuata determinando il gruppo idrologico di appartenenza di ciascun suolo e, all'interno di ciascun gruppo, valutando la copertura d'uso del suolo; alle sottoclassi così determinate viene associato un valore di CN. Gli strati informativi utili alla definizione del Curve Number sono quindi rappresentati dalla Carta Geolitologica e dalla Carta di Uso del Suolo, disponibili sul SIT Puglia.

L'attribuzione delle 4 classi di permeabilità (A, B, C, D,) del metodo SCS-CN è operata avendo come base cartografica la carta geolitologica della Puglia 1: 250.000. È associato un livello di permeabilità a ciascuna unità geolitologica, valutando in maniera qualitativa porosità, fessurazione, carsismo e pendenza.

Gruppo A	Suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde, con scarsissimo limo ed argilla e ghiaie profonde, molto permeabili. Capacità di infiltrazione in condizioni di saturazione molto elevata.
Gruppo B	Suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizioni di saturazione.
Gruppo C	Suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloid. Scarsa capacità di infiltrazione e saturazione.
Gruppo D	Potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressochè impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsissima capacità di infiltrazione a saturazione.

Gruppi geolitologici

La copertura del suolo è valutata attraverso la Carta di Uso del Suolo (Land Use), pubblicata sul portale del SIT Puglia. Ad ognuna delle 67 tipologie di uso del suolo è associata una macrocategoria di copertura, che comprende diverse situazioni di aree caratterizzate da differenti morfologie (pascoli, terrazzamenti, etc.) varie coperture vegetali (boschi, praterie, parchi), condizioni di conservazione e destinazione d'uso (coltivazioni, parcheggi, distretti industriali o altro). L'area di interesse è classificata come un seminativo semplice in aree non irrigue.



- | | |
|--|---|
| 1111 - tessuto residenziale continuo antico e denso | 221 - vigneti |
| 1112 - tessuto residenziale continuo, denso più recente e basso | 222 - frutteti e frutti minori |
| 1113 - tessuto residenziale continuo, denso recente, alto | 223 - uliveti |
| 1121 - tessuto residenziale discontinuo | 224 - altre colture permanenti |
| 1122 - tessuto residenziale rado e nucleiforme | 231 - superfici a copertura erbacea densa |
| 1123 - tessuto residenziale sparso | 241 - colture temporanee associate a colture permanenti |
| 1211 - insediamento industriale o artigianale con spazi annessi | 242 - sistemi colturali e particellari complessi |
| 1212 - insediamento commerciale | 243 - aree prevalentemente occupate da coltura agrarie con presenza di spazi naturali |
| 1213 - insediamento dei grandi impianti di servizi pubblici e privati | 244 - aree agroforestali |
| 1214 - insediamenti ospedalieri | 311 - boschi di latifoglie |
| 1215 - insediamento degli impianti tecnologici | 312 - boschi di conifere |
| 1216 - insediamenti produttivi agricoli | 313 - boschi misti di conifere e latifoglie |
| 1217 - insediamento in disuso | 314 - prati alberati, pascoli alberati |
| 1221 - reti stradali e spazi accessori | 321 - aree a pascolo naturale, praterie, incolti |
| 1222 - reti ferroviarie comprese le superfici annesse | 322 - cespuglieti e arbusteti |
| 1223 - grandi impianti di concentrazione e smistamento merci | 323 - aree a vegetazione sclerofilla |
| 1224 - aree per gli impianti delle telecomunicazioni | 3241 - aree a ricolonizzazione naturale |
| 1225 - reti ed aree per la distribuzione, la produzione e il trasporto dell'energia | 3242 - aree a ricolonizzazione artificiale (rimboschimenti nella fase di novelletto) |
| 123 - aree portuali | 331 - spiagge, dune e sabbie |
| 124 - aree aeroportuali ed eliporti | 332 - rocce nude, falesie e affioramenti |
| 131 - aree estrattive | 333 - aree con vegetazione rada |
| 1321 - discariche e depositi di cave, miniere, industrie | 334 - aree interessate da incendi o altri eventi dannosi |
| 1322 - depositi di rottami a cielo aperto, cimiteri di autoveicoli | 411 - paludi interne |
| 1331 - cantieri e spazi in costruzione e scavi | 421 - paludi salmastre |
| 1332 - suoli rimaneggiati e artefatti | 422 - saline |
| 141 - aree verdi urbane | 5111 - fiumi, torrenti e fossi |
| 1421 - campeggi, strutture turistiche ricettive a bungalows o simili | 5112 - canali e idrovie |
| 1422 - aree sportive (calcio, atletica, tennis, etc) | 5121 - bacini senza manifeste utilizzazioni produttive |
| 1423 - parchi di divertimento (acquapark, zoosafari e simili) | 5122 - bacini con prevalente utilizzazione per scopi irrigui |
| 1424 - aree archeologiche | 5123 - acquacolture |
| 143 - cimiteri | 521 - lagune, laghi e stagni costieri |
| 2111 - seminativi semplici in aree non irrigue | 522 - estuari |
| 2112 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree non irrigue | |
| 2121 - seminativi semplici in aree irrigue | |
| 2123 - colture orticole in pieno campo in serra e sotto plastica in aree irrigue | |

Figura 9 - Carta Uso del Suolo (fonte SIT Puglia)

Nell'applicazione del metodo SCS sono previste tre classi di CN, rispettivamente la I, la II, e la III in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento esaminato (Antecedent

Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (tra 50 e 110 mm) e molto umido (oltre 110 mm).

AMC categoria CN	Altezza di precipitazione antecedente di 5 giorni			
	Stagione di riposo		Stagione vegetativa	
	[in]	[mm]	[in]	[mm]
I	< 0,5	< 12,7	< 1,4	< 35,6
II	0,5 - 1,1	12,7 - 27,9	1,4 - 2,1	35,6 - 53,3
III	> 1,1	> 27,9	> 2,1	> 53,3

Nel caso specifico, è stato utilizzato un valore del CN pari alla classe AMC-tipo II legato al CN II, supponendo una condizione standard di umidità del terreno nei 5 giorni precedenti l'evento meteorico. Definito il parametro del CN è possibile determinare il valore di altezza di pioggia netta P_n , mediante la seguente relazione:

$$P_n = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \text{ espresso in mm}$$

con $S = 254*(100/CN - 1)$ che rappresenta il massimo volume di invaso del suolo, in funzione del CN e P rappresenta l'altezza di pioggia totale, precedentemente calcolata con il metodo VaPi, in corrispondenza di un evento con assegnato tempo di ritorno.

Basin	CN II medio	S (mm)	P30 (mm)	P_{n30} (mm)	P200 (mm)	P_{n200} (mm)	P500 (mm)	P_{n500} (mm)
Bacino 1	76.2	79.33	51.00	10.78	71.09	22.67	80.88	29.28
Bacino 2	76.0	80.21	59.41	15.22	82.81	30.33	94.21	38.58
Bacino 3	77.86	72.23	57.01	15.78	79.47	30.81	90.41	38.94

4.4 Metodo di trasformazione afflussi-deflussi per il calcolo delle portate di piena

Per il calcolo della portata al colmo di piena si considera, come metodo di trasformazione afflussi – deflussi, l'idrogramma di piena triangolare di Mockus, che ha una fase crescente di durata t_a (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata t_e (tempo di esaurimento).

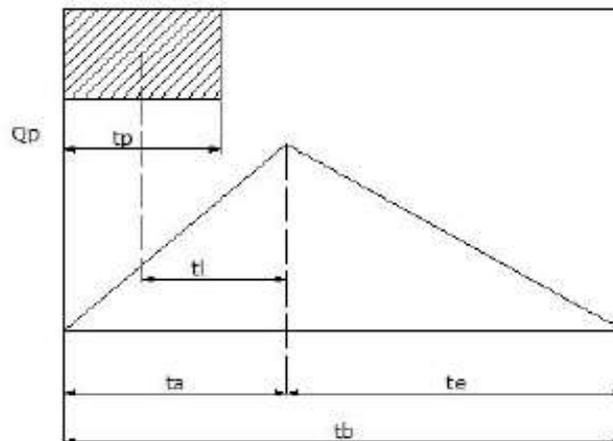


Figura 10 - Idrogramma di Mockus

Secondo il metodo SCS, il tempo di ritardo t_L di Mockus, definito come la distanza tra il baricentro dello ietogramma rettangolare e il picco dell'onda di piena, viene calcolato con la formula di Mockus, per cui: $t_L = 0.342 * (L^{0.8}/s^{0.5}) * (1000 / CN) - 9)^{0.7}$, dove:

- L è la lunghezza dell'asta principale in Km;
- s è la pendenza media in % del bacino;
- CN curve number, pari a CN I, CN II o CN III a seconda se il bacino è secco o umido.

Il passaggio dal tempo di ritardo t_L al tempo di corrivazione t_c del bacino avviene attraverso la seguente espressione: $t_c = t_L/0,6$

Il tempo di accumulo, espresso in ore, è pari a $t_a = 0.5 t_c + t_L$

L'area sottesa da tale triangolo definisce la portata idrologica al colmo di piena che, pertanto, assume la formulazione seguente: $Q_p = 0,208 (P_n * A) / t_a$.

L'ascissa e l'ordinata del picco dell'onda di piena rappresentano, rispettivamente, il tempo di risposta del bacino e la portata al colmo di piena.

Basin	L (km)	s (%)	t_i (ore)	t_p (ore)	t_a (ore)	A (kmq)	P_n30 (mm)	Q (Tr=30) (mc/s)	P_n200 (mm)	Q (Tr=200) (mc/s)	P_n500 (mm)	Q (Tr=500) (mc/s)
Bac. 1	2.13	1.23	1.52	2.54	2.79	0.50	10.78	0.4	22.67	0.8	29.28	1.1
Bac. 2	4.30	1.0	2.98	4.96	5.46	2.60	15.22	1.5	30.33	3.0	38.58	3.8
Bac. 3	2.50	1.27	1.62	2.70	2.97	1.67	15.78	1.8	30.81	3.6	38.94	4.6

Lo studio idrologico, quindi, ha l'obiettivo di stimare le portate di piena all'interno dei bacini idrografici di studio, per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

Basin	Q (Tr=30) (mc/s)	Q (Tr=200) (mc/s)	Q (Tr=500) (mc/s)
Bacino 1	0.4	0.8	1.1
Bacino 2	1.5	3.0	3.8
Bacino 3	1.8	3.6	4.6

5. DISCIPLINA DELLE ACQUE METEORICHE DI DILAVAMENTO E DI PRIMA PIOGGIA

L'impianto agrivoltaico sarà realizzato in conformità al R.R. n. 26 del 9 dicembre 2013 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia".

L'opera non rientra fra gli interventi indicati all'art. 8 comma 2 del R.R. n. 26/2013, inoltre, non si avrà movimentazione di sostanze pericolose previste alle tabelle 3/A e 5 dell'Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006.

L'intervento non prevede l'impermeabilizzazione dei terreni agricoli; gli unici elementi strutturali che possono essere assimilati a superfici impermeabilizzate sono sia i pannelli fotovoltaici che le coperture delle cabine elettriche. Tuttavia, in conformità al regolamento suddetto, va precisato che: i pannelli fotovoltaici permettono comunque alle precipitazioni di raggiungere il suolo e, quindi, l'infiltrazione delle acque meteoriche nei terreni sottostanti e, poiché le superfici scolanti sono prive di sostanze inquinanti, le acque meteoriche non sono soggette a sistemi di trattamento delle acque di prima pioggia; situazione analoga vale anche per le acque meteoriche ricadenti sulle coperture delle cabine.

Per quanto riguarda la viabilità interna all'impianto, le strade saranno realizzate con materiale drenante stabilizzato, in modo che le acque meteoriche ricadenti su tali superfici possano infiltrarsi nel sottosuolo senza che ci possa essere deflusso superficiale. Pertanto, non è prevista la raccolta, la depurazione e lo smaltimento delle acque meteoriche.

6. CONCLUSIONI

Sulla base dello studio idrologico svolto, che ha portato alla definizione delle curve di possibilità pluviometrica e alle portate di piena transitanti nei corsi d'acqua per tempi di ritorno assegnati, è stato condotto lo studio idraulico consistente nella modellazione idraulica dei tre reticoli idrografici interferenti con le opere in progetto, svolta in condizioni di moto permanente per tempo di ritorno di 200 anni (Tr associato alla compatibilità idraulica secondo le NTA del PAI), per la quale si rimanda alla "Relazione Idraulica" allegata al progetto definitivo.

Inoltre, l'impianto non prevede l'impermeabilizzazione dei terreni agricoli e risulta conforme con il R.R. n. 26 del 2013 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia".