

# VERDE 1 SRL

## REALIZZAZIONE IMPIANTO AGRIVOLTAICO CON PRODUZIONI AGRICOLE INTENSIVE E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA CONVERSIONE SOLARE FOTOVOLTAICA E OPERE DI CONNESSIONE SITO IN LARINO (CB) – POTENZA 51,39 MWdc



Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy  
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net  
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

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

### Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

### Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO  
ing. Giulia CARELLA  
ing. Valentina SAMMARTINO  
ing. Tommaso MANCINI  
ing. Ilaria Maria PIERRI  
ing. Fabio MASTROSERIO  
arch. Angela LA RICCIA  
pianif. terr. Antonio SANTANDREA  
ing. Margherita DEBERNARDIS  
geol. Lucia SANTOPIETRO

### Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO	TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
<b>C07</b>	<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	<b>21094</b>	<b>D</b>		
		CODICE ELABORATO			
		<b>DC21094D-C07</b>			
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		
<b>00</b>		-	-		
		NOME FILE	PAGINE		
		<b>DC21094D-C07.doc</b>	<b>15 + copertina</b>		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	07/10/21	Emissione	Pierr	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

## INDICE

1. PREMESSA .....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	4
4. AMBITO TERRITORIALE DI APPLICAZIONE DEL P.A.I. REGIONE MOLISE .....	6
5. ANALISI PLUVIOMETRICA .....	9
6. STUDIO IDROLOGICO .....	12
7. CONCLUSIONI .....	15

## 1. PREMESSA

La presente Relazione Idrologica è parte integrante del progetto definitivo per la realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzioni agricole intensive e produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza di 51,39 MW denominato "**LARINO 4**" in agro di Larino (CB), Contrada Piane di Larino, zona "Masseria Ricci", e delle relative opere connesse anche in agro di Larino (CB), proposto dalla società VERDE 1 SRL. Il progetto prevede:

- la realizzazione dell'impianto agrivoltaico;
- la realizzazione del cavidotto MT di connessione;
- la realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione dell'energia prodotta.

Lo studio idrologico ed idraulico, redatto in conformità ai criteri dettati dall'Autorità di Bacino della Regione Molise, ha lo scopo di dimostrare la compatibilità del progetto con quanto previsto dal P.A.I. e, in particolare, dalle norme di attuazione e dalle misure di salvaguardia del piano stesso. Inoltre, verifica le condizioni di sicurezza legate alla realizzazione dell'intervento.



## 2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dei fiumi Biferno e Minori, redatto ai sensi dell'art. 63, comma 10, lett. a) del D.lgs. 152/2006 e s.m.i., riguarda il settore funzionale della pericolosità e del rischio idrogeologico.

Il P.A.I. ha valore di piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo, tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso riguardanti l'assetto idrogeologico del bacino idrografico. L'assetto idrogeologico comprende:

- a) l'assetto idraulico riguardante le aree a pericolosità e a rischio idraulico;
- b) l'assetto dei versanti riguardante le aree a pericolosità e a rischio di frana.

Ai sensi dell'art. 9 delle NTA, le finalità del P.A.I. per l'assetto idraulico sono:

- La individuazione degli alvei e delle fasce di territorio inondabili per piene con tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni dei principali corsi d'acqua del bacino dei fiumi Biferno e Minori;
- La definizione di una strategia di gestione finalizzata a salvaguardare le dinamiche idrauliche naturali, con riferimento alle esondazioni e alla evoluzione morfologica degli alvei, a favorire il mantenimento e il ripristino dei caratteri di naturalità del reticolo idrografico;
- La definizione di una politica di prevenzione e mitigazione del rischio idraulico attraverso la formulazione di indirizzi e norme vincolanti relative ad una pianificazione territoriale compatibile con le situazioni di dissesto idrogeologico.

Il P.A.I. individua e perimetra a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità idraulica. Ai sensi dell'art. 11, le classi di pericolosità idraulica sono:

- Aree a pericolosità idraulica alta (PI3): aree inondabili per tempo di ritorno minore o uguale a 30 anni;
- Aree a pericolosità idraulica moderata (PI2): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 30 e minore o uguale a 200 anni;
- Aree a pericolosità idraulica bassa (PI1): aree inondabili per tempo di ritorno maggiore di 200 e minore o uguale 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.*

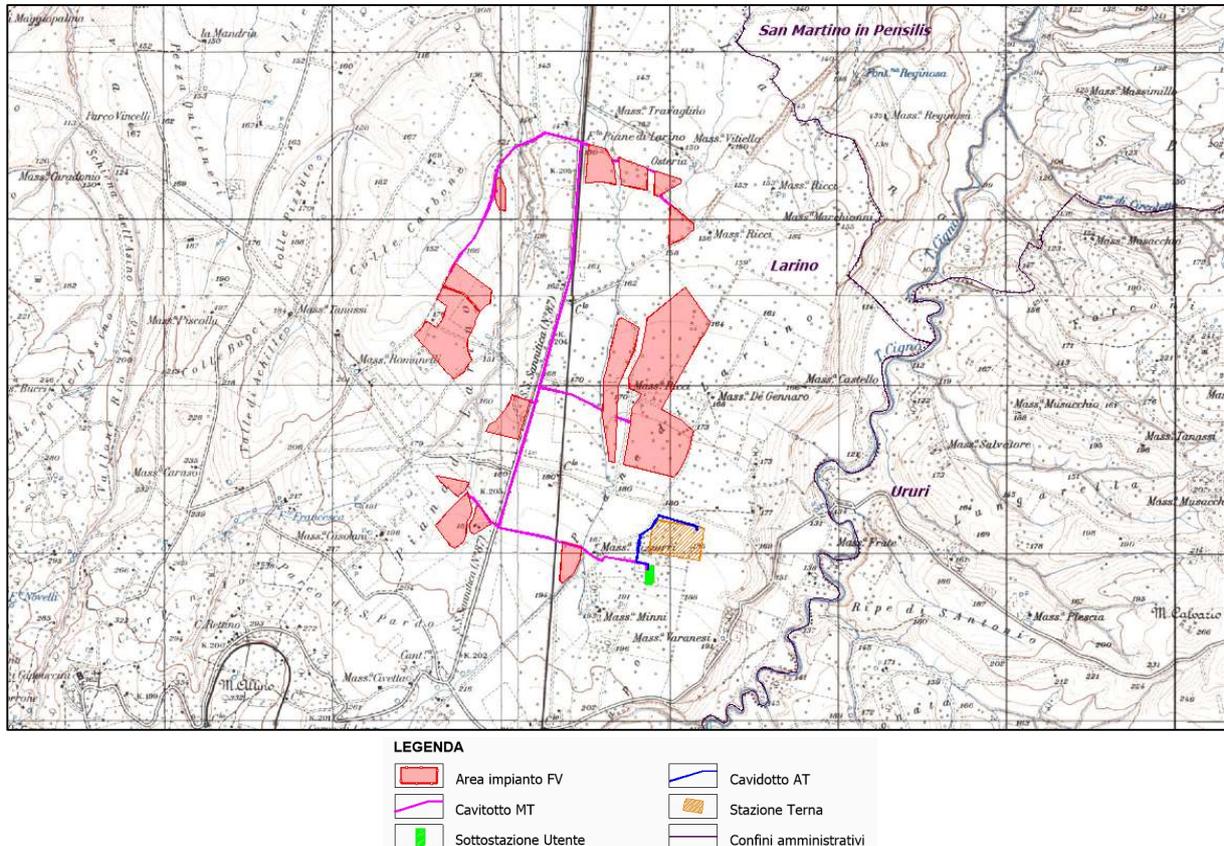
### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La proposta progettuale riguarda la realizzazione di un impianto agrivoltaico con produzioni agricole intensive e produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica della potenza di 51,39 MW denominato "LARINO 4" in agro di Larino (CB), Contrada Piane di Larino, zona "Masseria Ricci", e delle relative opere connesse anche in agro di Larino (CB).

Il suolo sul quale sarà realizzato l'impianto agrivoltaico ricopre una superficie di circa 76 ettari. Esso ricade nel foglio 1:25.000 delle cartografie dell'Istituto Geografico Militare (IGM serie 25v) Tavole n.155 IV-SO "S. MARTINO IN PENSILIS", n.155 III-NO "URURI", n.154 II-NE "LARINO", e n.154 I-SE "GUGLIONESI", ed è catastalmente individuato al F.M. 22 p.lle 3, 51; F.M. 23 p.lle 45, 51; F.M. 31 p.lle 3, 14; F.M. 32 p.lle 10, 14, 42; F.M. 33 p.lle 8, 9, 19; F.M. 42 p.lle 4, 7, 53, 181, 182; F.M. 43 p.lle 6, 7, del comune di Larino (CB).

Il cavidotto MT di connessione tra l'impianto agrivoltaico e la Sottostazione Elettrica di Trasformazione si estenderà, per circa 5,7 km nel territorio di Larino (CB), mentre il cavidotto AT dalla Sottostazione Elettrica di Trasformazione alla Stazione Terna si estenderà per circa 613 m.

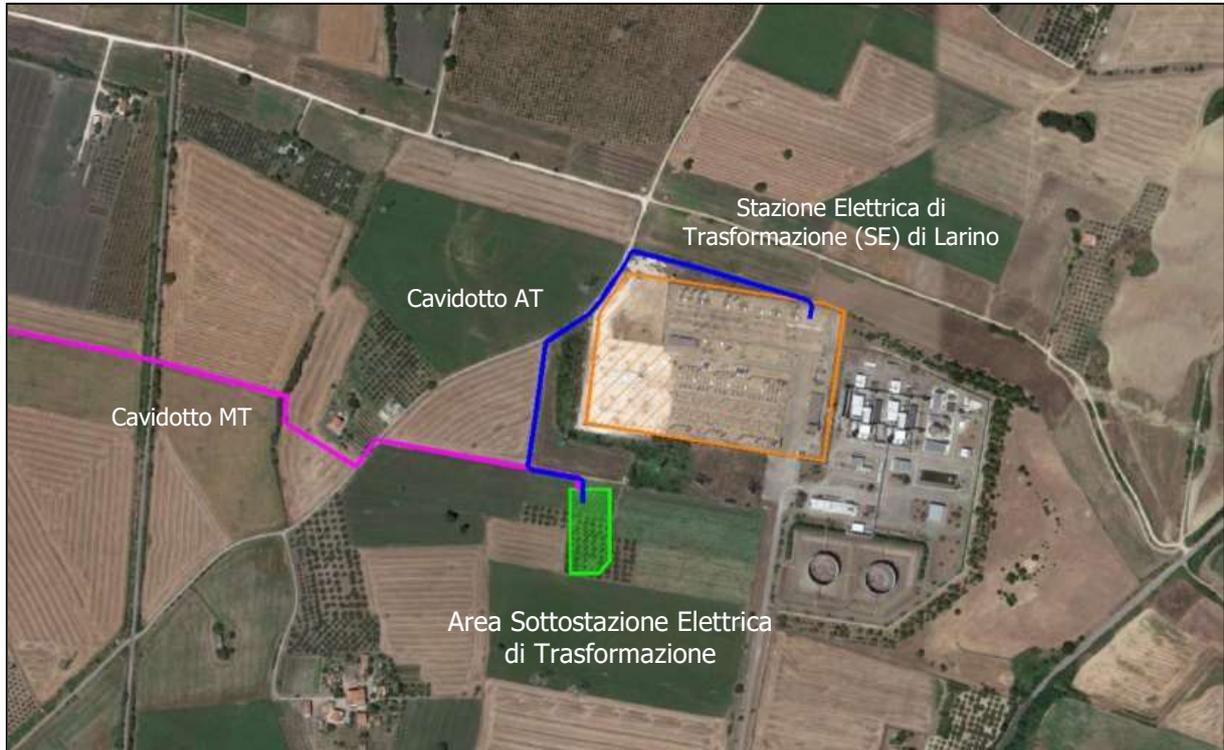
L'elettrodotto attraverserà sia suoli di proprietà privata, che viabilità pubblica comunale e statale.



**Figura 1: Inquadramento su IGM dell'area occupata dal futuro impianto fotovoltaico**

Ai fini del collegamento dell'impianto agrivoltaico alla Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Larino, il progetto prevede la realizzazione di una Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SSE) AT/MT, da collegare alla SE così come indicato nella STMG.

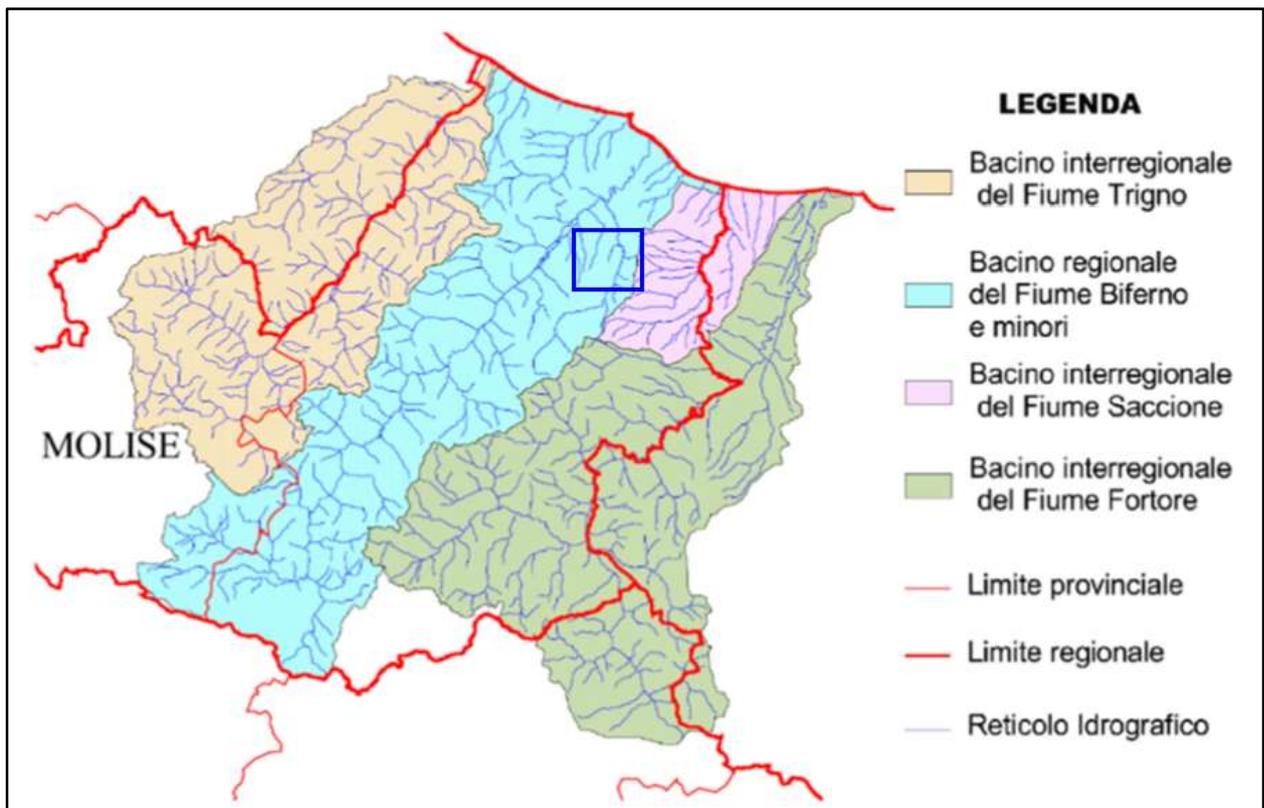
Il suolo sul quale sarà realizzata è catastalmente individuato al F.M. 43 19 (parte), 73 (parte), 23 (parte), 79 (parte), 80 (parte) del Foglio 43, del comune di Larino (CB).



**Figura 2: Inquadramento su ortofoto dell'area occupata dalla SSE**

#### 4. AMBITO TERRITORIALE DI APPLICAZIONE DEL P.A.I. REGIONE MOLISE

L'area in esame rientra nel Piano Stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) dei fiumi Biferno e Minori, unità di gestione afferente al Distretto idrografico dell'Appennino Meridionale di competenza dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale. Il Piano Stralcio è stato approvato con Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri del 19/06/2019 "Approvazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del bacino interregionale del fiume Trigno e del bacino regionale del fiume Biferno e minori".



**Figura 3: Individuazione del bacino idrografico afferente all'area di impianto**

Il PAI ha tra i suoi obiettivi quello di individuare e perimetrare le aree di pericolosità e le aree di rischio presenti nella porzione di bacino considerata, e prescrivere le norme di salvaguardia per la gestione e la pianificazione del territorio, per determinare le priorità di intervento volte alla mitigazione o rimozione dello stato di rischio.

Il PAI individua a scala di bacino le aree inondabili per eventi con tempo di ritorno assegnato e le classifica in base al livello di pericolosità idraulica. Si individuano le seguenti tre classi di aree a diversa pericolosità idraulica: alta (PI3), moderata (PI2), bassa (PI1).

Il PAI definisce anche la "fascia di riassetto fluviale": comprendente l'alveo, l'area di pertinenza fluviale e quella necessaria per l'adeguamento del corso d'acqua all'assetto definitivo previsto dal Piano stesso. Tale fascia è riportata nella carta della pericolosità idraulica; nei tratti in cui tale

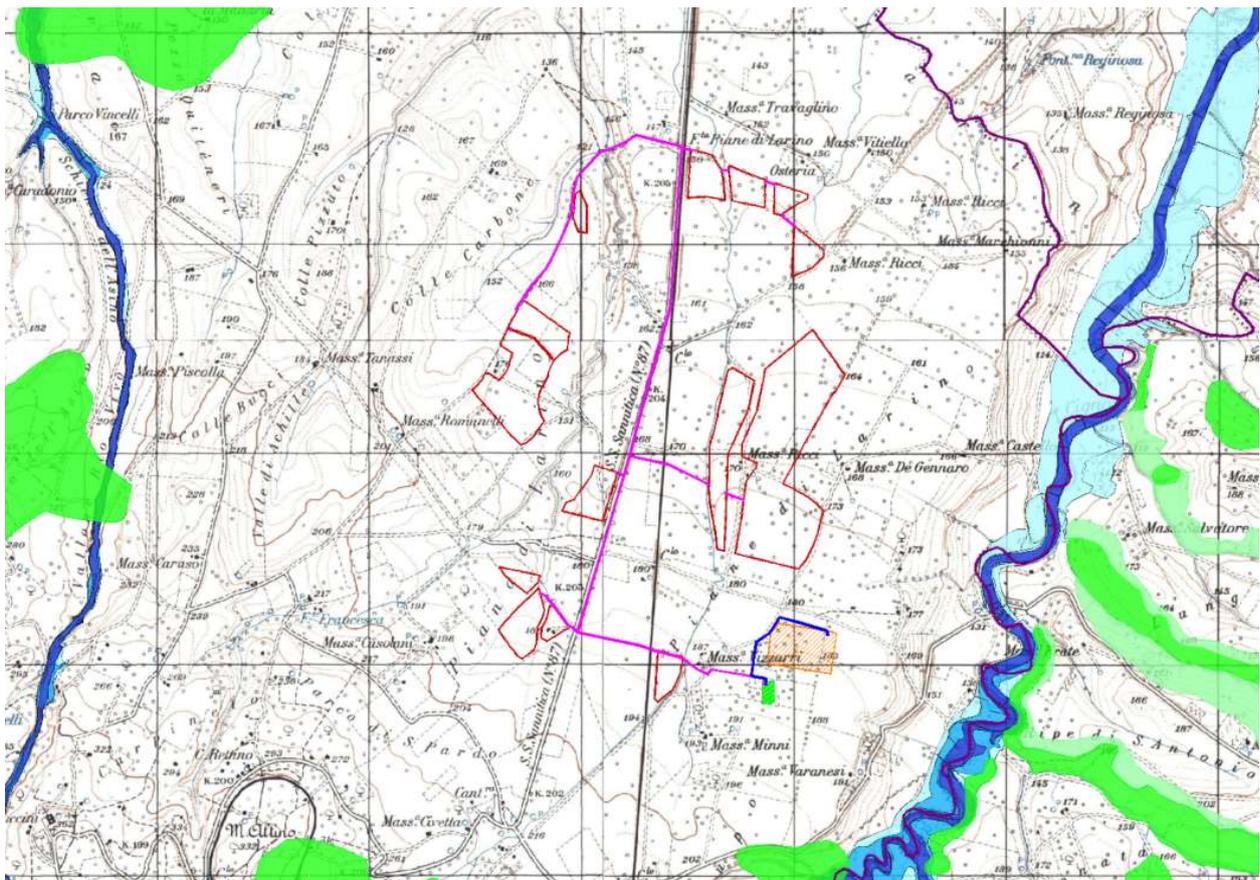
fascia non è esplicitamente definita essa è stata assimilata alla fascia di pericolosità PI2 (cfr. art.12 delle NTA: "fasce di riassetto fluviale").

Il PAI classifica, anche, le aree in frana distinguendole in base a livelli di pericolosità da frana: estremamente elevata (PF3), elevata (PF2), moderata (PF1).

Al fine di valutare la priorità degli interventi di messa in sicurezza e per le attività di protezione civile il PAI individua, perimetra e classifica il livello di rischio idrogeologico secondo le seguenti quattro classi:

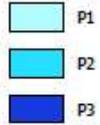
- a) Aree a rischio molto elevato (RI4 e RF4);
- b) Aree a rischio elevato (RI3 e RF3);
- c) Aree a rischio medio (RI2 e RF2);
- d) Aree a rischio moderato (RI1 e RF1).

Dall'analisi delle perimetrazioni P.A.I. si evince che l'area interessata dal progetto non è sottoposta ad alcun vincolo P.A.I., né per quanto concerne la pericolosità idraulica e la pericolosità da frana né per quanto concerne i relativi rischi.

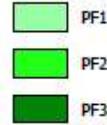


### Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

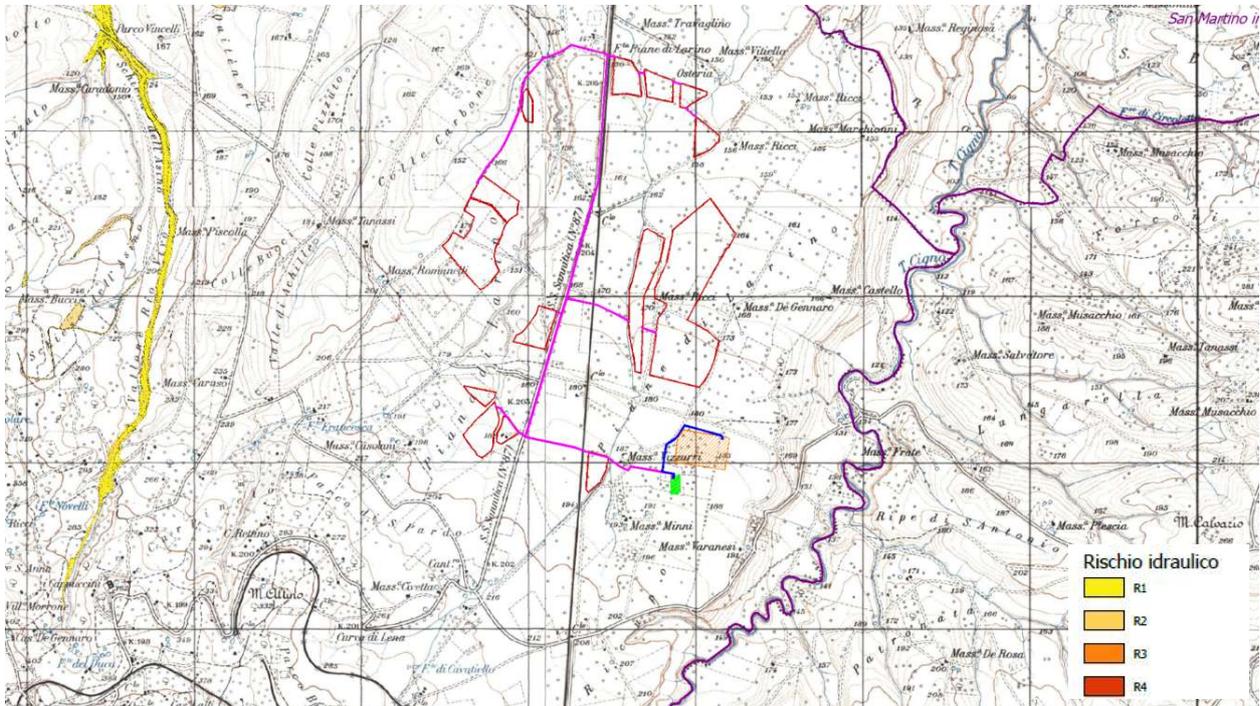
Pericolosità idraulica



Pericolosità frana



**Figura 4: Stralcio delle perimetrazioni P.A.I. con l'area di progetto (carta della pericolosità)**



**Figura 5: Stralcio delle perimetrazioni P.A.I. con l'area di progetto (carta del rischio)**

Secondo le N.T.A. del P.A.I., le aree a pericolosità idraulica sono disciplinate dai seguenti articoli:

- Aree a pericolosità idraulica alta (PI3) – art. 13;
- Aree a pericolosità idraulica moderata (PI2) – art. 14;
- Aree a pericolosità idraulica bassa (PI1) – art. 15.

Per le aree limitrofe a corsi d'acqua, che non sono state oggetto di verifiche idrauliche e per le quali non sono disponibili le aree di pericolosità idraulica e l'individuazione della fascia di riassetto fluviale, è stabilita una fascia di rispetto in accordo con l'art. 16 comma 1 del PAI, misurata dai limiti dell'alveo, sulla quale si applica la disciplina dell'art. 12. Le fasce di rispetto sono le seguenti:

- 40 metri per il reticolo principale costituito dai corsi d'acqua Biferno, Cigno, Rio, Callora, Quirino e Sinarca;
- 20 metri per il reticolo minore (corsi d'acqua identificabili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 con propria denominazione);
- 10 metri per il reticolo minuto (restanti corsi d'acqua distinguibili sulla cartografia IGM scala 1:25.000 ma privi di una propria denominazione).



## 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:  $h = a \cdot t^n$ .

Lo studio per la determinazione delle curve di possibilità pluviometrica utilizza i dati delle stazioni pluviometriche ricadenti nei bacini afferenti alla Regione Molise. Per l'analisi statistica di tipo regionale si è utilizzato il modello TCEV nell'ambito del progetto VAPI.

Sulla base dei risultati dell'analisi statistica regionale sono state ricavate per ciascuna stazione le curve di possibilità pluviometrica che assumono la seguente espressione:

$$h(T,d) = K_T \cdot a' \cdot d^n$$

dove  $h(T,d)$  indica l'altezza di pioggia che dipende dal tempo di ritorno e dalla durata dell'evento considerato,  $K_T$  rappresenta la curva di crescita in funzione del tempo di ritorno,  $a'$  e  $n$  sono parametri che dipendono dal sito considerato e vengono pertanto ricavati per ciascuna stazione pluviometrica regionale.

In tabella, si riportano i valori del parametro  $K_T$  al variare del tempo di ritorno.

Tempo di ritorno (anni)	Durate minori di 1 ora
1.33	0.723
2	0.918
10	1.494
30	1.911
100	2.471
200	2.849
500	3.389
1000	3.811
5000	4.806

Al fine di rendere utilizzabili nella modellistica idrologica le curve di possibilità pluviometrica, come sopra definite, la curva di crescita espressa dal parametro  $K_T$  è stata approssimata con un funzionale del tipo:

$$K_T = a'' \cdot T^m$$

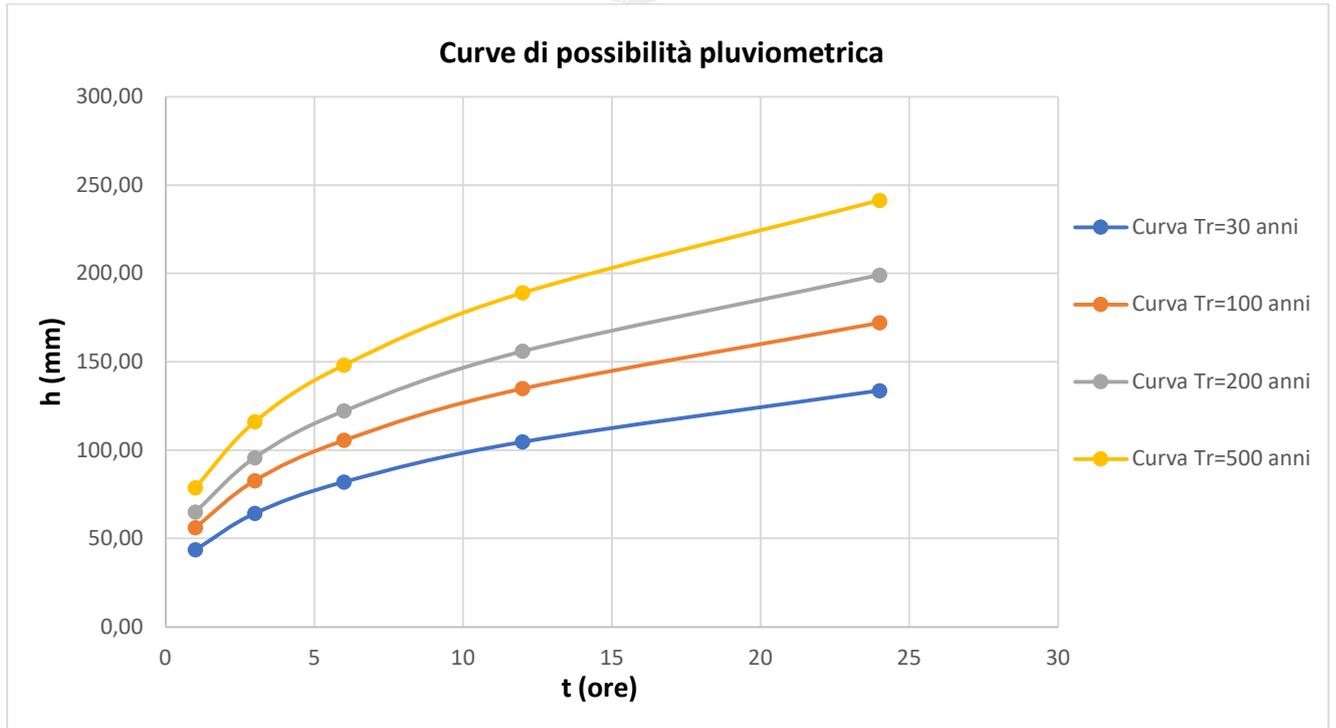
A questo punto, la C.P.P. può essere espressa come:  $h = a \cdot d^n \cdot T^m$ , dove  $h$  in mm,  $d$  in ore e  $T$  in anni. In tabella si riportano i *valori di  $a$ ,  $n$  e  $m$*  per durate superiori o inferiori all'ora per tutte le stazioni.

Stazioni	Cod.	a	n	m
Vasto	3545	22.53	0.318	0.210
S.Salvo	3546	21.74	0.341	0.210
Frosolone	3551	19.83	0.325	0.210
Bagnoli del Trigno	3552	17.46	0.304	0.210
Agnone	3553	21.78	0.327	0.210
Trivento	3557	18.75	0.327	0.210
Torrebruna	3558	21.44	0.372	0.210
Palmoli	3559	18.31	0.332	0.210
Montemitro	3561	20.03	0.313	0.210
Palata	3562	21.99	0.346	0.210
Mafalda	3563	20.77	0.412	0.210
Lentella	3564	12.48	0.479	0.210
Termoli	3565	23.90	0.281	0.210
Boiano	3566	24.48	0.474	0.210
Roccamandolfi	3569	29.64	0.462	0.210
Guardiaregia	3570	25.28	0.464	0.210
Campobasso	3573	22.36	0.274	0.210
Castropignano	3574	18.20	0.282	0.210
Lucito	3576	16.90	0.344	0.210
Castelmauro	3579	19.26	0.338	0.210
Guardiafiera	3580	18.66	0.329	0.210
Larino	3581	21.39	0.352	0.210
Casacalenda	3583	22.03	0.357	0.210
Serracapriola	3586	17.01	0.364	0.210
Roseto Valfortore	3589	21.68	0.352	0.210
S. Bartolomeo G.	3590	16.10	0.354	0.210
Castel Tevere Valf.	3591	19.54	0.302	0.210
Campolieto	3594	17.36	0.408	0.210
Riccia	3595	19.13	0.332	0.210
S.Elia Pianisi	3598	21.70	0.260	0.210
Bonefro	3601	19.10	0.394	0.210
Castelnuovo	3603	16.56	0.356	0.210
Cantoniera Civitate	3604	19.63	0.286	0.210

**Figura 6: Valori dei coefficienti a, n, m della CPP per alcune stazioni pluviometriche**

Nel caso specifico, per ottenere i parametri a, n ed m per la costruzione delle curve di possibilità climatica, è stata utilizzata la stazione di "Larino", in quanto più prossima all'intervento in oggetto. La C.P.P., quindi, è la seguente:  $h \text{ (mm)} = 21.39 * d^{0.352} * T^{0.210}$ .

Tr (anni)	T = 30	T = 100	T = 200	T = 500
t (ore)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
1	43.69	56.26	65.08	78.89
3	64.32	82.82	95.80	116.13
6	82.09	105.71	122.27	148.22
12	104.78	134.92	156.06	189.18
24	133.73	172.20	199.19	241.45





## 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, sono stati individuati 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*.

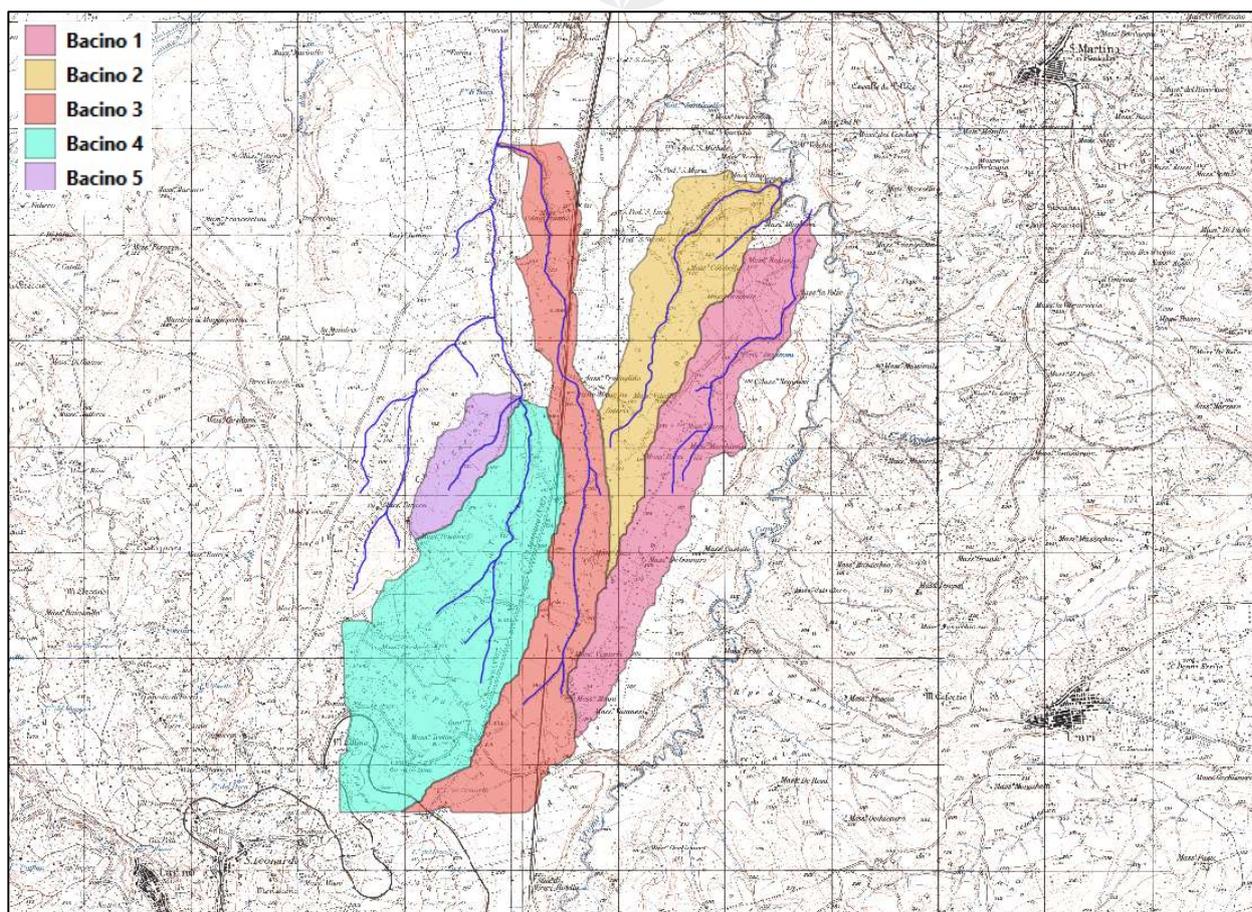
Di seguito, si illustrano le fasi previste per la redazione dello studio idrologico, secondo i criteri dettati dall'Allegato 1 alle NTA del PAI:

- reperimento della cartografia di base (I.G.M. in scala 1:25.000, rilievi aerofotogrammetrici) e del modello digitale del terreno (D.T.M.) con maglia pari a 0.15x0.15 m ottenute da un rilievo in sito;
- 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, 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 ai 5 bacini di studio:

Bacini	Area (Kmq)	Lasta (Km)	H <sub>max</sub> (m.s.l.m)	H <sub>min</sub> (m.s.l.m)	H <sub>mean</sub> (m.s.l.m)	Dislivello (m)	i <sub>media</sub> bacino (%)	i <sub>asta</sub> (%)
Bacino 1	2.70	4.45	200.64	71.19	147.78	129.45	3.88	2.91
Bacino 2	2.25	4.40	175.48	70.45	132.44	105.03	4.83	2.39
Bacino 3	3.40	6.00	290.63	82.58	172.16	208.05	2.80	3.47
Bacino 4	4.45	4.30	344.42	121.03	205.51	223.39	8.28	5.20
Bacino 5	0.70	1.50	200.62	121.28	164.75	79.34	8.82	5.29



**Figura 7: Bacini idrografici di studio**

Le portate di piena valutate nelle sezioni di interesse costituiscono un campione di valori di una grandezza per la quale è evidente l'esistenza di una correlazione positiva con l'area del bacino idrografico sotteso.

Tale osservazione ci permette di poter derivare *curve di inviluppo*, ossia semplici relazioni sperimentali tra portata al colmo ed area del bacino che forniscono in via speditiva una stima approssimata per eccesso della portata al colmo di piena per qualunque corso d'acqua della Regione a qualsiasi sezione di chiusura. Di seguito si riportano le curve di inviluppo, ove Q è la portata in mc/s e A è l'area del bacino sotteso in kmq.

Tempo di ritorno	Curva inviluppo
30	$Q = 10 A^{0.72}$
100	$Q = 14 A^{0.72}$
200	$Q = 17 A^{0.72}$
500	$Q = 22 A^{0.72}$

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, 100, 200 e 500 anni.

Bacini	Q <sub>30</sub> (mc/s)	Q <sub>100</sub> (mc/s)	Q <sub>200</sub> (mc/s)	Q <sub>500</sub> (mc/s)
Bacino 1	20.44	28.62	34.76	44.98
Bacino 2	17.93	25.10	30.48	39.45
Bacino 3	24.14	33.79	41.03	53.10
Bacino 4	29.30	41.02	49.80	64.45
Bacino 5	7.74	10.83	13.15	17.02

Per il calcolo del tempo di corrivazione  $t_c$  (espresso in ore), indicante la durata dell'evento meteorico, è stata utilizzata la formula di Giandotti:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A_b} + 1,5L_a}{0,8\sqrt{Z_m - Z_0}}$$

Dove:

$A_b$  = area bacino [kmq]

$L_a$  = lunghezza dell'asta principale del bacino [km]

$Z_m$  = quota media del bacino [m.s.l.m.]

$Z_0$  = quota della sezione di chiusura del bacino [m.s.l.m.]

Bacini	S	L <sub>a</sub>	H <sub>med</sub>	H <sub>0</sub>	t <sub>c</sub>
Bacino 1	2.70	4.45	147.78	71.19	1.89
Bacino 2	2.25	4.40	132.44	70.45	2.00
Bacino 3	3.40	6.00	172.16	82.581	2.16
Bacino 4	4.45	4.30	205.51	121.026	2.02
Bacino 5	0.70	1.50	164.75	121.28	1.06

## **7. CONCLUSIONI**

Lo studio idrologico, redatto in conformità ai criteri dettati dall'Autorità di Bacino della Regione Molise, ha lo scopo di effettuare un'analisi pluviometrica e dei deflussi superficiali dei bacini idrografici tributari determinati in conseguenza ad eventi meteorici con diversi tempi di ritorno.

\*\*\*\*\*