

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG ELIOSFERA E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 19,98 MWp - COMUNE DI VENOSA (PZ)

## Proponente

**EG ELIOSFERA S.R.L.**

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11616250962 · PEC: egeliosfera@pec.it

## Progettazione

**Ing. Michele TASSELLI.** Via Matera, 28 - 85100 Potenza (PZ)

tel.: 347/5407153 · e-mail: ing.tasselli@gmail.com · PEC: michele.tasselli2@ingpec.eu  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Potenza al n. 2180

**Ing. Massimo BIANCO.** Via S. Antonio, 14 - 85043 Latronico (PZ)

tel.: 328/3779118 · e-mail: prgbianco@gmail.com · PEC: massimo.bianco@ingpec.eu  
Iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Potenza al n. 2347



## Consulente

**Ing. Carmen MARTONE.** Via del Popolo, 6 - 85100 Potenza (PZ)

tel.: 327/6697708 · e-mail: carmen@martoneingegneri.it · PEC: carmen.martone@ingpec.eu  
Iscritta all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Potenza al n. 1872

## Coordinamento progettuale

**RAMUNNO S.R.L.**

C.DA CAOLO - ZONA P.I.P. · 85057 TRAMUTOLA (PZ) · P.IVA: 01633510761 · email: info@ramunnosrl.it



## Titolo Elaborato

### RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA E IDRAULICA

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	RIFERIMENTO	DATA	SCALA
Progetto definitivo	A.3	A.3	A3_3 PD	11/2021	-

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
01	05/11/2021	-	CM	MT/RAM	ENF



COMUNE DI VENOSA (PZ)  
REGIONE BASILICATA



	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 1 di 34</p>
---	--	--

## Sommarrio

1	PREMESSA.....	4
2	DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ.....	5
2.1	Sintesi delle attività.....	5
3	INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
4	ANALISI STATO DI FATTO E PROGETTO.....	8
4.1	Interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico.....	9
5	ANALISI GEOMORFOLOGICA.....	11
5.1	Digital Terrain Model.....	11
5.2	Slope Model.....	11
5.3	Flow Accumulation.....	12
5.4	Perimetrazione dei bacini idrografici.....	13
5.4.1	Mappe grafiche risultanti.....	15
6	ANALISI IDROLOGICA.....	17
6.1	Curve di Possibilità Pluviometrica.....	17
6.2	Massimizzazione delle portate di piena col metodo SCS.....	21
7	Interferenze delle opere in progetto con aree a potenziale rischio alluvione (APFSR).....	28
8	Valutazione dell'interazione delle opere di fondazione con gli ammassi acquiferi.....	32
9	Compatibilità delle opere da eseguirsi con le aree di salvaguardia delle sorgenti.....	32
10	Conclusioni.....	34

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 2 di 34</p>
---	---	--

## Indice Figure

Figura 1: Inquadramento generale dell'opera su IGM (1:25.000).....	6
Figura 2: Griglia di geolocalizzazione .....	7
Figura 3: Sovrapposizione del layout di impianto con il PPTR della Regione Basilicata.....	9
Figura 4: Interferenze 1 del reticolo idrografico con il campo e interferenza 2 con l'area parco e sezioni di chiusura dei bacini idrografici analizzati.....	10
Figura 5: Bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 1 .....	14
Figura 6: Bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 2 .....	14
Figura 7: DTM e curve di livello del bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 1 .....	15
Figura 8: DTM e curve di livello del bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 2 .....	15
Figura 9: Pendenza bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 1.....	16
Figura 10: Pendenza bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 2....	16
Figura 11: Aree pluviometriche omogenee VAPI Regione Puglia.....	19
Figura 12: Idrogramma di Mockus .....	25
Figura 13: Interferenza dell'impianto di progetto con le aree a potenziale rischio alluvione (APFSR).....	28
Figura 14: Interferenza dell'area Stallo EG Eliosfera di progetto con le aree a potenziale rischio alluvione (APFSR).....	29
Figura 15: Interferenza dell'area Parco EG Eliosfera di progetto con le aree a potenziale rischio alluvione (APFSR).....	29
Figura 13: Mappa delle aree inondabili Q <sub>30</sub> anni .....	30
Figura 13: Mappa delle aree inondabili Q <sub>200</sub> anni.....	31

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 <i>Pag. 3 di 34</i></p>
---	---	---

Figura 16: Area di impianto, sorgenti ed area di buffer (1000 metri) di cui al punto 1 del Titolo II delle Direttive tecniche e procedurali di cui alla DGR 663/2014 Regione Basilicata .....33

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 <i>Pag. 4 di 34</i></p>
---	--	---

## 1 PREMESSA

Il progetto di cui questa relazione è parte integrante riguarda la costruzione e l'esercizio di un impianto fotovoltaico denominato "EG ELIOSFERA", da realizzarsi in località "Grottapiana" nel comune di Venosa (PZ).

Il presente studio descrive le metodologie adottate e le analisi svolte per **l'analisi idrologica dell'area**; in particolare sono analizzate le interferenze delle opere da realizzare con aree appartenenti al Demanio Pubblico dello Stato, ramo idrico.

integrato e controllo da remoto in tempo reale.

È stato predisposto, pertanto, lo "Studio di compatibilità idrologico ed idraulico" di cui la presente Relazione e gli allegati Appendice A e carta delle Interferenze con il reticolo idrico ne costituiscono parte integrante.

Il presente studio di compatibilità idrologica ed idraulica analizza compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle delle aree di interferenza con il reticolo idrico e dimostra l'esistenza di adeguate condizioni di sicurezza idraulica per le opere in progetto.

Tale studio, quindi, è finalizzato a illustrare e dimostrare la compatibilità idrologica ed idraulica delle opere previste dal progetto con l'assetto delle aree sottoposte a vincolo demaniale.

La relazione descrive le metodologie adottate e le analisi svolte per **l'analisi idrologica dell'area, l'esame dello stato di fatto, per il dimensionamento e la verifica idraulica** degli interventi descritti negli elaborati a corredo del progetto definitivo con particolare attenzione alle sezioni idrauliche di attraversamento con i corpi idrici superficiali.

Lo studio parte dalle informazioni e dagli studi propedeutici che costituiscono la base per l'attuale progettazione dell'impianto in esame, implementa le informazioni e propone a base dei dimensionamenti idraulici i risultati degli approfondimenti idromorfologici e idrologici descritti in seguito.

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA:          OTTOBRE 2021  <i>Pag. 5 di 34</i></p>
---	--	---

## **2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ**

### **2.1 Sintesi delle attività**

In sintesi le attività svolte per la redazione del presente documento sono:

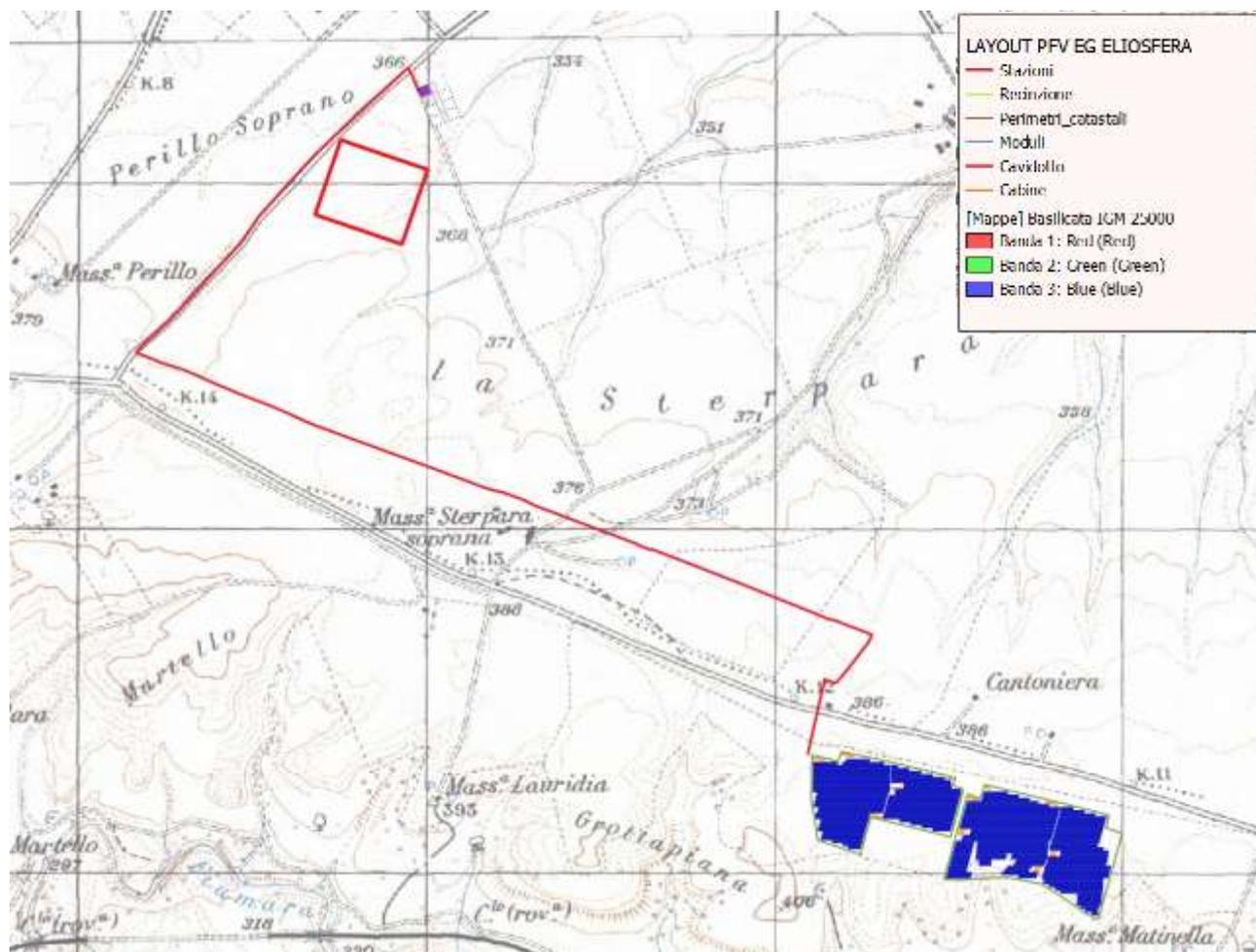
- analisi morfometrica finalizzata alla costruzione del DTM e alla delimitazione dei bacini idrografici;
- analisi morfologica di bacino mediante software Quantum GIS 3.6 e GRASS 7.2.0;
- analisi idrologica per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica mediante la metodologia VAPI ed implementazione del modello idrologico;
- calcolo delle portate di piena per tempi di ritorno T<sub>30</sub> e T<sub>200</sub> per ogni sotto-bacino individuato nell'analisi morfometrica;

Tutte le analisi condotte sono state riferite alla Cartografia Tecnica Regionale nel sistema di riferimento UTM33 WGS84.

## **3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

L'area disponibile per l'installazione dell'impianto fotovoltaico è individuata al Catasto Terreni del comune di Venosa al foglio di mappa n° 40 particelle n. 31- 33 - 36 - 39 - 50 - 51 - 166 - 169 - 170, con una superficie totale pari a circa 22,5 ha.

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA  
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA**



**Figura 1: Inquadramento generale dell'opera su IGM (1:25.000)**

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 7 di 34</p>
---	---	--



**Figura 2: Griglia di geolocalizzazione**

La cartografia, ufficiale e metadatata, disponibile sul territorio è la seguente:

- Fogli IGM 1:25.000:
  - 452-I
- Fogli IGM 1:10.000:
  - 452030
- Digital Terrain Model Tavolette 1:5.000
  - 452\_100205
- Cartografia Tecnica Regionale Tavolette 1:5.000
  - 452031

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 8 di 34</p>
---	--	--

- Carta Uso del Suolo della Regione Basilicata
  - Foglio 452
  - Foglio 435

#### **4 ANALISI STATO DI FATTO E PROGETTO**

L'impianto fotovoltaico "EG Eliosfera" sorgerà in Località "Grottapiana" nel comune di Venosa (PZ) e verrà collegato in antenna a 150 kV sulla Stazione Elettrica di trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV, da inserire in entra-esce sulla linea a 380 kV "Melfi 380 – Genzano 380", di futura realizzazione. L'impianto sarà del tipo installato a terra e non integrato, con moduli fotovoltaici in silicio monocristallino montati su apposite strutture metalliche fisse.

L'estensione complessiva dell'impianto sarà pari a circa **20,5 ha** (superficie delimitata dalle recinzioni di impianto) e la potenza complessiva dell'impianto sarà pari a **19,98 MW<sub>p</sub>** (somma della potenza dei moduli).

L'area disponibile per l'installazione dell'impianto fotovoltaico è individuata al Catasto Terreni del comune di Venosa al foglio di mappa n° 40 particelle n. 31- 33 - 36 - 39 - 50 - 51 - 166 - 169 - 170, con una superficie totale pari a circa 22,5 ha.

L'elettrodotto per la connessione dell'impianto prevede l'interramento di un cavidotto MT per una lunghezza di circa 4 km, che dopo un primo tratto in uscita dal parco fotovoltaico, si sviluppa prevalentemente in adiacenza alla S.S. n. 655 e lungo la S.P. Montemilone – Venosa, fino a raggiungere la futura SSE Utente MT/AT, nelle adiacenze della stazione elettrica (SE) di TERNA SpA, anch'essa di futura realizzazione.

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 9 di 34</p>
---	--	--

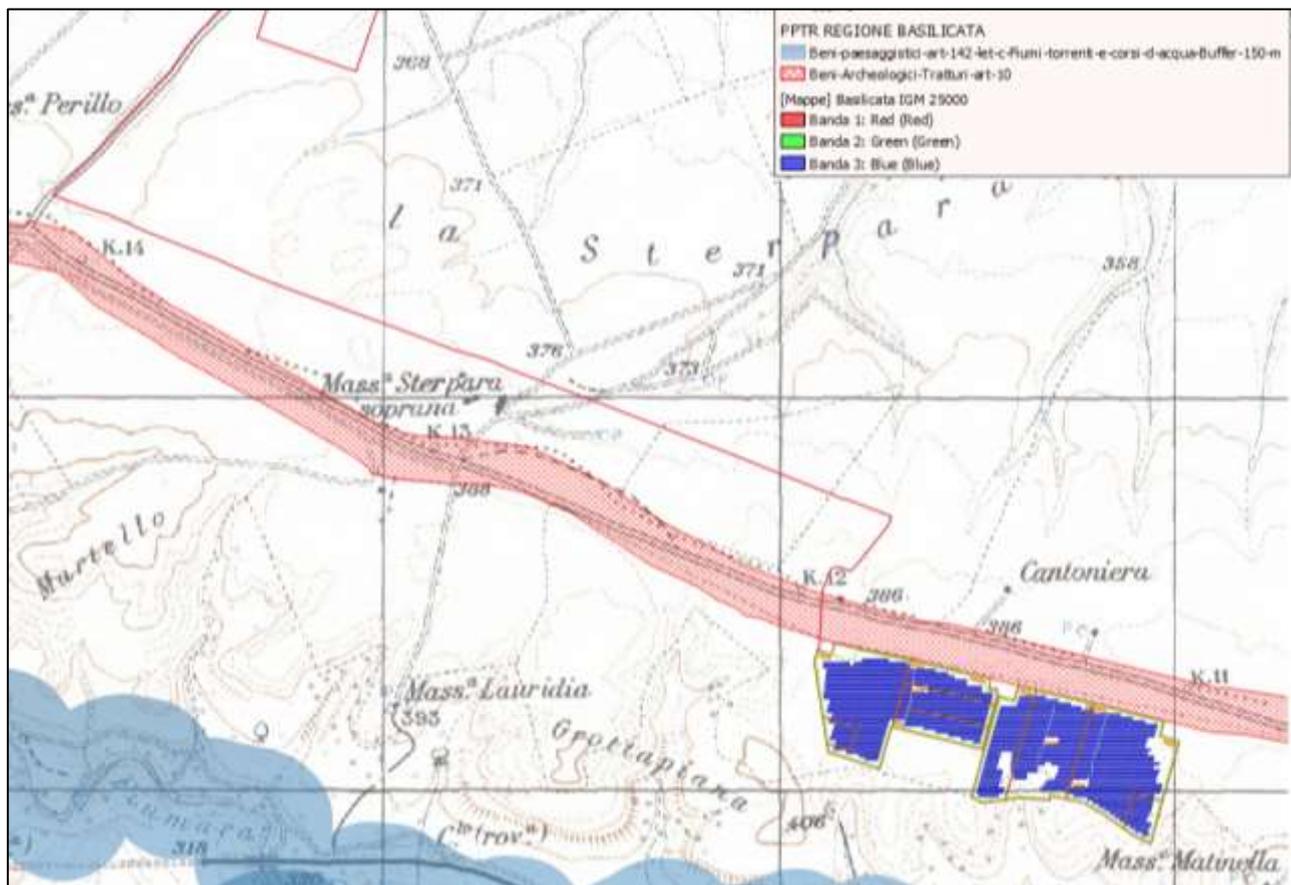


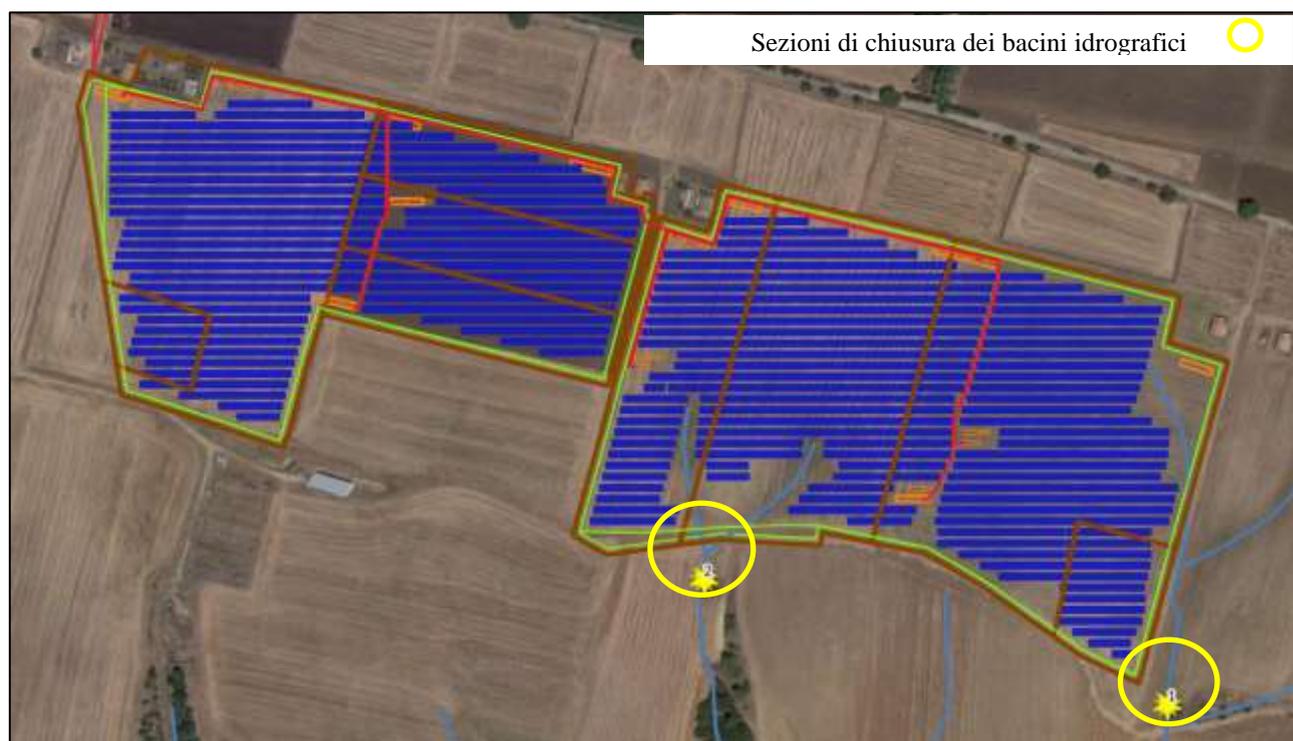
Figura 3: Sovrapposizione del layout di impianto con il PPTR della Regione Basilicata

La zona interessata dall'impianto si sviluppa su un'area caratterizzata da alcune incisioni naturali, alvei fluviali, aree golenali e relative fasce di pertinenza fluviale tuttavia l'impianto **non** ricade in aree vincolate ai sensi del D. Lgs 42/2004 art. 142 lettera c e **non** ricade in aree appartenenti al Demanio Pubblico dello Stato – Ramo Idrico.

#### 4.1 Interferenze delle opere in progetto con il reticolo idrografico

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA:          OTTOBRE 2021          Pag. 10 di 34</p>
---	--	---

La recinzione esterna del parco in progetto è l'elemento di progetto che interferisce con 2 aste fluviali presenti in prossimità del campo (interferenza 1 e 2). Per tale interferenza è stata effettuata la verifica idraulica.



**Figura 4: Interferenze 1 del reticolo idrografico con il campo e interferenza 2 con l'area parco e sezioni di chiusura dei bacini idrografici analizzati**

I corsi d'acqua, che non hanno una propria nomenclatura verranno indicati di seguito con il nome "River" accompagnato dal numero "n" dell'attraversamento di riferimento per un totale di 2 aste fluviali.

Tali interferenze sottendono altrettanti bacini idrici denominati come bacino "n" che hanno come sezione di chiusura la sezione dell'interferenza per un totale di 2 bacini. Inoltre le interferenze sono state oggetto di verifica al fine di individuare le aree interessate dai deflussi di piena relativi a periodi di ritorno di 30 e 200 anni.

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 <i>Pag. 11 di 34</i></p>
---	--	--

## 5 ANALISI GEOMORFOLOGICA

La base per un'analisi idrologica di dettaglio è rappresentata dalla definizione delle principali caratteristiche morfologiche dei bacini idrografici di riferimento.

L'analisi geomorfologica, pertanto, precede la fase di analisi in quanto consente la delimitazione dei bacini idrografici sulla base di dati cartografici e topografici disponibili.

Mediante i software Qgis 3.4.4 e Grass 7.4.4 sono state condotte le analisi morfologiche e morfometriche dei bacini individuati in base alle sezioni di chiusura indicate nella Figura 4.

### 5.1 Digital Terrain Model

Per la definizione del modello digitale del terreno dei territori idrograficamente afferenti ai canali oggetto di studio sono stati utilizzati i dati ufficiali disponibili sul portale cartografico della Regione Puglia.

Il modello digitale di elevazione (anche noto come DEM, dall'inglese Digital Elevation Model) utilizzato rappresenta la distribuzione delle quote del territorio in formato digitale. Il modello digitale di elevazione utilizzato è in formato raster associando a ciascun pixel l'attributo relativo alla quota assoluta.

### 5.2 Slope Model

Una volta disponibile il DEM, utilizzando la procedura di calcolo descritta nel seguito è stato possibile ottenere un modello distribuito delle pendenze sul quale sono stati applicati successivamente gli algoritmi che hanno consentito di ottenere le informazioni idrauliche del territorio.

Concettualmente la pendenza identifica la massima variazione nel valore di quota di una cella del grigliato rispetto alle celle circostanti.

Uno dei possibili risultati di questo calcolo può essere una matrice di valori che esprime la pendenza in percentuale oppure in gradi.

In pratica l'algoritmo utilizzato esegue una media quadratica della massima variazione di quota nelle quattro direzioni del piano parallele al grigliato considerando le otto celle che contornano la cella in questione.

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 12 di 34</p>
---	--	---

### 5.3 Flow Accumulation

Dallo Slope Model con un opportuno algoritmo, gestito sempre in ambiente GIS, è stato possibile ricavare la griglia delle direzioni di flusso.

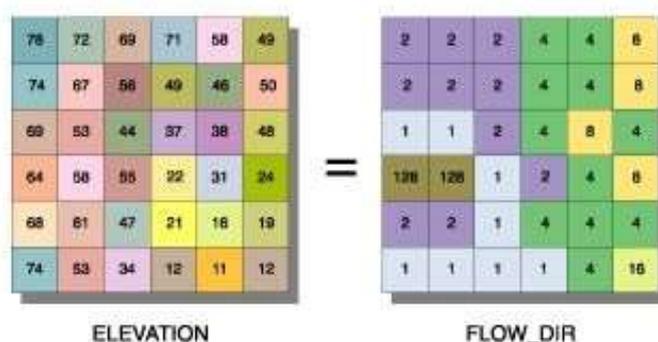
Questa griglia contiene in ogni cella il valore codificato della direzione di massima pendenza tra la cella stessa e le celle circostanti.

Al numero che compare in ogni cella della griglia è associato univocamente una direzione cartesiana secondo lo schema seguente:

1	Est	2	Sud-Est
4	Sud	8	Sud-Ovest
16	Ovest	32	Nord-Ovest
64	Nord	128	Nord-Est

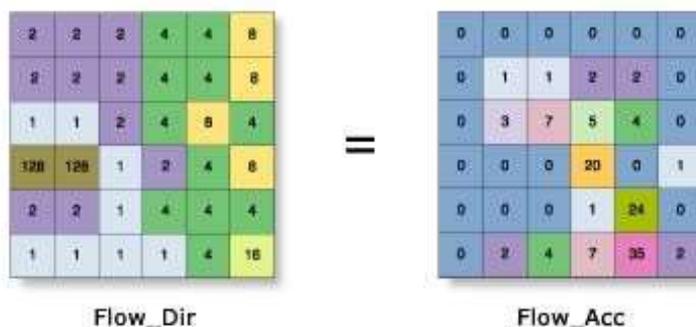
Di seguito è riportato un esempio di una rappresentazione del passaggio dal DEM ad una griglia costituita dalle direzioni preferenziali dei flussi.

Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:



Definita la griglia delle direzioni di flusso un algoritmo gestito in ambiente GIS conta il numero di celle tributarie di ogni singola cella e ne attribuisce il valore alla corrispondente cella in una nuova griglia denominata di accumulo così rappresentata:

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 13 di 34</p>
---	---	---



Grazie alla generazione della griglia di accumulo è possibile successivamente stabilire un numero minimo di celle tributarie e definire in questo modo la linea di compluvio naturale.

Queste tecniche, come si è anticipato, consentono la perimetrazione di un *bacino idrografico* oltre che la determinazione di tutti i parametri morfometrici di esso caratteristici.

#### 5.4 Perimetrazione dei bacini idrografici

Un Bacino Idrografico può essere considerato come una porzione di territorio capace di convogliare naturalmente e far defluire attraverso una sezione idraulica comunemente detta "sezione di chiusura" l'acqua precipitata sulla stessa.

La sezione di chiusura è rappresentata dal punto più depresso della linea di drenaggio naturale.

Grazie ai processi di analisi precedentemente esposti è stato possibile individuare i bacini idrografici gravanti l'area di studio, le cui caratteristiche morfometriche sono riportate nelle tabelle riportate nei paragrafi successivi.

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA:          OTTOBRE 2021  <i>Pag. 14 di 34</i></p>
---	--	--



**Figura 5: Bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 1**



**Figura 6: Bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 2**

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 15 di 34</p>
---	--	---

#### 5.4.1 Mappe grafiche risultanti

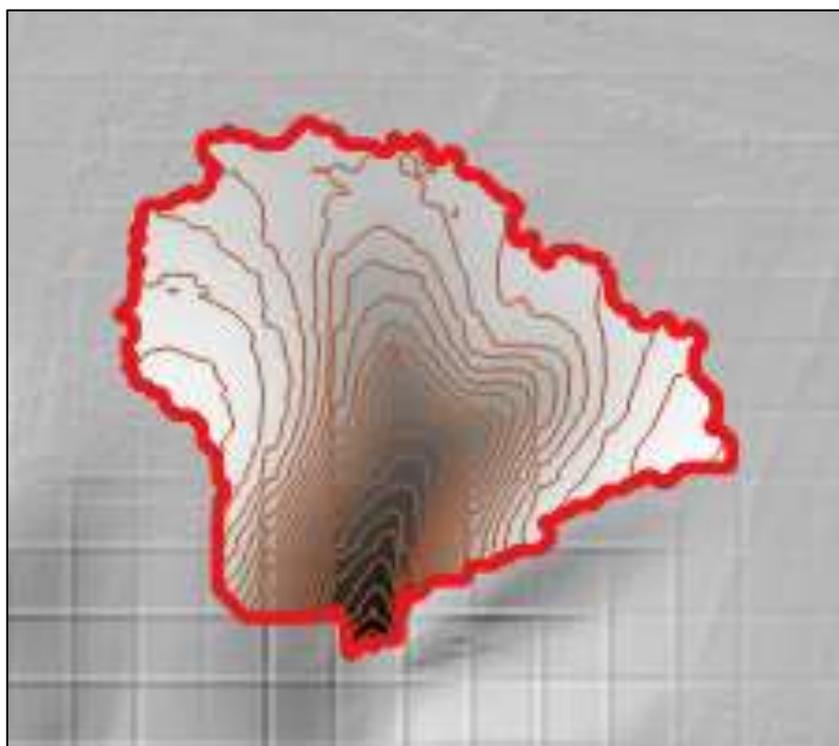


Figura 7: DTM e curve di livello del bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 1

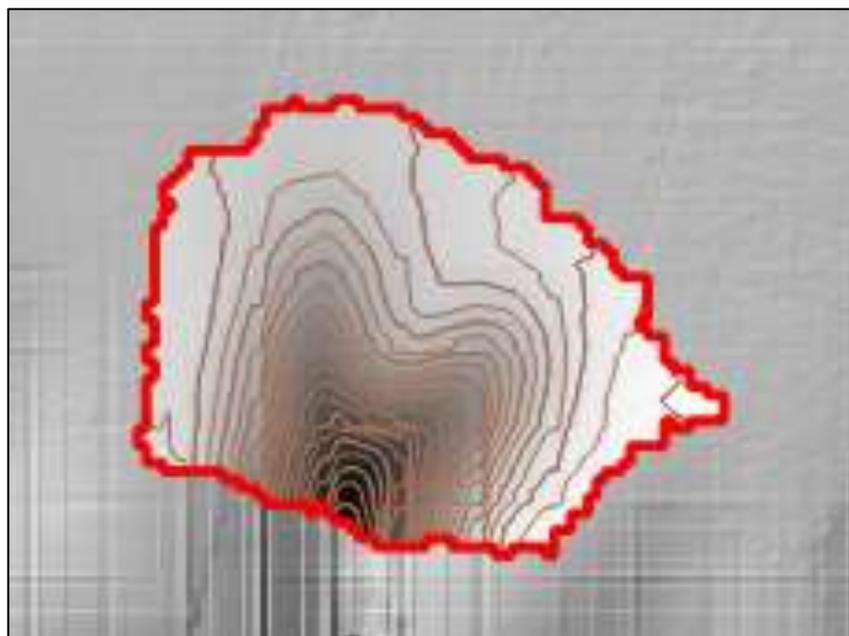
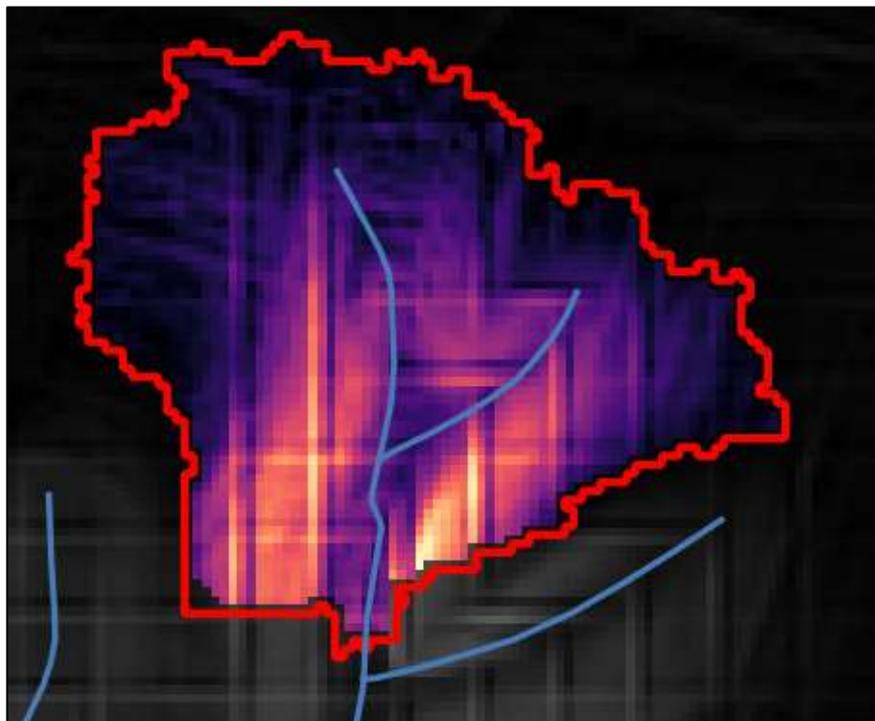
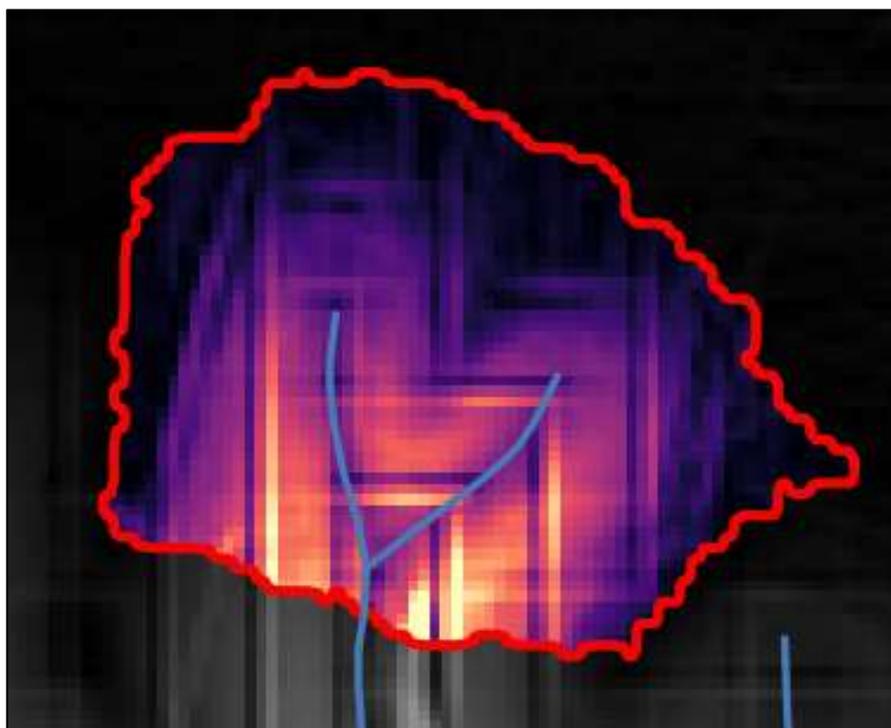


Figura 8: DTM e curve di livello del bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 2

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 <i>Pag. 16 di 34</i></p>
---	--	--



**Figura 9: Pendenza bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 1**



**Figura 10: Pendenza bacino idrografico afferente all'area di studio – Sezione di chiusura 2**

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 17 di 34</p>
---	--	---

## 6 ANALISI IDROLOGICA

### 6.1 Curve di Possibilità Pluviometrica

Lo scopo dell'analisi idrologica è stata la valutazione delle portate di piena per prefissati tempi di ritorno (30 e 200 anni).

La valutazione della massima precipitazione al variare del tempo di ritorno è stata svolta, rifacendosi alla metodologia proposta dal Gruppo Nazionale Difesa delle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche nell'ambito degli studi per la "Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale".

Il modello statistico utilizzato fa riferimento alla distribuzione TCEV (Rossi et al., 1984) con regionalizzazione di tipo gerarchico (Fiorentino et al., 1987).

Per l'individuazione delle regioni omogenee di primo e secondo livello si è fatto ricorso a generazioni sintetiche Montecarlo in grado di riprodurre la struttura correlativa delle serie osservate (Gabriele e Liritano, 1994).

L'utilizzo della TCEV ha consentito di ricostruire un modello regionale con struttura gerarchica, basata su tre livelli di regionalizzazione, mediante il quale è possibile individuare regioni in cui risulta costante il coefficiente di asimmetria (primo livello di regionalizzazione), e sotto-regioni in cui risulta costante anche il coefficiente di variazione (secondo livello di regionalizzazione).

La curva di distribuzione di probabilità corrisponde alla curva di crescita, che ha caratteristiche regionali in quanto è unica nell'ambito della regione nella quale sono costanti i parametri della TCEV legati al coefficiente di asimmetria e al coefficiente di variazione.

Pertanto, fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata, all'interno della zona pluviometrica omogenea, previamente identificata, al secondo livello di regionalizzazione, è possibile esprimere la relazione tra il tempo di ritorno  $T$  ed il fattore di crescita  $K_T$ , ritenendo trascurabile la sua variabilità con la durata.

Dove il fattore  $K_T$  è espresso mediante la

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 18 di 34</p>
---	--	---

$$K_T = \frac{P_{d,T}}{X_T}$$

Con il terzo livello di regionalizzazione viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione delle serie storiche in relazione a fattori locali; in particolare si ricercano eventuali legami esistenti tra i valori medi dei massimi annuali delle piogge di diversa durata ed i parametri geografici significativi (ad esempio la quota sul livello del mare) delle diverse località, consentendo in definitiva di proporre la stima dei valori medi dei massimi annuali di precipitazione anche in siti sprovvisti di stazioni di misura o con serie storica di lunghezza ridotta.

Nell'analisi delle piogge orarie, in analogia ai risultati classici della statistica idrologica, per ogni sito è possibile legare il valore medio  $X_t$  dei massimi annuali della precipitazione media di diversa durata  $t$  alle durate stesse, attraverso la relazione:

$$X_t = at^n$$

essendo "a" ed "n" i parametri caratteristici della curva di probabilità pluviometrica.

In definitiva il territorio di competenza della regione Puglia è stato suddiviso in 6 aree pluviometriche omogenee, per ognuna delle quali è possibile calcolare la Curva di Possibilità Pluviometrica sulla base delle seguenti equazioni:

Zona 1:	$X(t,z) = 28.66 t^{(0.000503z+0.720/3.178)}$
Zona 2:	$X(t, z) = 22.23 t^{0.247}$
Zona 3:	$X(t,z) = 25.325 t^{(0.696+0.000531z) / 3.178}$
Zona 4:	$X(t, z) = 24.70 t^{0.256}$
Zona 5:	$X(t,z) = 28.2 t^{(0.628+0.0002z) / 3.178}$
Zona 6:	$X(t,z) = 33.7 t^{(0.488+0.0022z) / 3.178}$

dove  $t$  = durata della precipitazione e  $z$  = altezza media del bacino considerato.

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 19 di 34</p>
---	--	---



**Figura 11: Aree pluviometriche omogenee VAPI Regione Puglia**

Noto il valore di  $X_t$  è possibile ricavare il valore della pioggia massima per prefissato tempo di ritorno a partire dalla conoscenza del fattore probabilistico di crescita  $K_T$ .

Per la valutazione del fattore di crescita si è utilizzata la seguente relazione:

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

Dove  $a$  e  $b$  sono due parametri che variano in funzione della zona considerata e per la Puglia settentrionale (zone 1, 2, 3 e 4), in riferimento ai parametri statistici, relativi alla legge del fattore di crescita, si fa riferimento alla seguente tabella

<b>Zona omogenea</b>	<b>a</b>	<b>b</b>
Puglia settentrionale	0.5648	0.415

**Tabella 1: parametri  $a$  e  $b$  per area pluviometrica omogenea**

L'applicazione della metodologia VAPI all'area oggetto di studio, determinati tutti i parametri necessari, ha portato alla determinazione delle curve di probabilità pluviometrica.

Ai fini della determinazione delle Curve di Possibilità Climatica, attraverso lo studio statistico del DEM, si determinano la quota media sul livello del mare del bacino.

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 20 di 34</p>
---	--	---

I valori assunti dal fattore di crescita calcolati per i tempi di ritorno 30 e 200 anni e per entrambi i bacini sono riportati nella tabella sottostante.

<b>TEMPO DI RITORNO</b>	<b>KT</b>
30 anni	1.98
200 anni	2.76

**Tabella 2: Valore del fattore di crescita KT**

Si riportano nel seguito le rappresentazioni grafiche delle curve di possibilità pluviometrica e le loro equazioni in funzione del tempo di pioggia.

In particolare sono stati ricavati per il valore da attribuire all'altezza media dei bacini i seguenti dati:

- bacino 1:  $z_{media} = 390.79$  m s.l.m.
- bacino 2:  $z_{media} = 389.81$  m s.l.m.

	<p><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 21 di 34</p>
---	--	---

## 6.2 Massimizzazione delle portate di piena col metodo SCS

Per la determinazione degli eventi di piena si applicano modelli idrologici afflussi–deflussi basati sulle caratteristiche del bacino in forma globale.

Il metodo Numero di Curva (CN), sviluppato dal Soil Conservation Service (SCS) del Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti<sup>1</sup>, viene considerato come uno dei più importanti modelli non deterministici utilizzabile per la stima dei deflussi superficiali tanto da essere inserito in modelli di tipo distribuito di previsione dei deflussi (Borselli et.al,1989).

Il metodo del Numero di Curva permette di determinare il deflusso diretto o pioggia efficace (P<sub>e</sub>) cioè la frazione della pioggia totale (P) che direttamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena.

Per il calcolo della pioggia efficace, il metodo SCS propone le seguenti equazioni:

$$P_e = \frac{P_n^2}{P_n + S} \qquad P_n = P - IA \qquad IA = k_{ia} \cdot S$$

dove:

P = pioggia totale [mm]

P<sub>e</sub> = pioggia efficace o deflusso diretto [mm],

P<sub>n</sub> = la pioggia netta [mm],

S = capacità idrica massima del suolo o volume specifico di saturazione [mm],

IA = perdite iniziali [mm],

k<sub>ia</sub> = coefficiente di perdite iniziali.

Per la determinazione del volume di piena il metodo si fonda sull'ipotesi che sia sempre valida la seguente relazione:

$$\frac{V}{P_n} = \frac{W}{S}$$

<sup>1</sup> SOIL CONSERVATION SERVICE, (1972) *National Engineering Handbook*, section 4, Hydrology, U.S. Department of Agriculture, Washington D.C., U.S.A.

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 22 di 34</p>
---	--	---

In cui i termini sono espressi in millimetri e si è indicato con  $V$  il volume di deflusso e con  $W$  l'invaso del suolo, cioè il volume idrico effettivamente immagazzinato nel suolo.

Tenendo conto che le perdite iniziali possono essere correlate all'invaso massimo del suolo mediante la seguente relazione:

$$I_a = 0.2 S$$

e che la precipitazione netta  $P_n$  si ripartisce completamente tra il volume di deflusso superficiale e l'invaso del suolo:

$$P_n = V + W$$

sostituendo il valore di  $W$  ricavato da quest'ultima nella prima relazione, tenendo conto dell'espressione della pioggia netta e del valore delle perdite iniziali, si perviene alla seguente relazione:

$$V = \frac{(P - 0.2 S)^2}{(P + 0.8 S)}$$

L'applicazione di tale relazione presuppone, oltre alla conoscenza della precipitazione totale  $P$ , la stima del massimo invaso  $S$  del suolo che, teoricamente, può assumere tutti i valori positivi compresi tra zero (suolo perfettamente impermeabile) e infinito (nessuna formazione di deflusso).

La valutazione di  $S$  viene condotta mediante la seguente relazione:

$$S = 25.4 \left( \frac{100}{CN} - 10 \right)$$

in cui figura in parametro  $CN$ , denominato *Curve Number*, che assume valori compresi tra 100 e 0.

Per quanto riguarda l'influenza dello stato di umidità del suolo all'inizio dell'evento meteorico, l'SCS individua tre classi, AMC I, AMC II e AMC III, caratterizzate da differenti condizioni iniziali (AMC=Antecedent Moisture Condition) a seconda del valore assunto dall'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'eventometeorico. L'attribuzione della classe AMC si basa sui criteri riportati nella tabella seguente.

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 23 di 34</p>
---	---	---

Classe AMC	Stagione di riposo	Stagione di crescita
I	< 12.7 mm	<35.5 mm
II	12.7-28.0 mm	35.5-53.3 mm
III	>28.0 mm	>53.3 mm

**Tabella 3: Attribuzione della classe AMC**

I valori nella tabella precedente si riferiscono ad una condizione media di umidità del terreno all'inizio della precipitazione (classe II). Il CN così individuato può essere adattato a diverse condizioni di umidità attraverso le seguenti formule di conversione:

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013 CN(II)} \qquad CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057CN(II)}$$

Mentre nella tabella seguente viene riportata la classificazione in classi delle caratteristiche idrologiche dei suoli.

Tipo di suolo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A. Il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in superficie.

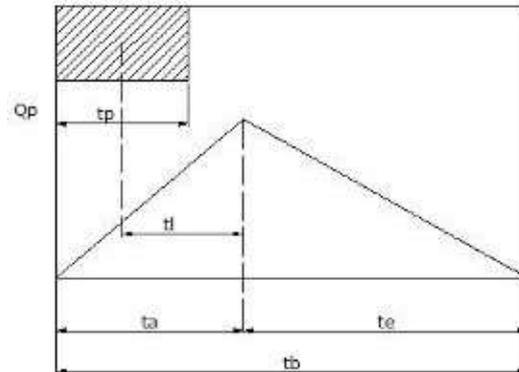
**Tabella 4: Classificazione dei tipi idrologici di suolo secondo il metodo SCS- CN**

**STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA ED IDRAULICA  
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA**

Valori del parametro CN (adimensionale)	← Tipo idrologico Suolo →			
	A	B	C	D
↓ <i>Tipologia di Uso del Territorio</i>				
Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo	62	71	78	81
Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo	72	81	88	91
Terreno da pascolo: cattive condizioni	68	79	86	89
	buone condizioni	39	61	74
Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco	45	66	77	83
Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco	25	55	70	77
Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area	39	61	74	80
	Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area	49	69	79
Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area	68	79	86	89
Zone industriali (area impermeabile 72%)	81	88	91	93
Zone commerciali e industriali (area imperm. 85%)	89	92	94	95
Zone residenziali, lotti fino a 500 m <sup>2</sup> (area imperm. 65%)	77	85	90	92
Zone residenziali, lotti di 500+1000 m <sup>2</sup> (area imperm. 38%)	61	75	83	87
Zone residenziali, lotti di 1000+1500 m <sup>2</sup> (area imperm. 30%)	57	72	81	86
Zone residenziali, lotti di 1500+2000 m <sup>2</sup> (area imperm. 25%)	54	70	80	85
Zone residenziali, lotti di 2000+5000 m <sup>2</sup> (area imperm. 20%)	51	68	79	84
Zone residenziali, lotti di 5000+10000 m <sup>2</sup> (area imperm. 12%)	46	65	77	82
Parcheggi, tetti, autostrade, ...	98	98	98	98
Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio	98	98	98	98
Strade con letto in ghiaia	76	85	89	91
Strade battute in terra	72	82	87	89

**Tabella 5: Valori di "Curve Number (CN)" in funzione delle diverse tipologie di uso del suolo: *Handbook of Hydrology D.R. Maidment, 1992***

L'individuazione, delle aree omogenee per destinazione d'uso e condizione idrica è stata svolta in ambiente GIS, intersecando gli shapefile di uso del suolo e permeabilità dell'area oggetto di studio. La portata al colmo di piena corrisponde alla **massima portata** generata da una precipitazione di durata critica tale da mettere in crisi la rete idrografica e dipende fortemente dall'estensione del bacino. Questa circostanza è una logica conseguenza del fenomeno di trasferimento che impone che ogni particella liquida che cade in un punto del bacino deve seguire un suo percorso per giungere alla sezione di chiusura, impiegando, a parità di velocità di trasferimento, un tempo tanto maggiore quanto più lungo è il percorso da effettuare.



**Figura 12: Idrogramma di Mockus**

Per il calcolo della portata al colmo con il metodo SCS, si è considerato un idrogramma approssimato di forma triangolare (Mockus), che ha una fase crescente di durata  $t_a$  ed una fase di esaurimento di durata  $t_e$ , il cui volume ha la seguente espressione:

$$\text{Vol} = \frac{Q_p}{2}(t_a + t_e) = \frac{Q_p t_b}{2}$$

Dove  $t_b$  è il tempo di durata dell'evento di piena ed è rappresentato dalla relazione seguente:

$$t_b = 2.67 t_a$$

Il tempo  $t_a$ , relativo alla fase crescente dell'evento di piena, è legato al tempo  $t_p$  ed a  $t_L$  dalla

$$t_a = 0.5 t_p + t_L$$

Mentre il tempo di ritardo, espresso in ore, nella formula di Mockus è definito dalla

$$t_L = 0.342 \frac{L^{0.8}}{s^{0.5}} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7}$$

in cui  $s$  è la pendenza del bacino espressa in %,  $L$  è la lunghezza dell'asta principale espressa in km e  $CN$  è il "curve number" medio del bacino.

Poiché la precipitazione critica per il bacino è quella avente una durata pari al tempo di corrivazione, la durata dell'evento meteorico di riferimento  $t_p$  viene imposta pari a  $t_c$  mentre il tempo di corrivazione è correlato al tempo di ritardo attraverso la seguente relazione:

$$\frac{t_L}{t_c} = 0.6$$



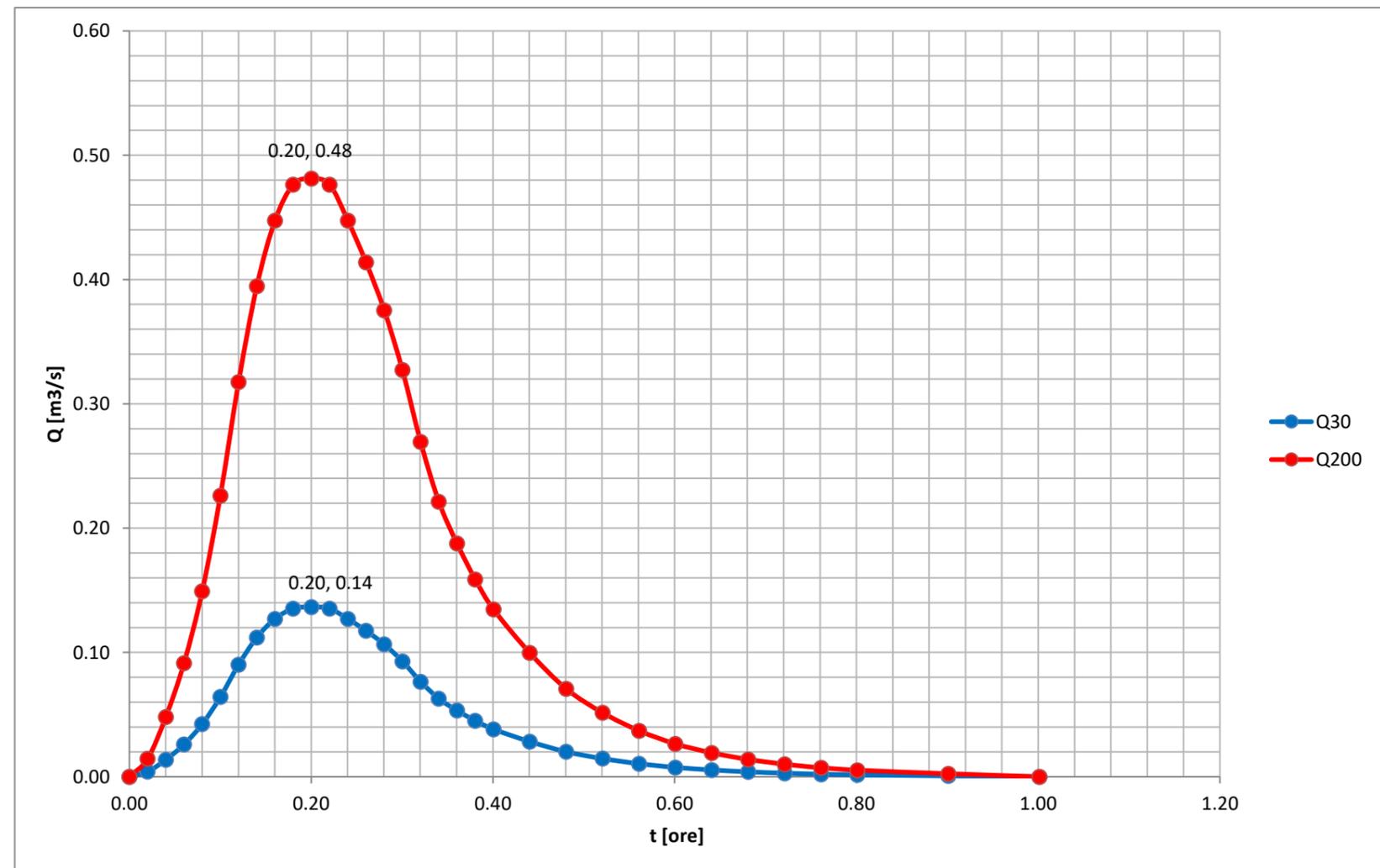
**PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub>**  
**STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA**  
**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA**

DATA:  
 OTTOBRE 2021  
 Pag. 26 di 34

BACINO 1 - PARAMETRI MORFOMETRICI																
VERSANTE														ASTA PRINCIPALE		
Superficie		quote				pendenze				SCS				φ	lunghezza	pendenza media
		min	max	range	media	min	max	range	media							
mq	kmq	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	%	%	%	%	CN <sub>II</sub>	CN <sub>III</sub>	S <sub>II</sub>	S <sub>III</sub>		km	m/m
86025,00	0,09	374,43	397,39	22,96	390,79	0,06	18,15	18,02	4,89	73,00	86,28	93,95	40,40	0,10	0,282	8,15%

t/ta	Q/Qp	t(h)	Q30	Q200
0,1	0,03	0,02	0,00	0,01
0,2	0,1	0,04	0,01	0,05
0,3	0,19	0,06	0,03	0,09
0,4	0,31	0,08	0,04	0,15
0,5	0,47	0,10	0,06	0,23
0,6	0,66	0,12	0,09	0,32
0,7	0,82	0,14	0,11	0,39
0,8	0,93	0,16	0,13	0,45
0,9	0,99	0,18	0,14	0,48
1	1	0,20	0,14	0,48
1,1	0,99	0,22	0,14	0,48
1,2	0,93	0,24	0,13	0,45
1,3	0,86	0,26	0,12	0,41
1,4	0,78	0,28	0,11	0,38
1,5	0,68	0,30	0,09	0,33
1,6	0,56	0,32	0,08	0,27
1,7	0,46	0,34	0,06	0,22
1,8	0,39	0,36	0,05	0,19
1,9	0,33	0,38	0,05	0,16
2	0,28	0,40	0,04	0,13
2,2	0,207	0,44	0,03	0,10
2,4	0,147	0,48	0,02	0,07
2,6	0,107	0,52	0,01	0,05
2,8	0,077	0,56	0,01	0,04
3	0,055	0,60	0,01	0,03
3,2	0,04	0,64	0,01	0,02
3,4	0,029	0,68	0,00	0,01
3,6	0,021	0,72	0,00	0,01
3,8	0,015	0,76	0,00	0,01
4	0,011	0,80	0,00	0,01
4,5	0,005	1,30	0,00	0,01
5	0	1,44	0,00	0,00

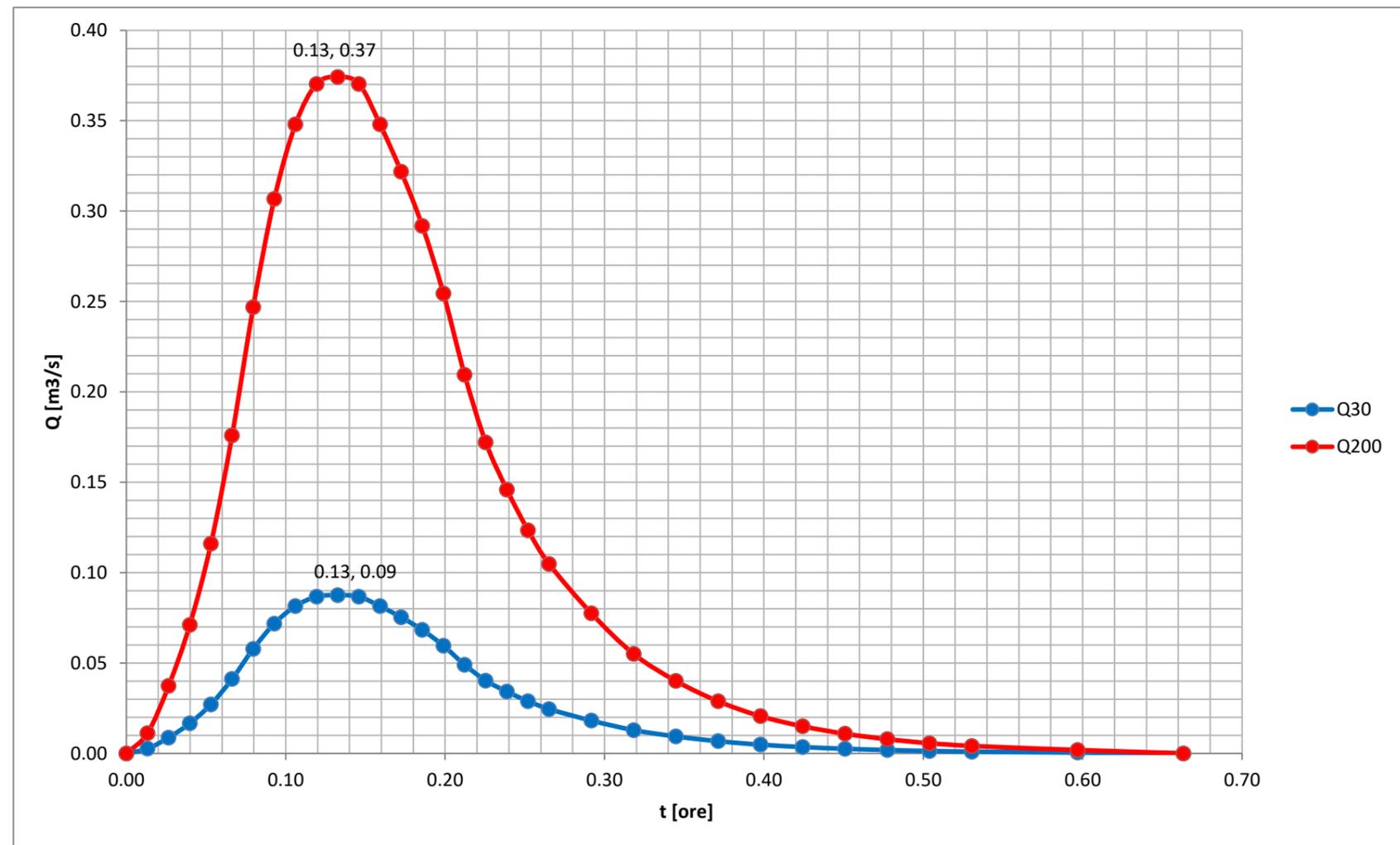
	a	n	t <sub>i</sub> [ore]	t <sub>p</sub> =t <sub>c</sub> [ore]	t <sub>a</sub> [ore]	h (t <sub>c</sub> )	V [mm]	Q <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> /s]
T30	48,81	0,256	0,11	0,18	0,20	31,56	1,53	0,14
T200	68,26	0,256				44,14	5,39	0,48



BACINO 2 - PARAMETRI MORFOMETRICI																
VERSANTE														ASTA PRINCIPALE		
Superficie		quote				pendenze				SCS				φ	lunghezza	pendenza media
		min	max	range	media	min	max	range	media	CN <sub>II</sub>	CN <sub>III</sub>	S <sub>II</sub>	S <sub>III</sub>			
mq	kmq	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m.s.l.m.	%	%	%	%					km	m/m	
62575,00	0,06	373,12	396,34	23,22	389,81	0,02	24,76	24,74	5,45	73,00	86,28	93,95	40,40	0,10	0,180	12,90%

t/ta	Q/Qp	t(h)	Q30	Q200
0,1	0,03	0,01	0,00	0,01
0,2	0,1	0,03	0,01	0,04
0,3	0,19	0,04	0,02	0,07
0,4	0,31	0,05	0,03	0,12
0,5	0,47	0,07	0,04	0,18
0,6	0,66	0,08	0,06	0,25
0,7	0,82	0,09	0,07	0,31
0,8	0,93	0,11	0,08	0,35
0,9	0,99	0,12	0,09	0,37
1	1	0,13	0,09	0,37
1,1	0,99	0,15	0,09	0,37
1,2	0,93	0,16	0,08	0,35
1,3	0,86	0,17	0,08	0,32
1,4	0,78	0,19	0,07	0,29
1,5	0,68	0,20	0,06	0,25
1,6	0,56	0,21	0,05	0,21
1,7	0,46	0,23	0,04	0,17
1,8	0,39	0,24	0,03	0,15
1,9	0,33	0,25	0,03	0,12
2	0,28	0,27	0,02	0,10
2,2	0,207	0,29	0,02	0,08
2,4	0,147	0,32	0,01	0,05
2,6	0,107	0,34	0,01	0,04
2,8	0,077	0,37	0,01	0,03
3	0,055	0,40	0,00	0,02
3,2	0,04	0,42	0,00	0,01
3,4	0,029	0,45	0,00	0,01
3,6	0,021	0,48	0,00	0,01
3,8	0,015	0,50	0,00	0,01
4	0,011	0,53	0,00	0,00
4,5	0,005	0,60	0,00	0,00
5	0	1,44	0,00	0,00

	a	n	t <sub>i</sub> [ore]	t <sub>p</sub> =t <sub>c</sub> [ore]	t <sub>a</sub> [ore]	h (t <sub>c</sub> )	V [mm]	Q <sub>p</sub> [m <sup>3</sup> /s]
T30	48,81	0,256	0,07	0,12	0,13	28,40	0,89	0,09
T200	68,26	0,256				39,72	3,81	0,37



## 7 Interferenze delle opere in progetto con aree a potenziale rischio alluvione (APFSR)

In vista della possibilità che le aree interessate dal progetto dell'impianto fotovoltaico in questione possano essere interessate da fenomeni di alluvionamento, si è provveduto all'analisi delle interferenze delle opere in progetto con aree a potenziale rischio alluvione (APFSR).

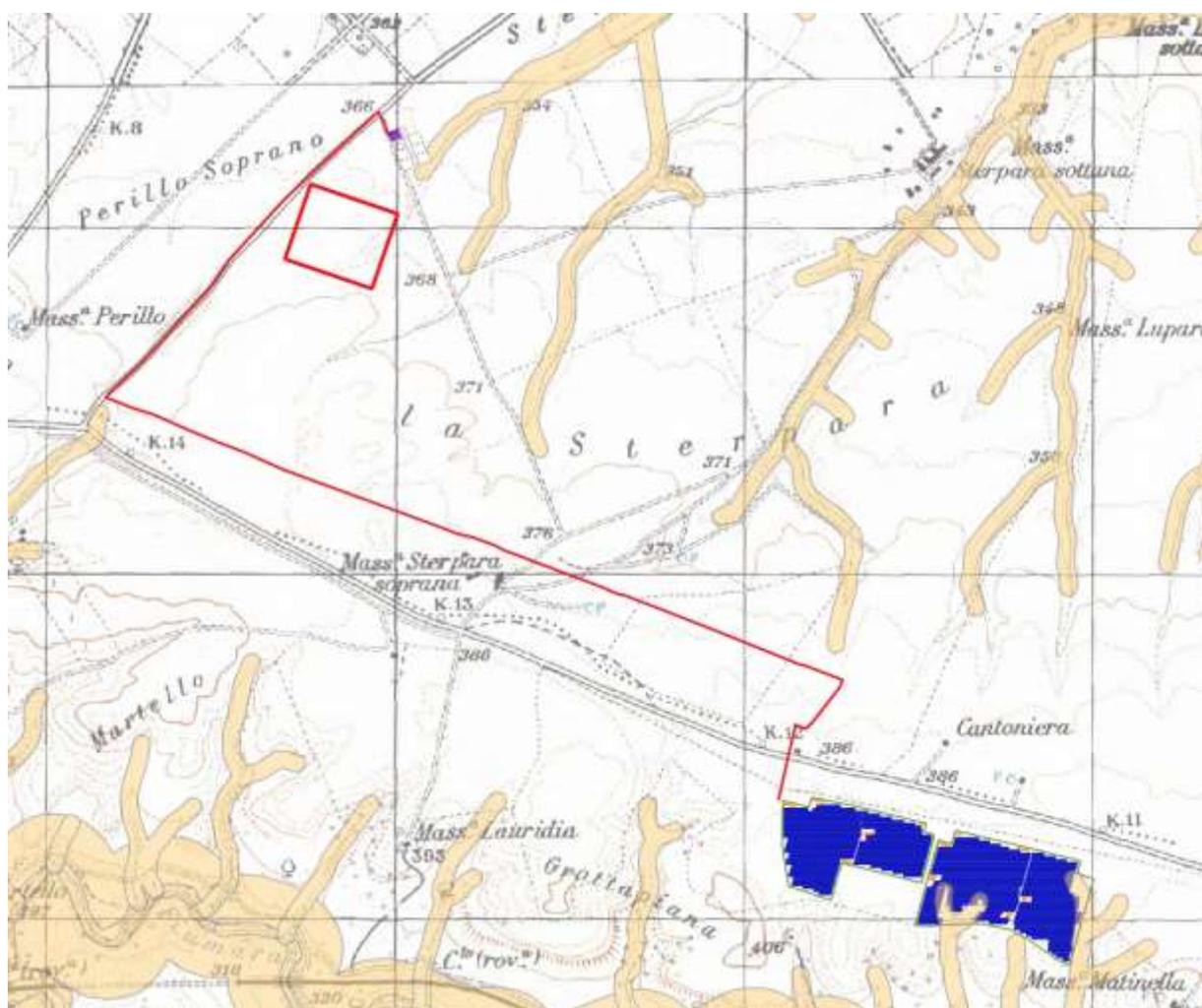


Figura 13: Interferenza dell'impianto di progetto con le aree a potenziale rischio alluvione (APFSR)

STUDIO DI COMPATIBILITÀ' IDROLOGICA ED IDRAULICA  
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

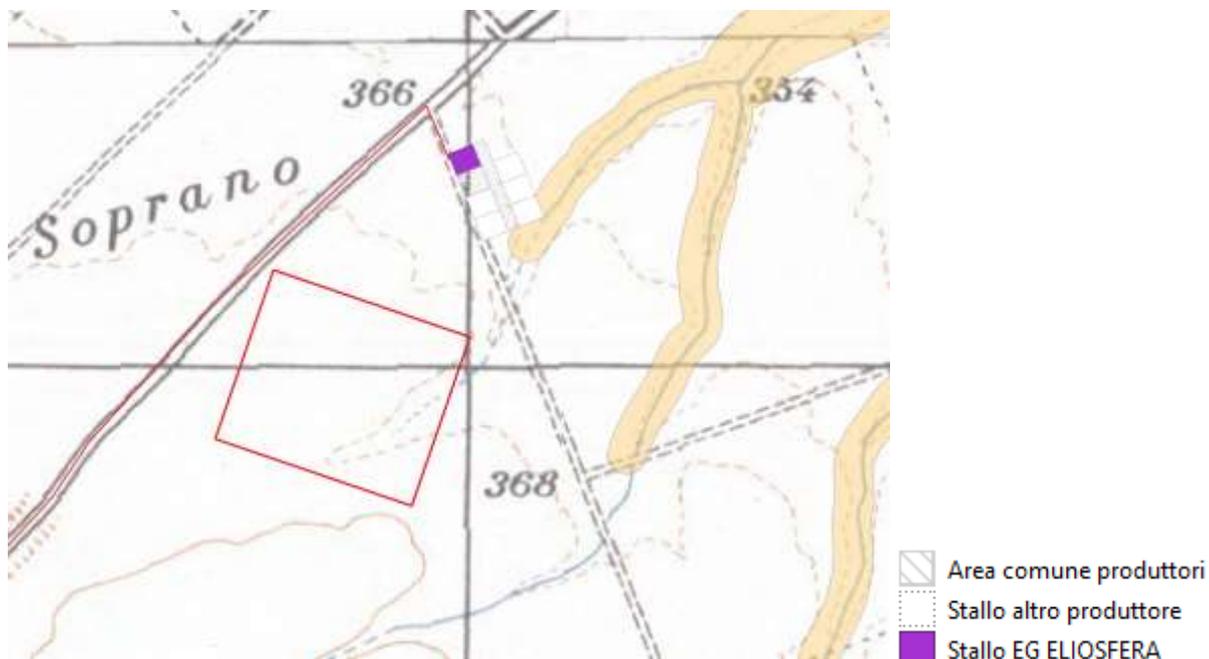


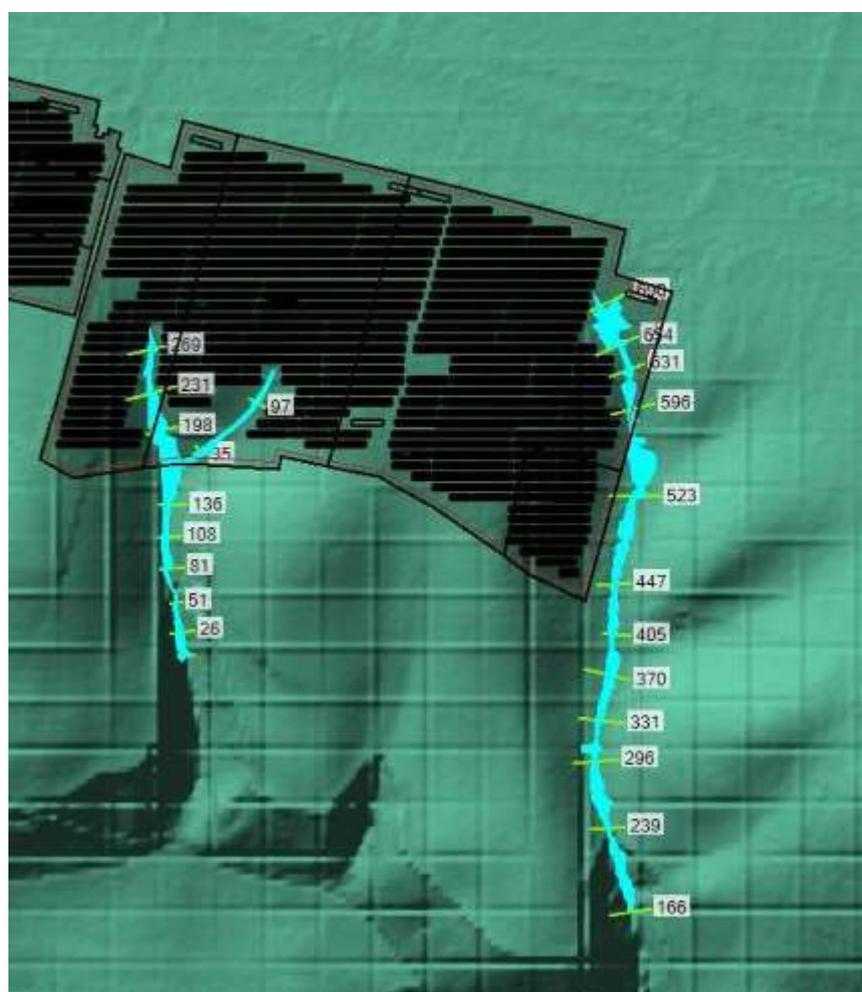
Figura 14: Interferenza dell'area Stallo EG Eliosfera di progetto con le aree a potenziale rischio alluvione (APFSR)



Figura 15: Interferenza dell'area Parco EG Eliosfera di progetto con le aree a potenziale rischio alluvione (APFSR)

**STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA  
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA**

Le opere in progetto, presentano interferenza con aree a potenziale rischio alluvione e, pertanto, è stata condotta l'analisi mediante modellazione idraulica con software Hec Ras, come precedentemente esplicitato, in modo diffuso e non solo mirato alla verifica degli attraversamenti. Questo al fine di perimetrare le aree di effettivo rischio come può evincersi dalle planimetrie allegate (mappe delle aree alluvionali).



**Figura 16: Mappa delle aree inondabili Q<sub>30</sub> anni**

STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA  
RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

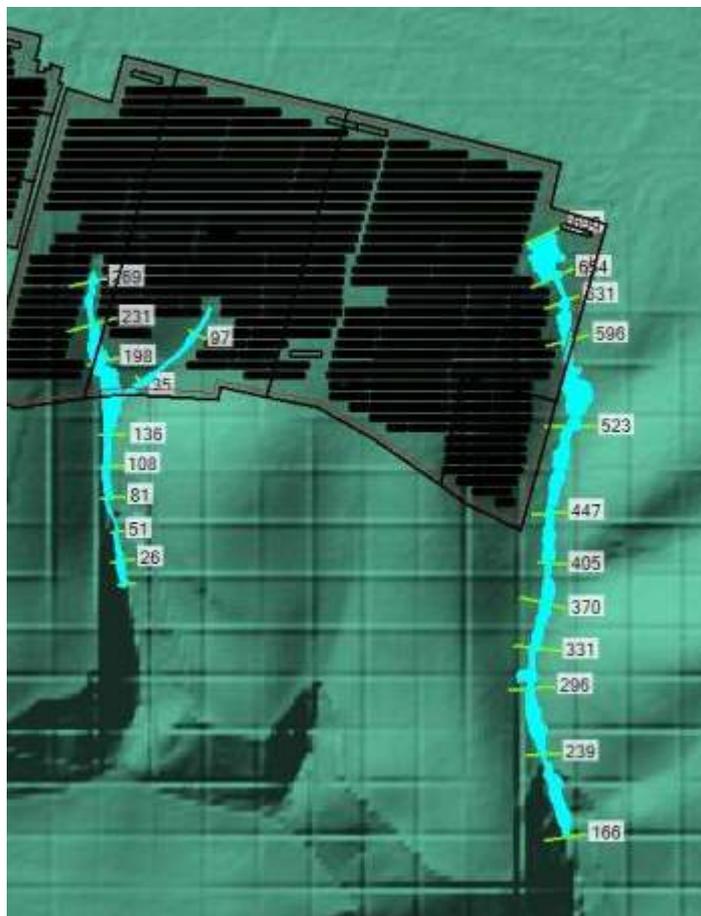


Figura 17: Mappa delle aree inondabili Q<sub>200</sub> anni

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA: OTTOBRE 2021 Pag. 32 di 34</p>
---	--	---

## **8 Valutazione dell'interazione delle opere di fondazione con gli ammassi acquiferi**

Per quanto attiene all'interazione delle opere di fondazione con gli ammassi acquiferi, occorre specificare che si tratta di opere di fondazione superficiali e puntuali, con ridotta area di impronta che si attestano, mediante infissione, nell'ordine di 2 m di profondità.

Pertanto non si interferisce in alcun modo con le correnti idriche di deflusso sotterraneo non rappresentando per esse alcun disturbo.

Inoltre, tenendo in considerazione la formazione geologica dei terreni ed i valori di permeabilità riscontrati si deduce che le caratteristiche idrogeologiche dei terreni affioranti sono molto differenziate e questo dipende dalle caratteristiche proprie dei litotipi presenti, come la composizione granulometrica, il grado di addensamento o consistenza dei terreni, nonché dal grado di fratturazione dei livelli lapidei o pseudo- lapidei e, più in generale, dalla loro porosità. Sulla base di tali parametri, i terreni affioranti sono stati raggruppati in complessi idrogeologici, in relazione alle proprietà idrogeologiche che caratterizzano ciascun litotipo.

Per quanto riguarda i litotipi indagati la permeabilità è da ritenersi da media ad elevata, in funzione della percentuale della componente sabbiosa e della cementazione dei conglomerati. Le litologie conglomeratiche sono permeabili per porosità primaria, a luoghi dove cementati e fratturati sono permeabili per porosità secondaria.

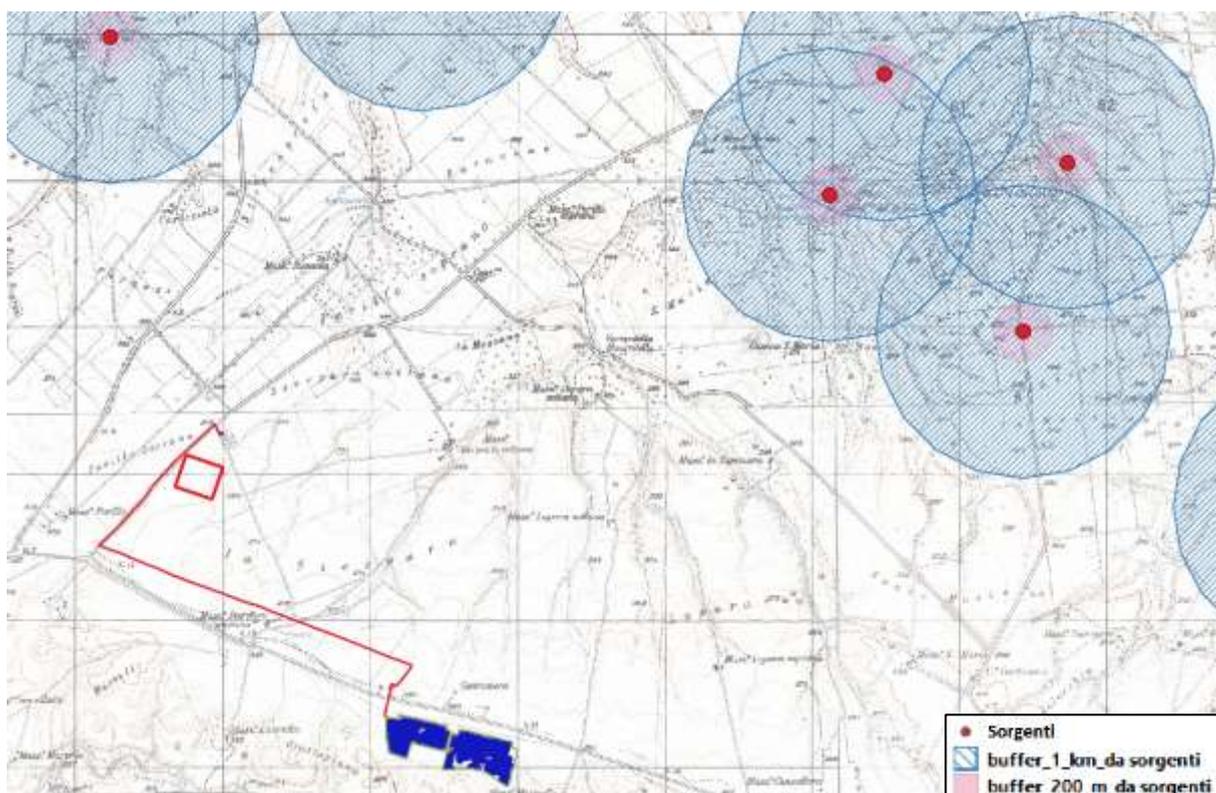
Da indagini condotte sul livello idrico di un pozzo presente nell'area di progetto si rileva una falda acquifera alla profondità di circa 55-60 metri.

**Appare evidente, ai fini della valutazione delle interferenze, che non vi è alcuna interazione tra gli acquiferi e le opere in progetto.**

## **9 Compatibilità delle opere da eseguirsi con le aree di salvaguardia delle sorgenti**

Di seguito è riportata la verifica di compatibilità delle opere da eseguirsi con le aree a salvaguardia delle sorgenti comprese nella zona dell'intervento delimitate così come dettagliato dalle Direttive Tecniche e procedurali adottate con DGR 663/2014 dalla Regione Basilicata.

Nella figura sottostante è riportata la mutua posizione dell'area di impianto e delle sorgenti mappate dalla Regione Basilicata con il buffer di 1 km definito quale area di studio ai sensi del punto 1 del titolo II delle Direttive Tecniche e procedurali suddette.



**Figura 18: Area di impianto, sorgenti ed area di buffer (1000 metri) di cui al punto 1 del Titolo II delle Direttive tecniche e procedurali di cui alla DGR 663/2014 Regione Basilicata**

L'area di impianto non ricade nel buffer di 1000 metri che stabilisce l'estensione dell'area di studio come da punto 1 delle Direttive come si evince dalla figura 14, la stessa è, si conseguenza, esterna alle zone ZTA e alle zone ZR di tutela assoluta e di rispetto imposte dalla norma al punto 5 delle suddette Direttive e poste pari, rispettivamente, ad un'area delimitata da circonferenze di diametro pari a 10 m e 200m.

	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO FOTVOLTAICO DENOMINATO "EG ELIOSFERA", DA REALIZZARSI IN LOCALITÀ "GROTTAPIANA" DEL COMUNE DI VENOSA (PZ), PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTVOLTAICA E DELLA POTENZA NOMINALE DI 19,98 MW<sub>p</sub></b></p> <p style="text-align: center;"><b>STUDIO DI COMPATIBILITÀ IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p> <p style="text-align: center;"><b>RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA</b></p>	<p>DATA:          OTTOBRE 2021  <i>Pag. 34 di 34</i></p>
---	--	--

## 10 Conclusioni.

Dallo studio condotto si conclude precisando che:

- **L'area del campo e le opere connesse risultano esterne alle aree a pericolosità alluvione per i periodi di ritorno considerati di 30 e 200 anni.**
- **le opere da realizzarsi hanno profondità limitate, massimo 2 m (pali infissi di sostegno dei pannelli), e disposizione spaziale discreta e, pertanto, non interferiscono con le dinamiche degli acquiferi sotterranei.**
- **Le opere di progetto non rientrano nelle aree di salvaguardia né in quelle di studio ai sensi del punto 1 del titolo II Direttive Tecniche e procedurali adottate con DGR 663/2014 per quanto attiene alla salvaguardia delle sorgenti.**