



REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA DI FOGGIA  
COMUNI DI FOGGIA E MANFREDONIA



PROGETTO IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVANZATO DA REALIZZARE NEL COMUNE DI FOGGIA (FG) IN LOCALITA' "PEZZAGRANDE" AL FOGLIO N.161 P.LLA N. 2, E NEL COMUNE DI MANFREDONIA IN LOCALITA' "VACCHERECCIA DI GRECO" AL FOGLIO N. 129 ALLE P.LLE NN. 17, 142, 498, 500 E 512, E IN LOCALITA' "MACCHIAROTONDA" AL FOGLIO N. 131 P.LLE NN.13, 206 E 207, E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN DA REALIZZARE NEL COMUNE DI MANFREDONIA (FG) IN LOCALITA' "MACCHIAROTONDA" AL FOGLIO N. 128 ALLE P.LLE NN. 45, 79, 113 E 169 E AL FOGLIO N. 129 ALLE P.LLE NN. 481, 485 E 486, AVENTE UNA POTENZA PARI A **30.038,68 kWp**, DENOMINATO "MARTILLO"

PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDROLOGICA -IDRAULICA



**IMPIANTO  
AGRIVOLTAICO  
AVANZATO**

**LAOR**  
(Land Area  
Occupation Ratio)  
**13,96%**

LIV. PROG.	RIF. COD. PRATICA TERNA	CODICE ISTANZA AU	TAVOLA	DATA	SCALA
PD	202200828	GWWF184	A.18	08.04.2024	-

REVISIONI

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

RICHIEDENTE E PRODUTTORE

ENTE

**FIVE-E**  
RESPONSIBLE INVESTMENT

HF SOLAR 11 S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

FIRMA RESPONSABILE

PROGETTAZIONE

**HORIZONFIRM**

Ing. D. Siracusa  
Ing. A. Costantino  
Ing. C. Chiaruzzi  
Ing. G. Schillaci  
Ing. G. Buffa  
Ing. M.C. Musca

Arch. A. Calandrino  
Arch. S. Martorana  
Arch. F. G. Mazzola  
Arch. G. Vella  
Dott. Agr. B. Miciluzzo  
Dott. Biol. M. Casisa

HORIZONFIRM S.r.l. - Viale Francesco Scaduto n°2/D - 90144 Palermo (PA)

TECNICO INCARICATO

**AC**  
ANTONIO COTRONEO  
COTRONEOINGEGNERIA.IT

Dott. Ing. Antonio COTRONEO  
Iscrizione all'Albo n° A 3404  
alla Sezione degli Ingegneri (Sez. A)  
- Settore civile e ambientale

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

Antonio Cotroneo

FIRMA TECNICO INCARICATO

## Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	6
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PAI.....	7
4. STUDIO IDROLOGICO.....	13
4.1 Bacini idrografici e caratteristiche geomorfologiche.....	13
4.2 Applicazione del metodo VAPI.....	16
4.3 Individuazione della sottozona omogenea per i bacini idrografici.....	19
4.4 Calcolo della curva di possibilità pluviometrica.....	21
4.5 Calcolo del tempo di corrivazione dei bacini idrografici.....	22
4.6 Metodo SCS per il calcolo della portata di piena.....	23
5. CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA CON HEC-HMS.....	27
5.1 Confronto tra portate calcolate e portate PGRA.....	38
6. MODELLAZIONE IDRAULICA.....	42
6.1 Codice di calcolo.....	42
6.2 Geometria del modello idraulico.....	45
6.3 Geometria Plot 1.....	45
6.4 Geometria Plot 2.....	50
7. ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI.....	53
7.1 Compatibilità delle opere in progetto e conclusioni.....	63

### **ALLEGATI**

*Allegato 1 – Bacino idrografico Plot 1*

*Allegato 2 – Bacino idrografico Plot 2*

*Allegato 3 – Bacino idrografico FS\_189*

*Allegato 4 – Sovrapposizione areali in progetto e PGRA*

*Allegato 5 – Mappa battenti T 30 anni Plot 1*

*Allegato 6 – Mappa battenti T 200 anni Plot 1*

*Allegato 7 – Mappa battenti T 500 anni Plot 1*

*Allegato 8 – Mappa battenti T 30 anni Plot 2*

*Allegato 9 – Mappa battenti T 200 anni Plot 2*

*Allegato 10 – Mappa battenti T 500 anni Plot 2*

## **1 PREMESSA**

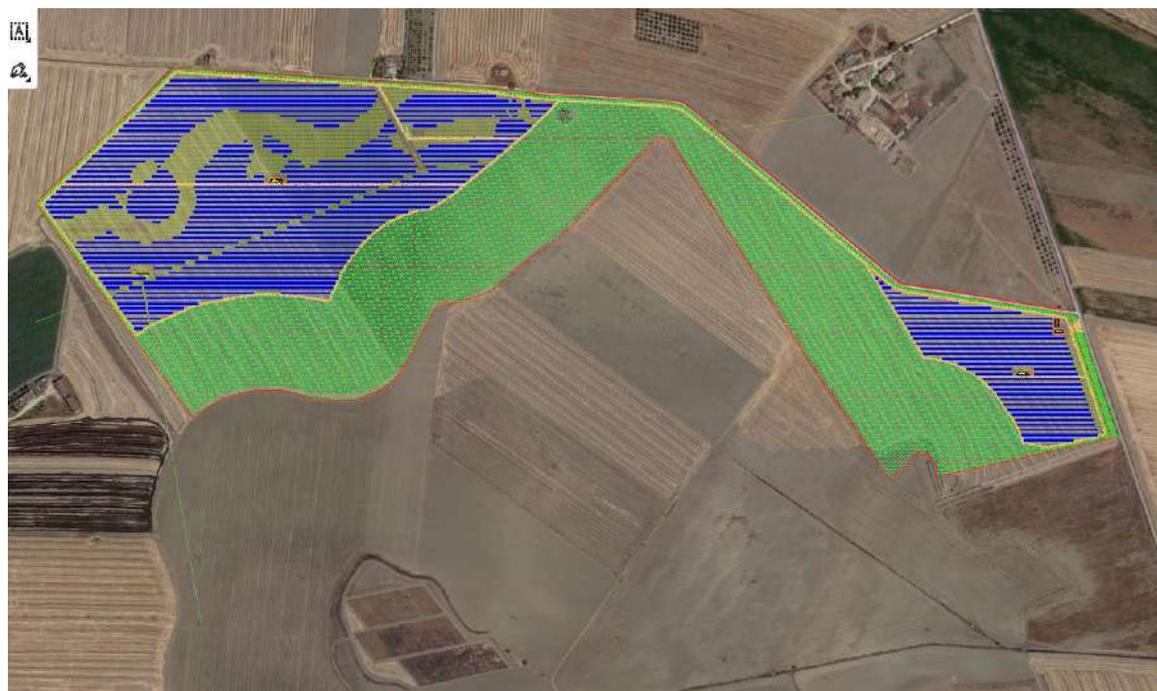
La presente relazione viene redatta al fine di garantire la compatibilità idraulica dell'intervento dal titolo "Parco agri-fotovoltaico denominato "Martillo" di potenza complessiva pari a 28,051 MW e delle opere ed infrastrutture di connessione alla RTN da realizzarsi, nei Comuni di Foggia e Manfredonia (FG) alle località "Pezzogrande – Vacchereggia di Greco" nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto".

A seguito della nota N. 3584/2024 del 05/02/2024 emessa dall'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale, all'interno della quale vien riportato: "...Alla luce di quanto complessivamente esposto questa Autorità di Bacino Distrettuale resta comunque dell'avviso che il quadro conoscitivo reso disponibile dalla summenzionata Relazione Idraulica non consenta di attestare l'effettiva sussistenza di adeguate condizioni di sicurezza per le persone e per le opere, ed escludere qualsivoglia incremento della pericolosità sia localmente, sia nelle aree contermini alle nuove installazioni (a tale riguardo, si rammenta che la definizione delle aree di allagamento del PAI deriva da una analisi idraulica condotta in regime di moto vario mediante l'utilizzo di un modello di calcolo idraulico bidimensionale, in grado di considerare, a differenza dei modelli di calcolo monodimensionali, anche le componenti della velocità ortogonali alla direzione dell'asse dell'alveo e di descrivere quindi fenomeni di deflusso che si sviluppano nel piano..".

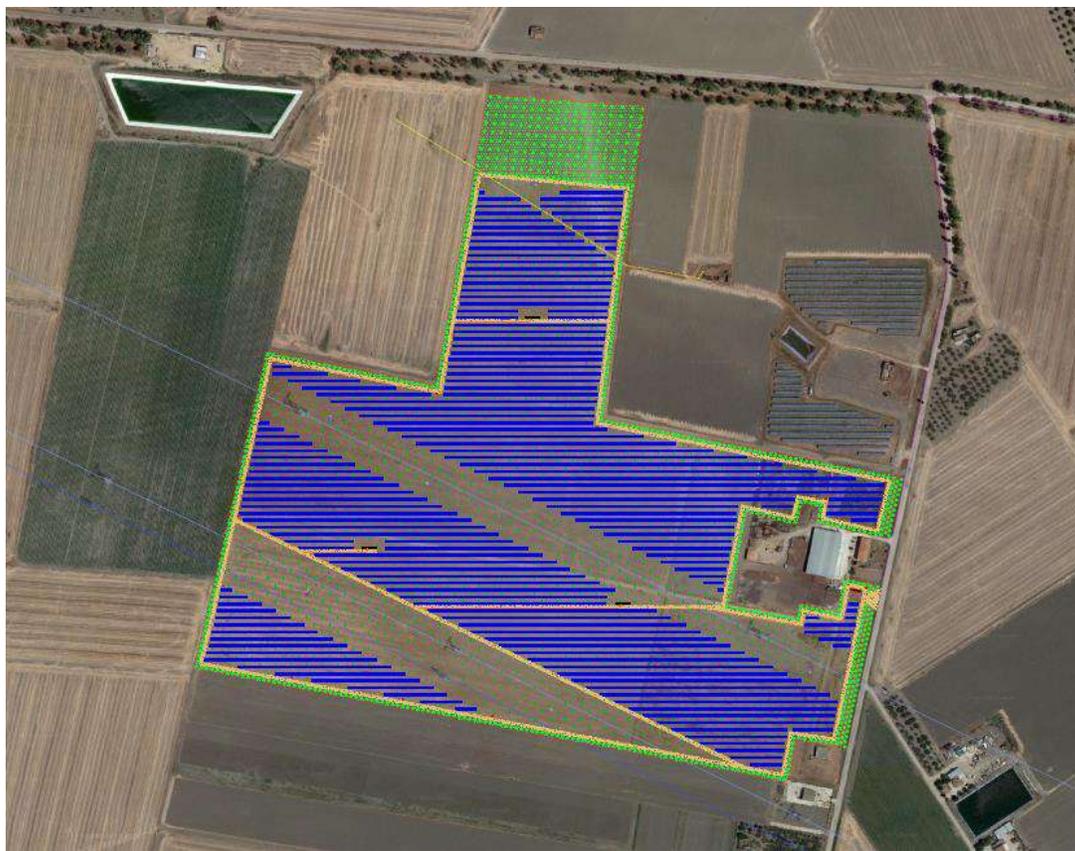
La precedente Relazione Idraulica ha fatto riferimento soltanto ad una valutazione dei tiranti idrici senza considerare quella che è la propagazione della corrente idrica sul terreno. Scopo principale di questa relazione invece, è dimostrare come implementando due modelli bidimensionali utilizzando come base cartografica un modello digitale del terreno (DTM) ad ottima risoluzione, le opere in progetto, aggiornate in base ai risultati di questo studio, risultano essere compatibili con le norme vigenti.

L'impianto è costituito da due areali che vengono denominati Plot 1 e Plot 2 ed entrambi i lotti sono antistanti alle Strade Provinciali. In particolare il Plot 1 è prospiciente la SP n.72 mentre il Plot 2 la SP n.78.

Di seguito si riportano le configurazioni di layout pre e post attuale studio di compatibilità idraulica richiesto dall'ente competente.



**Fig. 2.1 Planimetria impianto Plot 1 PRE (sopra) e POST (sotto)**



**Fig. 2.2** Planimetria impianto Plot 1 PRE (sopra) e POST (sotto)

L'impianto sarà dotato di viabilità interna e perimetrale la cui superficie sarà in terreno battuto e materiale inerte da cava a diversa granulometria. La recinzione esterna perimetrale, sarà di tipo in grigliato a maglia rettangolare alla cui base saranno previsti dei passaggi che consentiranno alla piccola fauna di attraversare la recinzione e allo stesso tempo in caso di evento alluvionale alla corrente idrica di non interferire con stutture fisse.

## 2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La legge **183/99** ha definito le basi per una riorganizzazione normativa ed operativa della difesa del suolo. L'obiettivo finale della legge è quello di andare a superare le fasi di emergenza che si verificano a seguito di eventi calamitosi e definire allo stesso tempo una attenta programmazione di programmi volti a definire o eliminare il rischio.

Di seguito vengono riportati alcuni dei provvedimenti legislativi susseguenti alla legge 183/99.

- **DPCM 1 Marzo 1991** (Approvazione del piano di ripartizione per bacini delle risorse statali);
- **DPR 27 Luglio 1999** (Ripartizione dei fondi finalizzati al finanziamento degli interventi in materia di difesa del suolo);
- **DPCM 23 Marzo 1990** (Atto d'indirizzo e coordinamento ai fini dell'elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art.31 L183/99, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo);
- **DPR 9 Maggio 2001** (Ripartizione dei fondi finalizzati al finanziamento degli interventi in materia di difesa del suolo per il quadriennio 2000-2003);

La Regione Puglia, per adempiere alle indicazioni previste della L. 183/89 ha:

- Definito i bacini regionali (Del G.R. n. 3128 del 28/08/1990);
- Approvato gli schemi previsionali e programmatici elaborati con le Regioni limitrofe per i bacini interregionali;
- Ridefinito gli ambiti territoriali delle singole Autorità di Bacino e i relativi organi, costituendo un unico comitato istituzionale, tre comitati tecnici, tre segreterie tecnico – operative;

Con legge regionale **n.19/2002** viene istituita l'Autorità di Bacino della Regione Puglia che ha competenza sui bacini regionali.

Le Norme Tecniche di Attuazione relative al Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto idrogeologico dell'Autorità della Regione Puglia (PAI) sono state emanate il 30 Novembre 2015.

Il 26 Luglio 2013 tramite il Bollettino Ufficiale della Regione Puglia .104 all'Art. 4 vengono riportate le deleghe di funzioni in riferimento ad alcuni articoli specifici delle NTA ed alle quali si rimanda per ulteriori informazioni.

### **3 INQUADRAMENTO TERRITORIALE E PAI**

I lotti oggetto di progetto ricadono all'interno dei Comuni di Foggia e Manfredonia nella parte Settentrionale della Regione Puglia.



**Fig. 3.1 Inquadramento territoriale area oggetto di studio**

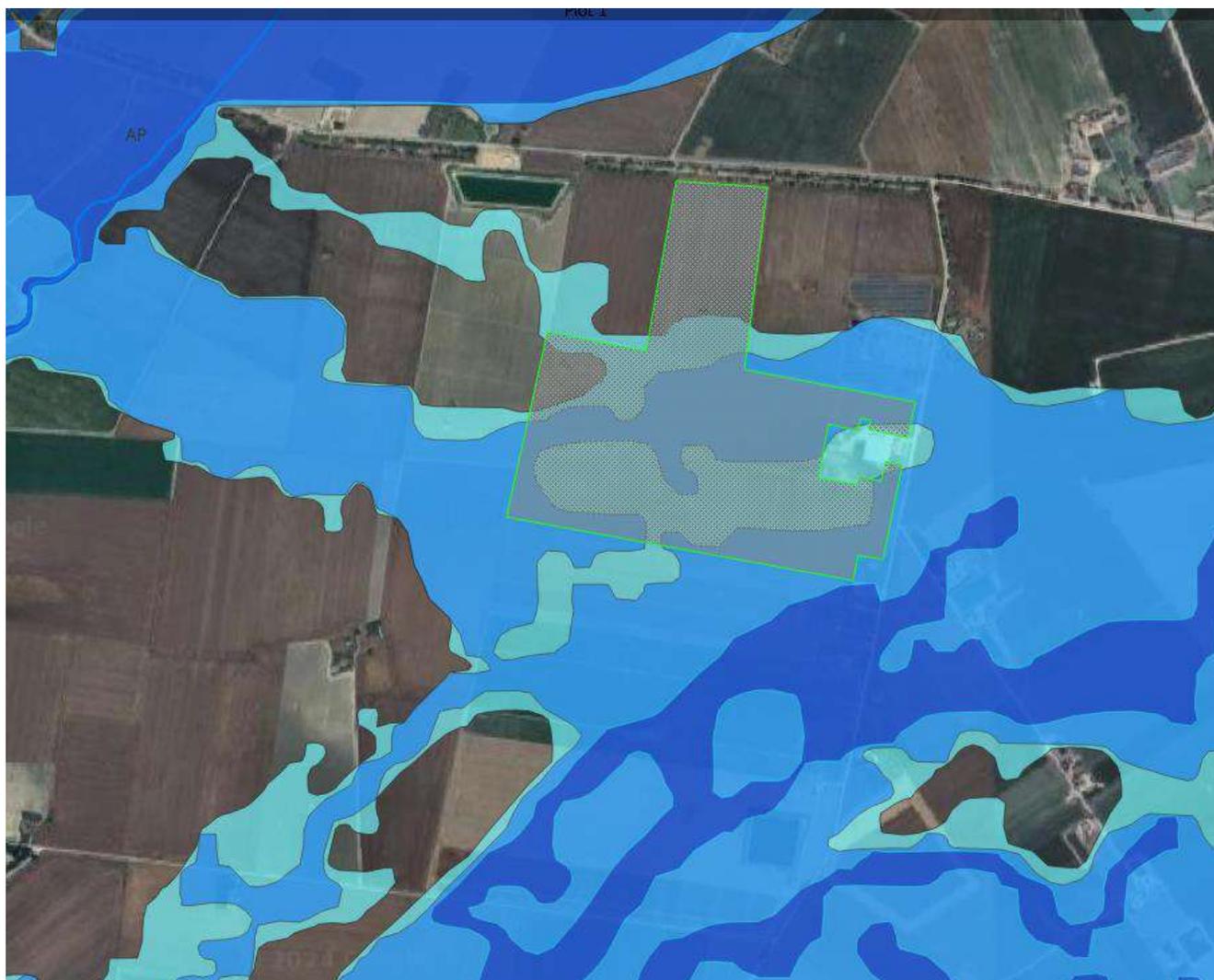
Sovrapponendo dapprima il layer del reticolo idrografico ufficiale della Regione Puglia, si evince come sia per il Plot 1 che per il Plot 2, non si verificano interferenze con il reticolo stesso.



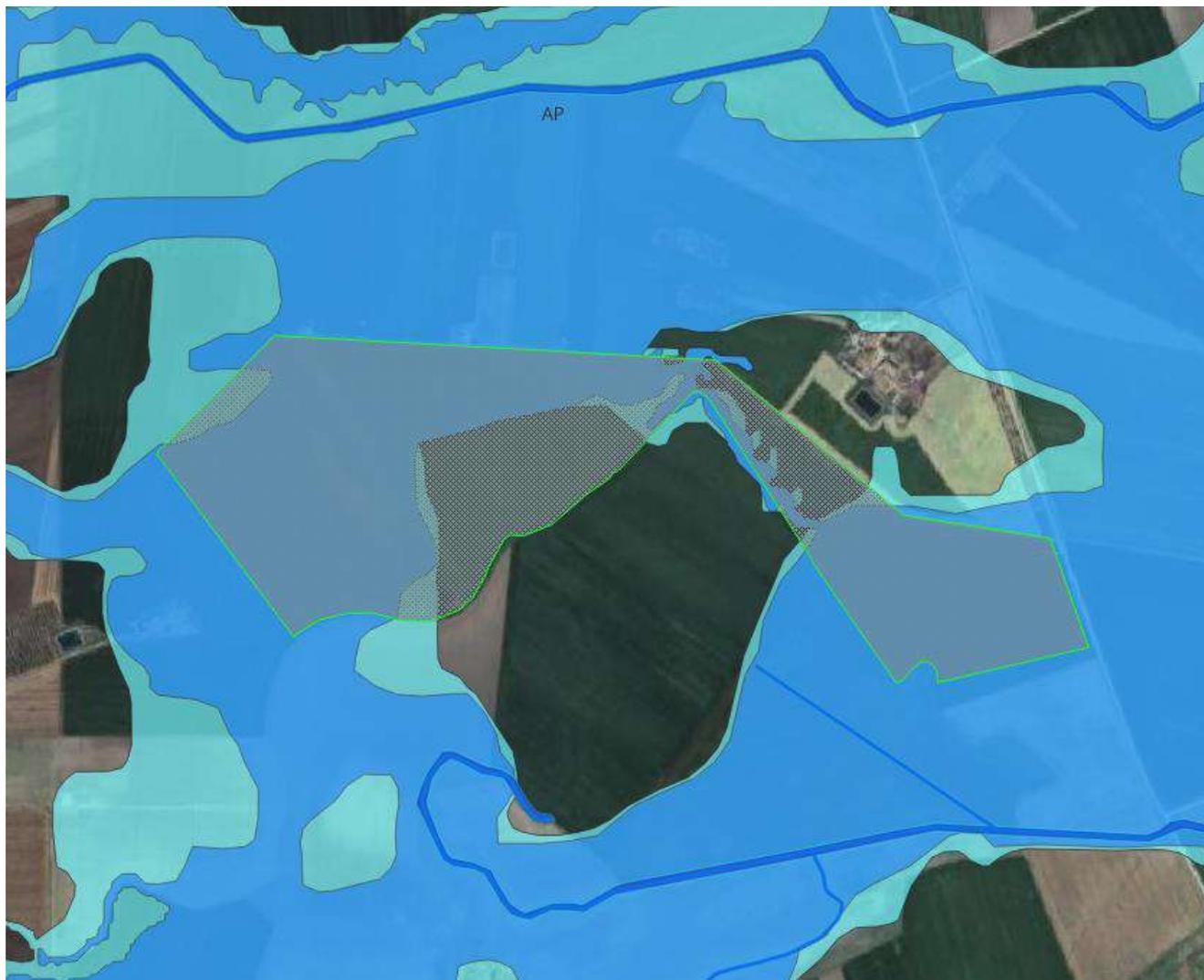
**Fig. 3.2** Interferenza tra reticolo idrografico e areale "Plot 2"



**Fig. 3.3 Interferenza tra reticolo idrografico e areale "Plot 1"**



**Fig. 3.4 Sovrapposizione tra PGRA e areale "Plot\_2"**



**Fig. 3.5 Sovrapposizione tra PGRA e areale "Plot\_1"**

L' Autorità di Bacino della Regione Puglia, ha approvato in data 15.12.2004, il Piano di Bacino Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) che è stato successivamente aggiornato con delibera n.39 del 30.11.2005.

Il PAI ha valore di piano territoriale di settore ed oltre ad essere lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale vengono 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 Regione Puglia. Nei piani di previsione e prevenzione e nei piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio è necessario tenere conto delle aree a diversa pericolosità idraulica e del grado di rischio che possono essere definiti come di seguito riportato:

- **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;

**Rischio R:** valore atteso delle perdite umane, dei feriti e dei danni alle proprietà a seguito di un particolare fenomeno naturale.

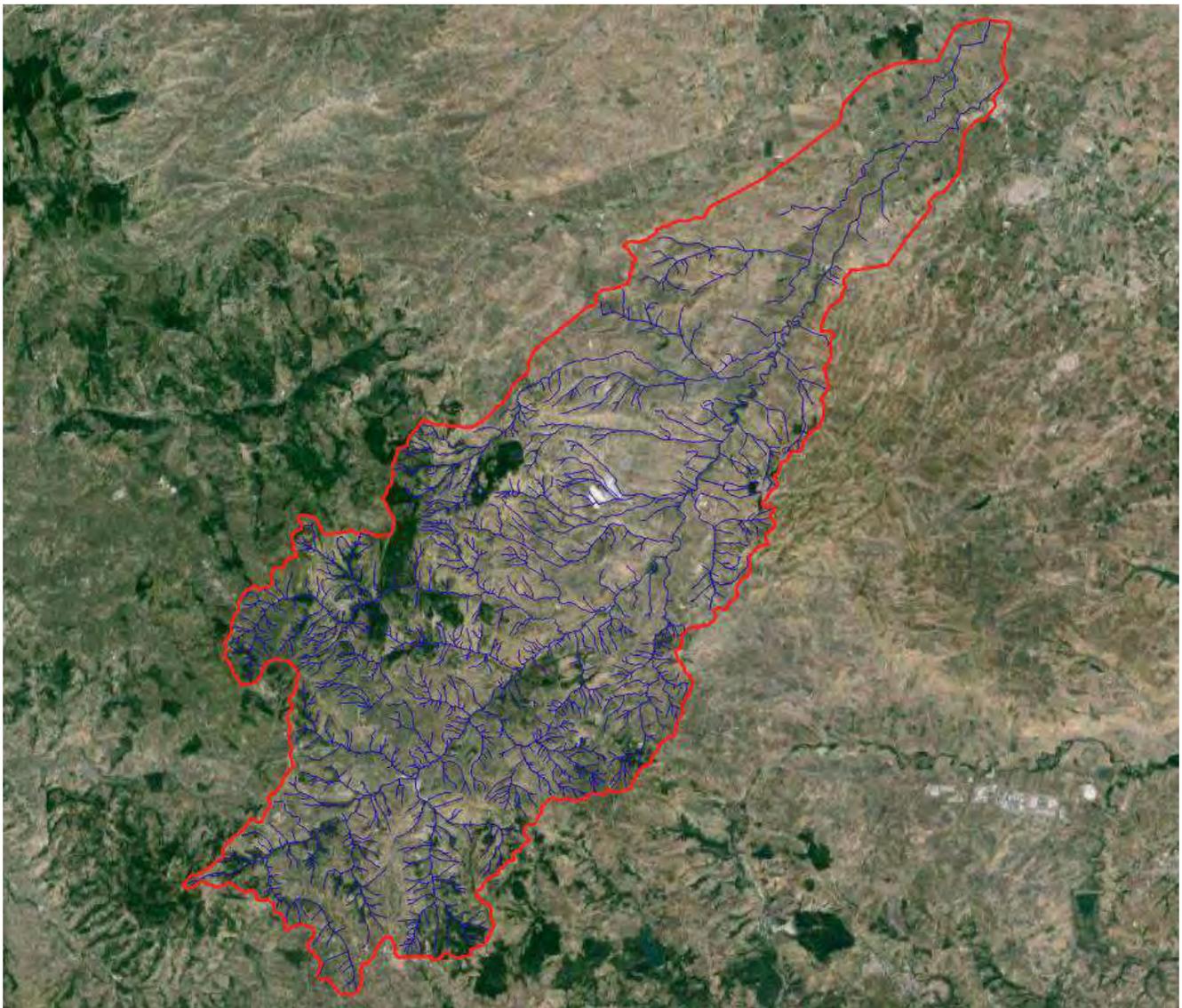
E' importante sottolineare che le previsioni e le prescrizioni del PAI pur avendo valore a tempo indeterminato, possono essere soggetto di aggiornamento e successiva modifica a seguito di studi conoscitivi di dettaglio così come espressamente riportato nel Titolo V delle Norme Tecniche di Attuazione (N.T.A.) pubblicate nel Novembre 2005.

## **4 STUDIO IDROLOGICO**

### **4.1 Bacini idrografici e caratteristiche geomorfologiche**

Il primo passo da effettuare consiste nell'andare a determinare la delimitazione del bacini idrografici oggetto di studio, al fine di definire quelle che sono le caratteristiche geomorfologiche, litologiche, idrografiche e di uso del suolo.

In ambiente GIS è stata definita quella che è l'estensione del bacino idrografico comprensivo di tutte le caratteristiche sopra descritte. I bacini idrografici oggetto di studio sono tre.

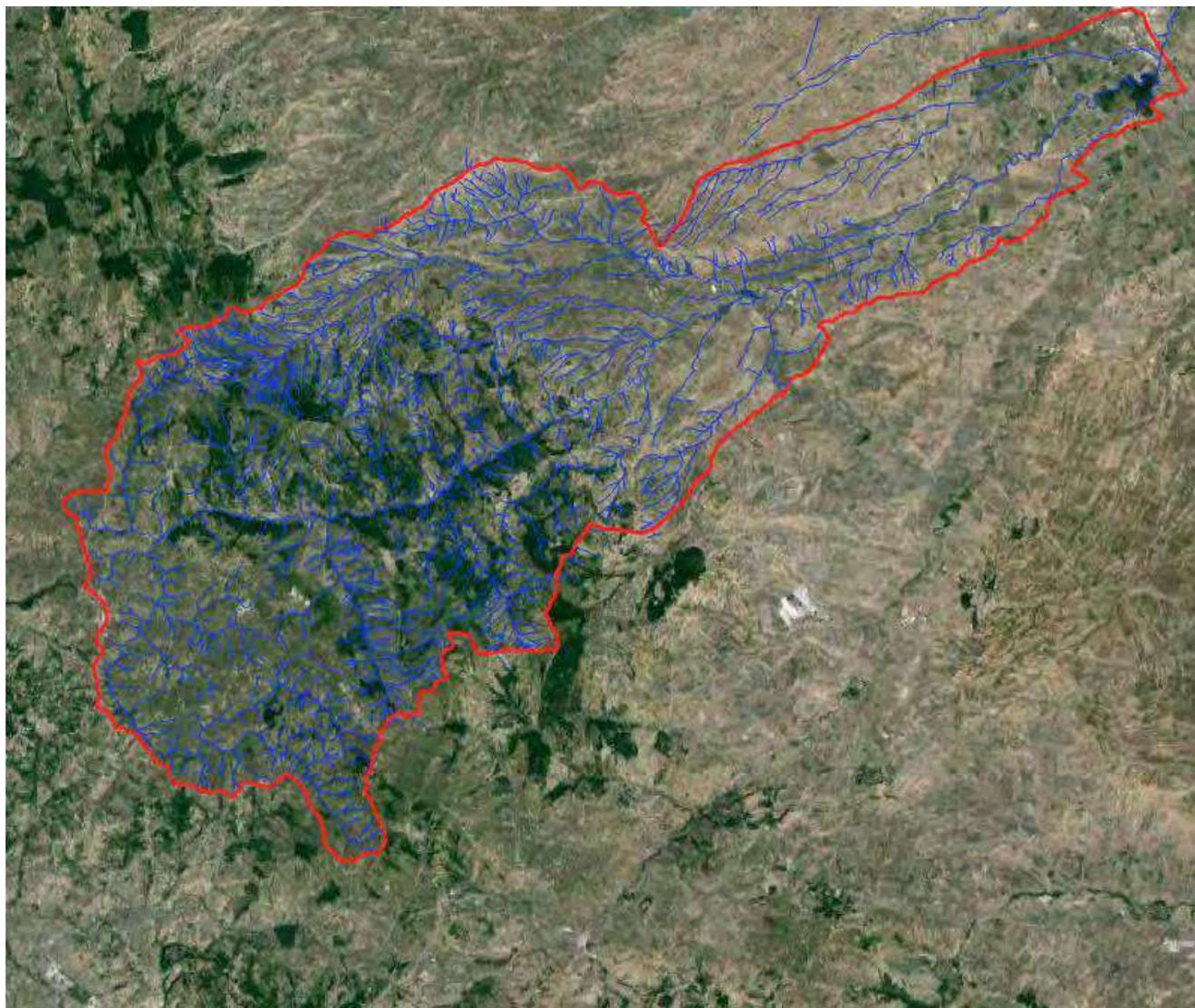


**Fig. 4.1 Bacino idrografico "Plot\_1"**

**Bacino Plot 1**

Area (Km <sup>2</sup> )	H <sub>max</sub> (m slm)	H <sub>min</sub> (m slm)	H <sub>med</sub> (m slm)	L <sub>asta</sub> (km)	i (%) <sub>asta</sub>
603.50	1086.5	46.25	404.94	68.48	0.0131

**Tab. 1** Caratteristiche bacino "Plot 1"

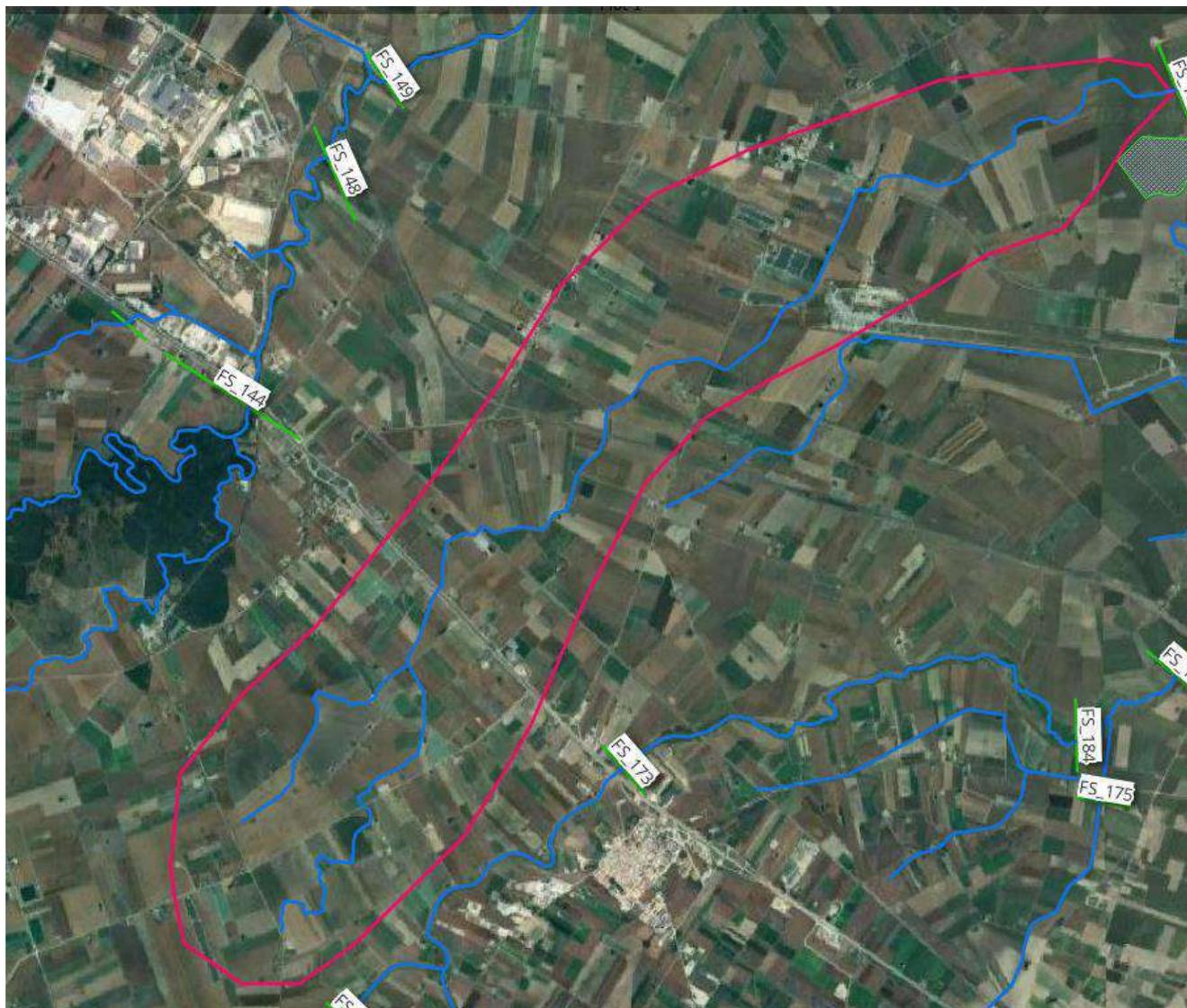


**Fig. 4.2** Bacino idrografico "Plot\_2"

**Bacino Plot 2**

Area (Km <sup>2</sup> )	H <sub>max</sub> (m slm)	H <sub>min</sub> (m slm)	H <sub>med</sub> (m slm)	L <sub>asta</sub> (km)	i (%) <sub>asta</sub>
594.70	1110.43	51.43	449.27	99.88	0.0084

**Tab. 2** Caratteristiche bacino "Plot 1"



**Fig. 4.3 Bacino idrografico "FS\_189"**

**Bacino FS 189**

<b>Area (Km<sup>2</sup>)</b>	<b>H<sub>max</sub> (m slm)</b>	<b>H<sub>min</sub> (m slm)</b>	<b>H<sub>med</sub> (m slm)</b>	<b>L<sub>asta</sub> (km)</b>	<b>i (%) asta</b>
21.018	75.97	30.68	52	13.61	0.0032

**Tab. 3 Caratteristiche bacino "FS\_189"**

## 4.2 Applicazione del metodo VAPI

Al fine di determinare il regime pluviometrico del modello idrologico, si è scelto di utilizzare il metodo VAPI della Regione Puglia.

I dati pluviometrici utilizzati sono quelli pubblicati sugli annali idrologici del Compartimento di Bari del S.I.M.N., le cui stazioni costituiscono una rete di misura con buona densità territoriale.

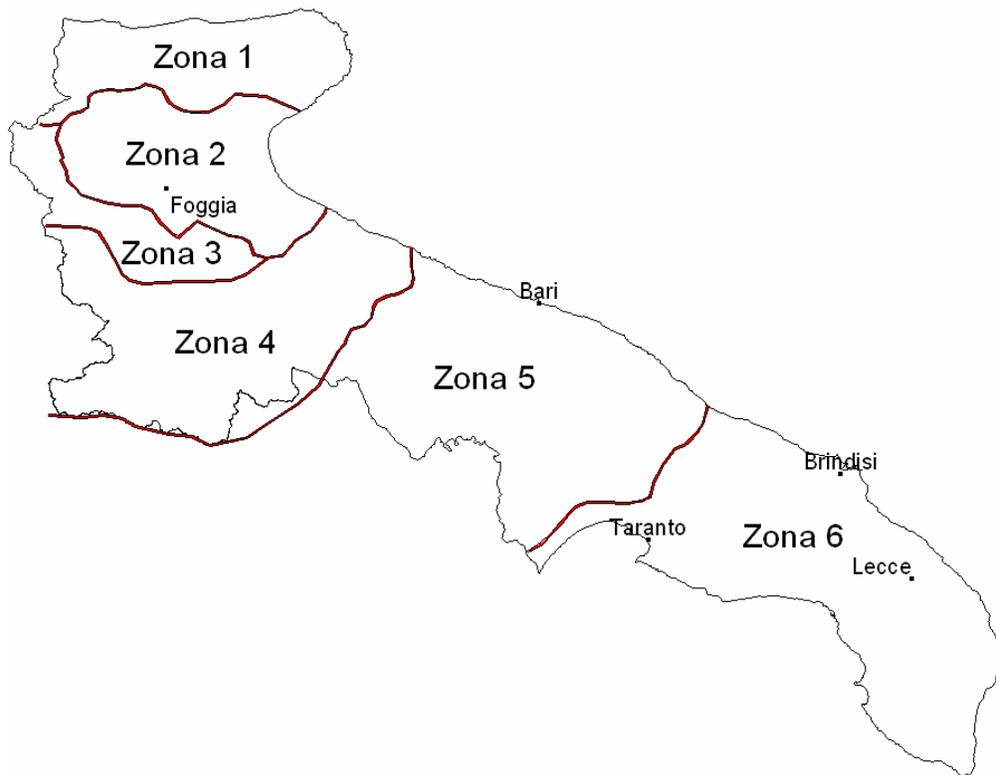
Le osservazioni pluviometriche interessano il periodo dal 1932 al 1994 in tutte le stazioni di studio, con almeno quindici anni di misure, dei massimi annuali delle precipitazioni giornaliere ed orarie. Si è potuto disporre di serie variabili da un minimo di 19 dati ad un massimo di 47 dati per un numero totale di stazioni pari a 66, appartenenti alla Puglia centro-meridionale.

L'analisi condotta sulle piogge giornaliere, consente di accogliere l'ipotesi che le 66 stazioni appartengano ad una zona unica, al primo livello, entro la quale si possono ritenere costanti i valori teorici dei parametri  $\Theta^*$  e  $\Lambda^*$ .

L'analisi regionale dei dati di precipitazione al primo e al secondo livello di regionalizzazione è finalizzata alla determinazione delle curve regionali di crescita della grandezza in esame. In particolare, per utilizzare al meglio le caratteristiche di omogeneità spaziale dei parametri della legge TCEV (CV e G) è utile rappresentare la legge legge  $F(X_t)$  della distribuzione di probabilità cumulata del massimo annuale di precipitazione di assegnata durata  $X_t$  come prodotto tra il suo valore medio  $\mu(X_t)$  ed una quantità  $K_{T,t}$ , detta fattore probabilistico di crescita, funzione del periodo di ritorno  $T$  e della durata  $t$ , definito dal rapporto:

$$K_{T,T} = X_{t,T} / \mu(X_t) \quad (1)$$

I parametri necessari alla definizione delle curve di possibilità pluviometrica sono descritti al III° livello di regionalizzazione, dove la Regione Puglia è stata suddivisa in 6 sottozone omogenee come da immagine seguente.



**Fig. 4.4 Sottozone Regione Puglia**

Per ogni sottozona omogenea le curve di possibilità pluviometrica hanno le seguenti espressioni

ZONE OMOGENEE	CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA
Zona 1	$x(t, z) = 28.8 \cdot t^{[(0.720+0.00503 \cdot z)/3.178]}$
Zona 2	$x(t) = 22.23 \cdot t^{0.247}$
Zona 3	$x(t, z) = 25.325 \cdot t^{[(0.0696+0.00531 \cdot z)/3.178]}$
Zona 4	$x(t) = 24.70 \cdot t^{0.256}$
Zona 5	$x(t, z) = 28.2 \cdot t^{[(0.0628+0.0002 \cdot z)/3.178]}$
Zona 6	$x(t, z) = 33.7 \cdot t^{[(0.488+0.002 \cdot z)/3.178]}$

Tuttavia, le  $x(t, z)$  devono essere moltiplicate per il coefficiente di crescita KT per definire l'espressione della CPP

$$h(d,T) = KT \times (t,z)$$

dove appunto KT è il fattore di crescita che per le sottozone omogenee 1, 2, 3, 4 ha la formula:

$$KT = 0.5648 + 0.415 \ln T$$

Mentre per le sottozone 5 e 6 è

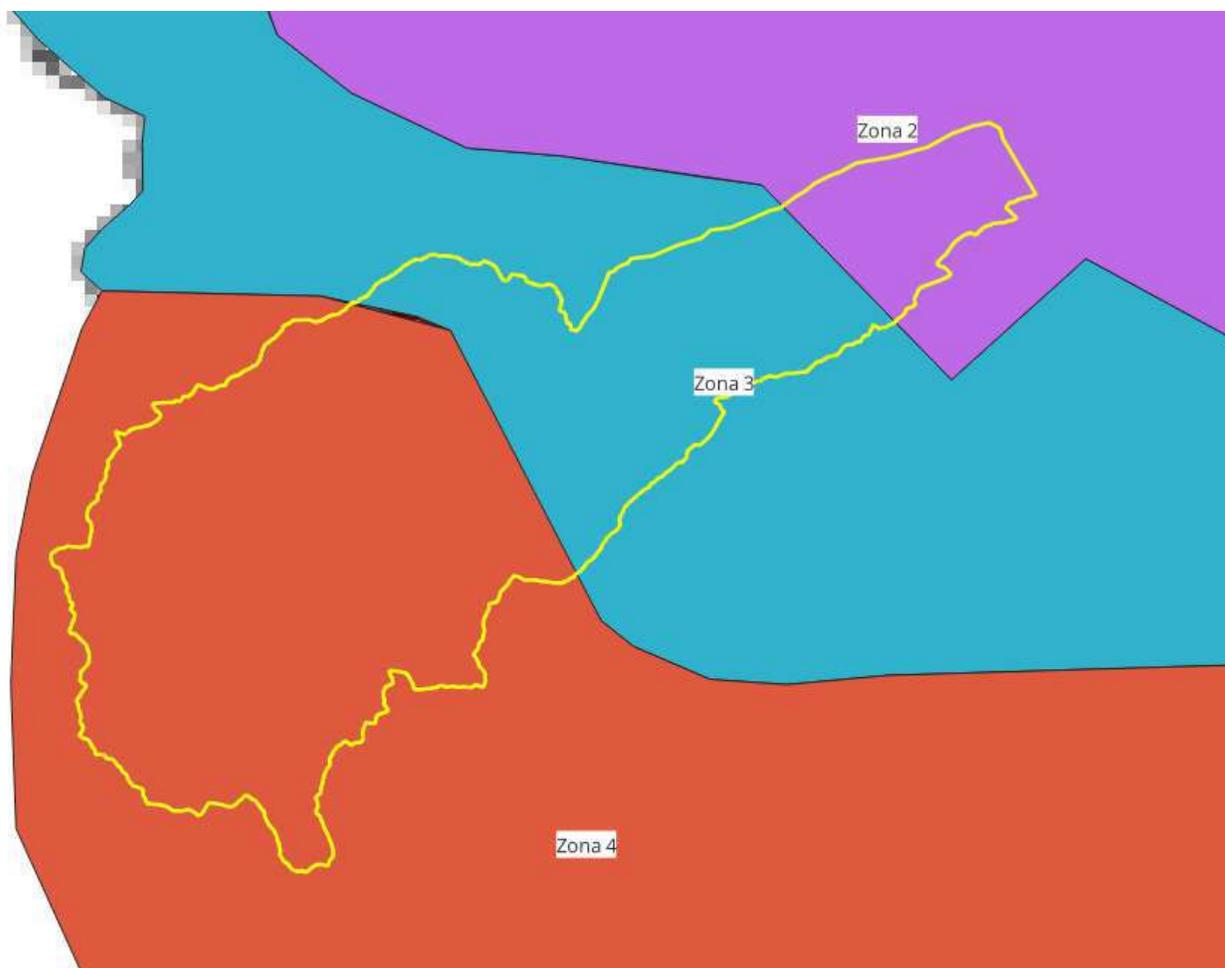
$$KT = 0.1599 + 0.5166 \ln T$$

Come verrà descritto nel paragrafo successivo, entrambi i bacini ricadono all'interno delle sottozone 2, 3 e 4 quindi i valori di KT da considerare, in funzione naturalmente dei diversi tempi di ritorno, sono riportati nella tabella seguente.

<b>Tempo di ritorno T</b>	<b>KT</b>
30	1.98
200	2.76
500	3.14

**Tab. 5 Fattori di crescita**





**Fig. 4.6 Sovrapposizione tra bacino Plot\_2 e sottozone omogenee**

Si rende necessario quindi calcolare le relative aree di influenza per i primi due bacini studiati.

Bacino Plot 1	Area influenza
Zona 2	9.50 %
Zona 3	31.15 %
Zona 4	61.35 %

Bacino Plot 2	Area influenza
Zona 2	15.75 %
Zona 3	38.10 %
Zona 4	46.15 %

**Tab. 6 Calcolo dei coeff. di influenza**

Per quanto riguarda invece il Bacino FS\_189 questo ricade interamente all'interno della sottozona 2 quindi le altezze di pioggia sono quelle riportate nel paragrafo successivo.

#### 4.4 Calcolo della curva di possibilità pluviometrica

Considerando quanto riportato nei paragrafi precedenti, è possibile così definire la curva di possibilità pluviometrica, per i tempi di ritorno T di 30, 200 e 500 anni.

t (ore)	T 30	T 200	T 500	Bacino Plot 1
1	49.80	69.43	78.98	
3	63.23	88.14	100.28	
6	74.96	104.50	118.88	
12	88.89	123.90	140.96	
24	105.41	146.94	167.17	

t (ore)	T 30	T 200	T 500	Bacino Plot 2
1	48.20	67.30	76.56	
3	60.66	84.69	96.36	
6	71.90	100.38	114.20	
12	85.23	119.00	135.38	
24	101.06	141.09	160.52	

t (ore)	T 30	T 200	T 500	Bacino FS_189
1	44.02	61.35	69.80	
3	57.74	80.48	91.56	
6	68.52	95.51	108.66	
12	81.31	113.35	128.95	
24	96.50	134.51	153.03	

**Tab. 7 Calcolo delle altezze di pioggia**

## 4.5 Calcolo del tempo di corrivazione dei bacini idrografici

Al fine di applicare i metodi di trasformazione afflussi-deflussi, un parametro fondamentale è il *tempo di corrivazione* che rappresenta il tempo impiegato da una particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino dal punto idraulicamente più lontano dalla sezione stessa.

Per il calcolo del tempo di corrivazione sono state utilizzate formule diverse, scegliendo successivamente il valore medio ottenuto.

**GIANDOTTI**      
$$T_c = \frac{4 \sqrt{S} + 1.5 L}{0.8 (H_{med} - H_0)}$$

- $T_c$  = tempo di corrivazione (ore);
- $S$  = area del bacino idrografico (km<sup>2</sup>);
- $L$  = lunghezza dell'asta principale (km);
- $H_{med}$  = altitudine media del bacino (m);
- $H_0$  = altitudine minima del bacino (m);

Bacino	Tc (ore)
Plot_1	12.97
Plot_2	15.50
FS_189	10.54

**Tab. 8 Calcolo dei tempi di corrivazione**

## 4.6 Metodo SCS per il calcolo della portata di piena

La determinazione delle portate per i diversi periodi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, sono state ricavate mediante l'utilizzo del software HEC-HMS vers. 4.10 applicando il metodo SCS-CN.

Per ogni sottobacino vengono assegnati i parametri idrologici di calcolo delle perdite con l'applicazione del metodo del Soil Conservation Service e la trasformazione afflussi-deflussi viene effettuata con l'applicazione dell'idrogramma unitario SCS. I parametri di calcolo sono il Curve Number  $CN$  ed il tempo di concentrazione  $T_{lag}$ .

Il  $T_{lag}$  è proporzionale al tempo di corrivazione  $T_c$ . La determinazione del parametro  $CN$  si effettua considerando la tipologia di suolo, il drenaggio, e l'uso del suolo.

Il metodo del Soil Conservation Service statunitense richiede la conoscenza del valore della perdita iniziale di pioggia (initial abstraction) e del numero di curva dimensionale  $CN$  (SCS Curve Number) definito dal Soil Conservation Service sulla base di numerosi dati raccolti con campagne di misure in campo. Spesso però, per la necessità di semplificazione o per la difficoltà che si incontra nel definire i vari parametri, le perdite vengono considerate facendo riferimento ad un'unica equazione, nonostante esistano numerosi metodi per il calcolo delle singole quote da attribuire a ciascun fenomeno. La ragione di tale semplificazione risiede nel fatto che le leggi che governano i singoli fenomeni fisici non sono tuttora ben conosciute e risulta pertanto molto difficile individuare i confini di competenza di ciascun processo. Il calcolo di quota parte di precipitazione perse nel bacino è stato eseguito con il metodo SCS Curve Number. I parametri richiesti sono due ed il numero di curva adimensionale può essere valutato noti la litologia e l'uso del suolo.

Di più difficile determinazione è, invece, la stima delle perdite di pioggia  $I_a$  che si ha all'inizio dell'evento meteorico, perché è funzione delle caratteristiche geologiche e di saturazione del terreno stesso; tuttavia, tale parametro può essere calcolato, in funzione di  $CN$  (numero di curva adimensionale SCS curve number) definito dal Soil Conservation Service sulla base di numerosi dati raccolti con campagne di misura in campo, secondo la relazione proposta:

$$I_a = 0.2 \cdot \frac{(1000 - 10 \cdot CN)}{CN}$$

Il numero di curva adimensionale *CN* (Runoff curve number) è un indice di ritenzione potenziale del suolo, che dipende dalla pedologia, dal tipo e grado di copertura del suolo e dal grado di umidità iniziale del terreno.

Tale indice ha un valore compreso tra 0 e 100 e, per la sua determinazione, il Soil Conservation Service propone delle classificazioni, in modo da far rientrare la zona esaminata in una determinata categoria e ricavare da opportune tabelle il valore di *CN* corrispondente.

Nella seguente tabella è riportata la classificazione dei terreni secondo l'SCS che distingue quattro classi di suolo in base alla potenzialità di deflusso: da terreni altamente permeabili, con scarsa potenzialità di deflusso (classe A) a terreni impermeabili con alta potenzialità di deflusso (classe D).

CLASSE	TIPOLOGIA DI TERRENO
A	<u>Scarsa potenzialità di deflusso</u> : Comprende strati profondi di sabbia con scarsissimo limo e argilla, strati profondi di limo calcareo, limi aggregati. Si ha un tasso d'infiltrazione elevato anche quando i terreni sono completamente bagnati.
B	<u>Potenzialità di deflusso mediamente bassa</u> : Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi di quelli appartenenti al gruppo A, strati sottili di limo calcareo, loam (mistura di sabbia, limo, argilla e humus).
C	<u>Potenzialità di deflusso mediamente alta</u> : Comprende suoli sottili contenenti considerevoli quantità di argilla, loam argillosi, strati sottili di loam sabbiosi, terreni con ridotti contenuti organici.
D	<u>Potenzialità di deflusso molto alta</u> : Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, sabbie saline e suoli sottili con orizzonti impermeabili in vicinanza della superficie.

**Tab. 9 Classi di permeabilità del suolo**

Le diverse classi di uso del suolo sono state dedotte dalla carta in formato shapefile, scaricata dal S.T.R. della Regione Puglia e della Regione Basilicata.

Noti i gruppi idrologici per ogni classe litologica e quindi per ogni area a diversa categoria d'uso del suolo, per determinare il CN, si fa riferimento ad una tabella che riporta i valori del parametro per ciascuna classe d'uso del suolo e per ogni gruppo idrogeologico, forniti dal SCS.

In definitiva è possibile affermare che il valore del CN varia in funzione di 3 diversi parametri:

1. Gruppo idrologico del suolo: classificazione dell'infiltrabilità del suolo in 4 classi A,B,C e D;
2. Uso del suolo (pascoli,boschi,ecc.) eventuali sistemazioni agrarie della superficie;
3. Condizioni iniziali di saturazione dei suoli (AMC – Antecent Moisture Condition).

È possibile prendere in considerazione anche situazioni di umidità del terreno all'inizio della precipitazione diversa da quella media; il metodo, infatti, classifica le condizioni di umidità in tre categorie:

- *AMC I*: potenziale di scorrimento superficiale minimo; i suoli del bacino sono sufficientemente asciutti da permettere un'aratura o coltivazione soddisfacente;
- *AMC II*: condizione media;
- *AMC III*: potenziale di scorrimento superficiale massimo; il bacino è stato praticamente saturato dalle piogge precedenti.

La categoria a cui fare riferimento si può individuare in base alla precipitazione totale dei 5 giorni precedenti quello dell'evento di pioggia e in base alla stagione (vegetativa o non vegetativa), come riportato nella seguente tabella.

Categoria	Precipitazione dei 5 gg antecedenti l'evento	
	Stagione di riposo (mm)	Stagione vegetativa (mm)
AMC I	<12,7	<35,6
AMC II	12,7 – 27,9	35,6 – 53,3
AMC III	>27,9	>53,3

**Tab. 10 Categorie AMC**

I valori di *CN* corrispondenti alla categoria *AMC I* e *AMC III* si possono ricavare dal valore di quello relativo ad una condizione *AMC II* per mezzo delle seguenti relazioni (Chow et al., 1988):

$$CN(I) = \frac{\alpha \cdot CN(II)}{10 - \beta \cdot CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{\alpha \cdot CN(II)}{10 + \beta \cdot CN(II)}$$

dove  $\alpha$  e  $\beta$  valgono rispettivamente 23 e 0.13.

Per quanto appena esposto, le mappe da considerare quindi sono la mappa di uso del suolo e quella della permeabilità, dalle quali ottenere infine, la mappa del **Curve Number**.

Di seguito una tabella riepilogativa dei valori di **CN<sub>II</sub>** assunti nella successiva modellazione idrologica

Bacino	CNII
Plot_1	76
Plot_2	74
FS_189	72

**Tab. 11** Categorie AMC

## 5 CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA CON HEC-HMS

Per la determinazione della portata di piena è stato utilizzato il software **HEC-HMS vers. 4.10** che permette di determinare la portata di piena applicando il metodo SCS-CN.

HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System) è un software di modellazione idrologica sviluppato dall'US Army Corps of Engineers (Hydrologic Engineering Center). Questo software è ampiamente utilizzato per analizzare e simulare i processi idrologici all'interno di un bacino idrografico, consentendo agli ingegneri idraulici e ai pianificatori del territorio di valutare l'impatto delle precipitazioni, delle infiltrazioni, dell'evaporazione e dello scolo superficiale sul flusso delle acque di superficie e sulla gestione delle risorse idriche.

Le caratteristiche principali del software HEC-HMS includono:

1. **Definizione del bacino idrografico:** HEC-HMS consente agli utenti di definire la geometria del bacino idrografico, inclusi parametri come l'area, la pendenza, l'uso del suolo e il tipo di suolo.
2. **Modelli di precipitazione:** Il software può utilizzare dati di precipitazione storica o stime di precipitazione future per valutare gli effetti delle piogge sullo scorrimento superficiale e sulle risorse idriche.
3. **Infiltrazione e scolo:** HEC-HMS incorpora modelli che stimano l'infiltrazione dell'acqua nel terreno e il suo movimento attraverso il suolo, nonché la formazione e lo scorrimento delle acque di superficie.
4. **Modelli di deflusso:** Il software offre una varietà di metodi per la modellazione del deflusso delle acque di superficie, come il metodo di unità di deflusso, il metodo del serbatoio e altri modelli idrologici avanzati.
5. **Modelli di idrogramma:** HEC-HMS consente di generare idrogrammi di deflusso per diverse condizioni di precipitazione, consentendo di valutare l'impatto di eventi meteorologici diversi sul deflusso idrico.
6. Il software HEC-HMS è composto da vari moduli. Vengono sinteticamente riportati quelli principali.

**Basin Model** – Include la descrizione delle caratteristiche fisiche e idrologiche del bacino idrografico, come la topografia, l'uso del suolo, il tipo di suolo, la rete di drenaggio, i parametri di precipitazione,

infiltrazione e deflusso, nonché le strutture idrauliche come bacini di interesse.

**Meteorologic Model** – Questo modello è responsabile di gestire e incorporare i dati meteorologici necessari per eseguire simulazioni idrologiche all'interno di un bacino idrografico. In sostanza, il Modello Meteorologico comprende l'acquisizione, l'elaborazione e l'uso di dati meteorologici come le precipitazioni, la temperatura, l'umidità e altri fattori che influenzano il comportamento idrologico di un'area specifica. Questi dati vengono utilizzati come input per il modello idrologico al fine di stimare il flusso delle acque di superficie e le risposte idrologiche alle condizioni meteorologiche.

**Time Series Data** – Questi dati sono essenziali per la creazione di modelli idrologici accurati e per la simulazione dei processi idrologici nel corso del tempo.

In sostanza, i dati a serie temporali comprendono le misurazioni o le stime dei parametri idrologici, come le precipitazioni, il deflusso, l'evaporazione e altri fattori rilevanti, che variano nel tempo. Questi dati sono utilizzati come input per il modello idrologico al fine di simulare il comportamento del bacino idrografico in diverse condizioni meteorologiche.

Considerando la curve di pioggia riportate all'interno del paragrafo 4.3, si è scelto di utilizzare un *Precipitation Gage*, all'interno del quale sono stati riportati i valori ottenuti scegliendo uno ietogramma di pioggia di "Tipo Chicago".

Questo ietogramma ha la caratteristica di essere non costante e rappresenta il picco di intensità, posizionando questo arbitrariamente all'inizio dell'evento, alla fine o in posizione intermedia. Nello ietogramma Chicago, la massima altezza di precipitazione cumulata su qualsiasi durata  $t$ , è sempre pari all'altezza di precipitazione dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica.

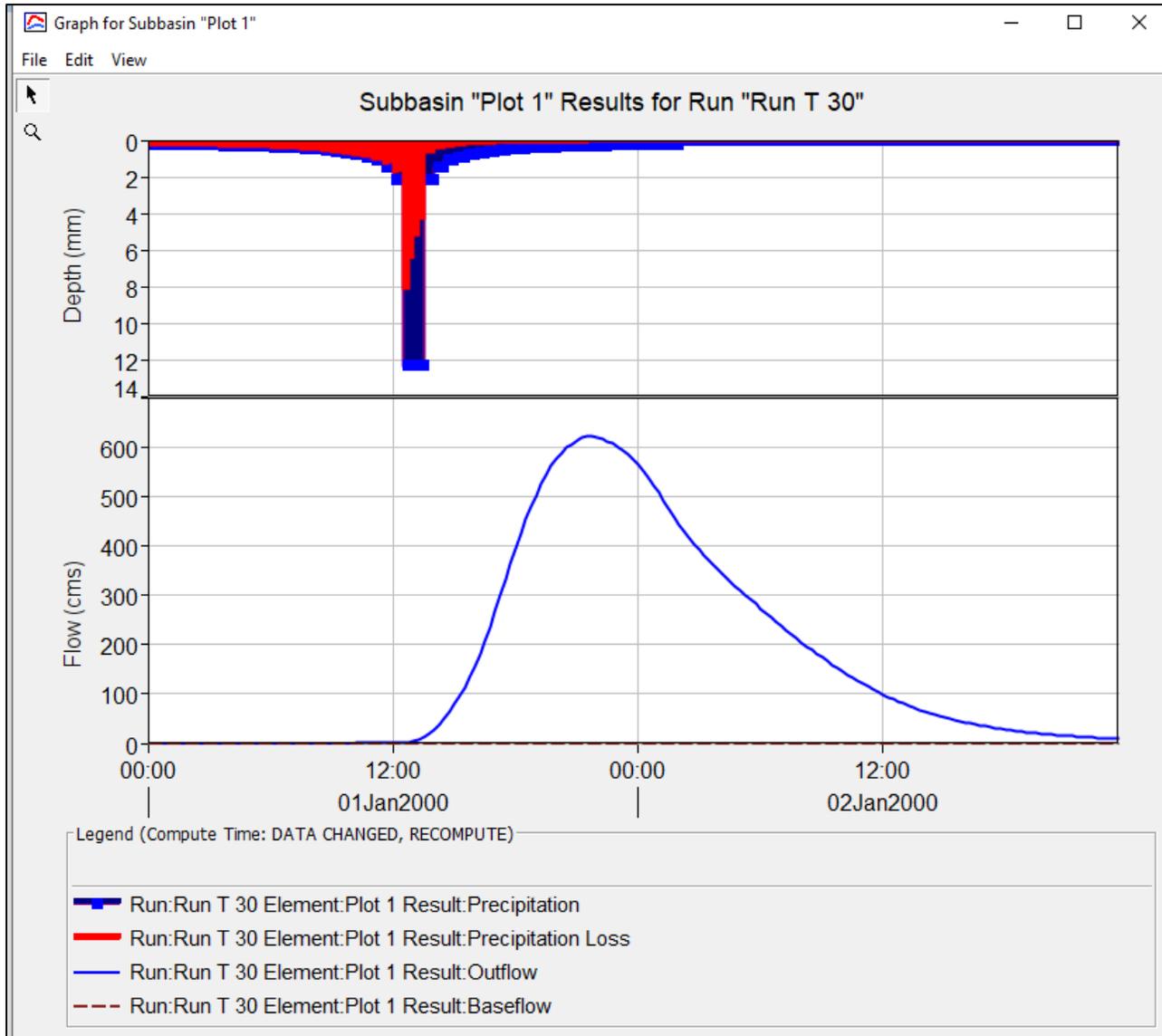


Fig. 5.1 Idrogramma di piena Plot 1 – T 30 anni

Portata di picco T 30 Plot 1: **622 m<sup>3</sup>/s**

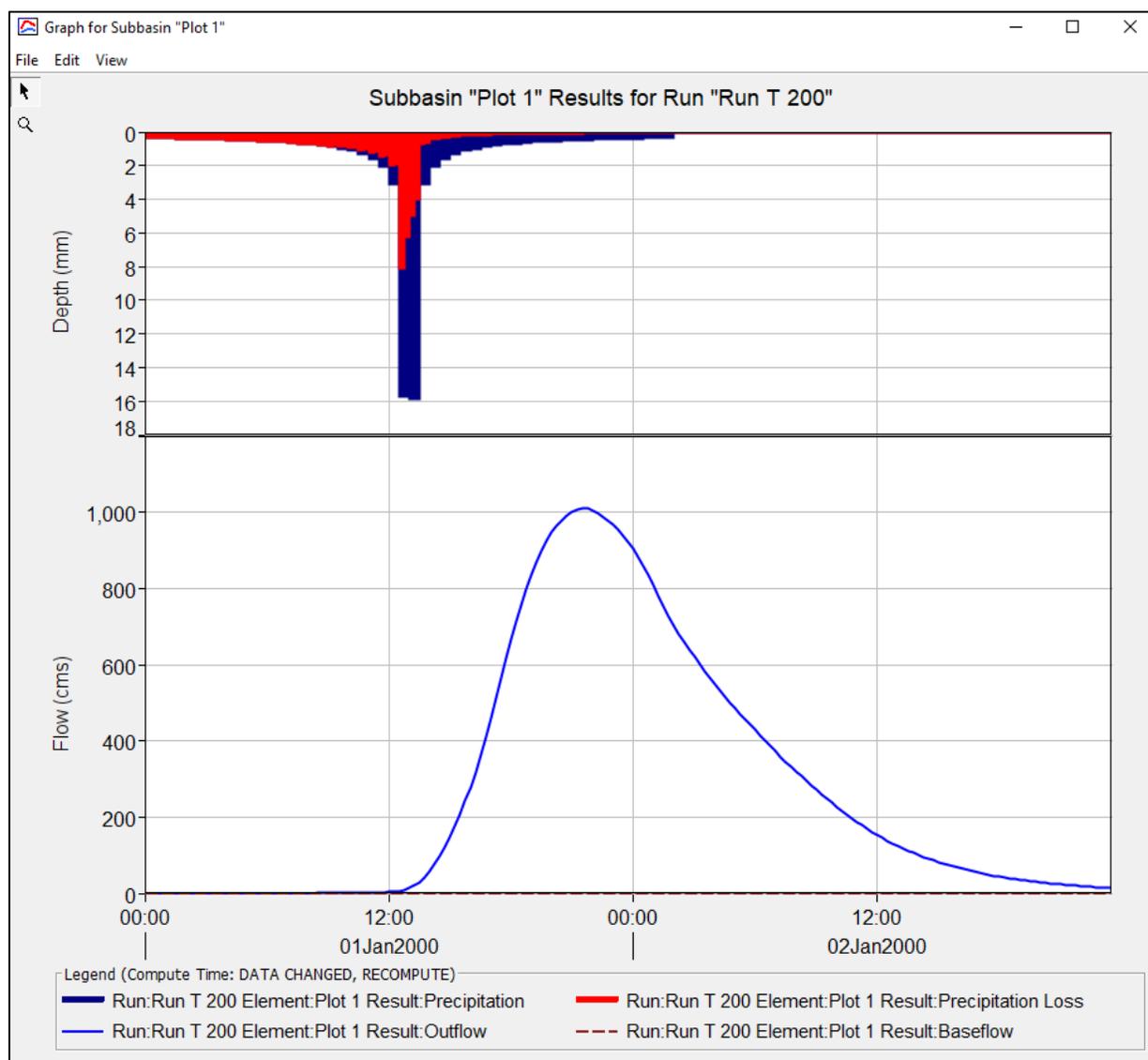
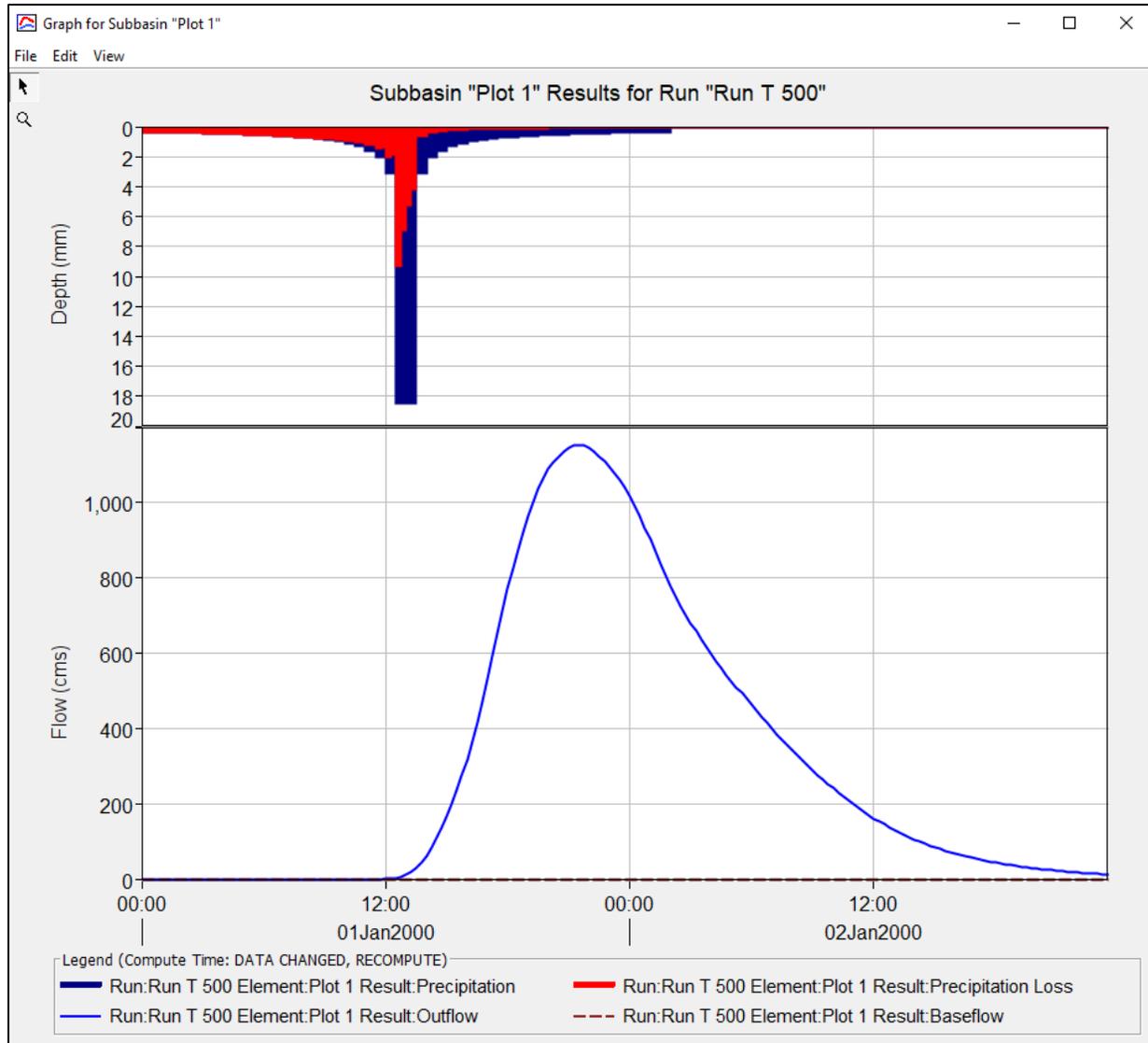


Fig. 5.2 Idrogramma di piena Plot 1 – T 200 anni

Portata di picco T 200 Plot 1: **1010.3 m<sup>3</sup>/s**



**Fig. 5.3 Idrogramma di piena Plot 1 – T 500 anni**

Portata di picco T 500 Plot 1: **1154 m<sup>3</sup>/s**

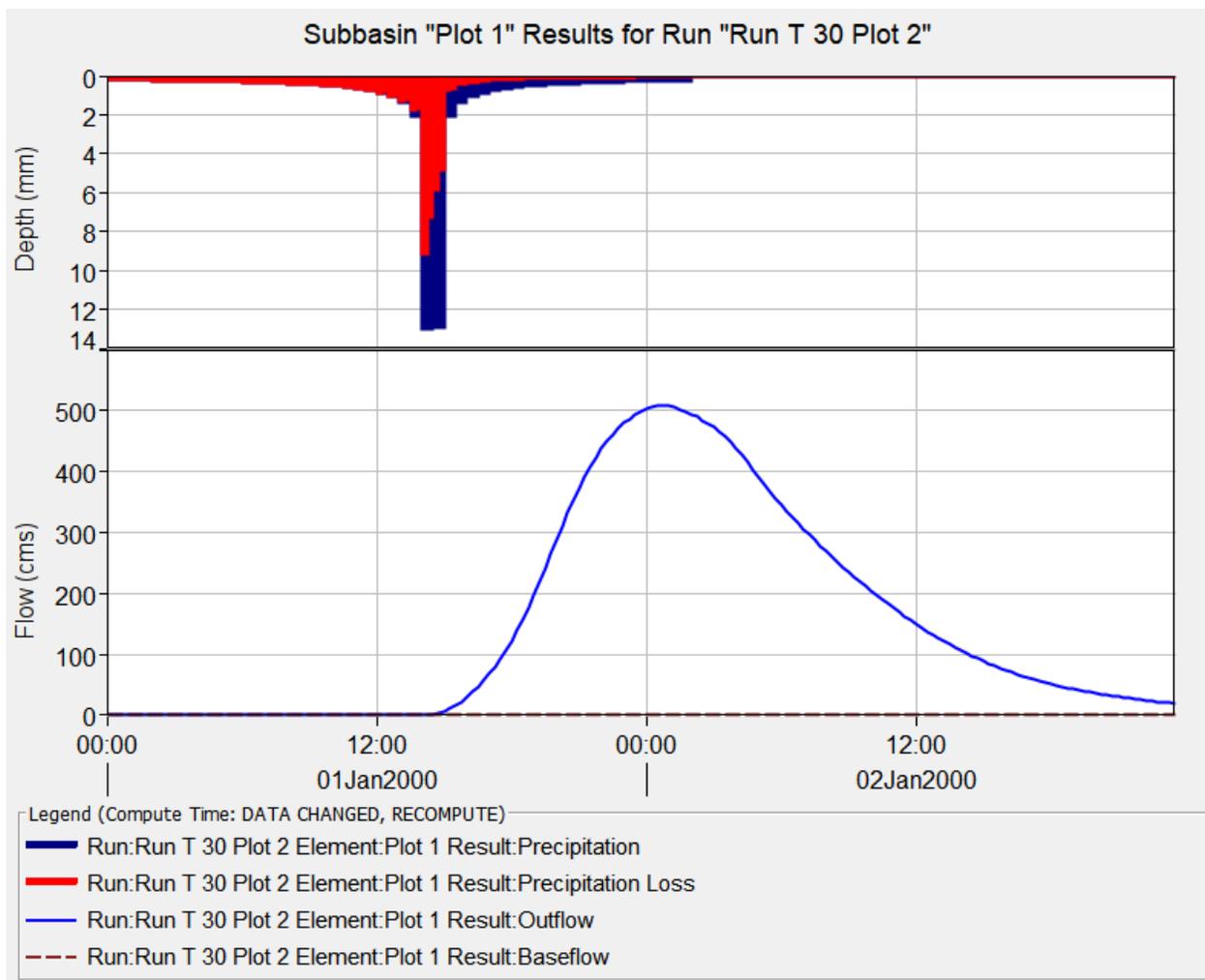


Fig. 5.4 Idrogramma di piena Plot 2 – T 30 anni

Portata di picco T 30 Plot 2: **508.6 m<sup>3</sup>/s**

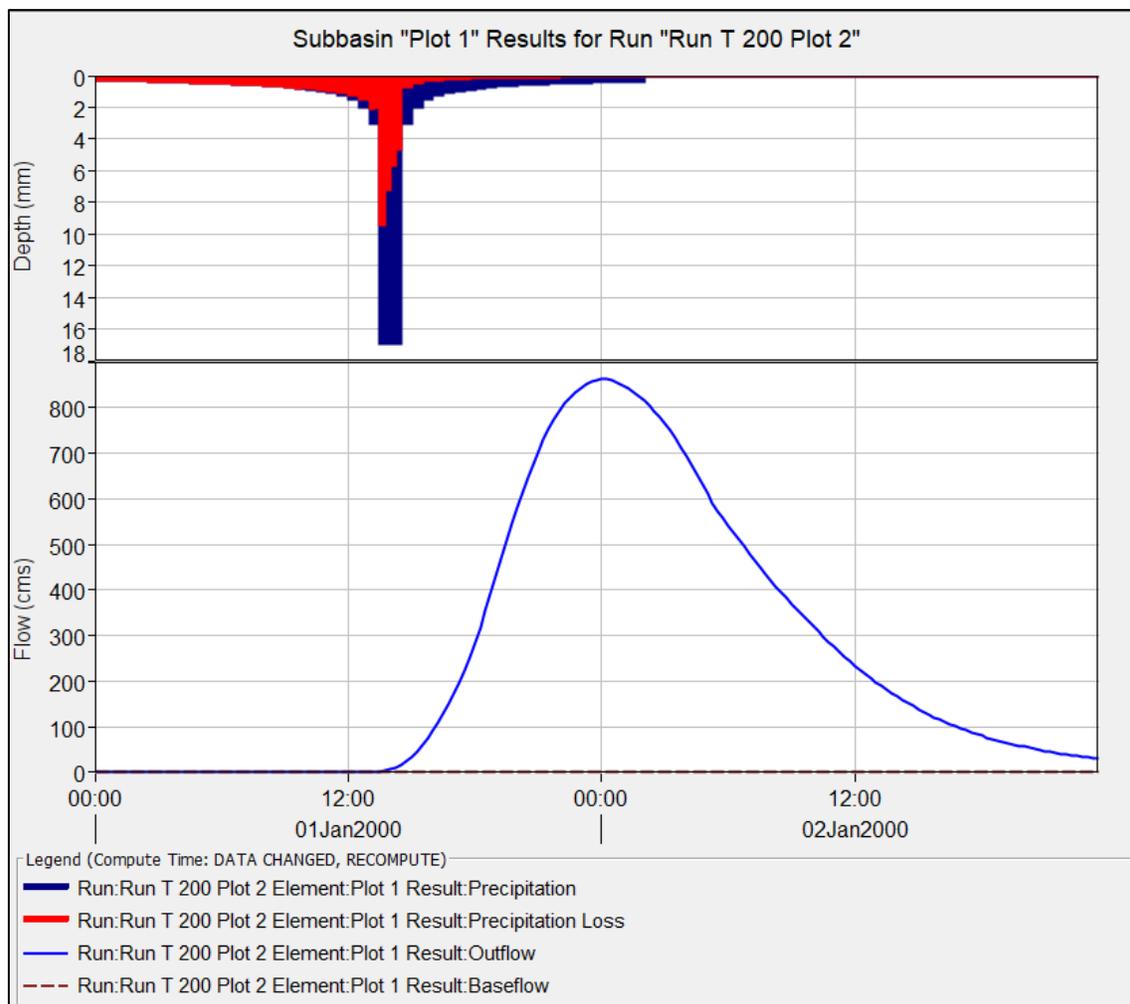
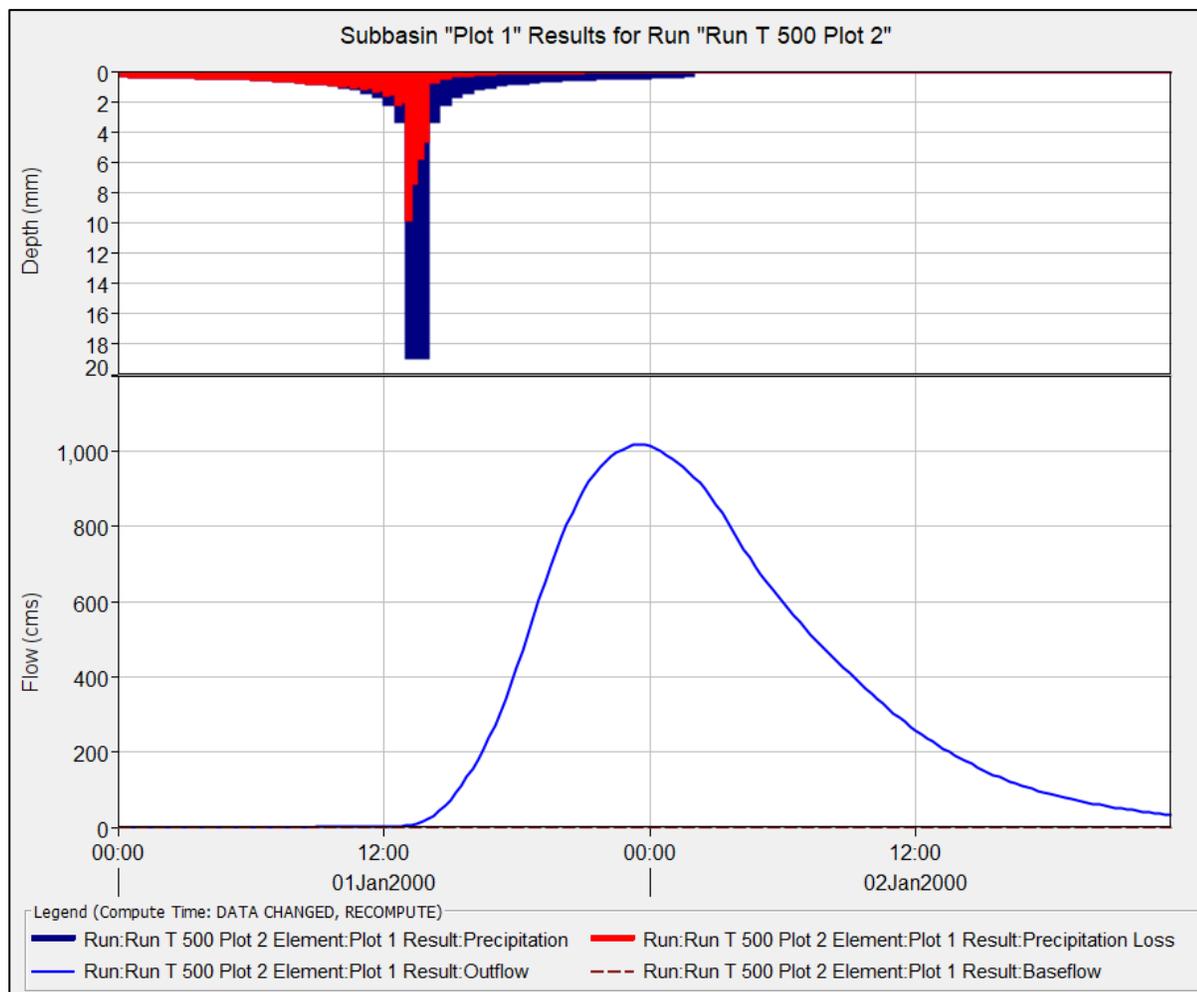


Fig. 5.5 Idrogramma di piena Plot 2 – T 200 anni

Portata di picco T 200 Plot 2: **863.03 m<sup>3</sup>/s**



**Fig. 5.6 Idrogramma di piena Plot 2 – T 500 anni**

Portata di picco T 500 Plot 2: **1017.77 m<sup>3</sup>/s**

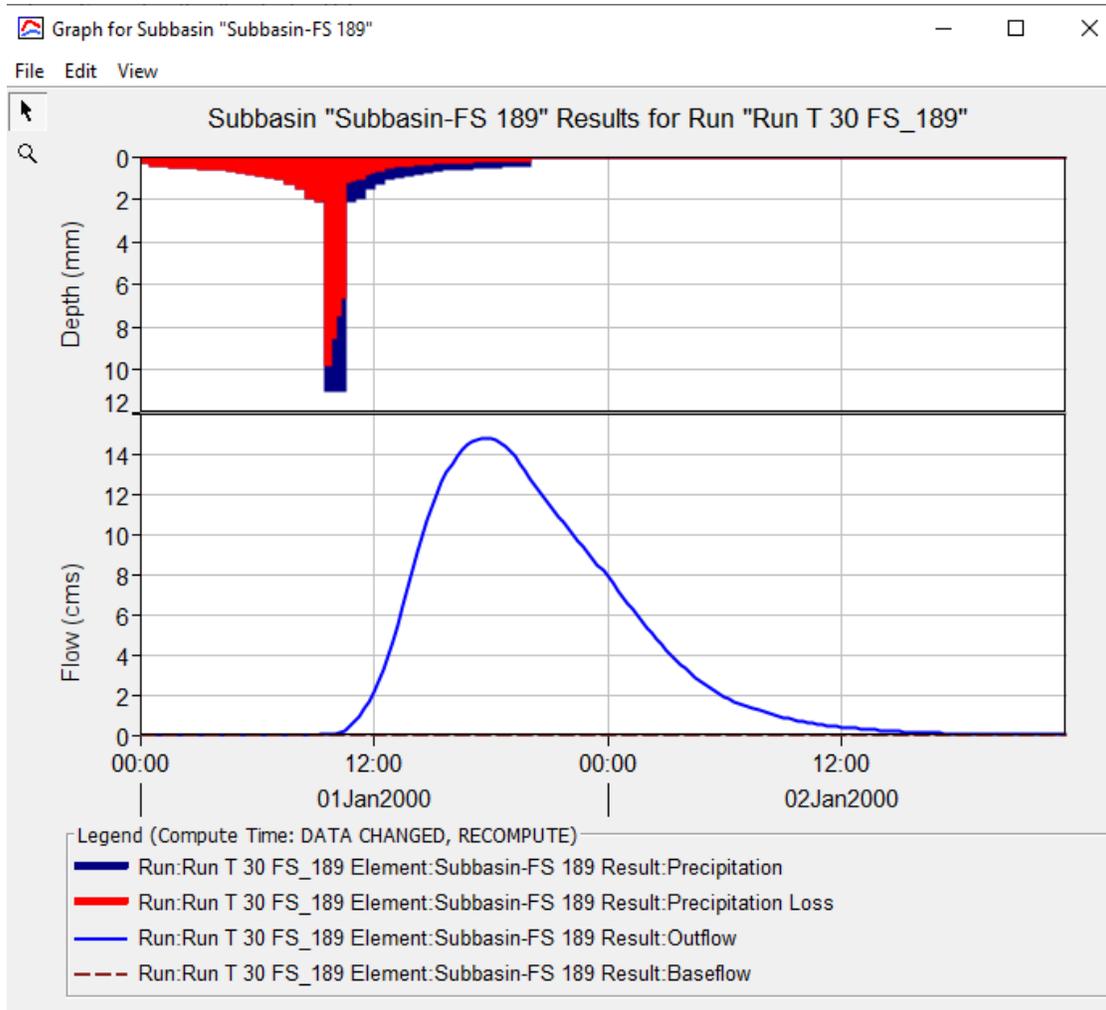


Fig. 5.7 Idrogramma di piena FS\_189 – T 30 anni

Portata di picco T 30 FS\_189: **14.9 m<sup>3</sup>/s**

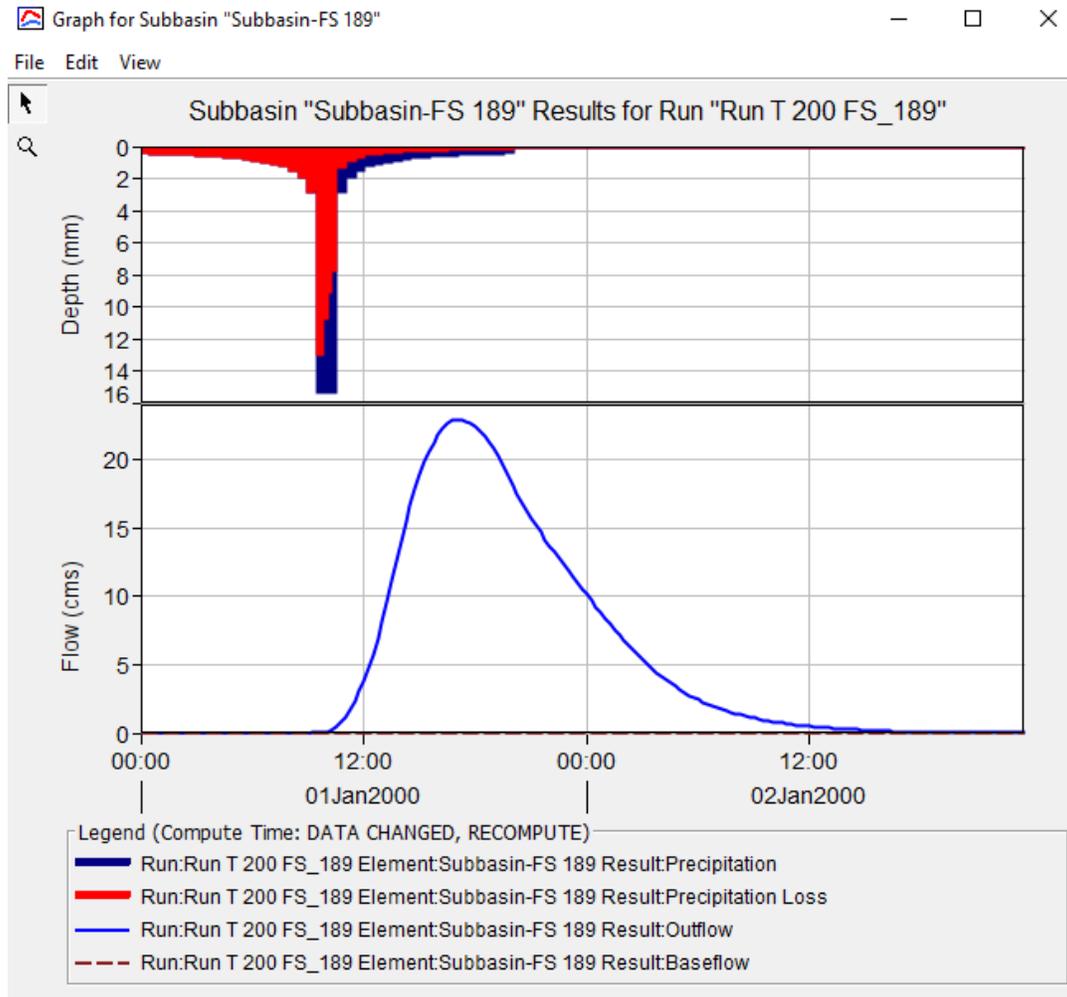
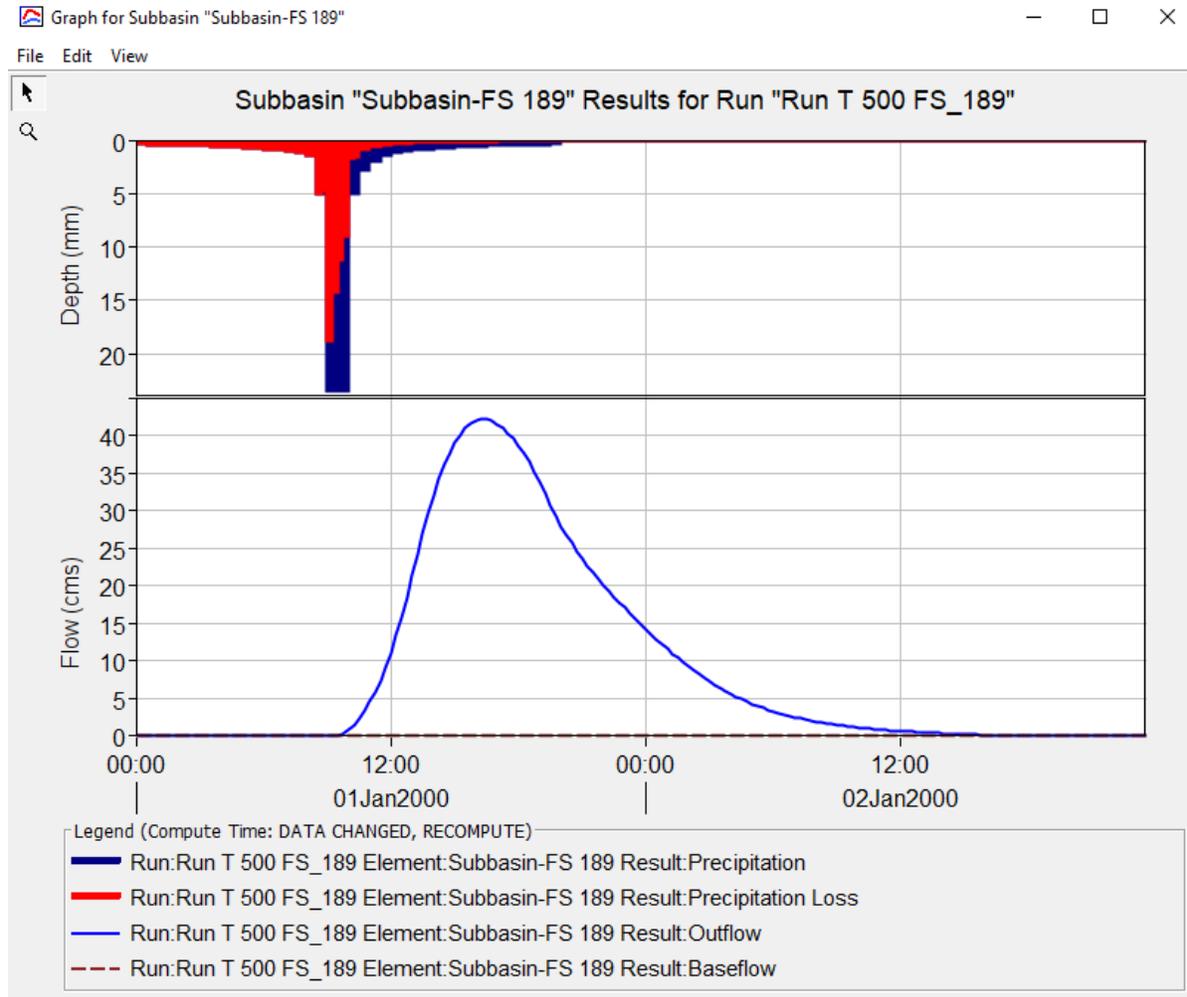


Fig. 5.8 Idrogramma di piena FS\_189 – T 200 anni

Portata di picco T 200 FS\_189: **22 m<sup>3</sup>/s**



**Fig. 5.9 Idrogramma di piena FS\_189 – T 500 anni**

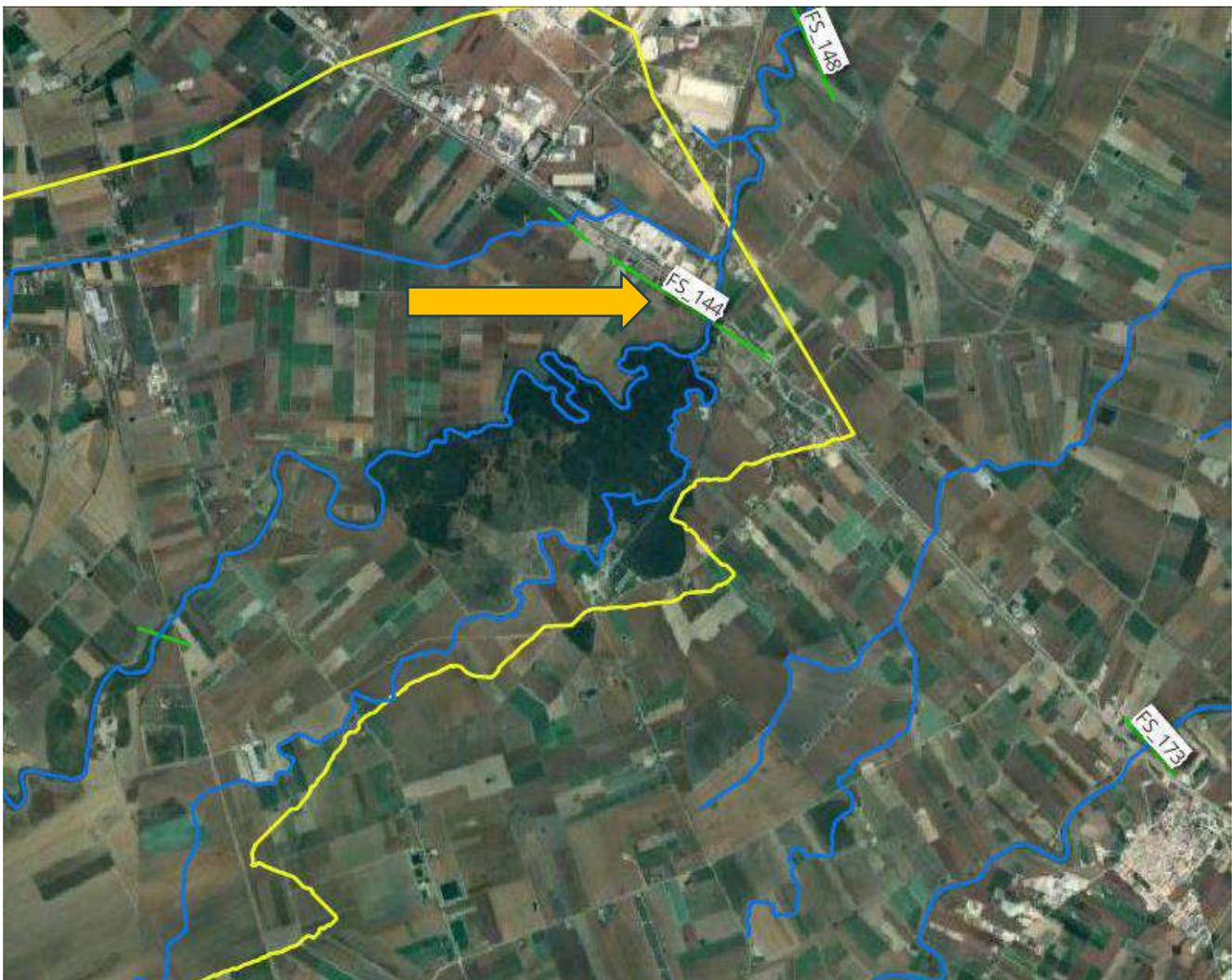
Portata di picco T 500 FS\_189: **40.5 m<sup>3</sup>/s**

## 5.1 Confronto tra portate calcolate e portate PGRA

La regione Puglia tramite questo link <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php/ii-ciclo-2016-2021-menu/piano-adottato-menu/aggiornamento-mappe-ii-ciclo-menu> mette a disposizione gli shapefile che riportano i valori di portata in corrispondenza di sezioni specifiche per i corsi d'acqua dell'intera Regione.

Al fine di validare le portate calcolate in precedenza per i diversi tempi di ritorno T, viene di seguito riportato un confronto tutti e tre i bacini idrografici analizzati.

Per il **Bacino "Plot 2"** la sezione di riferimento, ricavata dalla voce **SectCode** è la **FS\_144**



**Fig. 5.10** Sezione di confronto delle portate calcolate

Viene di seguito riportata una tabella di confronto riepilogativa dove il valore  $Q_{T\text{ PGRA}}$  è quello riportato all'interno dello shapefile, mentre  $Q_{T\text{ HMS}}$  è quello calcolato nella modellazione idrologica di questa relazione.

SectCode	Q 30 PGRA	Q 30 HMS	Q 200 PGRA	Q 200 HMS	Q 500 PGRA	Q 500 HMS
FS_144	508.3 m <sup>3</sup> /s	508.6 m <sup>3</sup> /s	801.9 m <sup>3</sup> /s	863.03 m <sup>3</sup> /s	946.3 m <sup>3</sup> /s	1017.77 m <sup>3</sup> /s

**Tab. 12 Valori di confronto per la sezione FS\_144**

Per il **Bacino "Plot 1"** la sezione di riferimento, ricavata dalla voce **SectCode** è la **FS\_173**



**Fig. 5.11 Sezione di confronto delle portate calcolate**

**Relazione di compatibilità idrologica - idraulica**  
**Impianto agrifotovoltaico nei Comuni di Manfredonia (FG) alle località "Pezzagrande – Vacchereggia di Greco – Macchiarotonda" nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto**

SectCode	Q 30 PGRA	Q 30 HMS	Q 200 PGRA	Q 200 HMS	Q 500 PGRA	Q 500 HMS
FS_173	620.1 m3/s	622.03 m3/s	974.7 m3/s	1010.36 m3/s	1149 m3/s	1154 m3/s

Tab. 13 Valori di confronto per la sezione FS\_173

Infine per il **Bacino "FS\_189"** la sezione di riferimento, ricavata dalla voce **SectCode** è la **FS\_189**.



Fig. 5.12 Sezione di confronto delle portate calcolate

SectCode	Q 30 PGRA	Q 30 HMS	Q 200 PGRA	Q 200 HMS	Q 500 PGRA	Q 500 HMS
FS_189	N.D.	14.9 m3/s	20.63 m3/s	22 m3/s	40 m3/s	40.5 m3/s

Tab. 14 Valori di confronto per la sezione FS\_189

Quello appena descritto, è un confronto di dettaglio tra le portate validate dal PGRA e quelle calcolate dalla modellazione idrologica, che saranno naturalmente utilizzate nelle successive modellazioni idrauliche.

Come è possibile notare tra le tre tabelle di confronto, le portate ottenute mediante HMS risultano essere tutte maggiori e quindi più cautelative al fine di definire le aree interessate dalla corrente idrica con tutti i tempi di ritorno T di 30, 200 e 500 anni.

## 6 MODELLAZIONE IDRAULICA

Al fine di valutare la compatibilità dell'intervento con le norme PGRA e PAI sono state implementate diverse simulazioni idrauliche bidimensionali (2D) attraverso l'utilizzo del software HEC-RAS Vers. 6.4.1, il tutto al fine di valutare quelle che sono le componenti dei battenti idrici e delle velocità nei vari settori degli areali in progetto.

Il dato topografico di base è rappresentato dal modello digitale del terreno (DTM) fornito dal Ministero dell'Ambiente.

### 6.1 CODICE DI CALCOLO

L'algoritmo di modellazione del moto bidimensionale in HEC-RAS ha le seguenti caratteristiche:

1. Modellazione combinata 1D e 2D: possibilità di eseguire una modellazione combinata 1D e 2D all'interno dello stesso modello in regime di moto vario permette all'utente di lavorare su schemi fluviali più complessi, utilizzando la modellazione 1D per l'asta fluviale principale, e la modellazione 2D nelle zone esterne che lo richiedono per modellare in modo fedele la propagazione dei deflussi.
2. Equazioni complete di Saint Venant o di diffusione dell'onda in 2D: Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda o quelle complete di Saint Venant. Questa opzione è selezionabile dall'utente, offrendo quindi una maggiore flessibilità all'utente. In generale, le equazioni di diffusione dell'onda in 2D consentono al software di funzionare più velocemente garantendo inoltre una maggiore stabilità. Le equazioni 2D in forma completa di Saint Venant sono applicabile a una gamma più ampia di problemi, ma la grande maggioranza delle situazioni può essere modellata con sufficiente precisione con le equazioni di diffusione dell'onda.
3. Algoritmo di soluzione ai volumi finiti: Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai Volume finiti. L'algoritmo di soluzione consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti. L'approccio ai volumi finiti fornisce una misura dei miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti.
4. Algoritmo per la soluzione accoppiata dei modelli 1D e 2D: Gli algoritmi di soluzione 1D e 2D sono strettamente accoppiati nello stesso passo temporale di calcolo. Questo permette una perfetta coerenza a ogni passo temporale tra i modelli 1D e 2D. Ad esempio, se un fiume è modellato in 1D,

ma l'area dietro un argine è modellata in 2D, il deflusso al di sopra dell'argine o eventualmente attraverso una breccia nell'argine è valutato utilizzando come carico di monte il livello nel fiume 1D e come carico di valle il livello nell'area 2D. L'equazione dello stramazzone è utilizzata per calcolare il deflusso al di sopra dell'argine o attraverso la breccia

5. Maglie computazionali strutturate non strutturate: Il software è stato progettato per utilizzare mesh computazionali strutturati o non strutturati. Ciò significa che le cellule computazionali possono essere triangoli, quadrati, rettangoli o anche elementi a cinque e sei facce. La maglia può essere una miscela di forme e dimensioni delle celle. Il contorno esterno della maglia computazionale è definito con un poligono.
6. Tabella dettagliata delle proprietà idrauliche per le celle di calcolo: Ogni cella e ogni faccia della cella per tutta la maglia di calcolo è pre-trattata al fine di sviluppare dettagliate tabelle di proprietà idrauliche basate sul DTM utilizzato nel processo di modellazione.

Il moto bidimensionale è descritto dalle equazioni di De Saint Venant, derivate a partire dalla formulazione completa di Navier Stokes. Queste equazioni si ottengono imponendo la conservazione della massa (equazione di continuità) e della quantità di moto nelle due direzioni principali x e y all'interno di un generico volume di controllo. Si ottiene quindi il seguente sistema di equazioni

$$\begin{aligned}
 & \bullet \quad \frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{x} + \frac{\partial(hv)}{y} + q = 0 \\
 & \bullet \quad \frac{\partial u}{\partial t} + \left(u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y}\right) = +g \frac{\partial H}{\partial x} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right) - c_f u + f_l \\
 & \bullet \quad \frac{\partial v}{\partial t} + \left(u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y}\right) = +g \frac{\partial H}{\partial y} + \nu_t \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}\right) - c_f v + f_l
 \end{aligned}$$

dove:

- $t$  è il tempo
- $u$  e  $v$  sono le componenti del vettore velocità lungo le direzioni x e y rispettivamente
- $H$  indica il livello idrico fissata una quota z di riferimento
- $h$  è il livello idrico riferito al fondo
- $q$  è un termine che rappresenta i flussi in ingresso e/o uscita
- $g$  è l'accelerazione gravitazionale
- $\nu_t$  rappresenta il coefficiente di viscosità cinematica
- $C_f$  è il coefficiente di resistenza al fondo
- $f$  rappresenta il parametro di Coriolis.

La complessità della trattazione può portare all' introduzione di alcune semplificazioni alle equazioni De Saint Venant, che riconducono all' analisi del modello diffusivo, tralasciando i termini inerziali relativi alle accelerazioni locali e convettive. In molti casi, infatti, i modelli a complessità ridotta conducono a risultati del tutto confrontabili con quelli più complessi, con il vantaggio di un minore onere computazionale e una maggiore stabilità della soluzione. I termini dell'equazione De Saint Venant vengono semplificati nel modo seguente:

- $$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{x} + \frac{\partial(hv)}{y} + q = 0$$
- $$c_f u = g \frac{\partial H}{\partial x}$$
- $$c_f v = g \frac{\partial H}{\partial y}$$

## 6.2 GEOMETRIA DEL MODELLO IDRAULICO

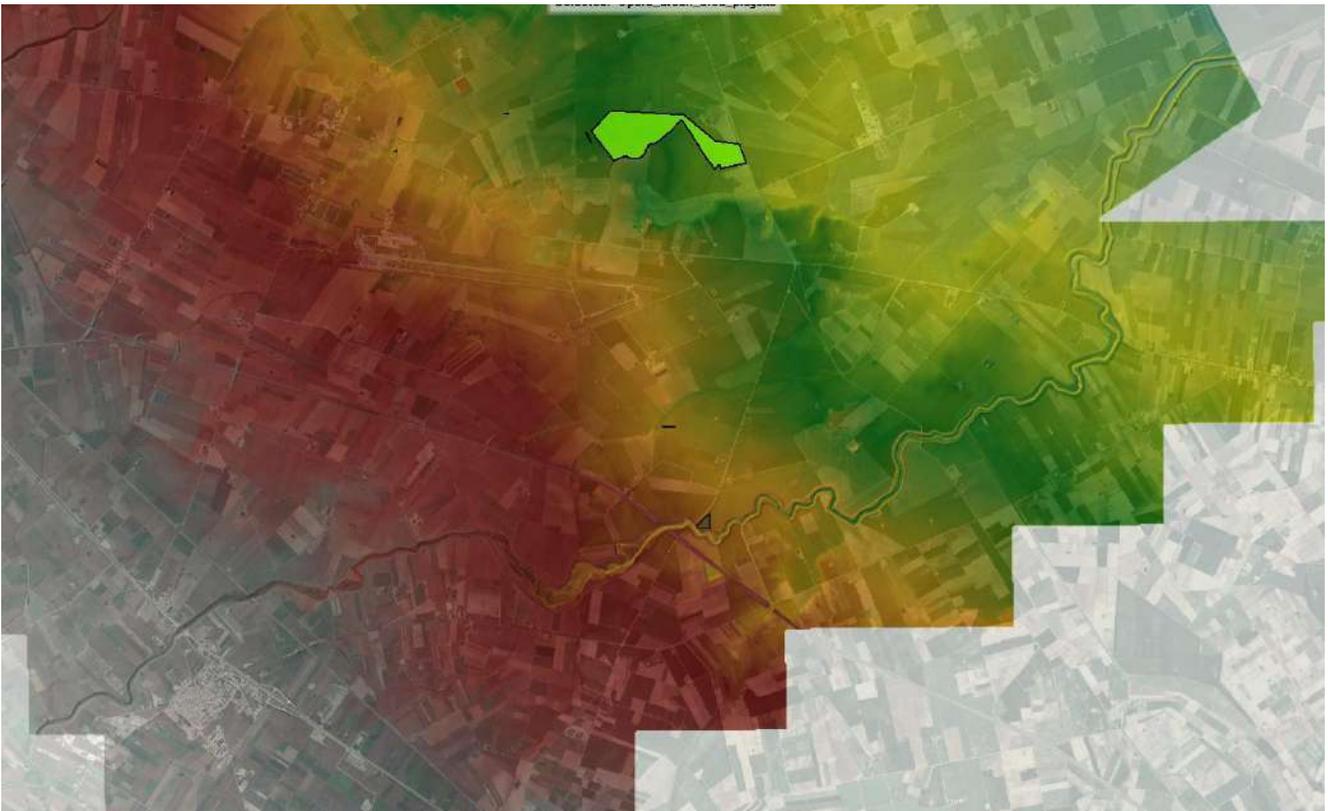
La geometria del modello idraulico è composta dai seguenti elementi:

- *Modello digitale del terreno (DTM);*
- *Mesh di calcolo;*
- *Scabrezze di Manning*
- *Condizioni al contorno*

Al fine di effettuare la modellazione idraulica, sono state considerate due diverse geometrie, una per il Plot 1 ed una seconda per il Plot 2. Vengono di seguito descritte separatamente

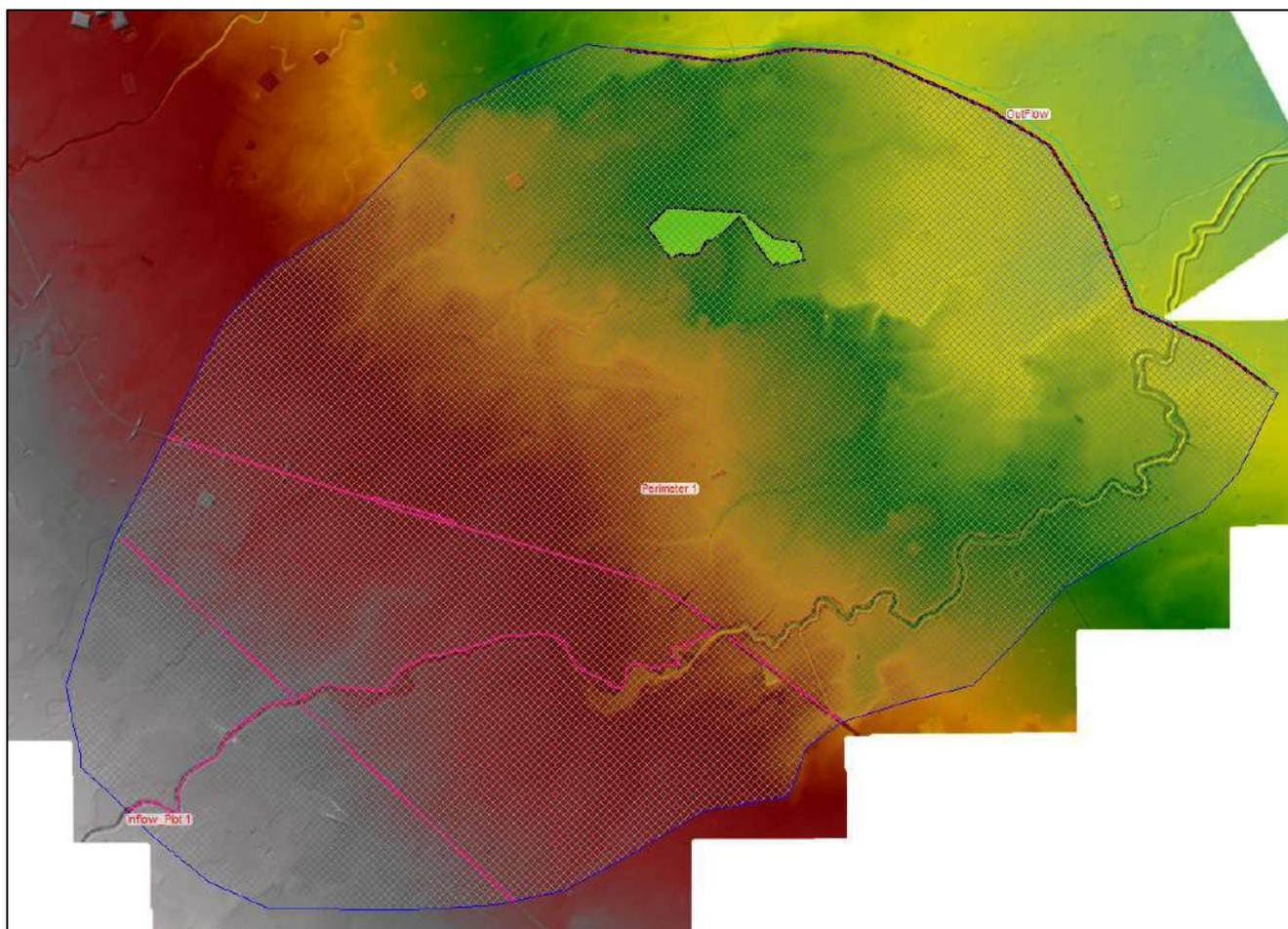
## 6.3 GEOMETRIA PLOT 1

Il modello digitale del terreno ha risoluzione spaziale di 1 x 1 metro ed è stato fornito dal Ministero dell'Ambiente a seguito di opportuna richiesta.



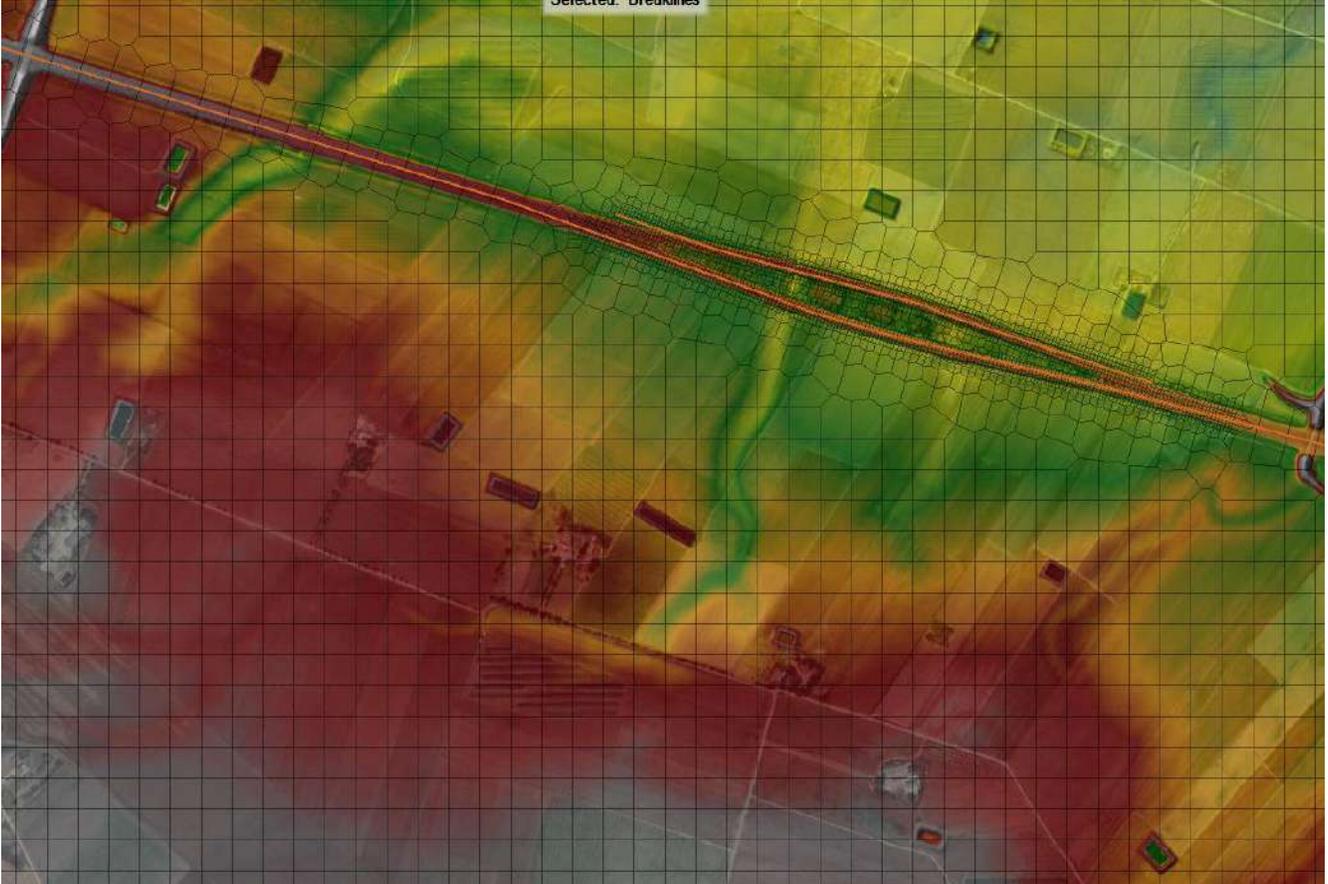
**Fig. 6.1** Modello digitale del terreno (DTM)

Il grid o mesh di calcolo è composto da circa 37500 celle 2D di dimensione variabile tra i 50 ed i 6 metri.



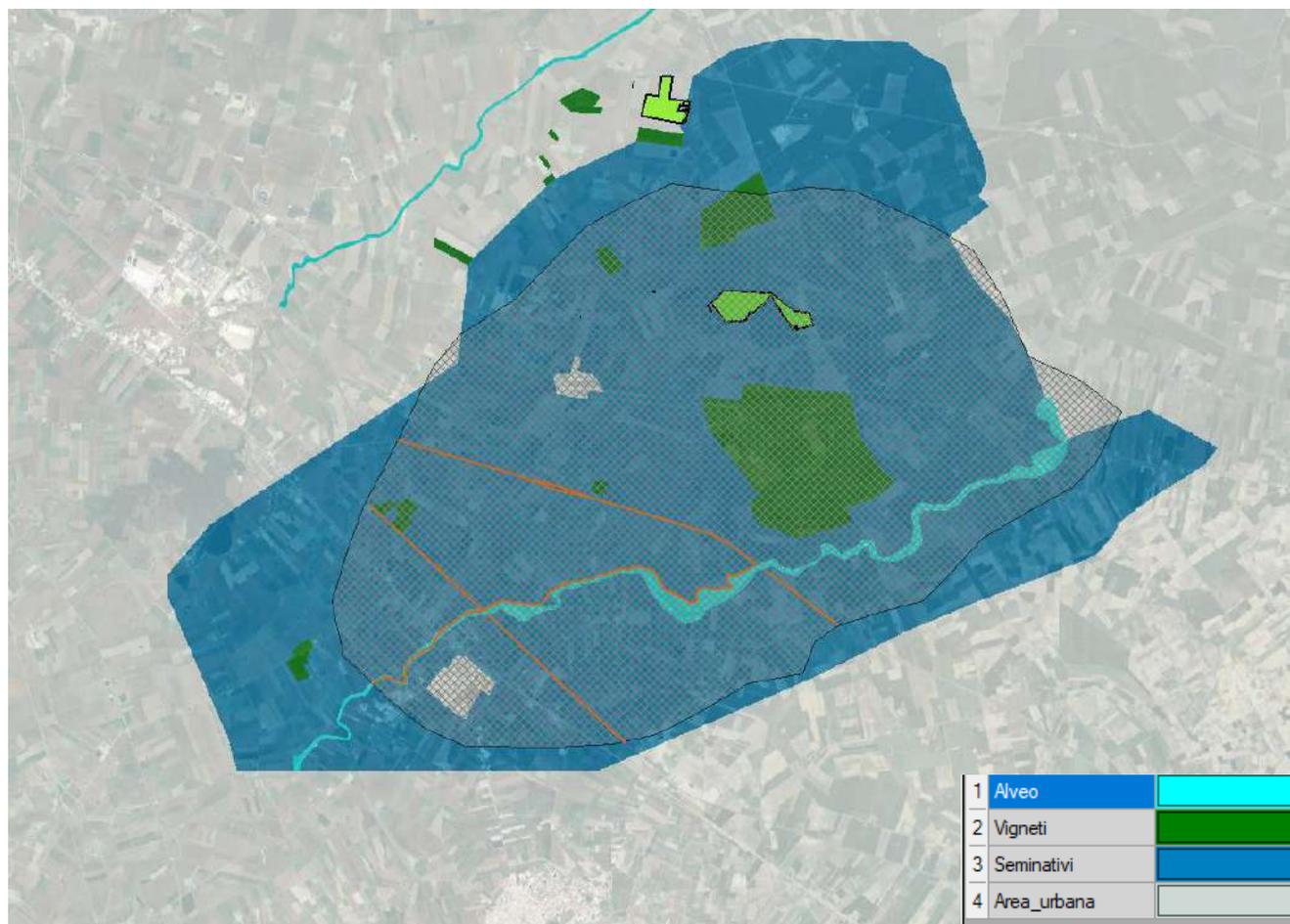
**Fig. 6.2 Mesh di calcolo per il Plot\_1**

Sono stati inseriti elementi Breakline in corrispondenza di argini, rilevati, ecc, al fine di tenere conto dell'effettiva propagazione della corrente idrica in corrispondenza di queste variazioni di quota del terreno.



**Fig. 6.3 Particolare del grid con la presenza delle Breakline**

Altro parametro fondamentale per la modellazione 2D, è rappresentato dal poligono delle scabrezze di Manning. In ambiente GIS è stato creato uno shapefile di tipo poligonale, che è stato successivamente importato in HEC-RAS per la successiva associazione alla corrispondente geometria di studio.

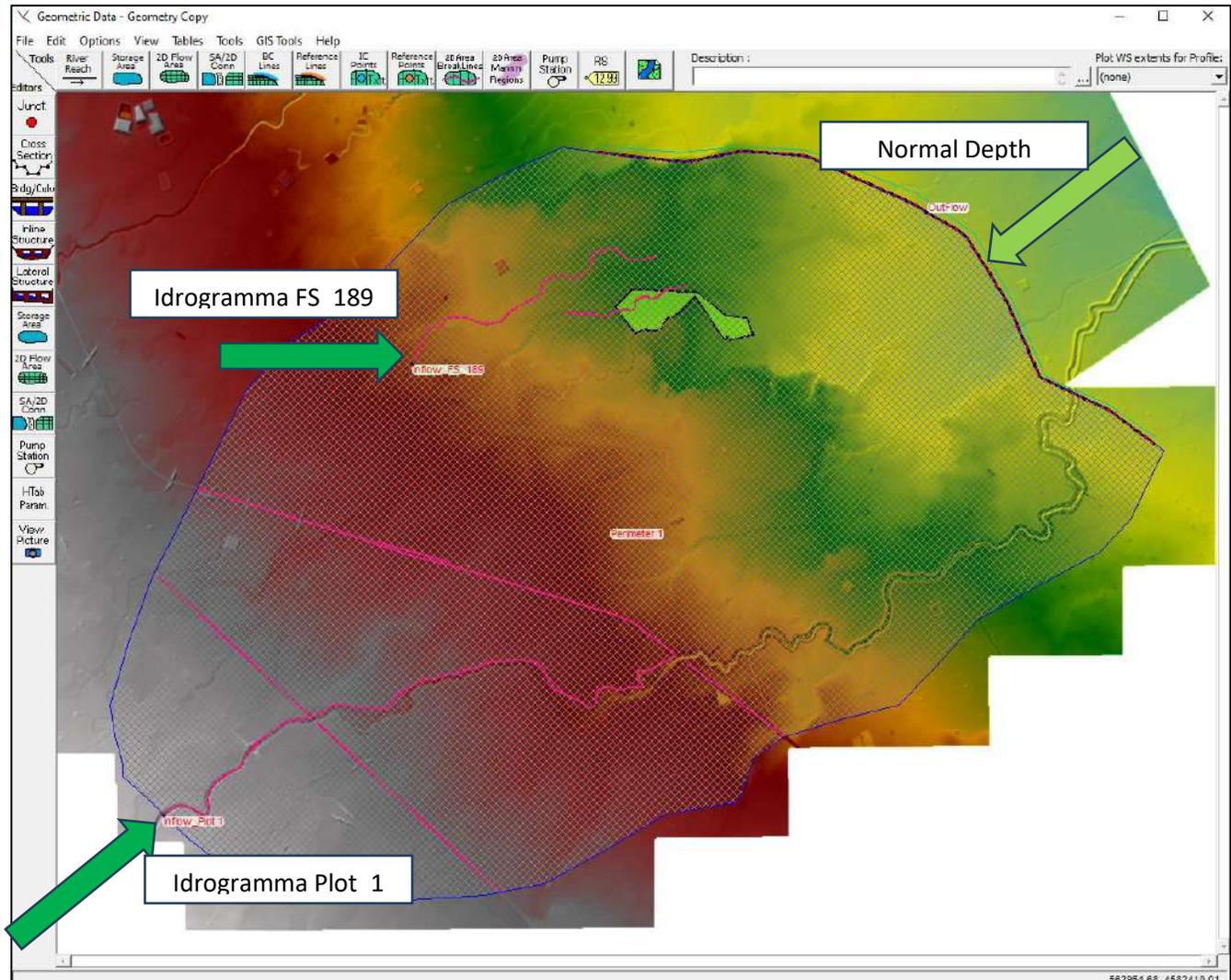


**Fig. 6.4** Mappa delle scabrezze di Manning

I valori di scabrezza utilizzati sono riportati nella tabella seguente

Tipo suolo	Manning
Alveo	0.033
Vigneti	0.04
Seminativi	0.038
Area urbana	0.2

L'ultimo elemento della geometria, è rappresentato dalle condizioni al contorno, sia di monte (Upstream) che di valle (Downstream).



**Fig. 6.5 Posizione delle condizioni al contorno**

Naturalmente gli idrogrammi considerati sono relativi ai tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

## 6.4 GEOMETRIA PLOT 2

In modo del tutto simile, è stata create la geometria per il Plot\_2

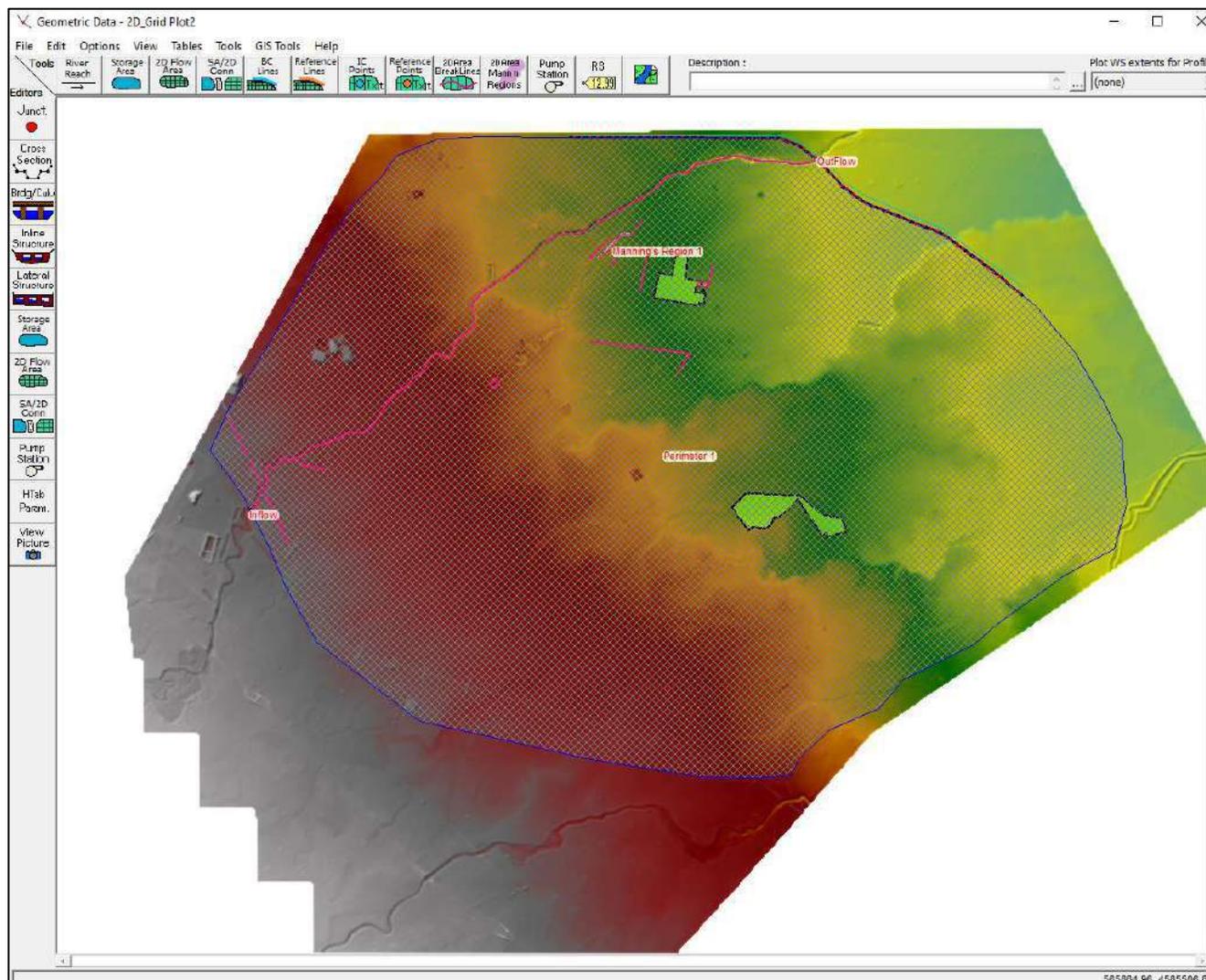
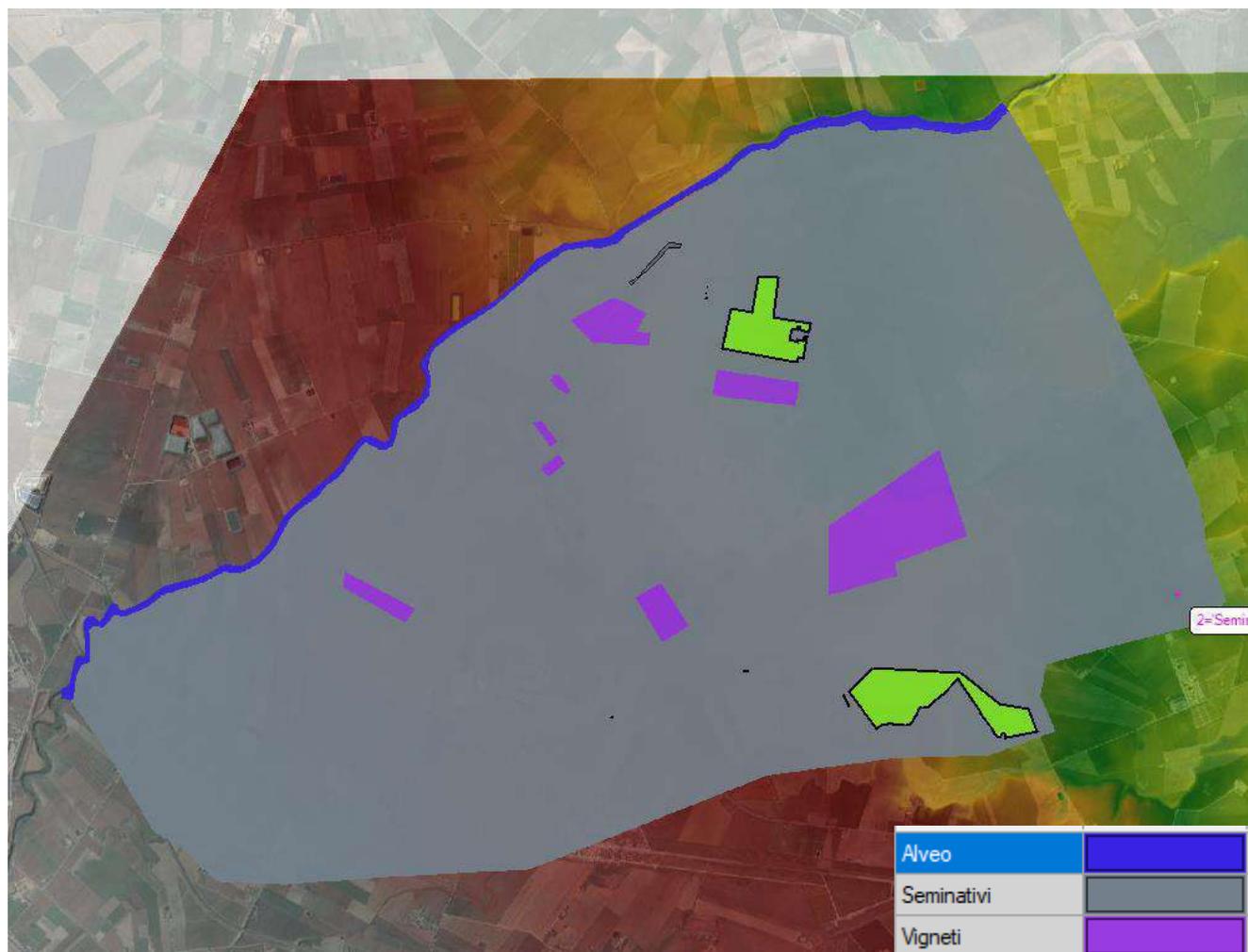


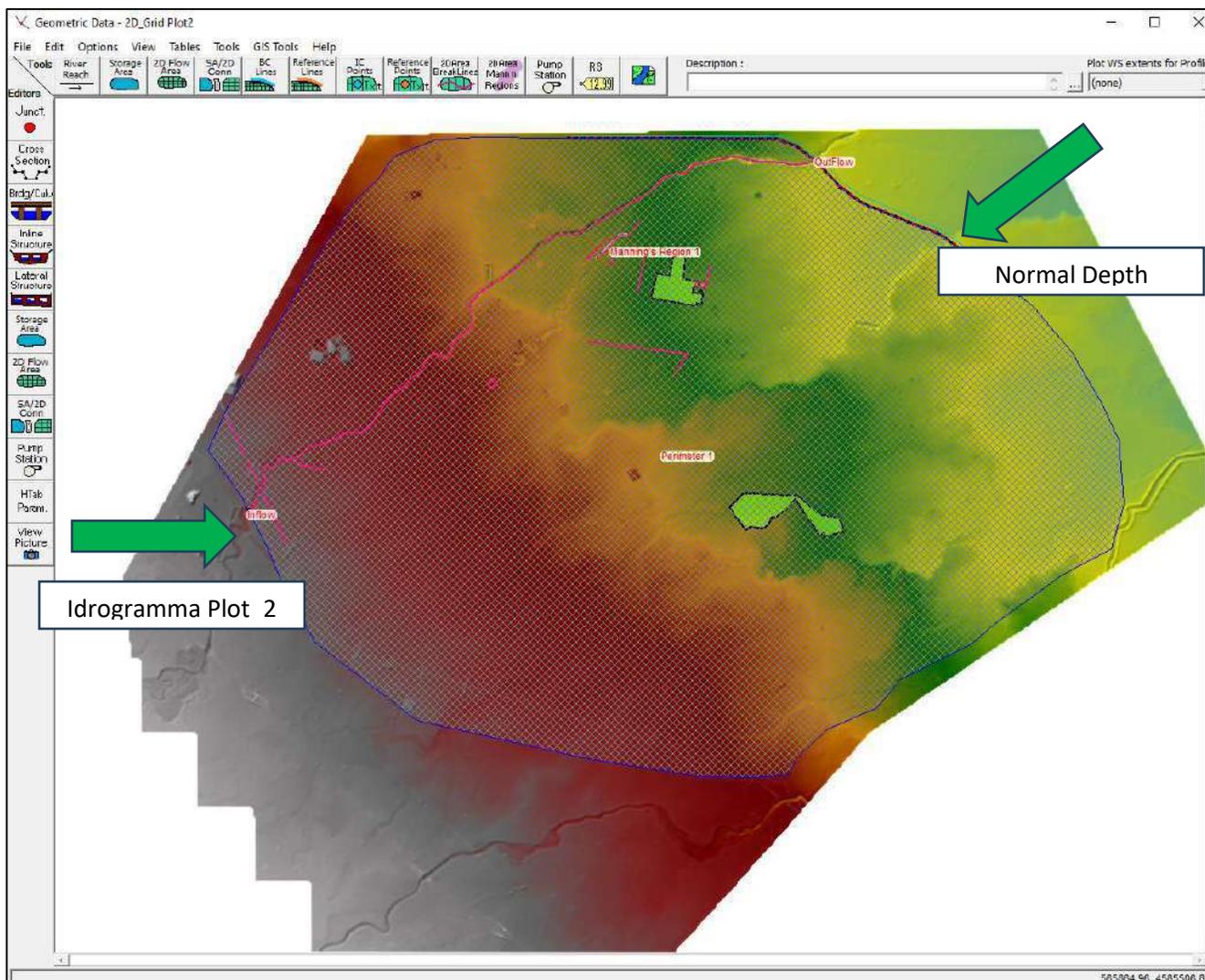
Fig. 6.6 Modello digitale del terreno e mesh di calcolo



**Fig. 6.7 Mappa delle scabrezze di Manning**

Tipo suolo	Manning
Alveo	0.033
Vigneti	0.04
Seminativi	0.038

**Relazione di compatibilità idrologica - idraulica**  
**Impianto agrifotovoltaico nei Comuni di Manfredonia (FG) alle località "Pezzagrande – Vacchereggia di Greco – Macchiarotonda" nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto**



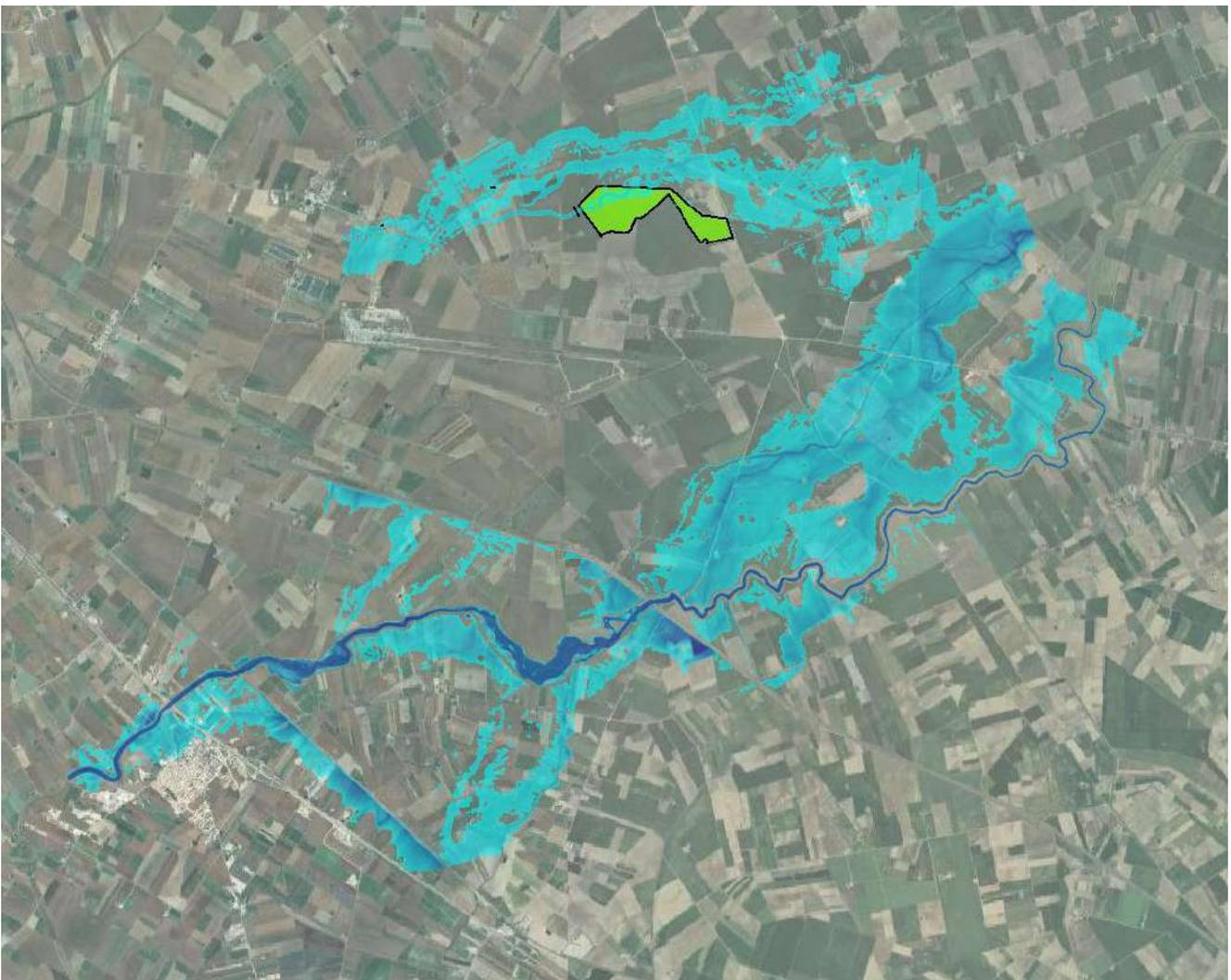
**Fig. 6.8** Posizione delle condizioni al contorno

## **7 ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI**

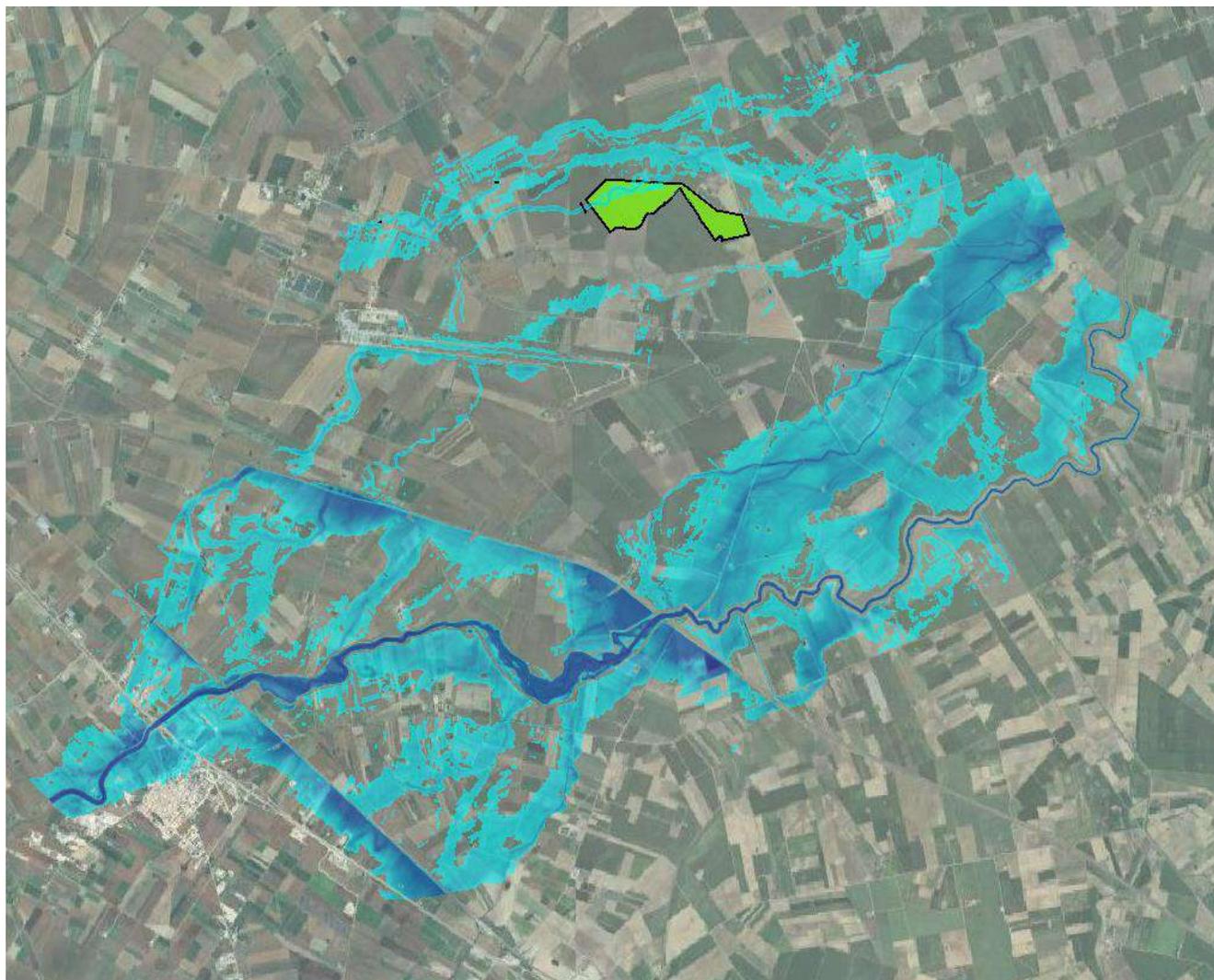
Vengono adesso dettagliatamente descritti i risultati dalle simulazioni idrauliche bidimensionali (2D) separando le rappresentazioni tra Plot 1 e Plot 2.

Si sottolinea che vengono riportati i battenti con valore superiore ai 20 cm in quanto quelli inferiori vengono considerati non rappresentativi.

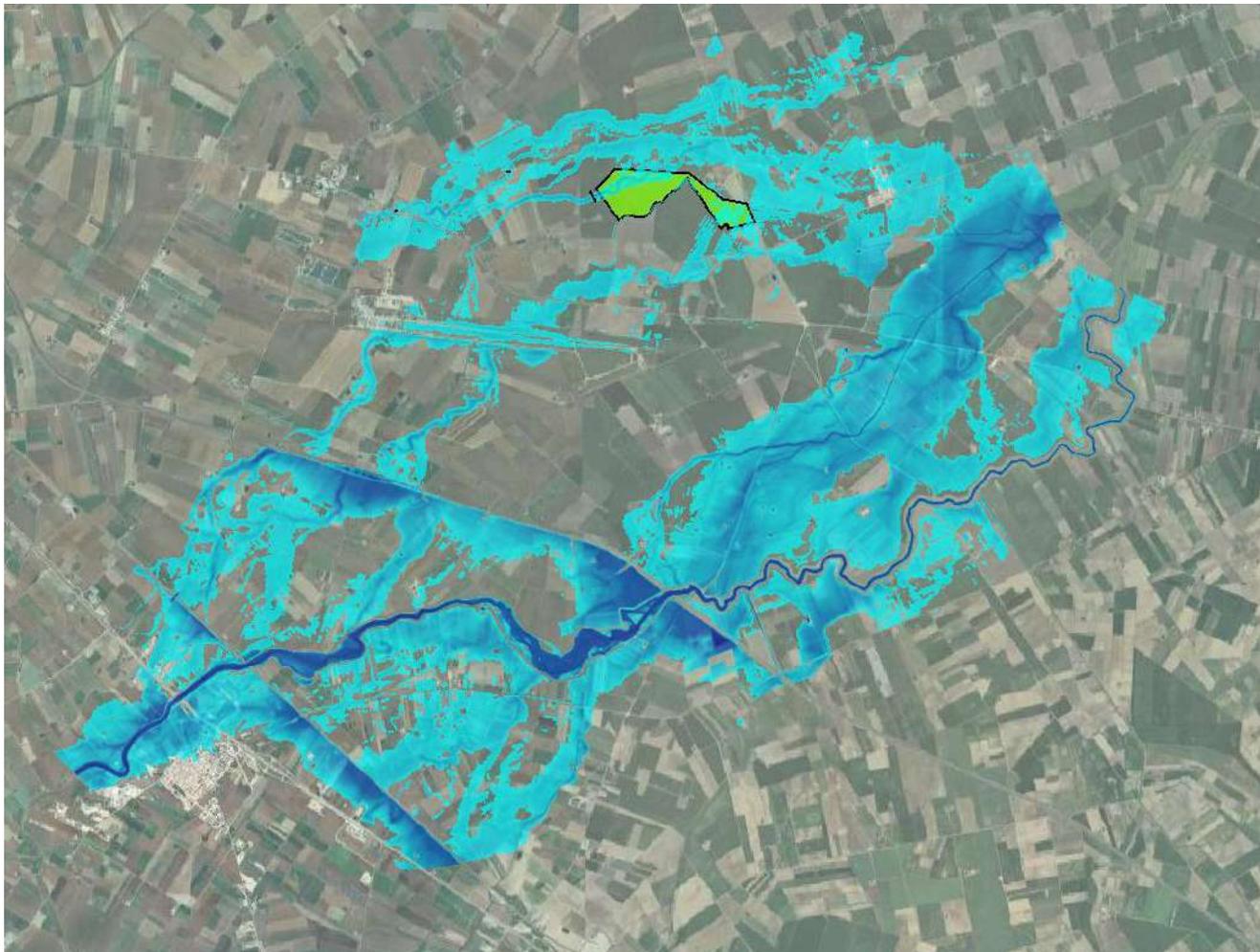
Vengono riportate prima delle mappe di insieme dei risultati e successivamente quelle in dettaglio per i singoli Plot 1 e Plot 2.



**Fig. 7.1** Mappa dei battenti T 30 anni per l'intera area modellata per il Plot 1



**Fig. 7.2** Mappa dei battenti T 200 anni per l'intera area modellata per il Plot 1



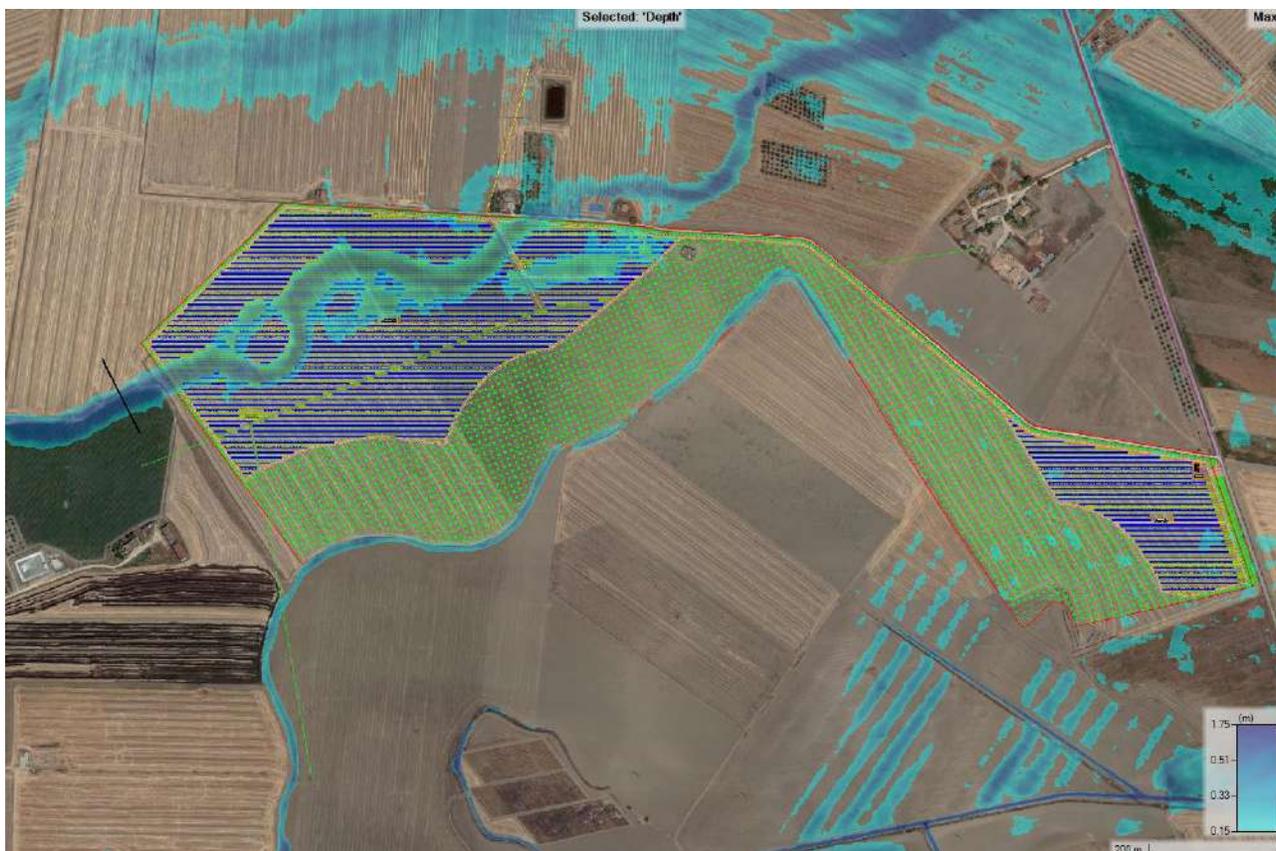
**Fig. 7.3** Mappa dei battenti T 500 anni per l'intera area modellata per il Plot 1



**Fig. 7.4** Mappa dei battenti per T 30 anni in corrispondenza del Plot 1

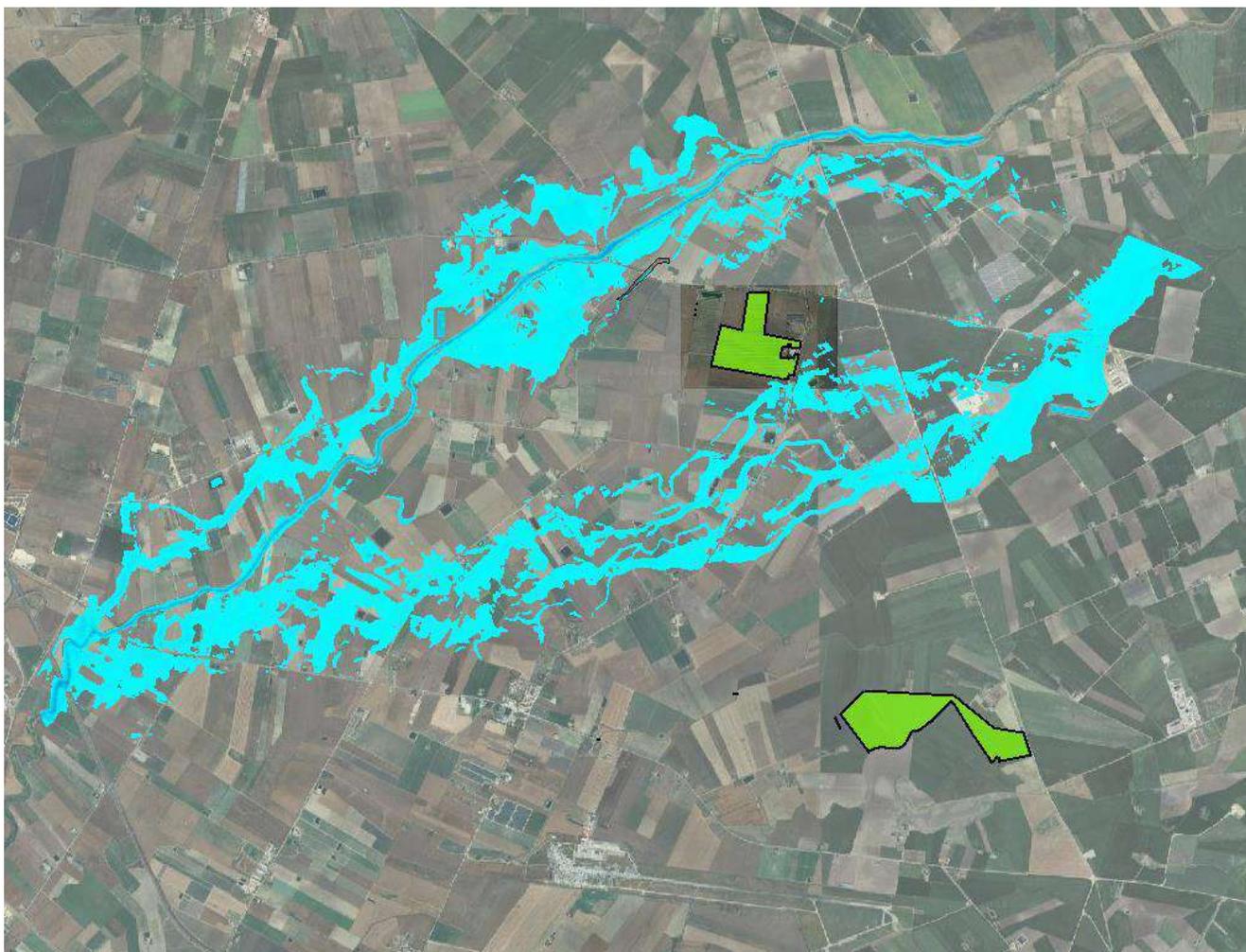


**Fig. 7.5** Mappa dei battenti per T 200 anni in corrispondenza del Plot 1

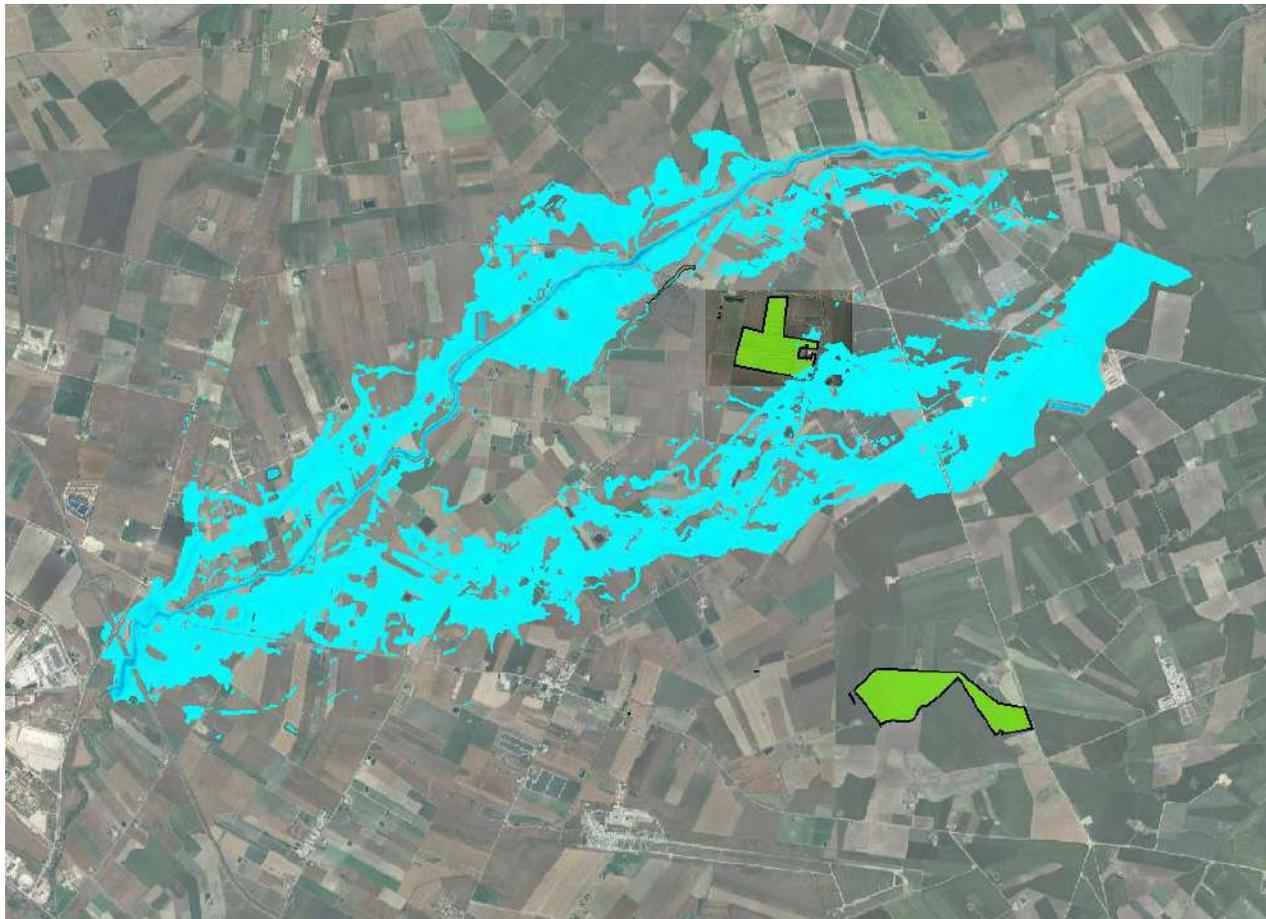


**Fig. 7.6** Mappa dei battenti per T 500 anni in corrispondenza del Plot 1

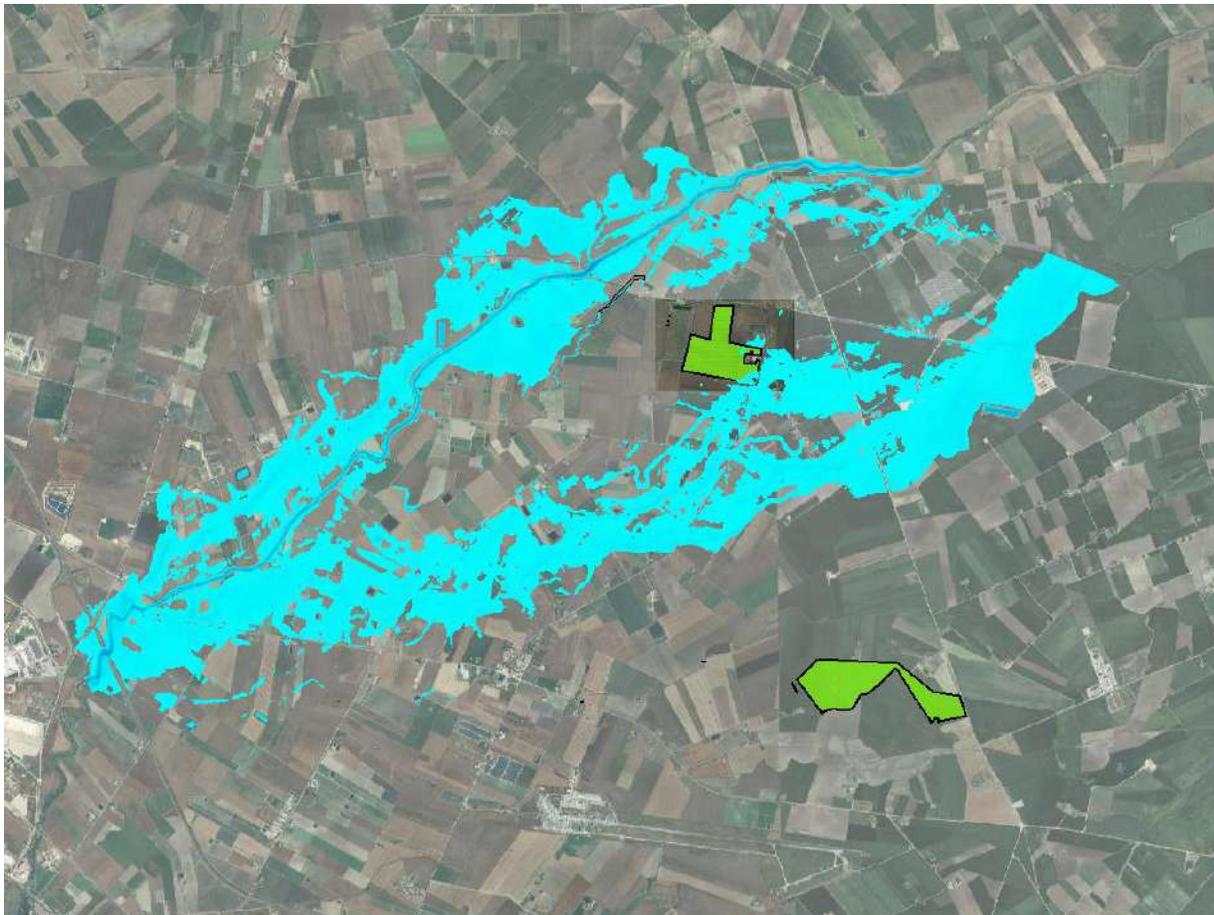
Allo stesso modo, vengono riportate le mappe per il Plot 2.



**Fig. 7.7** Mappa dei battenti per T 30 anni per l'intera area modellata per il Plot 2



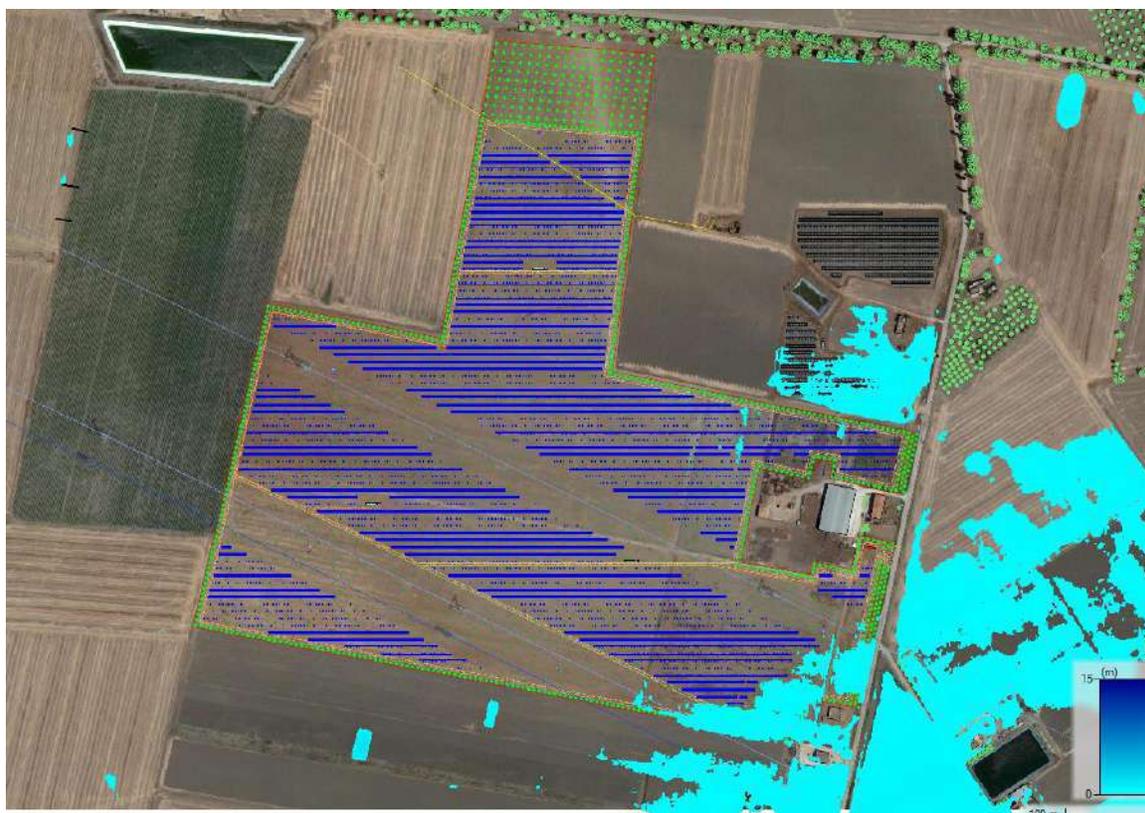
**Fig. 7.8** Mappa dei battenti per T 200 anni per l'intera area modellata per il Plot 2



**Fig. 7.9** Mappa dei battenti per T 500 anni per l'intera area modellata per il Plot 2

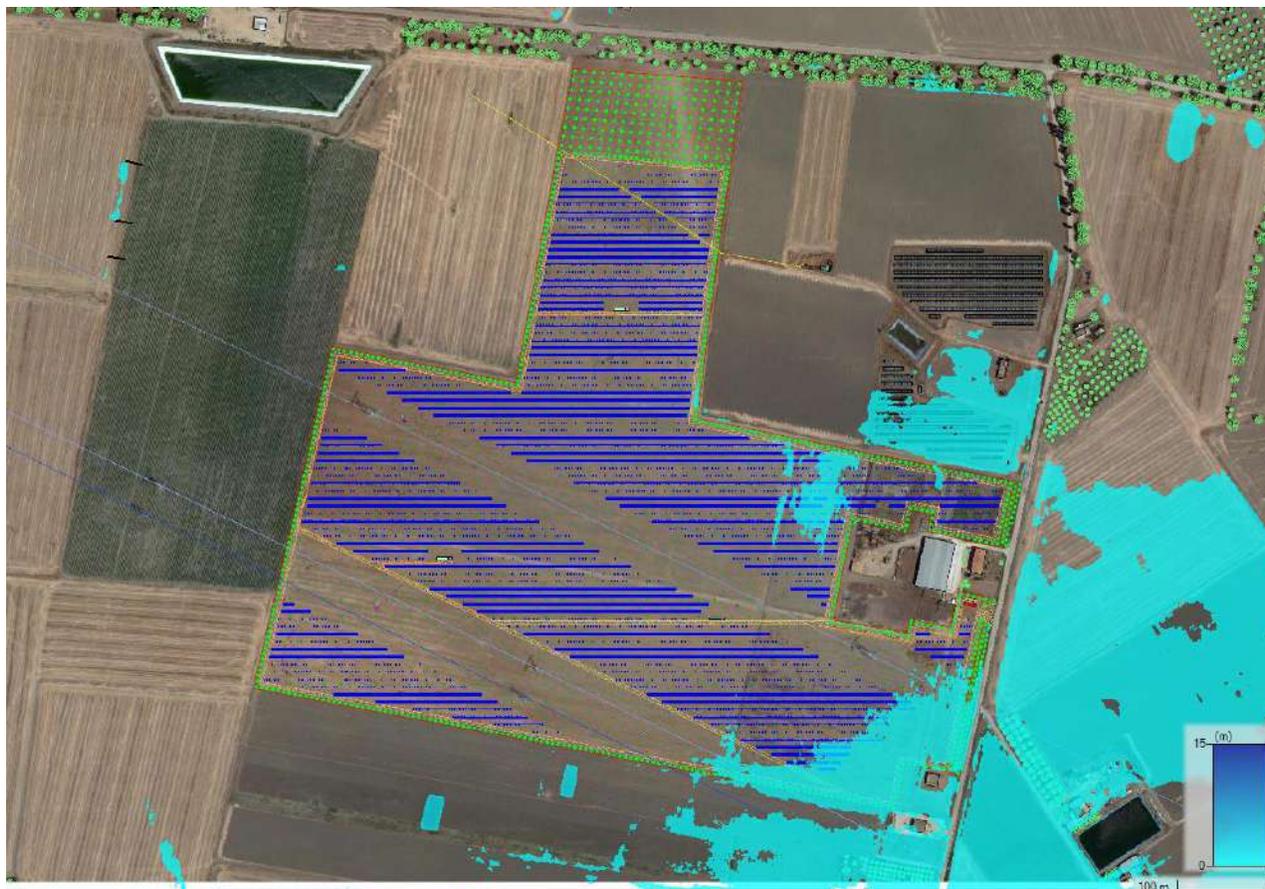


**Fig. 7.10** Mappa dei battenti per T 30 anni in corrispondenza del Plot 2



**Fig. 7.11** Mappa dei battenti per T 200 anni in corrispondenza del Plot 2

**Relazione di compatibilità idrologica - idraulica**  
**Impianto agrifotovoltaico nei Comuni di Manfredonia (FG) alle località "Pezzagrande – Vacchereggia di Greco – Macchiarotonda" nonché delle opere connesse e delle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto**



**Fig. 7.12** Mappa dei battenti per T 500 anni in corrispondenza del Plot 2

## **7.1 Compatibilità delle opere in progetto e conclusioni**

Nel presente studio di compatibilità idraulica sono state effettuate diverse modellazioni idrauliche bidimensionali (2D), considerando quelli che sono i tempi di ritorno T di 30, 200 e 500 anni. Le portate utilizzate come condizioni al contorno risultano essere più cautelative rispetto a quelle riportate nelle sezioni di riferimento e che sono state dettagliatamente descritte all'interno del paragrafo 5.1 di questa relazione di compatibilità idraulica.

Le Norme Tecniche di Attuazione del PAI (NTA) agli artt. 4, 8 e 9 descrivono dettagliatamente quelli che sono gli interventi consentiti nelle aree classificate come alta, media e bassa pericolosità idraulica.

In particolare, all'articolo 9 viene riportato:

- 1. Nelle aree a bassa pericolosità idraulica di inondazione sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, purchè siano realizzati in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento al contesto territoriale.*
- 2. Per tutti gli interventi nelle aree di cui al comma 1 l'AdB richiede, in funzione della valutazione del rischio ad essi associato, la redazione di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica che ne analizzi compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata.*
- 3. In tali aree, nel rispetto delle condizioni fissate dagli strumenti di governo del territorio, il PAI persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni mediante la predisposizione prioritaria da parte degli enti competenti, ai sensi della legge 225/92, di programmi di previsione e prevenzione.*

Per il Plot 1 considerando le figure 7.4 e 7.5, si evince come la corrente idrica, per il tempo di ritorno T di 200 anni che identifica la Media Pericolosità idraulica secondo le NTA del PAI vigente, risulta non interferire con la nuova rimodulazione delle opere in progetto, mentre per il tempo di ritorno T di 500 anni (Bassa Pericolosità Idraulica), le aree alluvionate risultano essere di maggiore estensione e coinvolgere un numero limitato di strutture fotovoltaiche fisse.

Escludendo quindi l'installazione delle strutture fotovoltaiche e delle cabine di campo dalle aree MP e interferendo solo con le aree BP evidenziate dal presente studio, la nuova configurazione presentata risulta essere compatibile con le norme vigenti e con le richieste dell'ente competente.

La stessa considerazione può essere fatta per il Plot 2, le cui mappe sono riportate all'interno delle figure 7.10, 7.11 e 7.12.

Campo Calabro (RC),

30.04.2024

Ing. Antonio Cotroneo