



Provincia di Foggia



Regione Puglia



Comune di Troia



HYPHEN RENEWABLES

## COMUNE DI TROIA

### "TROIA MOFFA"

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO SITO NEL COMUNE DI TROIA (FG) IN LOCALITÀ "MONTALVINO", DI POTENZA AC PARI A 14,00 MW E POTENZA DC PARI A 16,284 MWp, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE (RTN) NEL COMUNE DI TROIA (FG)

#### Proponente:

**HYPHEN PUGLIA 1 S.r.l.**  
Corso Magenta, 85 - 20123 Milano  
Tel: +39 02 98670182  
PEC: [hyphenrenewable1@pec.it](mailto:hyphenrenewable1@pec.it)

#### Tecnici e Specialisti:

- Dott.ssa Paola D'Angela: studi e indagini archeologiche;
- Dott.ssa Sara Di Franco: studio previsionale d'impatto acustico;
- Dott. Antonello Fabiano: studi e indagini geologiche e idrogeologiche;
- Dott. Agronomo Chiara Vacca: studio pedoagronomico, progetto agricolo;
- Dott. Naturalista Gianluca Stasolla: piano monitoraggio ambientale;
- Dott. Gabriele Gemma: elaborati grafici, documentazione tecnica;
- Ing. Francesco Ambron: progettazione opere elettriche connessione AT;
- Ing. Pierdomenico Montefinese: progettazione opere elettriche BT – MT;
- Ing. Domenico Lorusso: analisi paesaggistica e studio impatto ambientale

#### Progettista:

**np enne. pi. studio s.r.l.**  
Lungomare IX Maggio, 38 - 70132 Bari  
Tel/Fax +39 0805346068 - 0805346888  
e-mail: [pietro.novielli@ennepistudio.it](mailto:pietro.novielli@ennepistudio.it)

#### Nome Elaborato:

MOF\_15 - Relazione compatibilità idrologica e idraulica

#### Descrizione Elaborato:

Relazione compatibilità idrologica e idraulica su area impianto

#### Timbro e firma

*Antonello Fabiano*



Scala: varie

03				
02				
01				
00	Marzo 2024	Dott. Geol. A. Fabiano	Enne Pi Studio Srl	Hyphen Puglia 1 S.r.l.
Rev	Data	Redatto	Verificato	Approvato

## Sommario

Premessa .....	2
1. Ubicazione dell'area oggetto di studio .....	3
2. Inquadramento geologico generale .....	5
2.1. Inquadramento geologico di dettaglio .....	7
3. Caratteristiche morfologiche dell'area .....	7
4. Idrografia superficiale .....	11
5. Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (PAI).....	13
6. Analisi della piovosità critica.....	15
7. Individuazione del bacino idrografico .....	20
8. Uso del suolo.....	23
9. Determinazione del Curve Number .....	23
10. Determinazione delle portate di piena di progetto.....	27
11. Modellazione Idraulica bidimensionale .....	32
11.1 Analisi dei risultati .....	33
12. Opere di connessione alla RTN .....	46
13. Conclusioni .....	47

## **Premessa**

Lo scrivente **dott. Geol. Antonello Fabiano**, iscritto all'Ordine dei Geologi della Regione Puglia al n. 675, su incarico della **Enne.Pi Studio srl** e per conto della proponente Società **Hyphen Puglia 1 S.r.l.**, ha redatto la presente relazione tecnica che intende esaminare ed evidenziare le caratteristiche litologiche, stratigrafiche, tettoniche, sismiche e geomorfologiche relative all'area di sedime interessata dall'intervento di realizzazione di un impianto agrovoltaiico denominato "Troia Moffa" in agro di Troia (FG) alla Loc. "Montalvino" nonché delle relative opere di connessione alla rete di trasmissione elettrica nazionale (RTN). Dalla cartografia ufficiale dell'ex AdB Puglia, nello specifico la carta idrogeomorfologica e IGM in scala 1:25.000, l'area di studio risulta interessata da 4 corsi d'acqua episodici riportati sia nella carta idrogeomorfologica che nell'IGM 1:25000 e confermati dalle recenti cartografie del PGRA.

Pertanto, ai sensi degli art. 6 e 10 delle NTA del PAI Puglia, risulta necessario uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica.

Dall'analisi idrologica ed idraulica dell'area sono stati quantificati gli apporti idrici diretti, legati alle piogge insistenti sul territorio. I dati a disposizione hanno consentito di elaborare una previsione delle massime intensità previste per i tempi di ritorno di 500 anni, in termini anche di portate massime, mediante l'ausilio di metodi statistici.

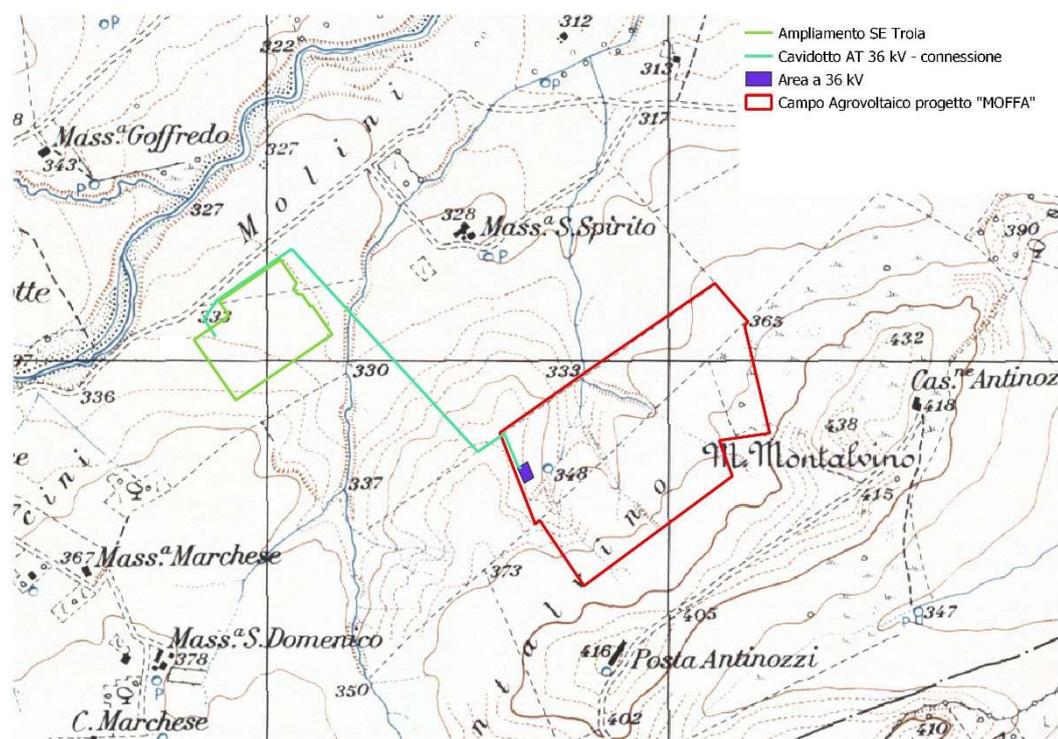
Infine, sono stati valutati gli effetti che l'opera può avere sul deflusso delle acque superficiali e di analizzare la compatibilità idraulica dell'intervento.

Inoltre, l'area di impianto nonché parte del cavidotto, ricadono in area a pericolosità geomorfologica media e moderata PG1 e pertanto nella presente relazione è stata valutata anche la compatibilità geologica e geotecnica dell'area di sedime dell'opera a farsi, con l'attuale livello di rischio.

Si precisa, infine, che laddove non opportunamente esplicitato, tutte le informazioni contenute nella presente si riferiscono all'area di installazione dei moduli fotovoltaici, al percorso del cavidotto di connessione nonché all'area di sedime della stazione di trasformazione e condivisione già autorizzata.

## 1. Ubicazione dell'area oggetto di studio

L'area di studio è situata nel Comune di Troia (FG), in territorio agricolo, nella parte Ovest rispetto al centro abitato e precisamente alla Loc. "Montalvino". I lotti, con accesso da strade interpoderali, si trovano ad una quota compresa tra i 335 ed i 395 m s.l.m. Topograficamente ricade nel foglio 163 "Lucera" Tavoleta "Troia" II SO ed il punto centrale del sito è identificato dalle coordinate: 41.35866° N - 15.27310° E.



Ubicazione su stralcio del F. 163 IGM – Troia II SO in scala 1:25000 nell'originale



Ripresa fotografica Area ubicazione intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto agrovoltaico della potenza in AC di 14,00 MW e della potenza in DC di 16,284 MW, su una superficie di ettari 27 are 22 e centiare 13 (ha 27.22.13). All'interno del campo saranno posizionate n. 1 cabina di raccolta, n. 4 cabine di campo (inverter-trasformatori) da 4.200 kVA (per i 4 sottocampi), n. 1 cabina (locale tecnico) per servizi ausiliari e n. 3 container officina, manutenzione e deposito. Sarà inoltre realizzata all'interno del campo AgroFV, un'area dedicata alla trasformazione a 36 kV. Dalla cabina di raccolta uscirà il cavo a media tensione che entrerà nell'area a 36 kV, e qui avverrà la trasformazione ed elevazione da MT ad AT. La connessione al futuro ampliamento della S.E. di Terna avverrà con cavidotto AT a 36 kV della lunghezza di circa 1,2 km, che andrà ad attestarsi all'edificio quadri a 36 kV della futura S.E. di Terna.

La soluzione tecnica di connessione prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "Troia". Quindi la connessione dell'impianto agroFV avverrà sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica Terna, che sarà posizionata a circa 500 metri a nord-ovest dall'area impianto. Il cavidotto per la connessione tra l'impianto agrovoltaico e la stazione elettrica Terna di nuova realizzazione, totalmente interrato, avrà una lunghezza di circa 1,2 km, ed insisterà su terreni privati prima di arrivare all'area della nuova Stazione elettrica.

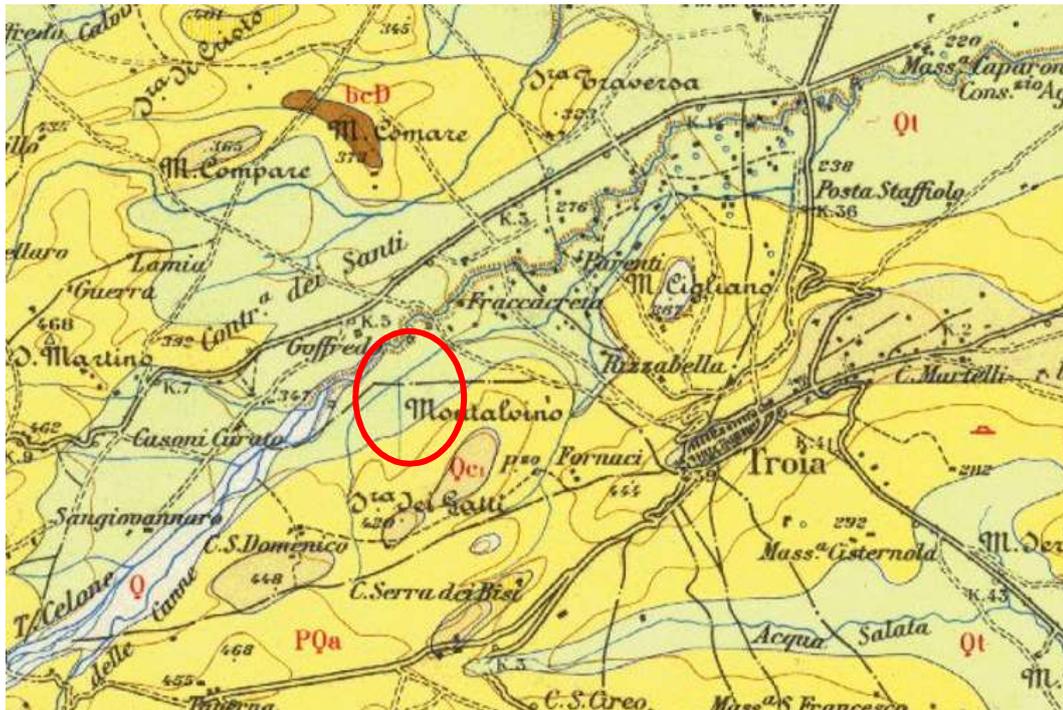
## **2. Inquadramento geologico generale**

L'area ricade nel Foglio 163 "Lucera" della Carta Geologica d'Italia 1:100.000.

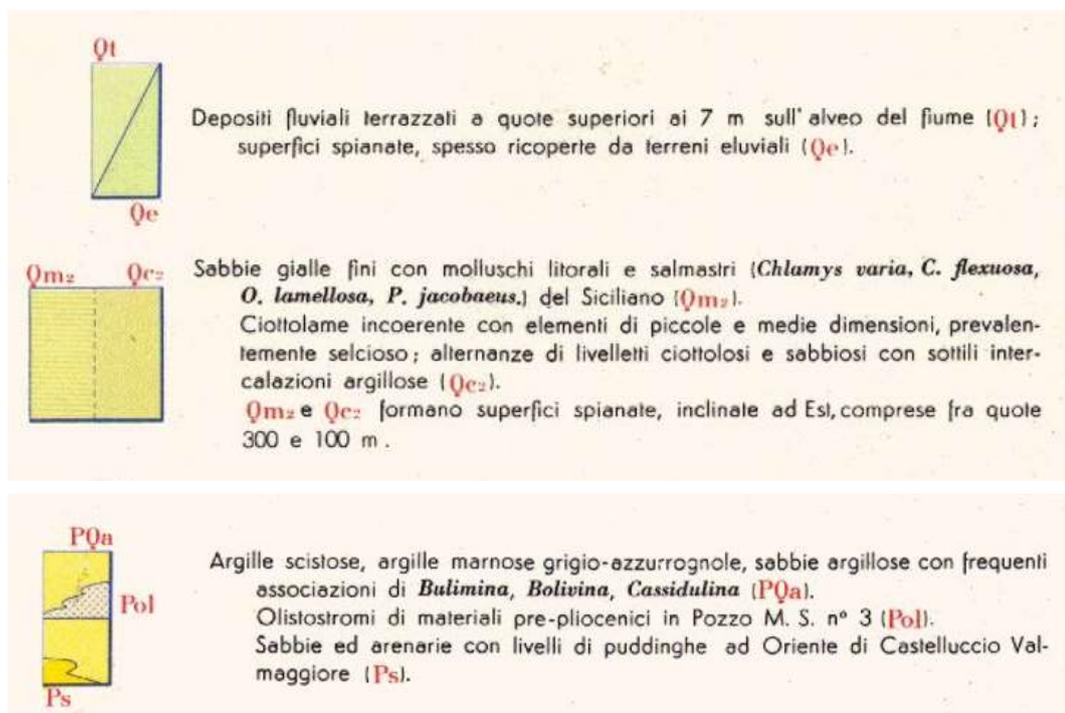
All'interno del Foglio Lucera, le facies si alternano in modo vario e nell'ambito di un unico ciclo di sedimentazione ove la definizione dell'età dei singoli complessi litostratigrafici che lo costituiscono non può essere ovviamente stabilita se non tenendo in giusto conto le faune più giovani ed i reali rapporti di giacitura fra i vari complessi stessi.

Come conseguenza di quanto detto si è tracciato quello schema dei rapporti stratigrafici, inserito nel F° « Lucera », dal quale risulta: 1) un primo ciclo di sedimentazione miocenica, interessato da differenziazione dei rapporti quantitativi delle associazioni litologiche e da una probabile, piccola fase orogenica, come quella indicata alla base di Msa; 2) un secondo ciclo di sedimentazione, indicato dai terreni pliocenici e pleistocenici depositati in continuità fino alla emersione della regione; 3) un ciclo di attività continentale con limitate deposizioni e con intense erosioni delle formazioni più antiche, erosioni manifestatesi ovunque a partire dalla fine del Pleistocene antico.

Nell'immagine seguente si mostra l'ubicazione dell'area d'intervento in riferimento alla Carta Geologica d'Italia in scala 1:100000



Ubicazione su Carta Geologica d'Italia foglio 163 "Lucera" – 1:100000 nell'originale



## 2.1. Inquadramento geologico di dettaglio

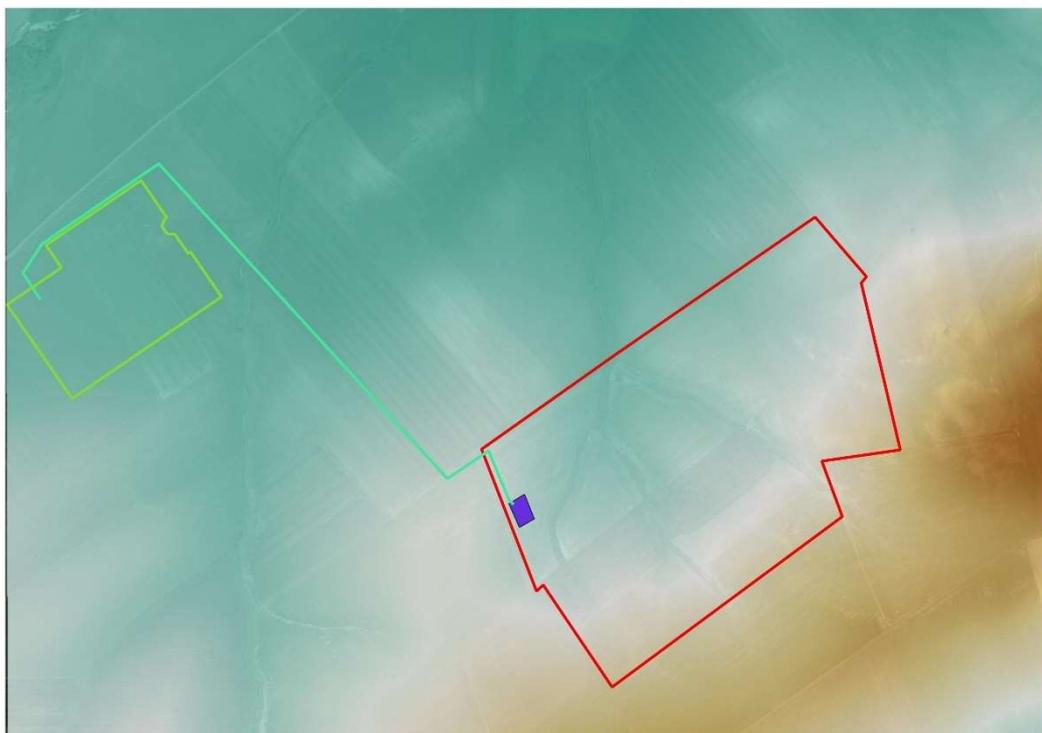
Dal punto di vista geologico, al di sotto della copertura di terreno vegetale (circa 2 m), localmente l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di argille grigio azzurrognole (PQ<sup>a</sup>).

In particolare, sulla base del rilevamento geologico in situ, dalle conoscenze dello scrivente e dalle indagini eseguite, la stratigrafia del sito sottostante l'area oggetto di studio si caratterizza nella seguente maniera partendo dall'alto verso il basso:

- Terreno vegetale (spessore circa 1 m)
- Argille poco compatte (spessore circa 1 m)
- Argille compatte

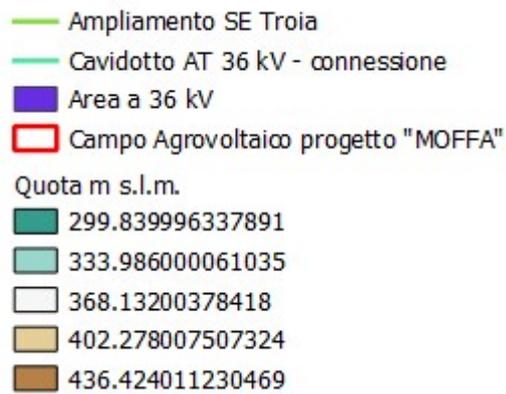
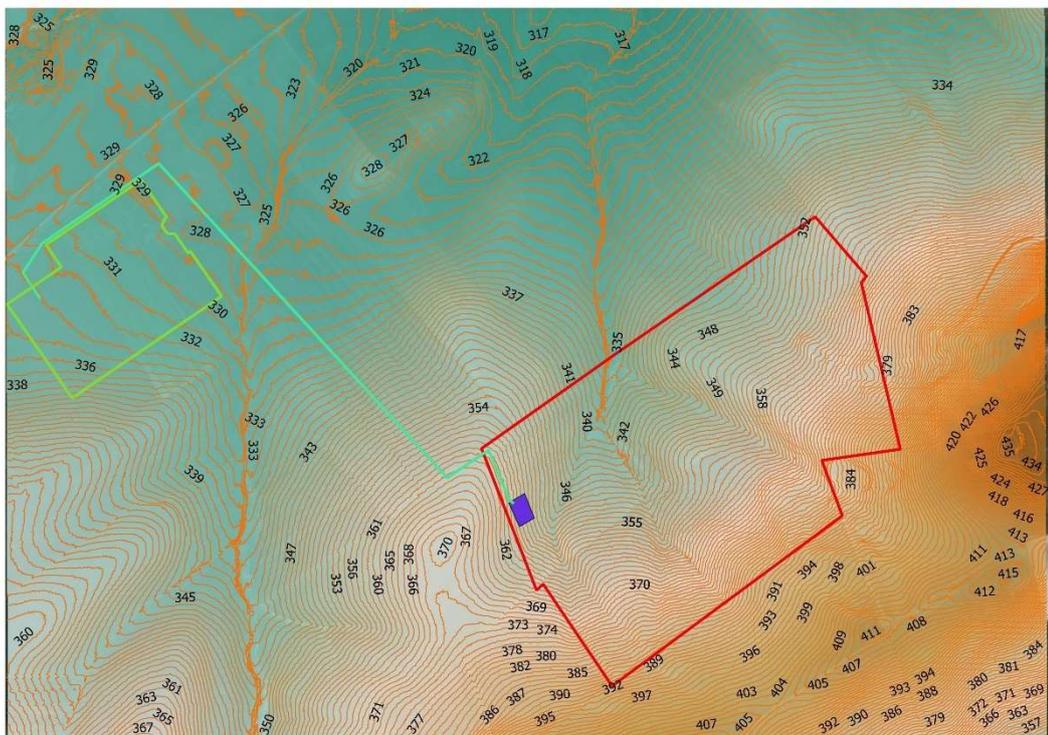
## 3. Caratteristiche morfologiche dell'area

Il sito oggetto di studio è ubicato in corrispondenza di un'area con quote comprese tra 335 m ed i 395 m s.l.m. con debole declivio in direzione N-NE.





Ubicazione su DTM risoluzione 1 x 1 m



Rappresentazione curve di livello



Ubicazione su modello ombreggiato (Hillshade)

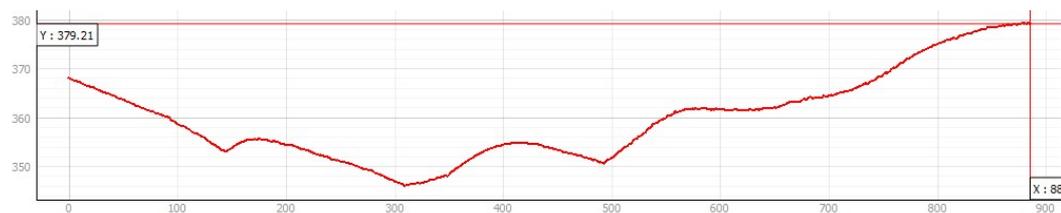
La pendenza media per l'intera area (Impianto) è di circa il 14 % come mostra la figura seguente. Sono state calcolate anche sezioni morfologiche allo scopo di illustrare l'andamento e le variazioni di quota dell'intera area.



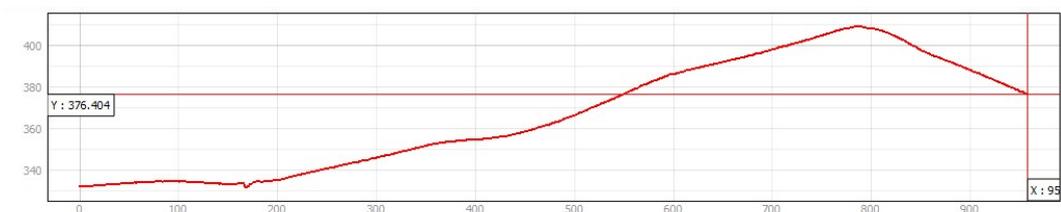
Carta delle pendenze. Valori in %.



Tracce sezioni morfologiche



Sezione A-B



#### 4. Idrografia superficiale

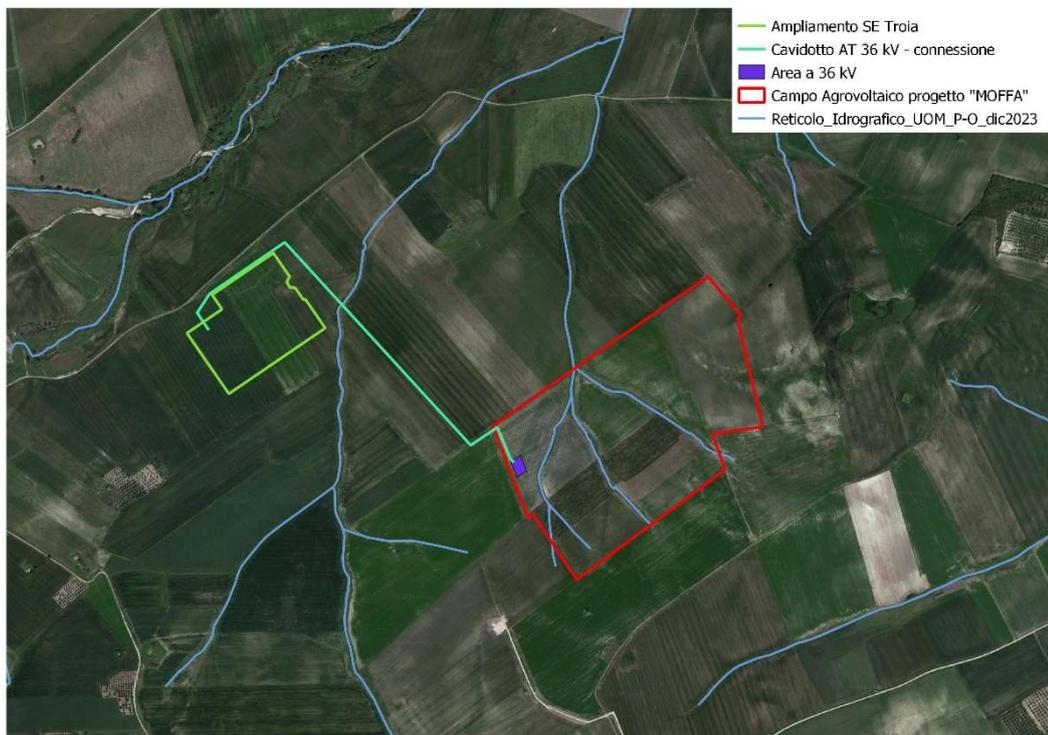
L'idrografia dell'area investigata è rappresentata prevalentemente dal Torrente Celone e affluenti questi ultimi con carattere torrentizio che durante la stagione estiva restano per lo più asciutti.

La stagione in cui si registra il maggiore apporto idrico nell'area investigata è l'Autunno. In questo periodo, il ruscellamento superficiale dell'acqua piovana,

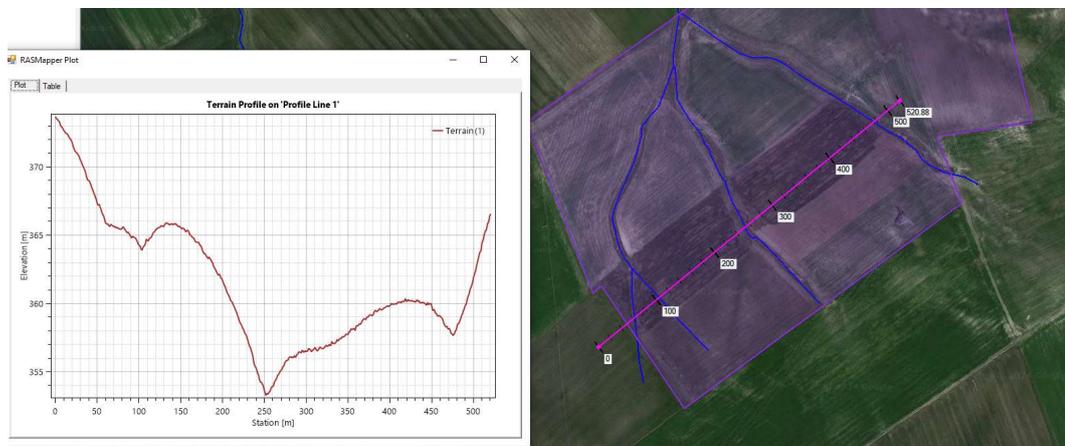
esplica la sua azione di alterazione maggiormente sui sedimenti Sabbiosi ed Argillo-Sabbiosi affioranti.

Nell'area di studio, i tagli naturali ed artificiali, convogliano le acque nel solco del Torrente "Celone" che scorre in direzione SO-NE con portate modeste e regime tipicamente torrentizio con magre estive e piene invernali.

L'area di studio, come si evince dall'esame della carta idrogeomorfologica (foglio 420), della cartografia IGM 1:25000 nonché delle recenti cartografie del PGRA risulta interessata da 4 corsi d'acqua episodici.



Ubicazione con rappresentazione reticolo idrografico Carta Idrogeomorfologica (Foglio 420)



Sezione del reticolo oggetto di studio in corrispondenza dell'area di interesse

## 5. Piano stralcio per la difesa dal rischio idrogeologico (PAI)

L'area di che trattasi rientra nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia del quale è stato consultato il relativo piano stralcio, per verificare se i terreni in oggetto ricadessero nelle relative perimetrazioni.

Con deliberazione del comitato istituzionale Autorità di Bacino della Puglia del 30/11/2005 è avvenuta l'approvazione del Piano di Bacino della Puglia, Stralcio "Assetto Idrogeologico" e delle relative misure di salvaguardia – L.R. n.19 del 9/12/2002. La legge nazionale 183/1989 sulla difesa del suolo ha stabilito che il bacino idrografico debba essere l'ambito fisico di pianificazione che consente di superare le frammentazioni prodotte dall'adozione di aree di riferimento aventi confini solamente amministrativi. Strumento di governo del bacino idrografico è appunto il Piano di Bacino, ovvero il documento attraverso il quale sono pianificate le azioni e le norme d'uso volte alla conservazione e valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque. Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia si pone quindi, come obiettivo, la conoscenza del territorio di competenza dell'autorità di bacino in termini di caratteristiche morfologiche, geologiche e idrologiche, effettuando al contempo un'analisi storica degli eventi critici (frane e alluvioni).

In tal modo il PAI individua sul territorio regionale le aree soggette a dissesto idrogeologico e gli interventi da realizzare per la mitigazione dei dissesti. In particolare vengono individuate le zone soggette a rischio da frana e/o idraulico e le zone a diversa pericolosità idraulica.

Dall'analisi delle cartografie ufficiali, si può desumere quanto segue:

- L'area di progetto nonché il cavidotto **ricadono** nell'ambito delle fasce di pericolosità geomorfologica PG1 così come individuate dal P.A.I.
- l'area di progetto **non ricade** nell'ambito di zone a rischio di allagamento ovvero in aree ad alta, media e bassa pericolosità idraulica.



Ubicazione area di progetto su perimetrazioni pericolosità geomorfologica

In riferimento alla pericolosità geomorfologica e come mostrato nell'immagine precedente, l'area di intervento ricade in pericolosità media e moderata PG1.

Come novellato dall'art. 15 delle NTA del PAI *“Nelle aree a pericolosità geomorfologica media e moderata (P.G.1) sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio purché l'intervento garantisca la sicurezza, non determini condizioni di instabilità e non modifichi negativamente le condizioni ed i processi geomorfologici nell'area e nella zona potenzialmente interessata dall'opera e dalle sue pertinenze”*.

Alla luce di quanto fin qui esposto, l'intervento risulta ammissibile ai sensi delle NTA del PAI ed inoltre per le sue caratteristiche non andrà a modificare l'attuale assetto morfologico dell'area né tantomeno ad aumentare l'attuale livello di pericolosità geomorfologica vigente.

A tal proposito, si sottolinea che le opere a farsi nell'area dell'impianto saranno prefabbricate. Pertanto gli scavi a farsi risulteranno del tutto esigui ed interesseranno solo la prima porzione di terreno vegetale senza la possibilità, di fatto, di innescare o favorire eventuali movimenti franosi.

Il cavidotto, invece, richiederà uno scavo di circa 1.5 m fino ad un massimo di 3 m (dove esiste interferenza con il reticolo idrografico) e comunque al termine delle operazioni di messa in opera del cavidotto, verrà ripristinato l'originario stato dei luoghi.

Si sottolinea, infine, che trattandosi di interventi compatibili ai sensi dell'art. 15 delle NTA del PAI ed allo stesso tempo tra quelli elencati al comma 1 lett. g dell'art. 4 della LR 19/2013, il parere tecnico previsto dai commi 4 e 5 dell'art. 11 delle NTA del PAI è attribuito alla competenza degli uffici tecnici comunali.

## **6. Analisi della piovosità critica**

L'analisi della piovosità critica a livello di bacino è stata condotta determinando le curve di possibilità pluviometrica, considerando le procedure individuate dal CNR-GNDICI (Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche) nell'ambito del progetto VAPI (Valutazione delle Piene) e contenute nel Rapporto Sintetico (Analisi regionale dei massimi annuali delle precipitazioni in Puglia centro-meridionale). Facendo riferimento a quest'ultimo, l'analisi regionale delle piogge massime annuali, di durata compresa tra 1 ora e 24 ore, è stata effettuata per il territorio della Puglia centro-meridionale ad integrazione di quanto effettuato in Puglia settentrionale da Claps et al., (1994). 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). I risultati hanno evidenziato (Castorani e Iacobellis, 2001) per l'area esaminata la consistenza di zona unica di primo e secondo livello. L'intero territorio di competenza del compartimento di Bari del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale risulta quindi diviso, al primo e secondo livello, in due sottozone. La prima (Claps et al, 1994) comprende la Capitanata, il Sub-appennino dauno, il Gargano e l'Alta Murgia, la seconda include la restante parte del Tavoliere e della Murgia e la Penisola Salentina. L'analisi di

terzo livello, basata sull'analisi di regressione delle precipitazioni di diversa durata con la quota, ha portato alla individuazione, oltre alle quattro zone omogenee in Claps et al. (1994), di altre due zone e delle rispettive curve di possibilità climatica. I dati pluviometrici utilizzati per le elaborazioni 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  $\Lambda^*$ . La stima, ottenuta utilizzando la procedura iterativa standard (Claps et al 1994), ha fornito i seguenti risultati:

$$\Theta^* = 2.121$$

$$\Lambda^* = 0.351$$

Anche nella procedura operata al 2° livello di regionalizzazione, la verifica dell'ipotesi di unica zona omogenea ha condotto ad un risultato positivo con valore costante di  $\Lambda_1$ .

Di seguito sono riepilogati i risultati ottenuti in tutta la regione.

Zona	$\Lambda^*$	$\Theta^*$	$\Lambda_1$
Puglia Settentrionale	<b>0.772</b>	<b>2.351</b>	<b>44.63</b>
Puglia Centro-meridionale	<b>0.353</b>	<b>2.121</b>	<b>17.55</b>

Zona	Ca	$\sigma^2$ (Ca)	Cv	$\sigma^2$ (Cv)
Puglia Settentrionale	<b>1.66</b>	<b>0.52</b>	<b>1.31</b>	<b>0.554</b>
Puglia Centro-meridionale	<b>1.31</b>	<b>0.50</b>	<b>0.45</b>	<b>0.007</b>

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  $F(X_t)$  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:

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

La curva di distribuzione di probabilità del rapporto (1) 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.

La dipendenza del fattore di crescita con la durata si può ritenere trascurabile; infatti, calcolando sulle stazioni disponibili le medie pesate dei coefficienti di asimmetria,  $C_a$ , e dei coefficienti di variazione,  $C_v$ , alle diverse durate, si osserva una variabilità inferiore a quella campionaria. L'indipendenza dalla durata di  $K_{t,T}$  (nel seguito indicato con  $KT$ ), autorizza ad estendere anche alle piogge orarie, i risultati ottenuti con riferimento alle piogge giornaliere ai primi due livelli di regionalizzazione.

In base ai valori regionali dei parametri  $\Theta^*$ ,  $\Lambda^*$  e  $\Lambda_1$ , si ottiene la curva di crescita per la zona della Puglia centro – meridionale riportata in Figura 1.

Il valore di  $KT$  può essere calcolato in funzione di T attraverso una approssimazione asintotica della curva di crescita (Rossi e Villani, 1995):

$$KT = a + b \ln T \quad (2)$$

in cui :

$$a = (\Theta^* \ln \Lambda^* + \ln \Lambda_1) / \eta; \quad b = \Theta^* / \eta$$

$$\eta = \ln \Lambda_1 + C - T_0$$

$C = 0.5772$ , (costante di Eulero).

$$T_0 = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{(-1)^i \cdot \lambda^i}{i!} \cdot \Gamma\left(\frac{i}{\theta_*}\right)$$

Va tuttavia osservato che l'uso di questa approssimazione comporta una sottostima del fattore di crescita, con valori superiori al 10% per  $T < 50$  anni e superiori al 5% per  $T < 100$  anni. Per semplificare la valutazione del fattore di

crescita, nella Tabella seguente sono riportati, i valori di KT relativi ai valori del periodo di ritorno più comunemente adottati nella pratica progettuale.

Tempo di ritorno (anni)	50	200	500	5	10	25	100
K(T) Zona 1-2-3-4	2,188	2,764	3,144	1,233	1,520	1,901	2,476
K(T) Zona 5-6	2,181	2,897	3,370	0,991	1,349	1,823	2,539

Valori del coefficiente di crescita KT

Nel terzo livello di analisi regionale viene analizzata la variabilità spaziale del parametro di posizione (media, moda, mediana) delle serie storiche in relazione a fattori locali.

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

$$\mu(X_t) = a t^n \quad (3)$$

essendo  $a$  ed  $n$  due parametri variabili da sito a sito. Ad essa si dà il nome di curva di probabilità pluviometrica. Nell'area della Puglia settentrionale, il VAPI Puglia fornisce l'individuazione di 4 aree omogenee dal punto di vista del legame fra altezza di precipitazione giornaliera  $\mu(X_g)$  e quota. Ognuna di esse è caratterizzata da una correlazione lineare con elevati valori dell'indice di determinazione tra i valori  $\mu(X_g)$  e le quote sul mare  $h$ :

$$\mu(X_g) = C h + D \quad (4)$$

in cui  $C$  e  $D$  sono parametri che dipendono dall'area omogenea. Lo studio condotto nell'area centro-meridionale della Puglia, ha condotto alla individuazione di una analoga dipendenza della precipitazione giornaliera dalla quota s.l.m. per le 66 stazioni pluviometriche esaminate nella regione. Il territorio è suddivisibile in due sottozone omogenee individuate dal Nord-Barese-Murgia centrale, e dalla Penisola Salentina, contrassegnate rispettivamente come zona 5 e zona 6, in continuità con quanto visto in Puglia Settentrionale. Alla luce di quanto fin qui

esposto, la relazione che lega l'altezza media di precipitazione alla durata ed alla quota del sito, per le due aree in esame, viene generalizzata nella forma:

$$\mu(X_t) = at(Ch + D + \log \alpha - \log a) / \log 24$$

in cui  $a$  è il valor medio, pesato sugli anni di funzionamento, dei valori di  $\mu$  ( $X_1$ ) relativi alle serie ricadenti in ciascuna zona omogenea;  $\alpha = xg/x_{24}$  è il rapporto fra le medie delle piogge giornaliere e di durata 24 ore per serie storiche di pari 6 numerosità. Per la Puglia il valore del coefficiente  $\alpha$  è praticamente costante sull'intera regione e pari a 0.89;  $C$  e  $D$  sono i coefficienti della regressione lineare fra il valor medio dei massimi annuali delle piogge giornaliere e la quota sul livello del mare.

Per le zone individuate i valori dei parametri sono riportati in Tabella seguente.

Area omogenea	$\alpha$	$a$ (mm/ora)	$C * 10^4$	$D$	$n$
1	0.89	28.7	50.3	3.959	-
2	0.89	22.2	-	-	0.247
3	0.89	25.3	5.31	3.811	-
4	0.89	24.7	-	-	0.256

Zona	$\alpha$	$a$	$C$	$D$	$N$
5	0.89	28.2	0.0002	4.0837	-
6	"	33.7	0.0022	4.1223	-

Parametri delle curve di 3° livello.

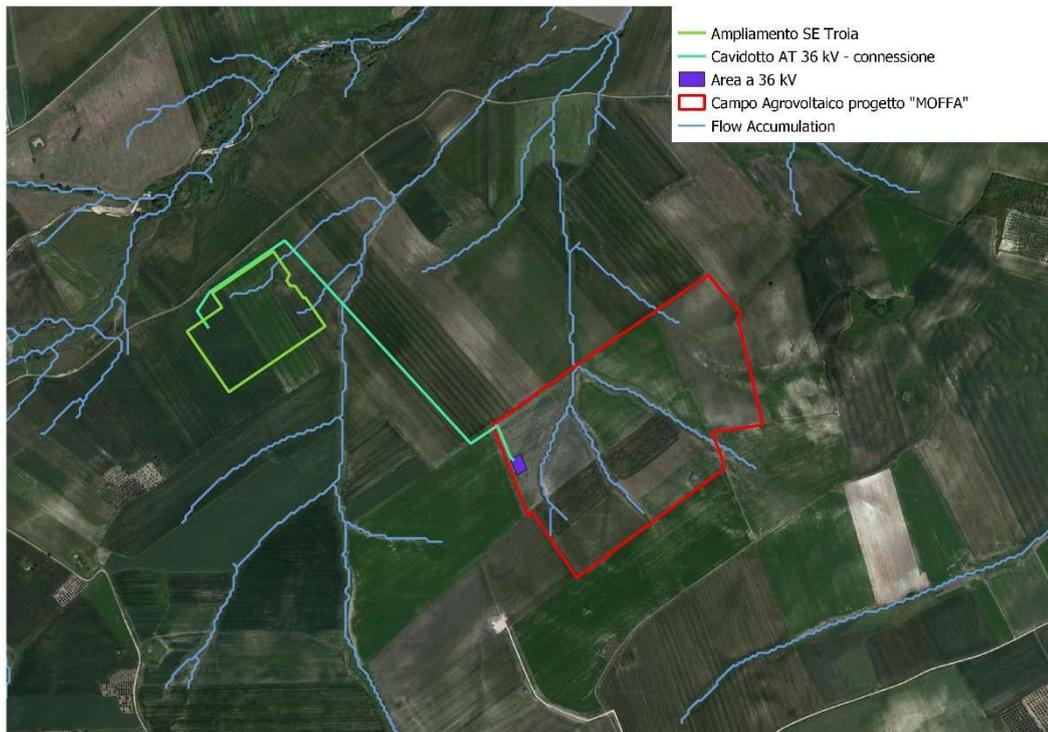


Sottozone omogenee

In aderenza a tale metodologia sono state pertanto determinate le altezze di pioggia attese con diversi tempi di ritorno, nello specifico 30, 200 e 500 anni. La zona climatica in cui è compresa l'area di studio è quella "quattro".

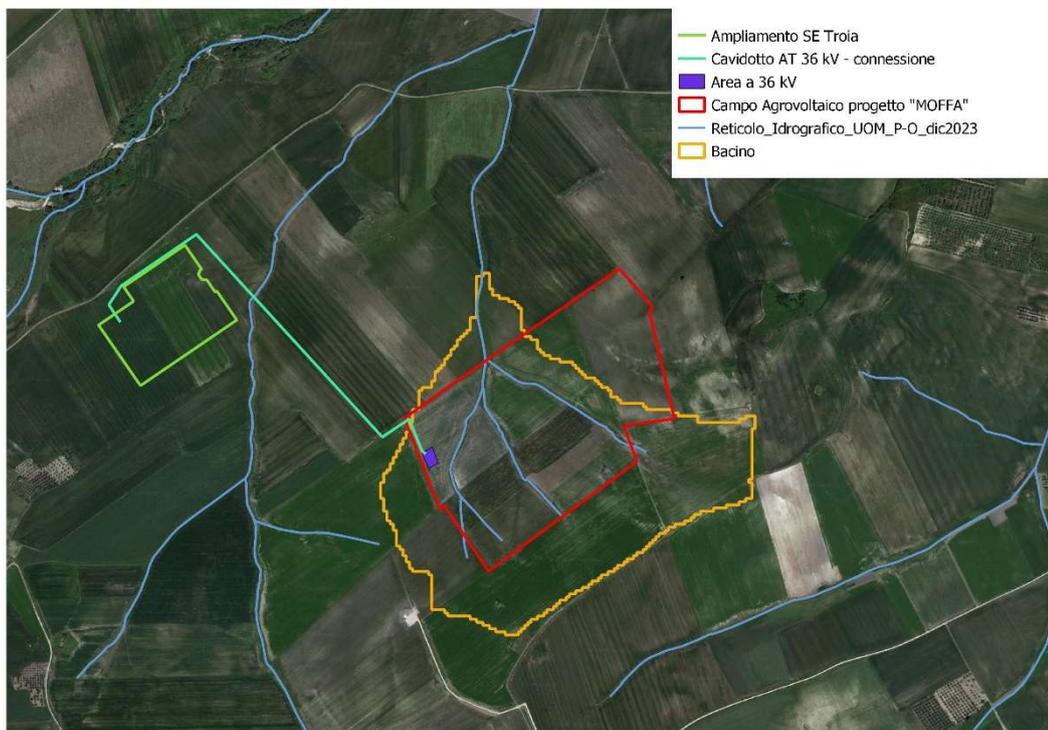
## 7. Individuazione del bacino idrografico

La modellazione idrologica dell'area, in ambiente QGis, ha consentito di individuare l'intero bacino idrografico di riferimento dell'area in esame sulla base delle direzioni di maggior deflusso. Pertanto, partendo dal DTM (Modello Digitale del Terreno) scaricabile dal SIT Puglia (vedasi TAV6 in allegato) della risoluzione di 8 m, sono state calcolate le direzioni di deflusso (flow direction) basandosi sui valori d'altezza di ogni pixel del DTM con i pixel direttamente adiacenti. A seconda della direzione a ciascun pixel è stato assegnato un valore convenzionale di 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64 o 128. Successivamente sono state calcolate le aree preferenziali di scorrimento (flow accumulation – vedi figura seguente).

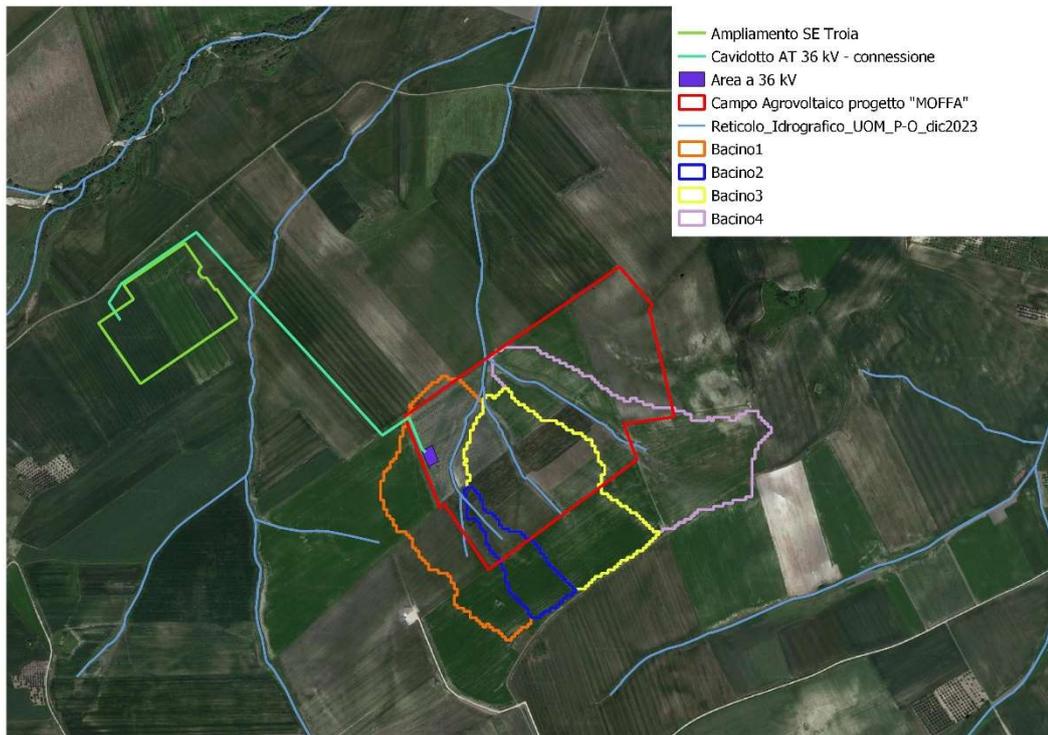


Direzioni preferenziali di scorrimento – Flow Accumulation

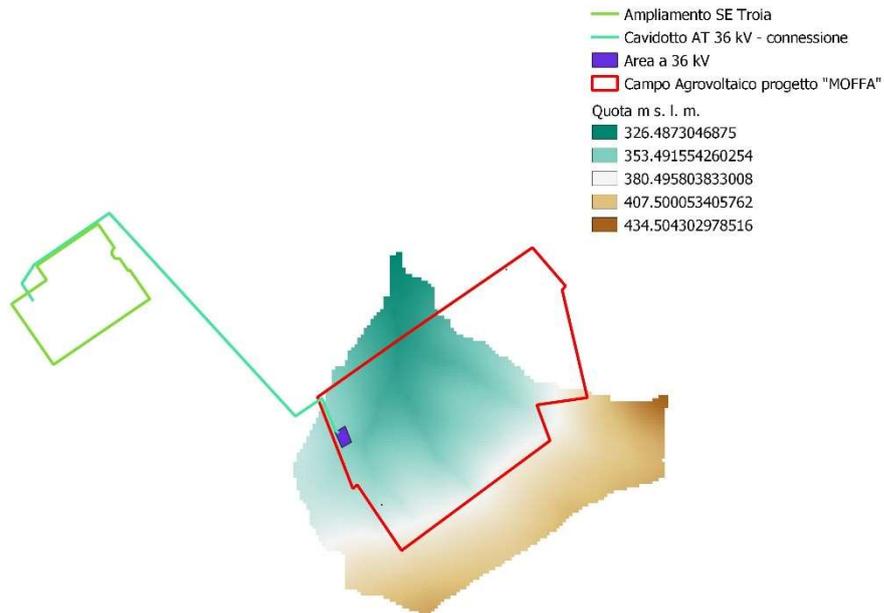
Definite le flow accumulation è stato possibile individuare e cartografare i bacini idrografici dell'intera area ricadente all'interno del DTM (vedi figura seguente) e quindi i bacini idrografici di riferimento dell'area in esame.



Bacini idrografici di studio su ortofoto



Suddivisione in sottobacini

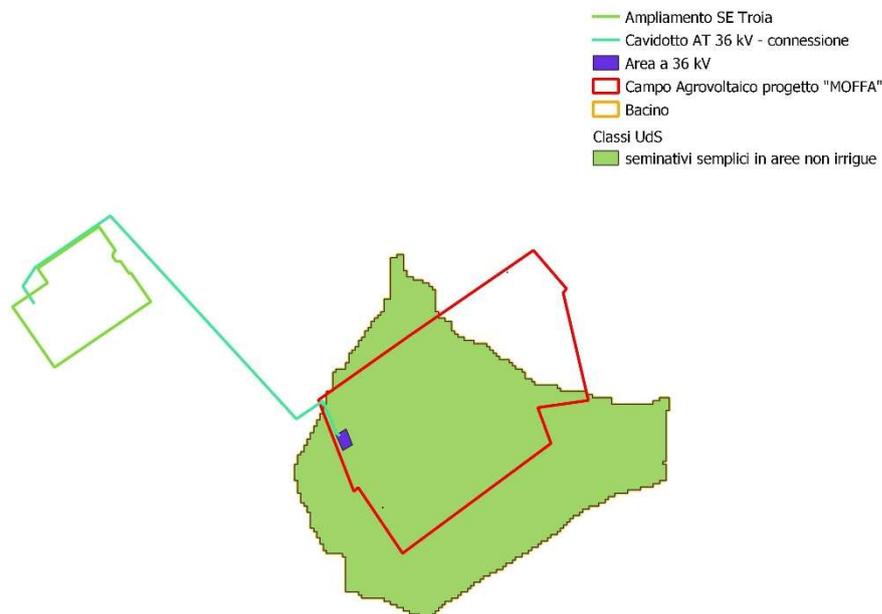


Definizione del DTM dei Bacini Idrografici di studio

## 8. Uso del suolo

Per le finalità dello studio presente, sono state valutate le caratteristiche dell'uso del suolo dei terreni presenti nel bacino idrografico che sottende l'area oggetto d'intervento.

Tale valutazione è stata ricollegata a quella prodotta per il SIT- Regione Puglia. Partendo dalla classificazione e nomenclatura delle diverse classi utilizzata nel predetto progetto e sulla base di verifiche dirette in campo, sono state individuate e delimitate le aree del territorio in studio appartenenti alle diverse classi di UDS.



Rappresentazione classi UDS Bacini Idrografici di Studio

## 9. Determinazione del Curve Number

Sulla base dei dati di uso del suolo e di permeabilità come sopra definiti, ai fini dell'analisi idrologica e scala di bacino, si è proceduto al calcolo della "precipitazione efficace" e del "deflusso", ricorrendo al metodo del Curve Number del Soil Conservation Service (SCS – CN, USDA), che si basa sulla teoria della massima capacità di ritenzione del suolo dopo che si è raggiunta la soglia di inizio

dello scorrimento superficiale. Questo metodo è stato ampiamente parametrizzato ed è diffusamente usato negli stessi Stati Uniti, e consente la ricostruzione delle piene in bacini idrografici di estensione contenuta, con reticolo idrografico non ben definito e continuo, attraverso la definizione dell'Indice C.N. In particolare, la capacità potenziale d'infiltrazione del terreno è definita dalla relazione empirica proposta da SCS:

$$S = (25400 / CN) - 254$$

dove il CN (Curve Number) è un parametro introdotto che ha una variabilità principale legata alle caratteristiche litologiche del suolo ed alla destinazione d'uso, ed una variabilità secondaria legata alle condizioni di umidità del terreno antecedenti gli eventi meteorici. L'SCS fornisce mediante appositi abachi numerici i valori dell'indice CN a seconda del tipo di suolo per le condizioni di umidità media. Il CN, infatti, rappresenta l'attitudine del bacino esaminato a produrre deflusso e viene valutato in base alle caratteristiche idrologiche tipiche dei suoli e della copertura vegetale presenti nel bacino.

Per quanto riguarda la variabilità relativa alle condizioni di umidità antecedenti le precipitazioni, l'SCS ha definito tre condizioni, a seconda dell'entità dell'altezza di precipitazione nei cinque giorni precedenti l'evento:

AMC I (antecedent moisture condition):	terreno secco
AMC II (antecedent moisture condition):	terreno in medie condizioni di umidità
AMC III (antecedent moisture condition):	terreno da umido a saturo

I valori tabulati comunemente disponibili in letteratura corrispondono alla condizione di umidità II (umidità media) e tuttavia sono state proposte anche formule empiriche che permettono di calcolare il valore del CN nelle due ulteriori condizioni di umidità.

I suoli, secondo il SCS, sono suddivisi in quattro gruppi, chiamati A, B, C e D, con caratteristiche idrologiche diverse.

1. Suoli del gruppo A hanno un basso potenziale di deflusso superficiale e alti tassi di infiltrazione, anche quando sono completamente umidi. Sono composti principalmente da sabbie e ghiaie. La classificazione USDA normalmente

comprende in questo gruppo: sabbia, sabbia-franca e franco-sabbiosa. Questi suoli hanno un tasso di trasmissione più grande di 0,76 cm/h.

2. I suoli del gruppo B hanno un moderato tasso di infiltrazione quando sono completamente umidi e sono principalmente composti da suoli abbastanza profondi e drenati, con tessitura da moderatamente fine a moderatamente grossolana. La classificazione USDA normalmente comprende in questo gruppo terreni franchi limosi e franchi. Questi suoli hanno un tasso di trasmissione compreso tra 0,38 e 0,76 cm/h.

3. I suoli del gruppo C hanno bassi tassi di infiltrazione quando sono completamente umidi e sono principalmente composti da suoli con uno strato che impedisce il movimento di percolazione dell'acqua e con tessitura da abbastanza fine a fine. La classificazione USDA normalmente comprende terreni franchi argille-sabbiosi. Questi suoli hanno un tasso di trasmissione compreso tra 0,13 e 0,38 cm/h.

4. I suoli del gruppo D hanno un alto potenziale di deflusso superficiale. Hanno una percentuale di infiltrazione molto bassa quando sono completamente umidi e sono composti soprattutto da suoli argillosi con un alto potenziale di rigonfiamento. Sono suoli con una falda prossima alla superficie. La classificazione USDA normalmente in questo gruppo comprende terreni franchi argillosi, franchi argillo-limosi, argillosi sabbiosi, argillosi limosi e argillosi. Questi suoli hanno un tasso di trasmissione molto basso (0 – 0,13 cm/h).

Nella Tabella che segue, sono riportati i valori del CN in condizioni di umidità media del terreno.

Uso del Suolo	A	B	C	D
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aree agricole con presenza di spazi naturali</li> <li>• Seminativi in aree non irrigue</li> <li>• Vigneti non irrigui</li> <li>• Colture temporanee associate a colture permanenti</li> <li>• Frutteti e frutti minori non irrigui</li> </ul>	62	71	78	81
Aree Urbane	92	92	92	92
Area residenziale	77	85	90	92
Bacini d'acqua	100	100	100	100
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo</li> <li>• Colture orticole a ciclo estivo autunnale/primaverile</li> <li>• Colture orticole a ciclo primaverile-estivo</li> <li>• Frutteti e frutteti minori irrigui</li> <li>• Oliveti irrigui</li> <li>• Sistemi colturali e particellari complessi</li> <li>• Vigneti irrigui</li> <li>• Sistemi colturali e particellari complessi</li> <li>• Vigneti irrigui</li> </ul>	72	81	88	91
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Zone Boscate	45	66	77	83

Sono state acquisite le informazioni sulla distribuzione delle diverse classi di uso del suolo presenti nel bacino in studio. Parallelamente, sono state individuate le classi di permeabilità dei terreni affioranti negli stessi bacini, attraverso l'attribuzione alle classi litologiche presenti i relativi gruppi di appartenenza. In tal modo, è stato possibile costruire una matrice di valori, derivanti dall'incrocio delle classi di permeabilità dei terreni con le relative classi di uso del suolo a cui

appartengono. Nello specifico, per quanto riguarda le classi di permeabilità da considerare nel calcolo matriciale del CN, è stata individuata la classe "C".

Considerando la media pesata delle diverse classi di uso del suolo e dei relativi valori del parametro CN, in relazione alle rispettive estensioni dei territori compresi, è risultato un valore medio ponderato del parametro CN III per il bacino idrografico di studio pari a 91.

## 10. Determinazione delle portate di piena di progetto

A valle della determinazione delle curve number, la prassi dell'analisi idrologica a scala di bacino richiede che venga determinata la massima portata al colmo di piena, per un assegnato tempo di ritorno, attesa nella sezione di chiusura del canale esaminato. Nel caso in esame è stato determinato il valore di progetto della variabile Q (portata di massima piena) ricorrendo al cosiddetto "metodo del Soil Conservation Service (SCS) – Curve Number (CN)".

Per la determinazione dei valori di portata di picco della massima piena registrabile, il metodo SCS si basa sulla seguente ipotesi fondamentale: il volume specifico di deflusso superficiale (pioggia efficace  $Pe$ ) è proporzionale all'altezza di pioggia totale  $P$  depurata dall'assorbimento iniziale  $I_a$  nel rapporto tra volume specifico infiltrato  $F=P-I_a-Pe$  e volume specifico di saturazione del terreno  $S$ . Da qui la formula seguente:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

In conseguenza di ciò, la portata di piena è pari a:

$$Q = 0,208 \cdot P_e \cdot \frac{A}{t_a}$$

dove:

Q = portata di massima piena ( $m^3/s$ )

Pe = pioggia efficace (mm)

A = area del bacino ( $km^2$ )

ta =  $0,5t_c+t_L$ , con  $t_c$  = tempo di corrivazione e  $t_L$  = tempo di ritardo

Quindi dai parametri morfometrici del bacino preso in esame e del reticolo idrografico al suo interno, è possibile determinare il valore delle portate potenziali di piena in corrispondenza della sezione di chiusura. Tali parametri si possono desumere dalla tabella seguente:

#### BACINO 1

H max (m)	415.63
H media (m)	370.33
H min (m)	338.07
Area bacino (kmq)	0.1
LFP (Km)	0.648
pendenza media bacino (%)	12.59
pendenza asta principale (%)	11.96914
CN (III)	91

#### BACINO 2

H max (m)	411.62
H media (m)	390.46
H min (m)	357.76
Area bacino (kmq)	0.03
LFP (Km)	0.358
pendenza media bacino (%)	13.9
pendenza asta principale (%)	15.04469
CN (III)	91

#### BACINO 3

H max (m)	409.8
H media (m)	372.53
H min (m)	337.93
Area bacino (kmq)	0.12
LFP (Km)	0.541
pendenza media bacino (%)	13.98
pendenza asta principale (%)	13.28466
CN (III)	91

#### BACINO 4

H max (m)	434.8
H media (m)	384.82

H min (m)	333.99
Area bacino (kmq)	0.14
LFP (Km)	0.719
pendenza media bacino (%)	13.95
pendenza asta principale (%)	14.02086
CN (III)	91

Il valore delle portate di piena in funzione dei tempi di ritorno presi come riferimento ai fini della presente analisi sono riportati nella Tabella che segue.

Tempi di Ritorno (anni)		30	200	500
Portata Bacino 1 Q (m <sup>3</sup> /s)		1.35	2.67	3.35

Tempi di Ritorno (anni)		30	200	500
Portata Bacino 2 Q (m <sup>3</sup> /s)		0.5	1.09	1.39

Tempi di Ritorno (anni)		30	200	500
Portata Bacino 2 Q (m <sup>3</sup> /s)		1.80	3.61	4.55

Tempi di Ritorno (anni)		30	200	500
Portata Bacino 2 Q (m <sup>3</sup> /s)		1.85	3.67	4.60

Q (m <sup>3</sup> /s)				
-----------------------	--	--	--	--

Infine per completare l'analisi idrologica del bacino è stato calcolato l'idrogramma di piena utilizzando la stima delle portate effettuate con il metodo **SCS-CN**.

L'Idrogramma unitario del **SCS** si costruisce a partire dall'idrogramma adimensionale di Mockus che è una curva, ricavata da numerosi idrogrammi unitari ottenuti durante eventi di piena registrati in bacini di differente estensione e posizione geografica, che mette in relazione il rapporto tra la generica portata **Q** all'istante **t** e la portata al colmo **Q<sub>p</sub>** che si verifica all'istante **t<sub>a</sub>** (durata della fase di crescita) con la variabile dimensionale **t/t<sub>a</sub>**.

Per il suddetto idrogramma unitario il 37,5% del volume totale di deflusso si verifica in corrispondenza della sola fase ascendente dell'idrogramma stesso, in altri termini il volume di deflusso corrispondente alla fase crescente dell'idrogramma è pari al 37,5% del volume totale di deflusso.

La portata di colmo **Q<sub>p</sub>** dell'idrogramma unitario si ottiene per **V=1**, pertanto:

$$Q_p = 0,208 \frac{A}{t_a}$$

la durata **t<sub>p</sub>** della precipitazione che produce l'idrogramma unitario viene correlata al tempo di accumulo **t<sub>a</sub>**, dalla seguente relazione:

$$t_p = 0,2 * t_a$$

Il tempo di accumulo **t<sub>a</sub>**, la durata della precipitazione **t<sub>p</sub>** e il tempo di ritardo **t<sub>L</sub>** sono legati dalle seguenti formule:

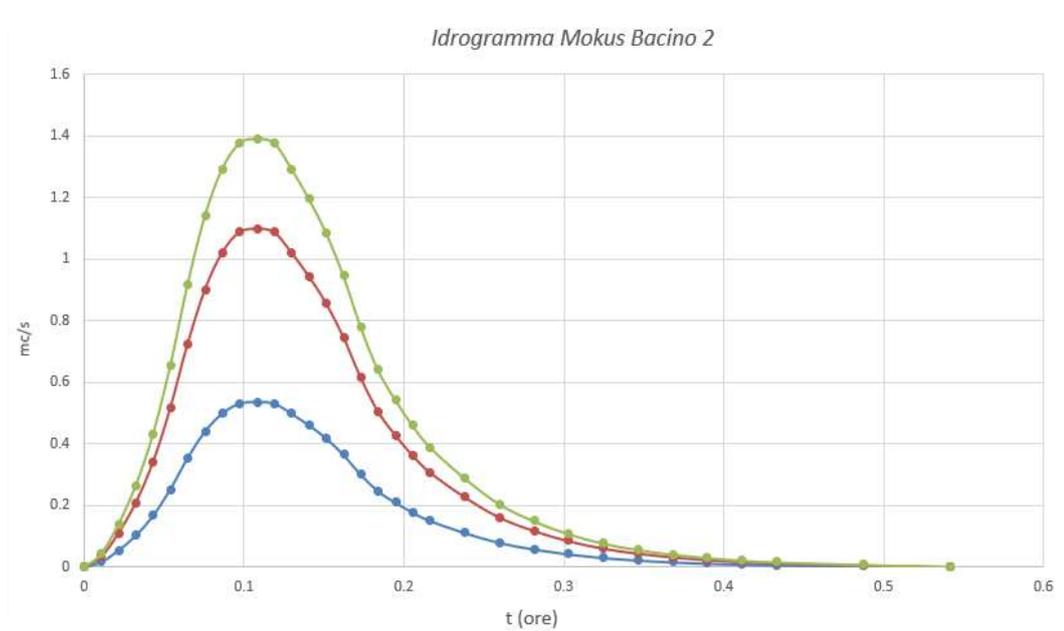
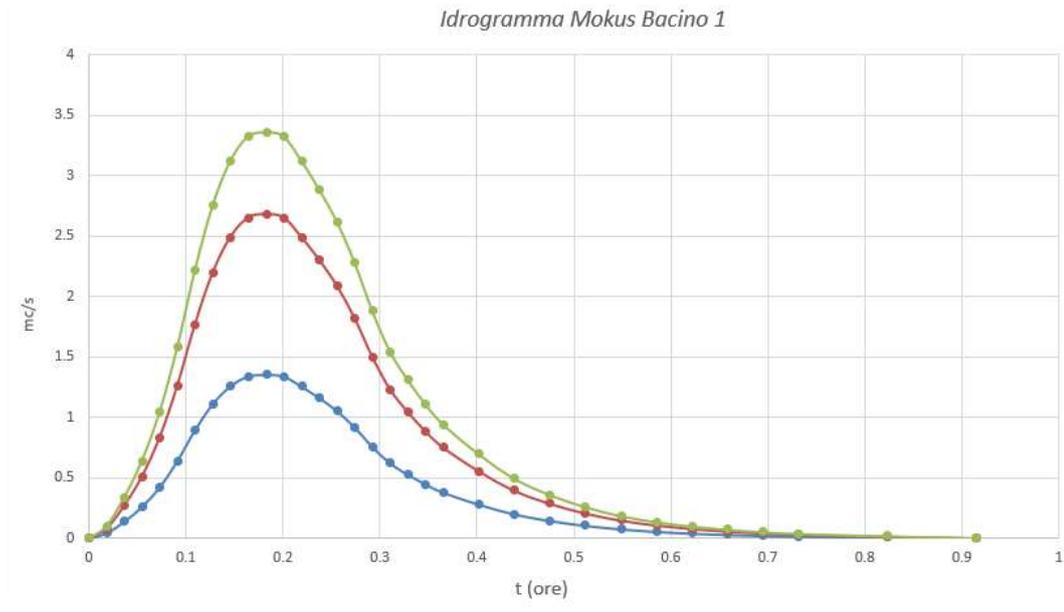
$$t_a = t_L / 0,9 \quad \text{e} \quad t_p = t_L / 4,5$$

Poiché le coordinate dell'idrogramma unitario di Mockus sono espresse in termini di **Q/Q<sub>p</sub>** e di **t/t<sub>a</sub>** bisogna calcolare per il bacino specifico il tempo di accumulo e la portata di picco con le formule sopra esposte.

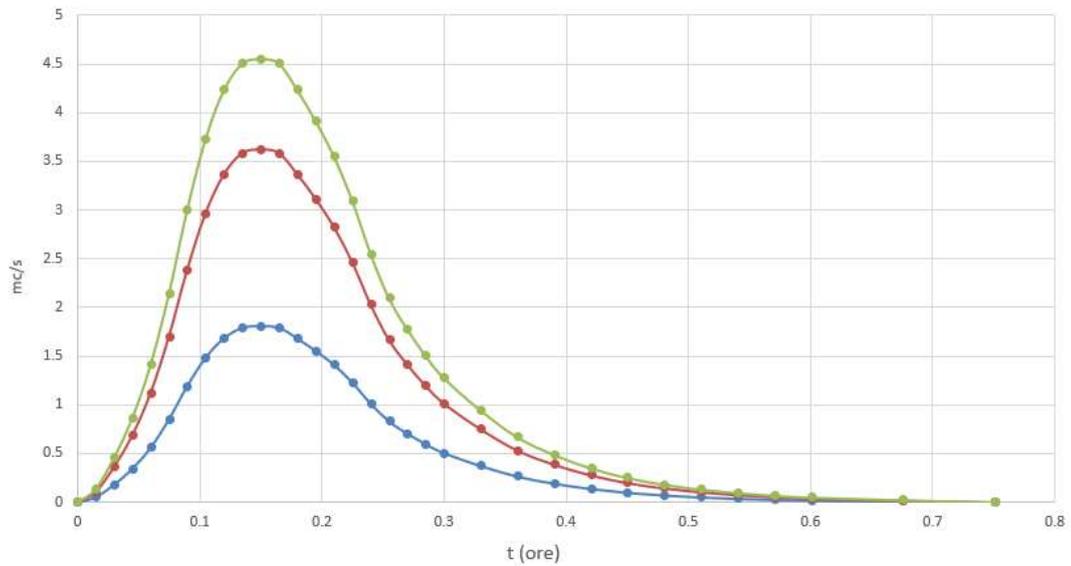
La determinazione dell'idrogramma unitario dei bacini, con caratteristiche geomorfologiche come precedentemente calcolate, consiste nell'amplificare

l'ascissa e l'ordinata dell'idrogramma unitario di Mockus mediante i due fattori  $t_a$  e  $Q_p$ .

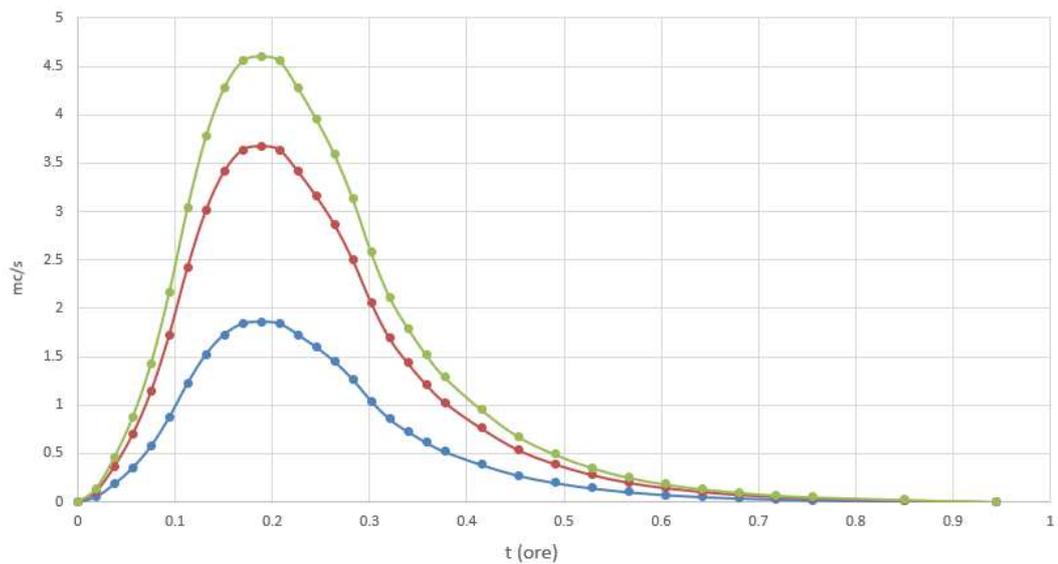
Si è infine ricavato "l'idrogramma delle piene con tempi di ritorno 500 anni, riportato di seguito:



*Idrogramma Mokus Bacino 3*



*Idrogramma Mokus Bacino 4*



## 11. Modellazione Idraulica bidimensionale

Al fine di caratterizzare l'assetto idraulico dell'area oggetto degli interventi si è provveduto ad effettuare delle simulazioni di moto vario, per eventi con tempi di ritorno 500 anni e come derivabili dall'analisi idrologica effettuata, in un dominio bidimensionale mediante il software Hec-Ras 6.3.

Per la generazione del Terrain è stato utilizzato il DTM alla risoluzione di 1 x 1 m richiesto al MASE.

Definito il dominio computazionale come riportato nelle figure seguenti, si è proceduto alla generazione della griglia di calcolo.

Si evidenzia che per la maglia di calcolo principale si è adottata la dimensione di 1 m e che non si è ritenuto opportuno, in modo cautelativo, modellare le "breaklines" di viabilità, fossi di guardia, compluvi, etc....

Si è considerato, inoltre, un'unica scabrezza per l'intero dominio caratterizzata da un coefficiente di Manning pari a 0.045.

Come condizioni al contorno sono stati utilizzati:

-a monte, l'idrogramma di piena come derivante dall'analisi idrologica (vedere figure seguenti) ubicato sulla frontiera del dominio di monte ed in corrispondenza dei compluvirappresentativi del reticolo della Carta Idrogeomorfologica;

- a valle, condizione di "*normal depth*" sulla frontiera del dominio di valle (vedere Figure seguenti);

Le simulazioni sono state effettuate in moto vario in un dominio bidimensionale (vedere Figure seguenti) con intervalli di calcolo di 0.5 secondi risolvendo le equazioni dell'onda dinamica ("*diffusion wave*").

### **11.1 Analisi dei risultati**

Nelle figure che seguono si riportano i principali risultati delle simulazioni bidimensionali del reticolo interferente con l'area oggetto di intervento.

L'indicazione di allagamento di una superficie non è di per sé un fattore di pericolosità, particolari condizioni di allagamento però possono mettere in condizioni di pericolo le persone presenti nelle aree in cui essi si verificano.

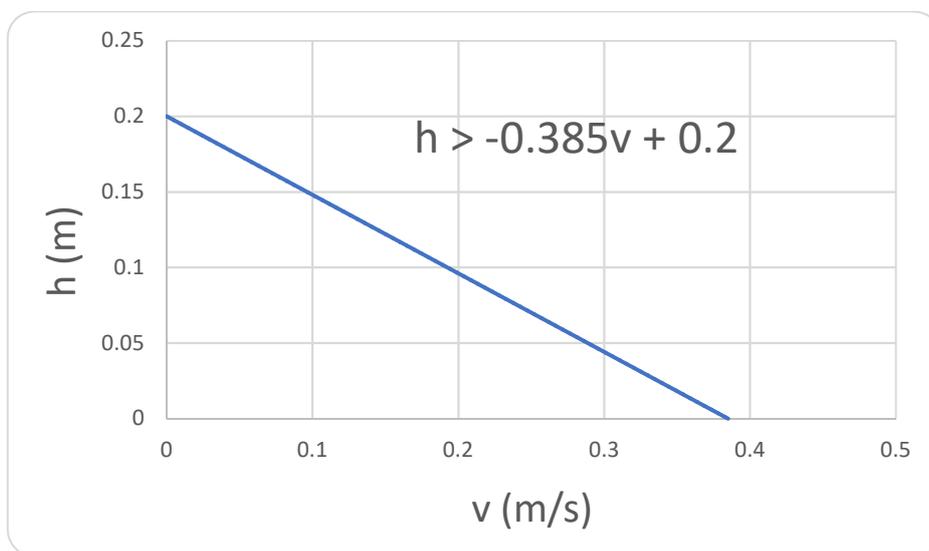
Oltre al tirante idrico, i fattori che influiscono sul livello di pericolo sono la velocità di scorrimento idrico e la persistenza del fenomeno. Infatti un allagamento che presenta un tirante idrico di 0,1 metri risulta diverso da quello derivante da 2 metri, anche se si verifica con lo stesso tempo di ritorno. Al contrario, se il primo possiede una elevata velocità di scorrimento, potrebbe diventare più pericoloso del secondo valore se fosse quest'ultimo quasi statico.

L'Autorità di Bacino della Puglia non dà indicazioni a riguardo, tuttavia nella Puglia, sono state adottate nel tempo diversi criteri in funzioni di valutazioni e scelte effettuate dai progettisti.

Sono stati assunti come limiti di rappresentazione della pericolosità, e quindi della vulnerabilità idraulica, i seguenti limiti:

- *tirante idrico*  $> 0,2$  m;
- *velocità*  $> 0,3$  m/s.

Che risultano comunque molto cautelativi rispetto ai limiti proposti dalla letteratura tecnica.



*Relazione analitica di taglio applicata per  $t_r = 500$  anni (le coppie di valori  $h, v$  sottese dalla curva di taglio sono state filtrate).*

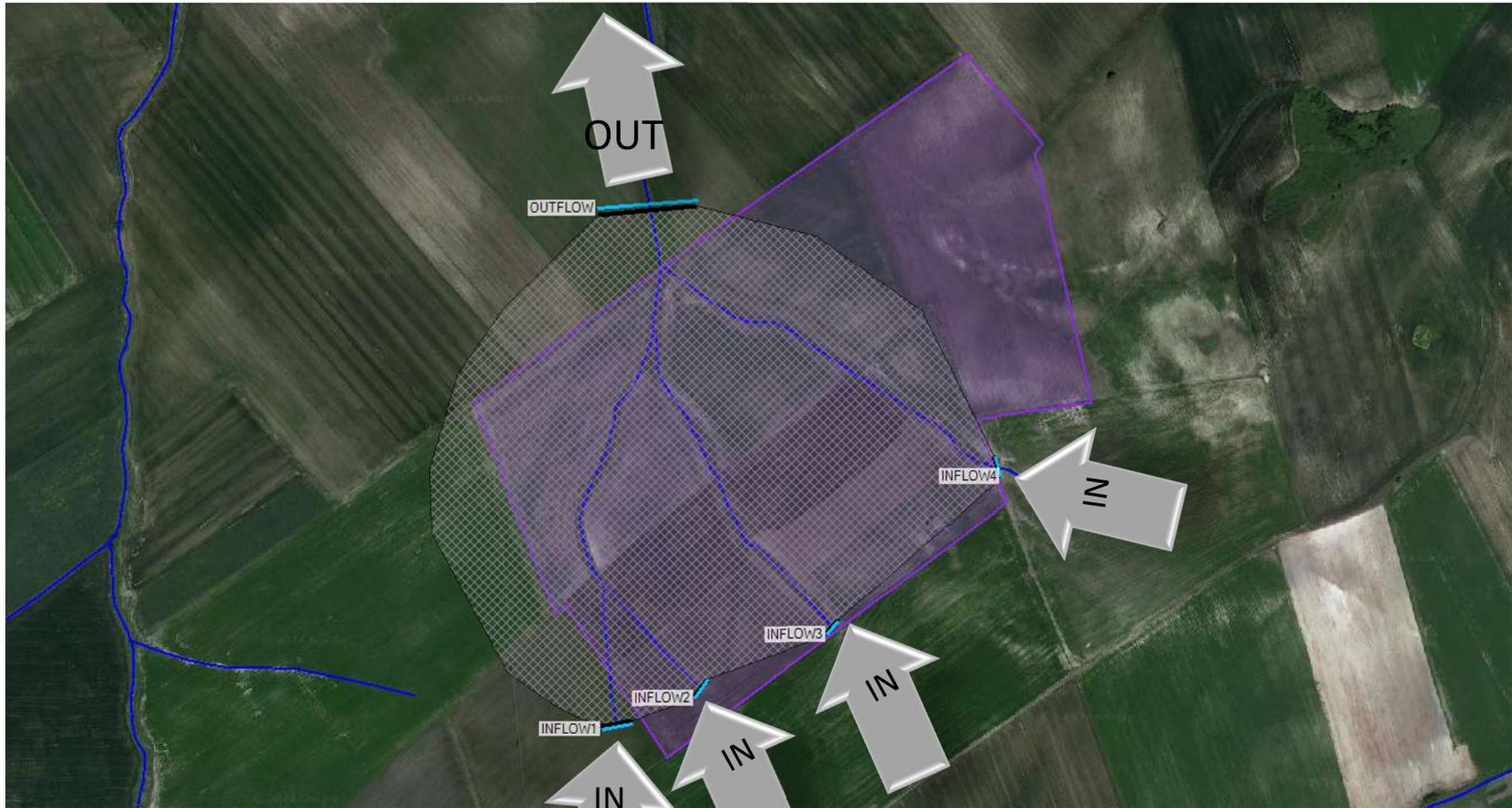
Dal punto di vista operativo si è proceduto al taglio mediante il comando QGis chiamato "Calcolatore Raster", ove il comando ha generato un nuovo raster nel caso venisse soddisfatta la seguente disequazione:

$$h > 0,2 - 0,385 * v$$

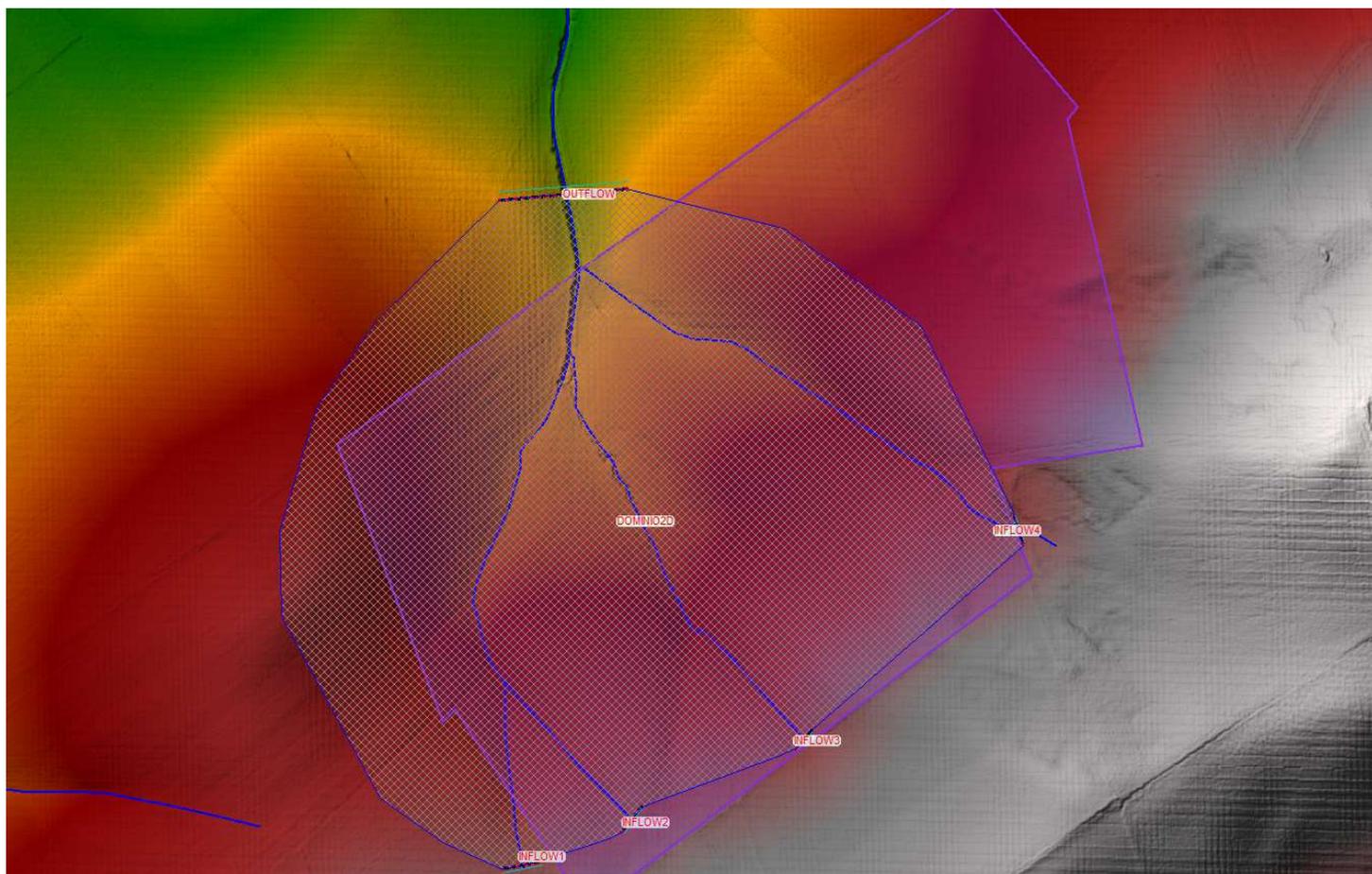
In cui " $h$ " e " $v$ " sono rispettivamente i valori delle celle dei rasters del tirante e velocità.

Lo studio condotto, alla luce della rappresentazione delle aree allagabili ottenute per i tempi di ritorno 500 anni, evidenzia come la porzione dell'area di studio interessata dalla realizzazione dell'impianto agrovoltaico, non siano interessate

dagli eventi di piena con tempi di ritorno di 500 anni risultando quindi in sicurezza idraulica.



Dominio di Calcolo 2D



Dominio di calcolo con le relative condizioni al contorno di monte e di valle, su DTM 1x1 m.



Unsteady Flow Data - MOFFAZD

File Options Help

Description: [ ]

Boundary Conditions | Initial Conditions | Meteorological Data | Observed Data

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev. Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add Conn ... Add Pump Sta ... Add Pipe Node ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition
1	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW1	Flow Hydrograph
2	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW3	Flow Hydrograph
3	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW4	Flow Hydrograph
4	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW5	Flow Hydrograph

Storage/2D Flow Areas

Storage/2D Flow Areas	Boundary Condition
1	DOMINIO2D BCLine: INFLOW1 Flow Hydrograph
2	DOMINIO2D BCLine: INFLOW3 Flow Hydrograph
3	DOMINIO2D BCLine: INFLOW4 Flow Hydrograph
4	DOMINIO2D BCLine: INFLOW5 Flow Hydrograph

Time Series

File Options

Legend

- Flow Hydrograph

**Flow Hydrograph**

2D: DOMINIO2D BCLine: INFLOW3

Read from DSS before simulation [ Select DSS file and Path ]

File: [ ]

Path: [ ]

Enter Table Data time interval: 1 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 01FEB2008 Time: 2400

Fixed Start Time: Date: 01FEB2008 Time: 2400

No. Ordinates | Interpolate Missing Values | Del Row | Ins Row

Hydrograph Data	
Date	Simulation Time (hours)
01Feb2008 2400	0:00:00
02Feb2008 0001	0:01:00
02Feb2008 0002	0:02:00
02Feb2008 0003	0:03:00
02Feb2008 0004	0:04:00
02Feb2008 0005	0:05:00
02Feb2008 0006	0:06:00
02Feb2008 0007	0:07:00
02Feb2008 0008	0:08:00
02Feb2008 0009	0:09:00
02Feb2008 0010	0:10:00
02Feb2008 0011	0:11:00
02Feb2008 0012	0:12:00
02Feb2008 0013	0:13:00
02Feb2008 0014	0:14:00
02Feb2008 0015	0:15:00
02Feb2008 0016	0:16:00
02Feb2008 0017	0:17:00
02Feb2008 0018	0:18:00
02Feb2008 0019	0:19:00
02Feb2008 0020	0:20:00
02Feb2008 0021	0:21:00
02Feb2008 0022	0:22:00
02Feb2008 0023	0:23:00
02Feb2008 0024	0:24:00
02Feb2008 0025	0:25:00
02Feb2008 0026	0:26:00
02Feb2008 0027	0:27:00
02Feb2008 0028	0:28:00
02Feb2008 0029	0:29:00
02Feb2008 0030	0:30:00
02Feb2008 0031	0:31:00
02Feb2008 0032	0:32:00
02Feb2008 0033	0:33:00
02Feb2008 0034	0:34:00
02Feb2008 0035	0:35:00
02Feb2008 0036	0:36:00
02Feb2008 0037	0:37:00

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step): [ ]

Min Flow: [ ] Multiplier: [ ] EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.001 [ ] TW Check

Condizioni di monte (500 anni) – Bacino 2

Unsteady Flow Data - MOFFA2D  
 File Options Help

Description: [ ]

Boundary Conditions | Initial Conditions | Meteorological Data | Observed Data

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

**Add Boundary Condition Location**

Add RS ... Add SA/ZD Flow Area ... Add Conn ... Add Pump Sta ... Add Pipe Node ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition

**Storage/ZD Flow Areas**

	BCLine	Boundary Condition	
1	DOMINIOZD	INFLOW1	Flow Hydrograph
2	DOMINIOZD	INFLOW3	Flow Hydrograph
3	DOMINIOZD	INFLOW4	Flow Hydrograph
4	DOMINIOZD	INFLOW5	Flow Hydrograph

**Time Series**

File Options

**Flow Hydrograph**

ZD: DOMINIOZD BCLine: INFLOW4

Read from DSS before simulation [ Select DSS file and Path ]

File: [ ]  
 Path: [ ]

Enter Table Data time interval: 1 Minute

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 01FEB2008 Time: 2400  
 Fixed Start Time: Date: 01FEB2008 Time: 2400

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

No. Ordinates	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m3/s)
1	01Feb2008 2400	0:00:00	0
2	02Feb2008 0001	0:01:00	0.46
3	02Feb2008 0002	0:02:00	0.885
4	02Feb2008 0003	0:03:00	1.31
5	02Feb2008 0004	0:04:00	1.735
6	02Feb2008 0005	0:05:00	2.16
7	02Feb2008 0006	0:06:00	2.76
8	02Feb2008 0007	0:07:00	3.36
9	02Feb2008 0008	0:08:00	3.96
10	02Feb2008 0009	0:09:00	4.56
11	02Feb2008 0010	0:10:00	4.6
12	02Feb2008 0011	0:11:00	4.58
13	02Feb2008 0012	0:12:00	4.56
14	02Feb2008 0013	0:13:00	4.23
15	02Feb2008 0014	0:14:00	3.9
16	02Feb2008 0015	0:15:00	3.57
17	02Feb2008 0016	0:16:00	3.24
18	02Feb2008 0017	0:17:00	2.91
19	02Feb2008 0018	0:18:00	2.58
20	02Feb2008 0019	0:19:00	2.406
21	02Feb2008 0020	0:20:00	2.232
22	02Feb2008 0021	0:21:00	2.058
23	02Feb2008 0022	0:22:00	1.883
24	02Feb2008 0023	0:23:00	1.709
25	02Feb2008 0024	0:24:00	1.535
26	02Feb2008 0025	0:25:00	1.361
27	02Feb2008 0026	0:26:00	1.187
28	02Feb2008 0027	0:27:00	1.013
29	02Feb2008 0028	0:28:00	0.838
30	02Feb2008 0029	0:29:00	0.664
31	02Feb2008 0030	0:30:00	0.49
32	02Feb2008 0031	0:31:00	0.445
33	02Feb2008 0032	0:32:00	0.4
34	02Feb2008 0033	0:33:00	0.355
35	02Feb2008 0034	0:34:00	0.31
36	02Feb2008 0035	0:35:00	0.265
37	02Feb2008 0036	0:36:00	0.22
38	02Feb2008 0037	0:37:00	0.175

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step): [ ]

Min Flow: [ ] Multiplier: [ ] EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.05  TW Check

Condizioni di monte (500 anni) – Bacino 3

Unsteady Flow Data - MOFFAZ2  
 File Options Help

Description:

Boundary Conditions | Initial Conditions | Meteorological Data | Observed Data

**Boundary Condition Types**

Stage Hydrograph	Flow Hydrograph	Stage/Flow Hydr.	Rating Curve
Normal Depth	Lateral Inflow Hydr.	Uniform Lateral Inflow	Groundwater Interflow
T.S. Gate Openings	Elev. Controlled Gates	Navigation Dams	IB Stage/Flow
Rules	Precipitation		

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add Conn. ... Add Pump Sta. ... Add Pipe Node ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

River	Reach	RS	Boundary Condition

**Storage/2D Flow Areas**

	Reach	Boundary Condition
1	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW1 Flow Hydrograph
2	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW3 Flow Hydrograph
3	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW4 Flow Hydrograph
4	DOMINIO2D	BCLine: INFLOW2 Flow Hydrograph
5	Time Series	

**Time Series**  
 File Options

**Flow Hydrograph**  
 2D: DOMINIO2D BCLine: INFLOW2

Read from DSS before simulation

File:   
 Path:

Enter Table

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 01FEB2008 Time: 2400  
 Fixed Start Time: Date: 01FEB2008 Time: 2400

No. Ordinates | Interpolate Missing Values | Del Row | Ins Row

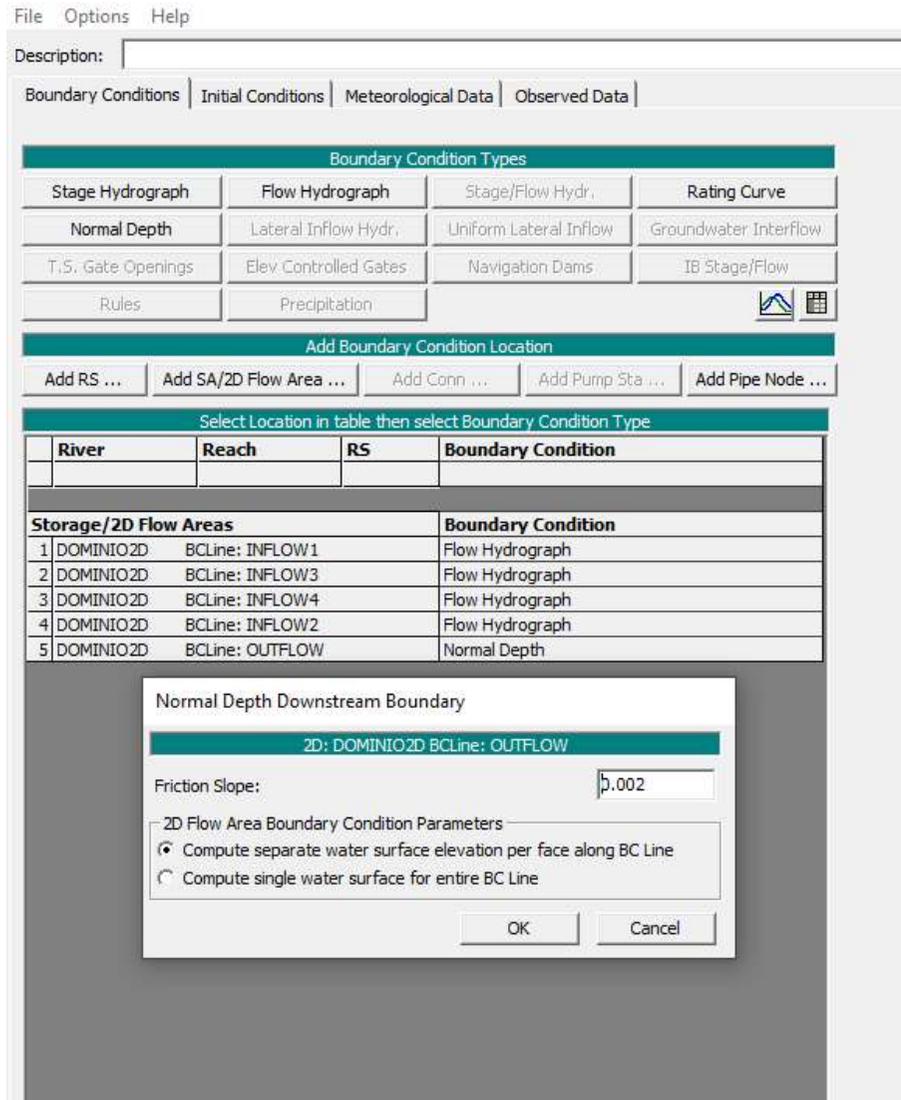
No. Ordinates	Date	Simulation Time (hours)	Flow (m³/s)
1	01Feb2008 2400	0:00:00	0
2	02Feb2008 0001	0:01:00	0.217
3	02Feb2008 0002	0:02:00	0.433
4	02Feb2008 0003	0:03:00	0.65
5	02Feb2008 0004	0:04:00	1.29
6	02Feb2008 0005	0:05:00	1.37
7	02Feb2008 0006	0:06:00	1.39
8	02Feb2008 0007	0:07:00	1.37
9	02Feb2008 0008	0:08:00	1.225
10	02Feb2008 0009	0:09:00	1.08
11	02Feb2008 0010	0:10:00	0.87
12	02Feb2008 0011	0:11:00	0.66
13	02Feb2008 0012	0:12:00	0.45
14	02Feb2008 0013	0:13:00	0.404
15	02Feb2008 0014	0:14:00	0.359
16	02Feb2008 0015	0:15:00	0.313
17	02Feb2008 0016	0:16:00	0.268
18	02Feb2008 0017	0:17:00	0.222
19	02Feb2008 0018	0:18:00	0.177
20	02Feb2008 0019	0:19:00	0.131
21	02Feb2008 0020	0:20:00	0.086
22	02Feb2008 0021	0:21:00	0.04
23	02Feb2008 0022	0:22:00	0.036
24	02Feb2008 0023	0:23:00	0.033
25	02Feb2008 0024	0:24:00	0.029
26	02Feb2008 0025	0:25:00	0.025
27	02Feb2008 0026	0:26:00	0.022
28	02Feb2008 0027	0:27:00	0.018
29	02Feb2008 0028	0:28:00	0.015
30	02Feb2008 0029	0:29:00	0.011
31	02Feb2008 0030	0:30:00	0.007
32	02Feb2008 0031	0:31:00	0.004
33	02Feb2008 0032	0:32:00	0
34	02Feb2008 0033	0:33:00	0
35	02Feb2008 0034	0:34:00	0
36	02Feb2008 0035	0:35:00	0
37	02Feb2008 0036	0:36:00	0
38	02Feb2008 0037	0:37:00	0

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step  
 Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow:  Multiplier:  EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.008  TW Check

Condizioni di monte (500 anni) – Bacino 4



Condizioni di valle



Tiranti Idrici Massimi (Tr 500 anni)



Tiranti Idrici Massimi (Tr 500 anni) su layout di progetto

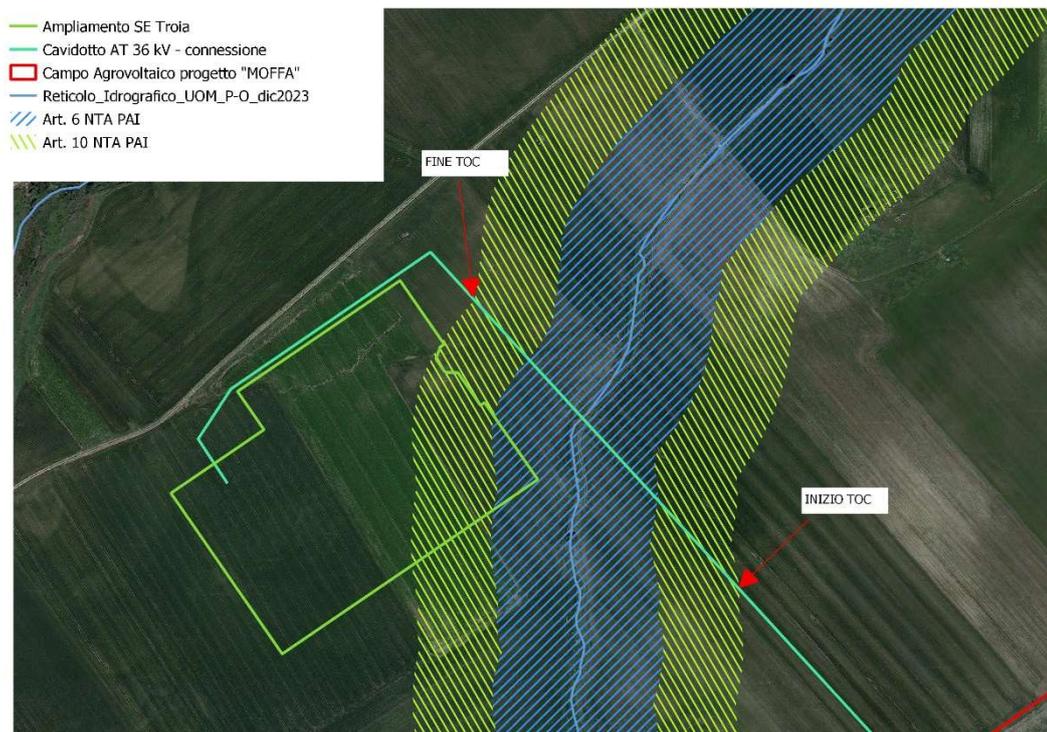


Tiranti Idrici Massimi (Tr 500 anni) su layout di progetto - 2

## **12.Opere di connessione alla RTN**

Come già menzionato al paragrafo 1, la soluzione tecnica di connessione prevede che l'impianto sia collegato in antenna a 36 kV sul futuro ampliamento della stazione elettrica di trasformazione 380/150 kV denominata "Troia". Quindi la connessione dell'impianto agroFV avverrà sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica Terna, che sarà posizionata a circa 500 metri a nord-ovest dall'area impianto. Il cavidotto per la connessione tra l'impianto agrovoltaiico e la stazione elettrica Terna di nuova realizzazione, totalmente interrato, avrà una lunghezza di circa 1,2 km, ed insisterà su terreni privati prima di arrivare all'area della nuova Stazione elettrica.

Rispetto ai tratti del cavidotto interferenti con il reticolo idrografico presente, si evidenzia che lo stesso interseca un ramo di reticolo a ridosso della futura S.E. di Terna. Per questo tratto si è deciso di utilizzare la metodologia di posa in opera (T.O.C.) consentendo al cavidotto di superare, ad una profondità non inferiore ai 1.5 m al di sotto dell'alveo intersecato, la fascia di rispetto di 150 m definita dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI. In tal maniera si garantisce, allo stesso tempo, un ampio margine di sicurezza idraulica sia nei confronti dei deflussi superficiali che di quelli (eventuali) sotterranei.



Rappresentazione punto inizio e fine T.O.C. cavidotto

### 13. Conclusioni

Dallo studio idrologico-idraulico con modellazione bidimensionale, condotto utilizzando gli strumenti forniti dai software di analisi geospaziale open source QGis, dal programma di modellazione dei canali a cielo aperto naturali e/o artificiali sviluppato da Hydrologic Engineering Center del U.S. Army Corps e in base ai dati idro-geo-morfologici disponibili sul sito [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it) (DTM Puglia, CTR Puglia, Carta di Uso del Suolo, Carta Idrogeomorfologica) nonché DTM alla risoluzione di 1 m richiesto al MiTE, è stato possibile dedurre che il sito oggetto degli interventi non è interessato dal deflusso idrico all'interno dei corsi d'acqua episodici presi in considerazione nel caso di eventi meteorici con tempi di ritorno di 500 anni risultando quindi in sicurezza idraulica. Per tutto quanto valutato, gli interventi in progetto, non determinano aggravio dell'assetto idraulico esistente e risultano compatibili con le finalità e le prescrizioni del PAI/P.

Rispetto ai tratti del cavidotto interferenti con il reticolo idrografico presente, si evidenzia che lo stesso interseca un ramo di reticolo a ridosso della futura S.E. di

Terna. Per questo tratto si è deciso di utilizzare la metodologia di posa in opera (T.O.C.) consentendo al cavidotto di superare, ad una profondità non inferiore ai 1.5 m al di sotto dell'alveo intersecato, la fascia di rispetto di 150 m definita dagli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI. In tal maniera si garantisce, allo stesso tempo, un ampio margine di sicurezza idraulica sia nei confronti dei deflussi superficiali che di quelli (eventuali) sotterranei.

In riferimento, invece, alla pericolosità geomorfologica PG1 l'intervento risulta ammissibile ai sensi dell'art. 15 delle NTA del PAI ed inoltre per le sue caratteristiche non andrà a modificare l'attuale assetto morfologico dell'area né tantomeno ad aumentare l'attuale livello di pericolosità geomorfologica vigente. Infatti le opere a farsi saranno prefabbricate. Pertanto gli scavi a farsi risulteranno del tutto esigui ed interesseranno solo la prima porzione di terreno vegetale senza la possibilità, di fatto, di innescare o favorire eventuali movimenti franosi.

Il cavidotto, invece, richiederà uno scavo di circa 1.5 m fino ad un massimo di 3 m (dove esiste interferenza con il reticolo idrografico) e comunque al termine delle operazioni di messa in opera del cavidotto, verrà ripristinato l'originario stato dei luoghi.

Si sottolinea, infine, che trattandosi di interventi compatibili ai sensi dell'art. 15 delle NTA del PAI ed allo stesso tempo tra quelli elencati al comma 1 lett. g dell'art. 4 della LR 19/2013, il parere tecnico previsto dai commi 4 e 5 dell'art. 11 delle NTA del PAI è attribuito alla competenza degli uffici tecnici comunali.

Pertanto in relazione allo stato attuale dei luoghi, ai dati a disposizione ed alle risultanze dello studio condotto, si può affermare che l'intervento per le sue caratteristiche, non determina alterazioni agli aspetti idro-geo-morfologici dell'area d'interesse risultando quindi del tutto compatibile con le caratteristiche idrologiche, idrauliche, geologiche e geotecniche dell'area.

Francavilla Fontana, 08/03/2024

dott. Geol. Antonello FABIANO

