

IMPIANTO AGROVOLTAICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE SOLARE DENOMINATO IMPIANTO "SPOT26" DI POTENZA NOMINALE PARI A 10,55 MW, DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI GUAGNANO (BR)

CONNESSIONE ALLA RTN TRAMITE REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA CABINA DI CONSEGNA COLLEGATA IN ANTENNA DALLA FUTURA CABINA PRIMARIA AT/MT "CELLINO"

PROGETTO DEFINITIVO
Id AU 2V7IYQ2

| | |
|-------|--|
| Tav.: | Titolo: |
| 03 | Studio di compatibilità idraulica e idrologica |

| | | |
|--------|-----------------|---------------------------------|
| Scala: | Formato Stampa: | Codice Identificatore Elaborato |
| - | A4 | 2V7IYQ2_RelazioneIdraulica_01 |

| | |
|--|---|
| Progettazione: | Committente: |
|  Dott. Ing. Fabio CALCARELLA Via B. Ravenna, 14 - 73100 Lecce Mob. +39 340 9243575 fabio.calcarella@gmail.com Pec: fabio.calcarella@ingpec.eu | HEPV07 S.r.l. Via Alto Adige, 160 - 38121 Trento tel +39 0461 1732700 - fax +39 0461 1732799 e.mail: info@heliopolis.eu - pec: hepv07srl@pec.it |
| Dott. Geol. Gianluca SELLERI Via Francesco Lo RE, 6 73100 - LECCE Tel: +39 3929534082 E-mail: geologgianlucaselleri@gmail.com |  |

| Data | Motivo della revisione: | Redatto: | Controllato: | Approvato: |
|------------|-------------------------|----------|--------------|---------------|
| Marzo 2022 | Prima emissione | STC | FC | HEPV07 S.r.l. |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Comune di Guagnano

Provincia di Lecce

***Progetto di un impianto fotovoltaico denominato
SPOT 26 da realizzarsi sul territorio del Comune
di Guagnano***

Relazione idraulica

Il Tecnico

Dott. Geol. Gianluca Selleri



Lecce, dicembre 2019

Sommario

| | |
|--|----|
| 1. PREMESSA | 2 |
| Area A - Analisi Idraulica | 2 |
| 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO | 4 |
| 2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI E DINAMICA AMBIENTALE | 5 |
| 3. CARATTERI ALTIMETRICI, MORFOLOGICI ED IDROLOGICI DESUNTI DAL DTM REGIONE PUGLIA..... | 7 |
| 4. STUDIO IDROLOGICO | 8 |
| 4.1 Metodo di studio | 8 |
| 4.2 Calcolo dell'evento critico di pioggia | 10 |
| 4.3 Calcolo dei volumi..... | 15 |
| 5. CARATTERI IDRAULICI | 17 |
| Area B - Analisi Idraulica | 20 |
| 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO | 22 |
| 2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI E DINAMICA AMBIENTALE | 22 |
| 3. CARATTERI ALTIMETRICI, MORFOLOGICI ED IDROLOGICI DESUNTI DAL DTM REGIONE PUGLIA..... | 23 |
| 4. STUDIO IDRAULICO | 25 |
| 4.1 Verifiche idrauliche: input..... | 27 |
| 4.1.1 Dati geometrici | 28 |
| 4.1.2 Dati idraulici..... | 33 |
| 4.2 Verifiche idrauliche: output..... | 33 |



Fig. 1.1 – Rete idrografica della Carta Idrogeomorfologica

Lo studio è stato svolto a scala di bacino. L'analisi dei dati è stata condotta con i software Quantum GIS e GRASS Gis, integrando i dati di rilievo originali (dati geologico-stratigrafici, permeabilità dei terreni, uso del suolo) con quelli di letteratura specialistica disponibili sul sito <http://www.sit.puglia.it/>

sito di interesse è interamente ricompreso nel sottobacino della Vora di masseria Camarda che ha intercettato un segmento di questa rete idrografica scollegandolo idraulicamente dal resto del reticolo. In realtà una breve valle morta, poco evidente morfologicamente, garantisce comunque il collegamento idraulico di questo elemento con il resto della rete idrografica durante gli eventi meteorici più importanti.

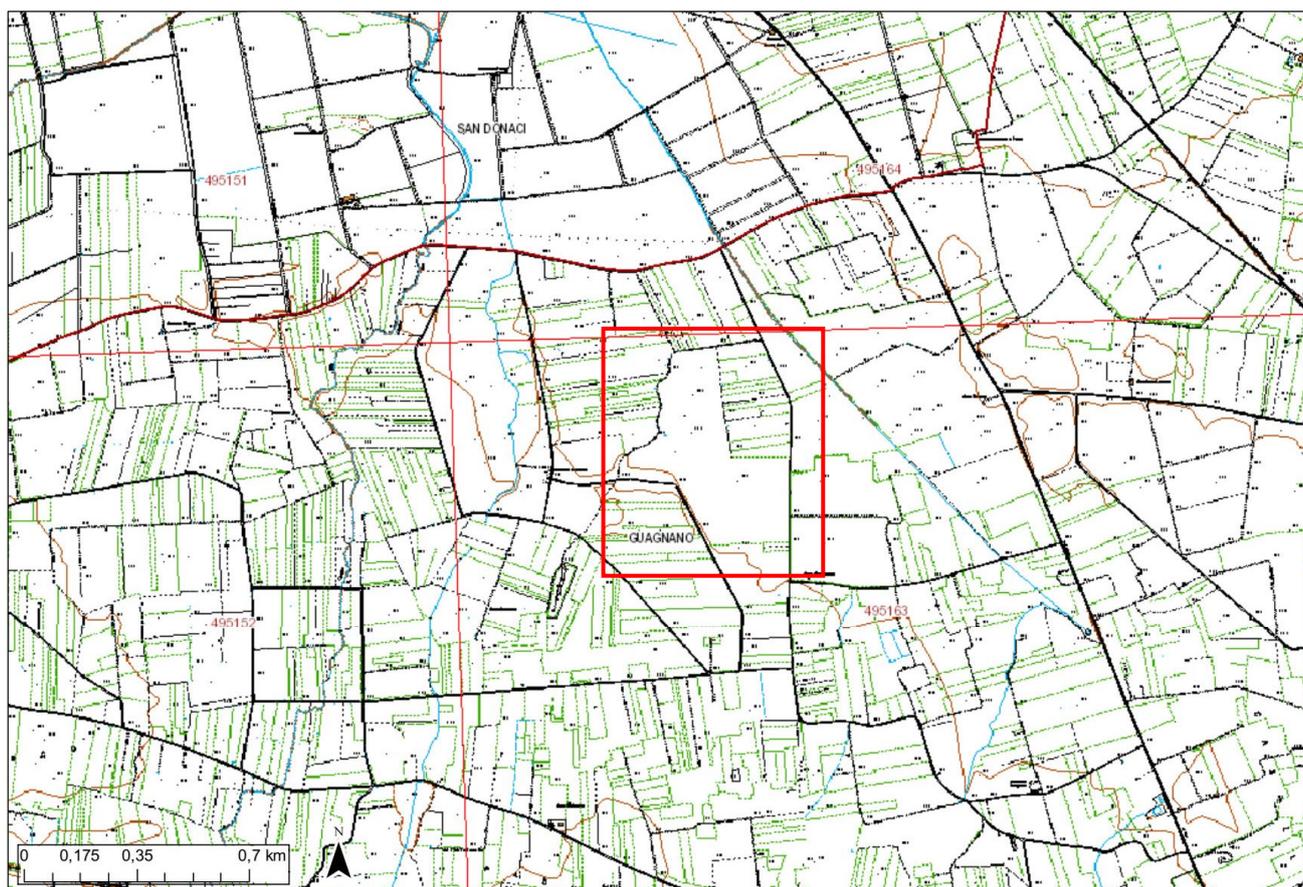


Fig. 2.1 – Stralcio della CTR Puglia 2006

2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI E DINAMICA AMBIENTALE

La dinamica geomorfologica e la pericolosità geologica in atto nel settore in cui ricade il sito di progetto sono connesse principalmente all'azione delle acque di corrivazione, al carsismo ed alle modalità e condizioni di distribuzione delle aree di allagamento dove, in occasione degli venti meteorici intensi, si accumulano proprio le acque di corrivazione². Il sito, infatti,

² Il Piano di Assetto Idrogeologico vigente non riconosce in corrispondenza del sito di progetto e del suo immediato intorno nessuna area a pericolosità geomorfologica o idraulica; purtuttavia, la presenza delle due linee di impluvio classificate sulla Carta Idrogeomorfologica come "corso d'acqua episodico" assoggetta le aree di intervento alle prescrizioni dell'Art. 6 delle NTA del PAI.

come già rilevato ricade nel sottobacino idrografico endoreico della Vora di Masseria Camarda (parte del più vasto bacino della Palude Balsamo).

Il bacino endoreico che insiste intorno alla vora di Masseria Camarda è stato perimetrato utilizzando come dato altimetrico il DTM con maglia 8 m x 8 m della Regione Puglia ed è risultato esteso 1248847 mq (Tavola 1); la sua forma è allungata da Nord a Sud. Lungo il dupludio che segna il perimetro del bacino, sul lato nord-orientale, esiste una soglia morfologica che funziona da scolmatore naturale che si attiva durante gli eventi meteorici intensi e permette lo sversamento delle piene in uno dei principali canali di bonifica che confluiscono nella Palude Balsamo.

Nel perimetro del bacino endoreico della vora di masseria camarda sono state riconosciute (sempre attraverso il DTM Puglia) 7 conche alluvionali pertanto è possibile suddividere il bacino in 7 sottobacini (Tavola 2) interconnessi idraulicamente secondo una organizzazione di tipo "a cascata" (Fig. 3.1B).

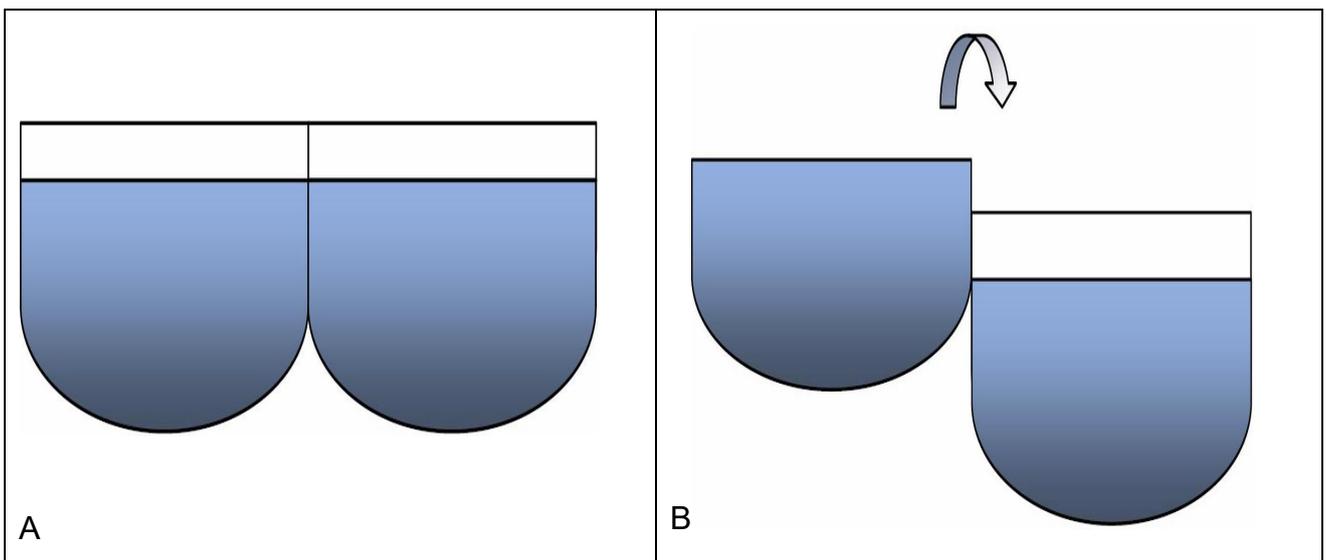


Fig. 3.1 - Schema grafico del rapporto funzionale tra conche alluvionali : indipendenza (A); "a cascata" (B)

Ogni sottobacino ha una soglia morfologica che funziona come un vero e proprio scolmatore pertanto quando nel sottobacino di monte gli afflussi (pioggia netta) superano il volume invasabile si determina un deflusso verso il sottobacino di valle idraulicamente sottostante. Qui il volume di piena è determinato dunque sia dalla pioggia netta direttamente precipitata nei limiti del sottobacino stesso ma anche dai deflussi provenienti dai sottobacini di monte.

3. CARATTERI ALTIMETRICI, MORFOLOGICI ED IDROLOGICI DESUNTI DAL DTM REGIONE PUGLIA

I 7 sottobacini in cui è stato suddiviso il bacino di interesse hanno i seguenti caratteri geometrici (estratti dal DTM Puglia con maglia elementare di 8 m x 8 m):

| Nome sottobacino | | BC_A |
|-----------------------------|----------------------|-------------|
| Superficie | S (kmq) | 0,467255 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 41,39 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 39,24 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 36,17 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,0096 |
| Quota soglia di scollamento | (m) | 38,39 |

| Nome sotto bacino | | BC_B |
|-----------------------------|----------------------|-------------|
| Superficie | S (kmq) | 0,054915 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 40,35 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 39,32 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 38,76 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,89 |
| Quota soglia di scollamento | (m) | 39,07 |

| Nome sottobacino | | BC_C |
|-----------------------------|----------------------|-------------|
| Superficie | S (kmq) | 0,331656 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 45,51 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 41,62 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 39,41 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,92 |
| Quota soglia di scollamento | (m) | 39,90 |

| Nome sottobacino | | BC_D |
|-----------------------------|----------------------|-------------|
| Superficie | S (kmq) | 0,117374 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 43,06 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 41,6 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 40,3 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,84 |
| Quota soglia di scollamento | (m) | 40,86 |

| Nome sottobacino | | BC_E |
|-------------------------|----------------------|-------------|
| Superficie | S (kmq) | 0,166052 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 45,84 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 43,64 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 42,15 |
| Pendenza media versanti | i _v | 1,04 |

| | | |
|-----------------------------|-----|-------|
| Quota soglia di scollamento | (m) | 42,68 |
|-----------------------------|-----|-------|

| Nome sottobacino | | BC_F |
|-----------------------------|----------------------|-------------|
| Superficie | S (kmq) | 0,065398 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 46,3 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 45,32 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 44,21 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,95 |
| Quota soglia di scollamento | (m) | 44,65 |

| Nome sottobacino | | BC_G |
|-----------------------------|----------------------|-------------|
| Superficie | S (kmq) | 0,048941 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 46,69 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 46,04 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 45,36 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,88 |
| Quota soglia di scollamento | (m) | 45,83 |

4. STUDIO IDROLOGICO

4.1 Metodo di studio

Nei bacini endoreici le criticità idrauliche non sono attribuibili al passaggio del colmo di una piena lungo una direttrice principale di deflusso bensì all'accumulo nelle zone morfologicamente depresse dei deflussi superficiali diffusi originati dall'evento che massimizza i volumi di piena; lo studio idraulico di tali bacini avrà quindi la finalità di individuare le altezze idriche che, per i diversi tempi di ritorno degli eventi, si instaurano all'interno delle depressioni morfologiche del territorio di interesse.

In tutti questi casi per la valutazione della pericolosità idraulica trova applicazione il modello di Horton che permette di valutare il valore della capacità di infiltrazione reale nel tempo $f(t)$ per ogni litologia affiorante nell'area di bacino drenante afferente al recapito finale endoreico.

Secondo tale modello, la variazione della capacità di infiltrazione potenziale nel tempo risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione f_c .

La suddetta condizione di saturazione viene raggiunta asintoticamente a partire da un valore iniziale f_0 , secondo modalità temporali dettate essenzialmente da una costante k che rappresenta la rapidità di esaurimento di f secondo una legge esponenziale di equazione:

$$f(t) = f_c + (f_0 - f_c) \cdot e^{-t/k}$$

I tre parametri del modello sono in linea di principio tarati sulla base di osservazioni dirette effettuate sul bacino di interesse e sui suoli ivi presenti.

Nella implementazione del modello semidistribuito si fa riferimento, per i parametri f_0 ed f_c , ai valori di letteratura (riportati in tabella) associati ai gruppi di permeabilità del SCS.

| GRUPPO SCS | f_0 [mm/h] | f_c [mm/h] | k [h ⁻¹] |
|------------|--------------|--------------|------------------------|
| A | 250 | 25.4 | 0.5 |
| B | 200 | 12.7 | 0.5 |
| C | 125 | 6.3 | 0.5 |
| D | 76 | 2.5 | 0.5 |

Per quanto riguarda i gruppi SCS questi sono classificati in base alla natura del suolo:

- **Gruppo A:** suoli aventi scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla, ghiaie profonde molto permeabili. Capacità di infiltrazione molto elevata.

- **Gruppo B:** suoli aventi moderata potenzialità di deflusso. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A e con maggiore aliquota di argilla e limo. Elevate capacità di infiltrazione anche in condizione di saturazione.

- **Gruppo C:** suoli aventi potenzialità di deflusso moderatamente alta. Suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e collodi. Scarsa capacità di infiltrazione.

- **Gruppo D:** suoli con potenzialità di deflusso molto elevata. Argille con elevata capacità di rigonfiamento, suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza della superficie. Scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.

La valutazione della capacità di infiltrazione reale viene effettuata, in corrispondenza dei diversi ietogrammi di ingresso, sulla base del confronto della intensità di pioggia con la capacità di infiltrazione potenziale, attraverso la valutazione del tempo di ponding t_p , ed effettuata tramite la soluzione del sistema:

$$\int_0^{t_p} i(t) dt = F(t_p - t_0)$$

con $i(t) = f(t_p - t_0)$ intensità di precipitazione variabile nel tempo;

$F(t)$ infiltrazione cumulata potenziale;

t_0 è una costante di tempo tale che sia, posto $Fr(t)$ la infiltrazione cumulate reale:

$$Fr(t_p) = F(t_p - t_0)$$

Naturalmente nel caso in cui la precipitazione è costante il sistema si riduce al seguente sistema di equazioni:

$$\begin{cases} it_p = F(t_p - t_0) \\ i = f(t_p - t_0) \end{cases}$$

L'applicazione del modello appena descritto, consente di valutare l'aliquota dei volumi di precipitazione atmosferica che, decurtati della parte che si infiltra nel sottosuolo in funzione delle diverse tipologie di suolo, ruscella superficialmente e converge verso le depressioni morfologiche del territorio in esame determinandone l'allagamento.

In ragione delle caratteristiche altimetriche del territorio e dei volumi di acqua in gioco, è possibile risalire al tirante idrico che si realizza all'interno delle depressioni morfologiche per ogni evento alluvionale caratterizzato da differente tempo di ritorno (30, 200 e 500 anni) e, di conseguenza, all'estensione delle corrispondenti aree allagabili.

4.2 Calcolo dell'evento critico di pioggia

Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno in assenza di dati pluviometrici sitospecifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale, secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'Autorità di Bacino della Puglia, che prevede la suddivisione del territorio di competenza in sei regioni aventi caratteristiche pluviometriche differenti. Per ogni regione pluviometrica viene fornita direttamente l'equazione della Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica. In base a questa suddivisione tutto il Salento ricade nella sesta regione pluviometrica, per la quale è valida la seguente espressione:

$$X(d, z) = 33,7 * d^{\frac{0,488+0,0022*z}{3,178}}$$

Tale relazione fornisce per diverse durate di pioggia d il valore dell'altezza di pioggia X prendendo in considerazione anche il valore della quota assoluta z sul livello del mare.

I valori calcolati sono, quindi, correlati ad un determinato tempo di ritorno attraverso la loro moltiplicazione con un coefficiente K_T il cui valore dipende dal tempo di ritorno Tr attraverso la seguente relazione:

$$K_T = 0,1599 + 0,5166 * \ln(Tr)$$

Il calcolo è stato sviluppato per ognuno dei 7 sottobacini in cui è stato suddiviso il vabico endoreico di interesse. Si è assunta come z la quota media sul livello del mare determinata su base DTM LIDAR attraverso il software QGIS che nello specifico risulta pari a:

| Nome sottobacino | Quota media (m slm) |
|-------------------------|----------------------------|
| BC_A | 39,24 |
| BC_B | 39,32 |
| BC_C | 41,62 |

| | |
|-------------|-------|
| BC_D | 41,6 |
| BC_E | 43,64 |
| BC_F | 45,32 |
| BC_G | 46,04 |

Si riportano di seguito i risultati dei calcoli eseguiti per Tr pari a 30, 200 e 500 anni.

| BC_A | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| d | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| z | 39,24 | | | | |
| x | 33,7 | 41,1 | 46,6 | 52,8 | 59,8 |
| Tempo ritorno | 30 | | Kt ₃₀ | 1,92 | |
| X ₃₀ | 64,6 | 78,8 | 89,3 | 101,2 | 114,7 |
| LN(X ₃₀) | 4,1682 | 4,3668 | 4,4920 | 4,6173 | 4,7426 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1807 | 4,17 | | | |
| n ₃₀ | 0,1807 | | | | |
| a ₃₀ | 64,60 | | | | |
| h ₃₀ | 64,6 | 78,8 | 89,3 | 101,2 | 114,7 |
| Tempo ritorno | 200 | | Kt ₂₀₀ | 2,90 | |
| X ₂₀₀ | 97,6 | 119,1 | 135,0 | 153,0 | 173,4 |
| LN(X ₂₀₀) | 4,5812 | 4,7797 | 4,9050 | 5,0302 | 5,1555 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1807 | 4,58 | | | |
| n ₂₀₀ | 0,1807 | | | | |
| a ₂₀₀ | 97,63 | | | | |
| h ₂₀₀ | 97,6 | 119,1 | 135,0 | 153,0 | 173,4 |
| Tempo ritorno | 500 | | Kt ₅₀₀ | 3,37 | |
| X ₅₀₀ | 113,6 | 138,5 | 157,0 | 178,0 | 201,7 |
| LN(X ₅₀₀) | 4,7325 | 4,9311 | 5,0563 | 5,1816 | 5,3069 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1807 | 4,73 | | | |
| n ₅₀₀ | 0,1807 | | | | |
| a ₅₀₀ | 113,58 | | | | |
| h ₅₀₀ | 113,6 | 138,5 | 157,0 | 178,0 | 201,7 |

| BC_B | | | | | |
|----------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| d | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| z | 39,32 | | | | |
| x | 33,7 | 41,1 | 46,6 | 52,8 | 59,9 |
| Tempo ritorno | 30 | | Kt ₃₀ | 1,92 | |
| X ₃₀ | 64,6 | 78,8 | 89,3 | 101,2 | 114,7 |
| LN(X ₃₀) | 4,1682 | 4,3668 | 4,4921 | 4,6174 | 4,7428 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |

| | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|--------|
| Regr. Lin. | 0,1808 | 4,17 | | | |
| n_{30} | 0,1808 | | | | |
| a_{30} | 64,60 | | | | |
| h_{30} | 64,6 | 78,8 | 89,3 | 101,2 | 114,7 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 200 | | Kt_{200} | 2,90 | |
| X_{200} | 97,6 | 119,1 | 135,0 | 153,0 | 173,4 |
| $LN(X_{200})$ | 4,5812 | 4,7798 | 4,9051 | 5,0304 | 5,1557 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1808 | 4,58 | | | |
| n_{200} | 0,1808 | | | | |
| a_{200} | 97,63 | | | | |
| h_{200} | 97,6 | 119,1 | 135,0 | 153,0 | 173,4 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 500 | | Kt_{200} | 3,37 | |
| X_{500} | 113,6 | 138,5 | 157,0 | 178,0 | 201,8 |
| $LN(X_{500})$ | 4,7325 | 4,9311 | 5,0564 | 5,1817 | 5,3070 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1808 | 4,73 | | | |
| n_{500} | 0,1808 | | | | |
| a_{500} | 113,58 | | | | |
| h_{500} | 113,6 | 138,5 | 157,0 | 178,0 | 201,8 |

| BC_C | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|--------|
| d | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| z | 41,62 | | | | |
| x | 33,7 | 41,2 | 46,7 | 53,0 | 60,2 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 30 | | Kt_{30} | 1,92 | |
| X_{30} | 64,6 | 78,9 | 89,6 | 101,6 | 115,3 |
| $LN(X_{30})$ | 4,1682 | 4,3686 | 4,4950 | 4,6214 | 4,7478 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1824 | 4,17 | | | |
| n_{30} | 0,1824 | | | | |
| a_{30} | 64,60 | | | | |
| h_{30} | 64,6 | 78,9 | 89,6 | 101,6 | 115,3 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 200 | | Kt_{200} | 2,90 | |
| X_{200} | 97,6 | 119,3 | 135,4 | 153,6 | 174,3 |
| $LN(X_{200})$ | 4,5812 | 4,7815 | 4,9079 | 5,0343 | 5,1608 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1824 | 4,58 | | | |
| n_{200} | 0,1824 | | | | |
| a_{200} | 97,63 | | | | |
| h_{200} | 97,6 | 119,3 | 135,4 | 153,6 | 174,3 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 500 | | Kt_{200} | 3,37 | |
| X_{500} | 113,6 | 138,8 | 157,5 | 178,7 | 202,8 |
| $LN(X_{500})$ | 4,7325 | 4,9329 | 5,0593 | 5,1857 | 5,3121 |

| | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1824 | 4,73 | | | |
| n ₅₀₀ | 0,1824 | | | | |
| a ₅₀₀ | 113,58 | | | | |
| h ₅₀₀ | 113,6 | 138,8 | 157,5 | 178,7 | 202,8 |

| BC_D | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| d | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| z | 41,60 | | | | |
| x | 33,7 | 41,2 | 46,7 | 53,0 | 60,2 |
| Tempo ritorno | 30 | | Kt ₃₀ | 1,92 | |
| X ₃₀ | 64,6 | 78,9 | 89,6 | 101,6 | 115,3 |
| LN(X ₃₀) | 4,1682 | 4,3686 | 4,4950 | 4,6214 | 4,7478 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1824 | 4,17 | | | |
| n ₃₀ | 0,1824 | | | | |
| a ₃₀ | 64,60 | | | | |
| h ₃₀ | 64,6 | 78,9 | 89,6 | 101,6 | 115,3 |
| Tempo ritorno | 200 | | Kt ₂₀₀ | 2,90 | |
| X ₂₀₀ | 97,6 | 119,3 | 135,4 | 153,6 | 174,3 |
| LN(X ₂₀₀) | 4,5812 | 4,7815 | 4,9079 | 5,0343 | 5,1607 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1824 | 4,58 | | | |
| n ₂₀₀ | 0,1824 | | | | |
| a ₂₀₀ | 97,63 | | | | |
| h ₂₀₀ | 97,6 | 119,3 | 135,4 | 153,6 | 174,3 |
| Tempo ritorno | 500 | | Kt ₅₀₀ | 3,37 | |
| X ₅₀₀ | 113,6 | 138,8 | 157,5 | 178,7 | 202,8 |
| LN(X ₅₀₀) | 4,7325 | 4,9329 | 5,0593 | 5,1857 | 5,3120 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1824 | 4,73 | | | |
| n ₅₀₀ | 0,1824 | | | | |
| a ₅₀₀ | 113,58 | | | | |
| h ₅₀₀ | 113,6 | 138,8 | 157,5 | 178,7 | 202,8 |

| BC_E | | | | | |
|----------------------|--------|--------|------------------|--------|--------|
| d | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| z | 43,64 | | | | |
| x | 33,7 | 41,2 | 46,8 | 53,2 | 60,4 |
| Tempo ritorno | 30 | | Kt ₃₀ | 1,92 | |
| X ₃₀ | 64,6 | 79,1 | 89,8 | 102,0 | 115,8 |
| LN(X ₃₀) | 4,1682 | 4,3701 | 4,4975 | 4,6249 | 4,7523 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |

| | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|--------|
| Regr. Lin. | 0,1838 | 4,17 | | | |
| n_{30} | 0,1838 | | | | |
| a_{30} | 64,60 | | | | |
| h_{30} | 64,6 | 79,1 | 89,8 | 102,0 | 115,8 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 200 | | Kt_{200} | 2,90 | |
| X_{200} | 97,6 | 119,5 | 135,7 | 154,1 | 175,1 |
| $LN(X_{200})$ | 4,5812 | 4,7831 | 4,9104 | 5,0378 | 5,1652 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1838 | 4,58 | | | |
| n_{200} | 0,1838 | | | | |
| a_{200} | 97,63 | | | | |
| h_{200} | 97,6 | 119,5 | 135,7 | 154,1 | 175,1 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 500 | | Kt_{200} | 3,37 | |
| X_{500} | 113,6 | 139,0 | 157,9 | 179,3 | 203,7 |
| $LN(X_{500})$ | 4,7325 | 4,9344 | 5,0618 | 5,1892 | 5,3165 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1838 | 4,73 | | | |
| n_{500} | 0,1838 | | | | |
| a_{500} | 113,58 | | | | |
| h_{500} | 113,6 | 139,0 | 157,9 | 179,3 | 203,7 |

| BC F | | | | | |
|---------------|--------|--------|------------|--------|--------|
| d | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| z | 45,32 | | | | |
| x | 33,7 | 41,3 | 46,9 | 53,4 | 60,7 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 30 | | Kt_{30} | 1,92 | |
| X_{30} | 64,6 | 79,2 | 90,0 | 102,3 | 116,3 |
| $LN(X_{30})$ | 4,1682 | 4,3714 | 4,4996 | 4,6278 | 4,7560 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1849 | 4,17 | | | |
| n_{30} | 0,1849 | | | | |
| a_{30} | 64,60 | | | | |
| h_{30} | 64,6 | 79,2 | 90,0 | 102,3 | 116,3 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 200 | | Kt_{200} | 2,90 | |
| X_{200} | 97,6 | 119,6 | 136,0 | 154,6 | 175,7 |
| $LN(X_{200})$ | 4,5812 | 4,7843 | 4,9125 | 5,0407 | 5,1689 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| $LN(d)$ | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1849 | 4,58 | | | |
| n_{200} | 0,1849 | | | | |
| a_{200} | 97,63 | | | | |
| h_{200} | 97,6 | 119,6 | 136,0 | 154,6 | 175,7 |
| | | | | | |
| Tempo ritorno | 500 | | Kt_{200} | 3,37 | |
| X_{500} | 113,6 | 139,2 | 158,2 | 179,8 | 204,4 |
| $LN(X_{500})$ | 4,7325 | 4,9357 | 5,0639 | 5,1921 | 5,3202 |

| | | | | | |
|------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1849 | 4,73 | | | |
| n ₅₀₀ | 0,1849 | | | | |
| a ₅₀₀ | 113,58 | | | | |
| h ₅₀₀ | 113,6 | 139,2 | 158,2 | 179,8 | 204,4 |

| BC_F | | | | | |
|-----------------------|--------|--------|-------------------|--------|--------|
| d | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| z | 46,04 | | | | |
| x | 33,7 | 41,3 | 47,0 | 53,4 | 60,8 |
| Tempo ritorno | 30 | | Kt ₃₀ | 1,92 | |
| X ₃₀ | 64,6 | 79,2 | 90,1 | 102,4 | 116,5 |
| LN(X ₃₀) | 4,1682 | 4,3720 | 4,5005 | 4,6290 | 4,7575 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1854 | 4,17 | | | |
| n ₃₀ | 0,1854 | | | | |
| a ₃₀ | 64,60 | | | | |
| h ₃₀ | 64,6 | 79,2 | 90,1 | 102,4 | 116,5 |
| Tempo ritorno | 200 | | Kt ₂₀₀ | 2,90 | |
| X ₂₀₀ | 97,6 | 119,7 | 136,1 | 154,8 | 176,0 |
| LN(X ₂₀₀) | 4,5812 | 4,7849 | 4,9134 | 5,0419 | 5,1705 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1854 | 4,58 | | | |
| n ₂₀₀ | 0,1854 | | | | |
| a ₂₀₀ | 97,63 | | | | |
| h ₂₀₀ | 97,6 | 119,7 | 136,1 | 154,8 | 176,0 |
| Tempo ritorno | 500 | | Kt ₂₀₀ | 3,37 | |
| X ₅₀₀ | 113,6 | 139,2 | 158,3 | 180,1 | 204,8 |
| LN(X ₅₀₀) | 4,7325 | 4,9362 | 5,0648 | 5,1933 | 5,3218 |
| d (ore) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| LN(d) | 0 | 1,0986 | 1,7918 | 2,4849 | 3,1781 |
| Regr. Lin. | 0,1854 | 4,73 | | | |
| n ₅₀₀ | 0,1854 | | | | |
| a ₅₀₀ | 113,58 | | | | |
| h ₅₀₀ | 113,6 | 139,2 | 158,3 | 180,1 | 204,8 |

4.3 Calcolo dei volumi

Per i 7 sottobacini individuati, applicando la trasformazione afflussi-deflussi mediante il modello di infiltrazione di Horton, è stato possibile valutare il tempo critico dell'evento pluviometrico che massimizza i volumi di accumulo. L'analisi idrologica per la valutazione dell'evento pluviometrico critico con tempo di ritorno di 200 anni che massimizza i volumi

defluiti all'interno delle depressioni morfologiche individuate è stata effettuata mediante applicazione del metodo Va.Pi. Puglia già descritto.

A valle del calcolo delle intensità di pioggia derivanti dalla C.P.P. per i diversi tempi di durata dell'evento (1, 3, 6, 9, 12, 18, 24 ore), si è valutato l'evento che produce il massimo volume di accumulo all'interno delle depressioni morfologiche.

Il modello afflussi-deflussi di riferimento, infatti, persegue il fine di valutare il valore della capacità di infiltrazione reale nel tempo $f(t)$ ed utilizza il classico modello di Horton secondo il quale la variazione della capacità di infiltrazione potenziale nel tempo risulta proporzionale alla differenza tra il valore attuale e quello relativo alle condizioni di saturazione f_c . Quest'ultimo viene raggiunto asintoticamente a partire da un valore iniziale f_0 , secondo modalità temporali essenzialmente dettate da una costante k che rappresenta la rapidità di esaurimento di f .

I tre parametri del modello dovrebbero in linea di principio essere tarati sulla base di osservazioni dirette effettuate sul bacino di interesse e sui suoli ivi presenti, tuttavia nella implementazione del modello semidistribuito si è fatto riferimento per i parametri f_0 ed f_c ai valori di letteratura riportati in tabella al paragrafo 6.2.

SOTTOBACINO A

Il sottobacino A ha una estensione totale di 0,477 kmq. In base all'uso del suolo è possibile attribuire tutto questo territorio al gruppo SCS C (poco permeabile).

SOTTOBACINO B

Il sottobacino A ha una estensione totale di 0,055kmq. In base all'uso del suolo è possibile attribuire tutto questo territorio al gruppo SCS C (poco permeabile).

SOTTOBACINO C

Il sottobacino A ha una estensione totale di 0,332 kmq. In base all'uso del suolo è possibile attribuire tutto questo territorio al gruppo SCS C (poco permeabile).

SOTTOBACINO D

Il sottobacino A ha una estensione totale di 0,117 kmq. In base all'uso del suolo è possibile attribuire tutto questo territorio al gruppo SCS C (poco permeabile).

SOTTOBACINO E

Il sottobacino A ha una estensione totale di 0,166 kmq. In base all'uso del suolo è possibile attribuire tutto questo territorio al gruppo SCS C (poco permeabile).

SOTTOBACINO F

Il sottobacino A ha una estensione totale di 0,065 kmq. In base all'uso del suolo è possibile attribuire tutto questo territorio al gruppo SCS C (poco permeabile).

SOTTOBACINO G

Il sottobacino A ha una estensione totale di 0,049 kmq. In base all'uso del suolo è possibile attribuire tutto questo territorio al gruppo SCS C (poco permeabile).

Sulla base delle indicazioni sopra riportate sono stati determinati per l'evento critico con tempo di ritorno di 200 anni i seguenti volumi:

| Id | Superficie (mq) | Volumi (mc) | Afflussi (mc) | Volume di invaso (mc) | Deflusso (mc) |
|---------------|-----------------|-------------|---------------|--------------------------|---------------|
| sottobacino G | 48940,925 | 4721,37 | 4721,37 | 180,73 | 4540,64 |
| sottobacino F | 65398,405 | 6283,30 | 10823,95 | 656,47 | 10167,48 |
| sottobacino E | 166052,633 | 15794,37 | 25961,85 | 2558,29 | 23403,56 |
| sottobacino D | 117374,845 | 11029,73 | 34433,29 | 1372,01 | 33061,28 |
| sottobacino C | 331656,42 | 31169,71 | 64230,99 | 8951,01 | 55279,98 |
| sottobacino B | 53951,289 | 5090,31 | 60370,29 | 231,95 | 60138,34 |
| sottobacino A | 467255,791 | 43290,98 | 103429,32 | 6480,66 | 96948,66 |
| TOTALE | 1250630,31 | 117379,78 | | 20431,12 | |

5. CARATTERI IDRAULICI

Lo studio condotto ha permesso di accertare che l'evento critico con Tr 200 anni produce in ogni sottobacino dei volumi di piena superiori al volume invasabile nelle singole conche alluvionali presenti nel perimetro di ognuno (determinato dalla quota delle soglie morfologiche) pertanto in queste condizioni si determinano trasferimenti di volumi di acqua tra un sottobacino e l'altro e quindi l'instaurarsi di flussi idrici all'interno del bacino.

E' stato accertato anche che per un evento con Tr 200 anni il bacino nella sua totalità non è in grado di contenere i volumi di acqua prodotti e si attiva quindi un importante deflusso nel canale di bonifica che termina in corrispondenza della palude Balsamo.

Sulla base di queste considerazioni si è quindi proceduto alla perimetrazione delle aree dove si accumulano le acque di pioggia in occasione di eventi critici con Tr200 (Media pericolosità idraulica) utilizzando come modello del terreno il DTM Puglia, così come riportata nella Figura 7.1.

Confrontando il posizionamento delle opere di progetto con la distribuzione delle aree sopradette si evince la piena compatibilità del progetto proposto con le condizioni di sicurezza idraulica del territorio in cui ricade imposte dal PAI; si rileva inoltre che non vi è alcuna interferenza tra le aree allagabili e le opere di progetto.

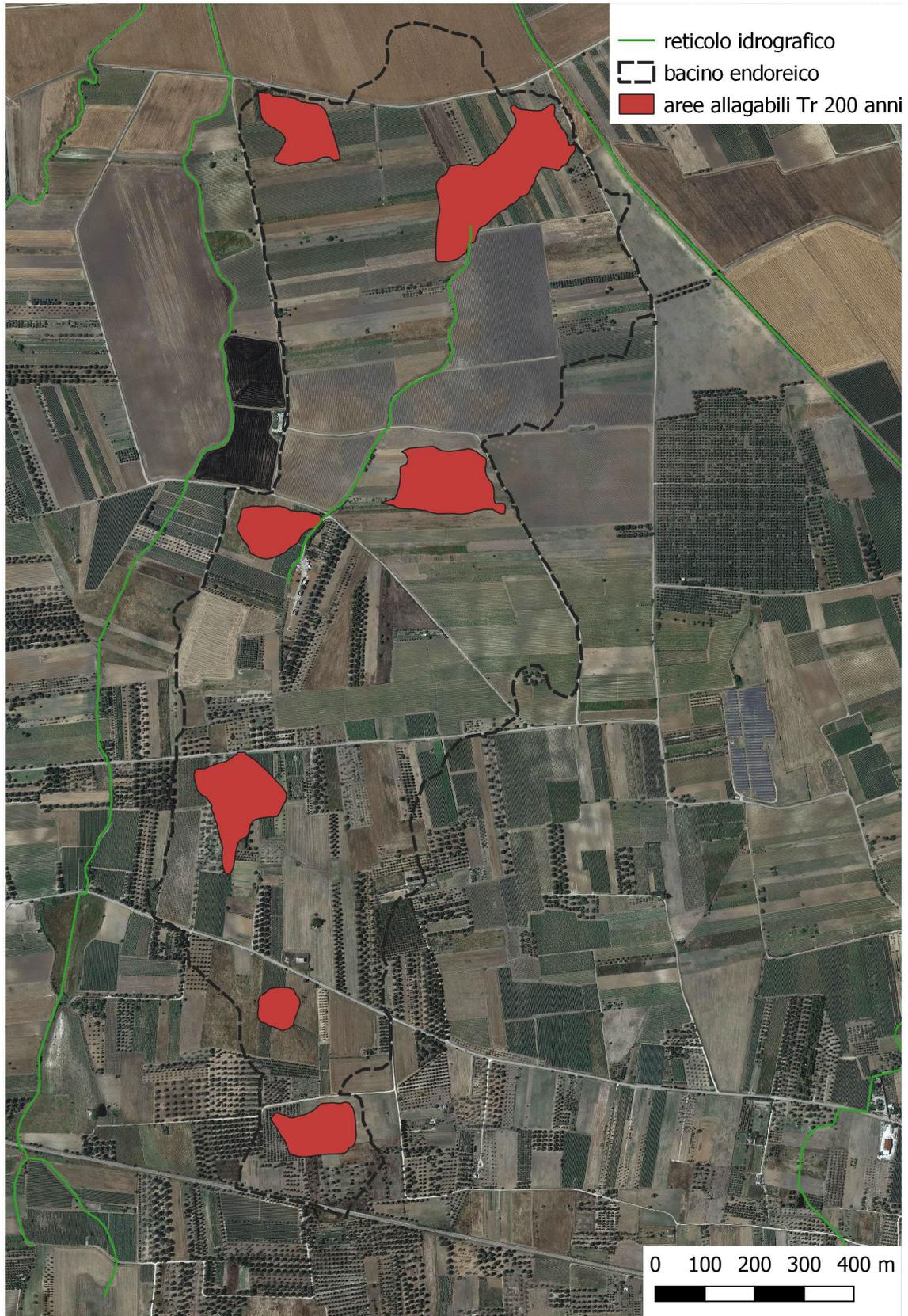


Fig. 6.1 – Perimetrazione delle aree allagabili

Area B - Analisi Idraulica

Questo sito (Fig. 1.1) è costeggiato ad Est da una modesta linea di impluvio, parzialmente cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica come “corso d’acqua episodico”, che poco a valle del sito stesso confluisce nel Canale Iaia (anch’esso riportato sulla Carta Idrogeomorfologica come corso d’acqua episodico).

In ragione di quanto riportato, sebbene il Piano di Assetto Idrogeologico vigente non riconosce in corrispondenza del sito di progetto (ed anche del suo intorno più prossimo) nessuna area a pericolosità geomorfologica o idraulica, la presenza delle due linee di impluvio individuate sulla Carta Idrogeomorfologica, assoggetta comunque le aree di intervento alle prescrizioni dell’Art. 6 delle NTA del PAI.

Lo studio è stato svolto a scala di bacino. L’analisi dei dati è stata condotta con i software Quantum GIS e GRASS Gis, integrando i dati di rilievo originali (dati geologico-stratigrafici, permeabilità dei terreni, uso del suolo) con quelli di letteratura specialistica disponibili sul sito <http://www.sit.puglia.it/>.

Al fine di ottenere un modello attendibile per la valutazione dei volumi di piena che fosse anche rappresentativo delle condizioni di maggiore criticità idraulica per il sito di progetto e considerando anche il contesto geomorfologico di area vasta che vede il canale di interesse come un’asta di grado gerarchico basso e relativamente distante rispetto al recapito finale (per il quale già esistono le perimetrazioni di bassa, media ed alta pericolosità idraulica), si è ritenuto opportuno considerare il corso d’acqua studiato come un reticolo esoreico che è stato trattato secondo le indicazioni riportate nella Relazione di Piano proposta dall’ex Autorità di Bacino della Puglia a corredo del PAI.

L’analisi idrologica è stata condotta con l’ausilio dei software Quantum GIS e GRASS Gis mentre quella idraulica con il software HEC-RAS. (Hydrologic Engineering Center – River Analysis System), sviluppato da U. S. Army Corps of Engineers.

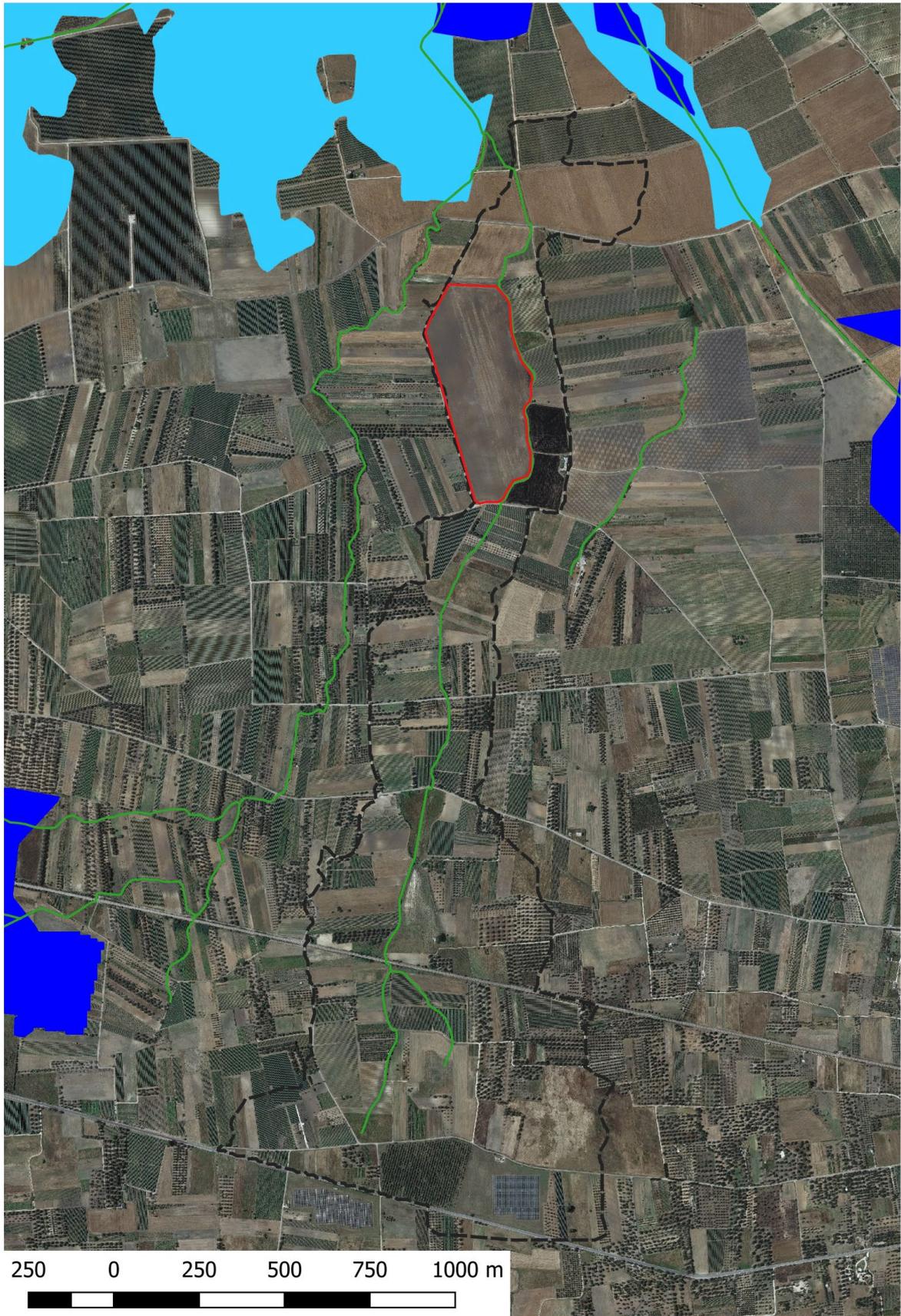


Fig. 1.1 – Ubicazione del sito di interesse e perimetrazione del sottobacino idrografico in cui ricade e delle aree a pericolosità idraulica

1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E GEOGRAFICO

L'area studiata ricade a cavallo delle sezioni 495153 – 495152 – 495164 e 495151 della CTR in scala 1:10000 (Fig. 2.1) e si trova tra gli abitati di Guagnano e San Donaci in piena campagna.

Ricade nel bacino idrografico che insiste intorno alla Palude Balsamo il cui reticolo è composto da diversi corsi d'acqua a basso ordine di gerarchizzazione ed a carattere occasionale che confluiscono verso una estesa area endoreica, denominata per l'appunto Palude Balsamo, caratterizzata dalla presenza di più punti di assorbimento. Nel dettaglio il sito di interesse è interamente ricompreso nel sottobacino della Vora di masseria Camarda che ha intercettato un segmento di questa rete idrografica scollegandolo idraulicamente dal resto del reticolo. In realtà una breve valle morta, poco evidente morfologicamente, garantisce comunque il collegamento idraulico di questo elemento con il resto della rete idrografica durante gli eventi meteorici più importanti.

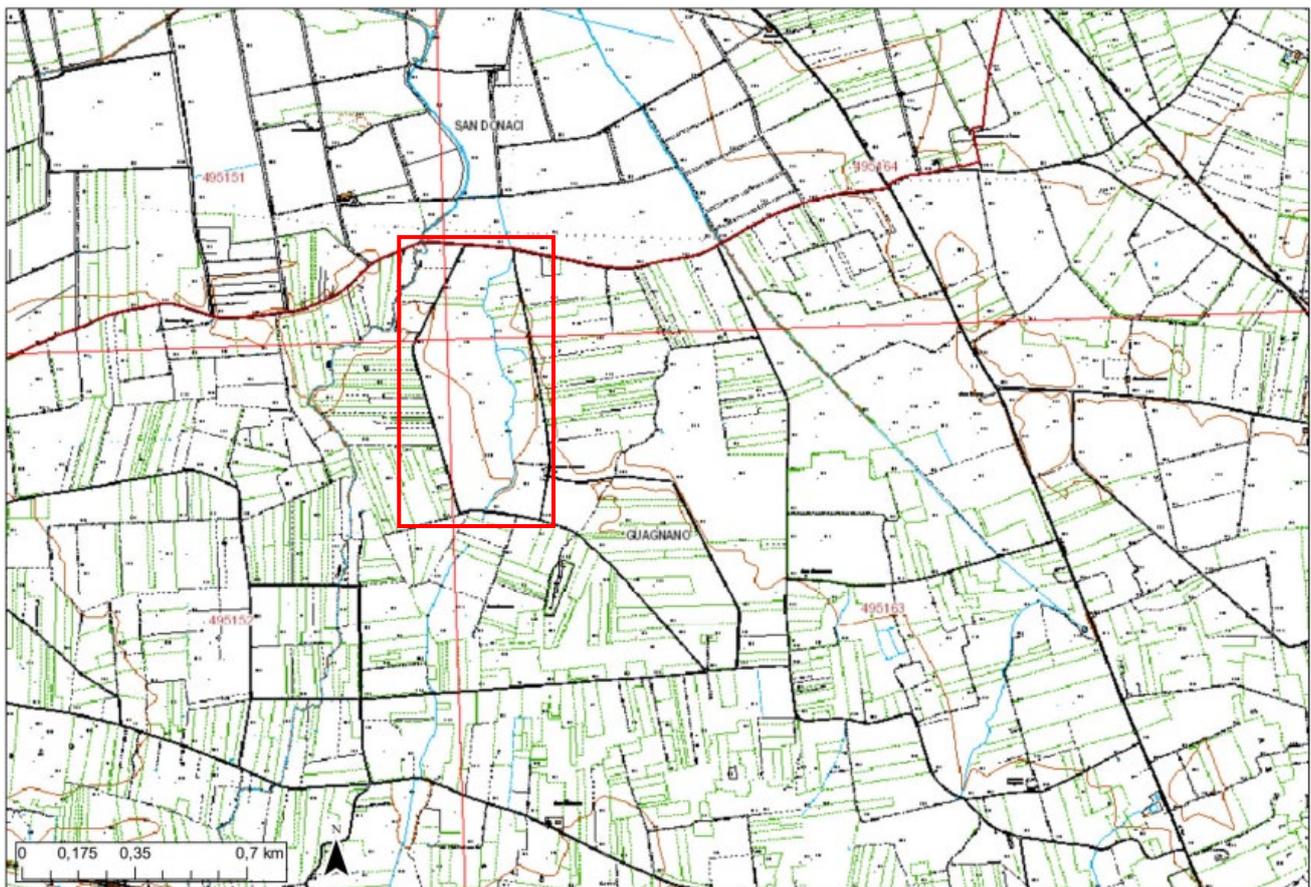


Fig. 2.1 – Stralcio della CTR Puglia 2006

2. CARATTERI GEOMORFOLOGICI E DINAMICA AMBIENTALE

La dinamica geomorfologica e la pericolosità geologica in atto nel settore in cui ricade il sito di progetto sono connesse principalmente all'azione delle acque di corrivazione, al carsismo

ed alle modalità e condizioni di distribuzione delle aree di allagamento dove, in occasione degli venti meteorici intensi, si accumulano proprio le acque di corrivazione³. Il sito, infatti, come già rilevato ricade nel sottobacino idrografico del principale affluente in sinistra idrografica del Canale Iaia che fa parte della rete idrografica endoreica della Palude Balsamo.

Il bacino in cui ricade il sito di progetto è stato perimetrato utilizzando come dato altimetrico il DTM con maglia 8 m x 8 m della Regione Puglia ed è risultato esteso poco meno di 1,7 kmq; la sua forma è allungata da Nord a Sud. I suoi dati morfologico – altimetrici sono sintetizzati nella seguente tabella.

| | | |
|--------------------------------|----------|--------|
| Superficie | S (kmq) | 1,6964 |
| Altezza massima | Hmax (m) | 47,36 |
| Altezza media | Hmed (m) | 43,42 |
| Altezza minima | Hmin (m) | 37,97 |
| Lunghezza asta principale | L (km) | 3,142 |
| Quota scorr asta sezione monte | hm (m) | 45,672 |
| Quota scorr asta sezione valle | hv (m) | 38,76 |
| Pendenza media asta | i | 0,0022 |
| Pendenza media versanti | iv | 0,0128 |

3. CARATTERI ALTIMETRICI, MORFOLOGICI ED IDROLOGICI DESUNTI DAL DTM REGIONE PUGLIA

Per la determinazione del quantitativo di pioggia efficace si è fatto riferimento al metodo del Curve Number, correlando, quindi, la capacità di immagazzinamento dei terreni al tipo ed all'uso del suolo.

Per effettuare il calcolo dell'evento critico di pioggia di assegnato tempo di ritorno in assenza di dati pluviometrici sitospecifici è stato utilizzato il cosiddetto metodo regionale, secondo le indicazioni contenute nel capitolo VI.3.1 della Relazione di Piano proposta dall'ex Autorità di Bacino della Puglia; inoltre il bacino di studio è stato suddiviso in 2 sottobacini (Tav. 1) aventi le seguenti caratteristiche morfometriche⁴ (determinate sulla base dei dati estratti dal DTM Puglia)

³ Il Piano di Assetto Idrogeologico vigente non riconosce in corrispondenza del sito di progetto e del suo immediato intorno nessuna area a pericolosità geomorfologica o idraulica; purtuttavia, la presenza delle due linee di impluvio classificate sulla Carta Idrogeomorfologica come “corso d'acqua episodico” assoggetta le aree di intervento alle prescrizioni dell'Art. 6 delle NTA del PAI.

⁴ I dati tabellati sono stati estratti mediante Qgis e GRASS Gis in accordo con:

- L. Fanizzi, G. Pisicchio (2016): "Morfometria dei bacini idrografici mediante l'uso del software QGIS – Parte I", Rivista L'AMBIENTE, n. 1/2016, Ed. G.I.R.S.A., Milano 2
- L. Fanizzi (2016): "Morfometria dei bacini idrografici mediante l'uso del software QGIS – Parte II", Rivista L'AMBIENTE, n. 2/2016, Ed. G.I.R.S.A.,

Sottobacino 1

| | | |
|--------------------------------|----------------------|--------|
| Superficie | S (kmq) | 1,1714 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 47,36 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 42,53 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 37,97 |
| Lunghezza asta principale | L (km) | 3,142 |
| Quota scorr asta sezione monte | h _m (m) | 45,67 |
| Quota scorr asta sezione valle | h _v (m) | 38,76 |
| Pendenza media asta | i | 0,0022 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,0164 |

Sottobacino 2

| | | |
|--------------------------------|----------------------|--------|
| Superficie | S (kmq) | 0,4350 |
| Altezza massima | H _{max} (m) | 47,18 |
| Altezza media | H _{med} (m) | 45,80 |
| Altezza minima | H _{min} (m) | 43,82 |
| Lunghezza asta principale | L (km) | 0,338 |
| Quota scorr asta sezione monte | h _m (m) | 45,09 |
| Quota scorr asta sezione valle | h _v (m) | 43,88 |
| Pendenza media asta | i | 0,0036 |
| Pendenza media versanti | i _v | 0,0171 |

Le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

| | Sottobacino 1 | | | Sottobacino 2 | | |
|--------------------|---------------|--------|--------|---------------|--------|--------|
| | 30 | 200 | 500 | 30 | 200 | 500 |
| Tr | 30 | 200 | 500 | 30 | 200 | 500 |
| S (mm) | 29,99 | 29,99 | 29,99 | 29,07 | 29,07 | 29,07 |
| la (mm) | 6,00 | 6,00 | 6,00 | 5,81 | 5,81 | 5,81 |
| tc (ore) | 3,59 | 3,59 | 3,59 | 1,54 | 1,54 | 1,54 |
| n | 0,1837 | 0,1837 | 0,1837 | 0,1853 | 0,1853 | 0,1853 |
| a | 64,60 | 97,63 | 113,58 | 64,60 | 97,63 | 113,58 |
| H _{lordo} | 22,74 | 34,36 | 38,98 | 45,3 | 68,5 | 79,7 |
| H _{netto} | 6,00 | 13,79 | 18,05 | 22,8 | 42,8 | 53,0 |

Mentre le portate di picco, per i diversi tempi di ritorno considerati e per ciascun sottobacino sono:

| | Sottobacino 1 | | | Sottobacino 2 | | |
|----------------------|---------------|--------|--------|---------------|-------|-------|
| | 30 | 200 | 500 | 30 | 200 | 500 |
| Tr | 30 | 200 | 500 | 30 | 200 | 500 |
| tc (ore) | 3,59 | 3,59 | 3,59 | 1,54 | 1,54 | 1,54 |
| t _L (ore) | 2,16 | 2,16 | 2,16 | 0,93 | 0,93 | 0,93 |
| tp (ore) | 3,95 | 3,95 | 3,95 | 1,70 | 1,70 | 1,70 |
| ta (ore) | 4,35 | 4,35 | 4,35 | 1,69 | 1,69 | 1,69 |
| A (kmq) | 1,1714 | 1,1714 | 1,1714 | 0,435 | 0,435 | 0,435 |

| | | | | | | |
|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| V _{netto} (mm) | 6,00 | 13,79 | 18,05 | 22,77 | 42,83 | 53,02 |
| Qp (mc/s) | 0,37 | 0,85 | 1,11 | 1,21 | 2,28 | 2,82 |

4. STUDIO IDRAULICO

L'analisi è stata condotta mediante l'ausilio del codice di calcolo denominato **HEC-RAS**, River Analysis System, sviluppato da U.S. Army Corps of Engineers (USACE), Hydrologic Engineering Center per il calcolo dei profili idraulici in moto permanente gradualmente variato in alvei naturali o artificiali.

Il codice di calcolo necessita in primo luogo delle informazioni relative alla geometria del corso d'acqua in un'apposita sezione (*geometric data*), all'interno della quale si definiscono il corso del fiume (*reach*), la geometria delle sezioni (*cross section geometry*), la distanza fra le sezioni (*reach length*) e il coefficiente di scabrezza, rappresentativo delle perdite di carico, secondo la formulazione di Manning. In questa sezione sono disponibili altre opzioni, fra le quali la procedura di interpolazione fra una sezione e l'altra (*XS Interpolation*), per infittire il numero di sezioni; inoltre, è possibile definire la quota delle sponde (*left and right elevations*) e degli argini (*levees*) e inserire delle aree dove l'acqua arriva ma non contribuisce al deflusso (*ineffective flow areas*) e le coperture (*lids*).

Il codice di calcolo permette anche di descrivere la geometria dei ponti (*bridge and culvert data*) definendone l'impalcato (*deck/roadway*), le pile (*piers*), le spalle (*sloping abutments*) e le condizioni di calcolo (*bridge modelling approach*).

Successivamente occorre impostare la sezione relativa alle condizioni di moto (*steady flow data*), definendo la portata di riferimento per le diverse sezioni fluviali e le condizioni al contorno (*boundary conditions*).

La definizione delle condizioni al contorno è necessaria per stabilire il livello idrico iniziale nelle sezioni estreme del canale (sezione di monte e di valle).

Se il regime di deflusso è sub-critico (alveo torrentizio) è necessario imporre le condizioni al contorno nella sezione di valle del canale, se il regime di deflusso è super-critico (alveo tranquillo) tali condizioni devono essere imposte nella sezione di monte, infine in condizioni di moto misto, bisogna imporre le condizioni al contorno sia a monte sia a valle.

Le condizioni al contorno che possono essere imposte sono:

- livello noto del tirante idraulico,
- altezza di deflusso pari all'altezza critica,
- altezza di deflusso pari all'altezza di moto uniforme,
- scala di deflusso nota.

A questo punto il codice di calcolo è pronto per eseguire i calcoli idraulici nella sezione denominata *steady flow analysis*. I risultati delle computazioni idrauliche sono proposti attraverso tabelle riepilogative (*cross-section table* e *profile table*), grafici delle sezioni geometriche (*plot cross-section*) e del profilo longitudinale (*plot profile*) e, infine, tramite una visione prospettica tridimensionale del sistema fluviale (x, y, z *perspective plot*).

L'ipotesi alla base delle formulazioni per la determinazione del profilo idraulico è che il moto dell'acqua nel canale si considera uniforme. Questo significa che tutte le grandezze caratterizzanti la corrente (altezza idrica, velocità media nella sezione, portata, ecc.) risultano costanti nel tempo e nello spazio. Sotto questa ipotesi, la pendenza media disponibile i_m , definita come il rapporto fra la differenza di quota e la distanza fra la sezione di monte e quella di valle, è esattamente pari alla pendenza piezometrica J , che rappresenta le dissipazioni energetiche per unità di lunghezza.

La relazione $i_m = J$ costituisce l'equazione fondamentale del moto uniforme.

La determinazione del profilo teorico in moto permanente è ottenuta tramite l'applicazione del cosiddetto *Standard Step Method*, basato appunto sull'equazione monodimensionale del contenuto energetico della corrente:

$$H_1 - H_2 = h_f + h_e$$

dove H_1 (m) ed H_2 (m) sono i carichi totali della corrente nelle sezioni di monte e di valle del tronco d'alveo considerato, h_f (m) sono le perdite di carico dovute all'attrito del fondo e delle sponde mentre h_e (m) è un termine che tiene conto degli effetti dovuti alla non cilindricità della corrente.

In particolare, h_f dipende principalmente dalla scabrezza del tratto di alveo considerato ed è esprimibile come:

$$h_f = J \cdot L$$

con J pendenza motrice nel tratto di lunghezza L (m).

Il calcolo di J è effettuabile con diverse formulazioni in funzione della pendenza motrice in corrispondenza delle sezioni di inizio e fine di ciascun tratto. Il calcolo del termine J nella singola sezione è effettuato mediante la relazione:

$$J = \left[\frac{Q}{K} \right]^2$$

dove Q (m³/s) è la portata di calcolo e K (denominato *conveyance*) rappresenta un parametro di conducibilità, ricavabile attraverso la seguente espressione:

$$K = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}}$$

dove A (m^2) l'area della sezione liquida, R (m) il raggio idraulico e n ($m^{-1/3}$ s) è il parametro rappresentativo della scabrezza, espresso in termini di coefficiente di Manning.

Il modello consente di suddividere la sezione in più zone in cui assegnare un valore diverso del parametro n di scabrezza; in particolare è possibile individuare tre zone principali: quella centrale dell'alveo inciso (denominata *main channel*) e due zone laterali golenali (denominate *right and left overbanks*).

Il termine h_e dipende, invece, dalla variazione del carico cinetico della corrente tra le sezioni 1 e 2 dovuta al cambio di geometria delle sezioni stesse ed è a sua volta esprimibile come:

$$h_e = \beta \cdot \left| \alpha_1 \cdot \frac{V_1^2}{2g} - \alpha_2 \cdot \frac{V_2^2}{2g} \right|$$

dove β è un coefficiente di contrazione o espansione dipendente dalle condizioni geometriche del tratto considerato, V_1 e V_2 (m/s) sono i valori delle velocità medie agli estremi del tronco e α_1 e α_2 sono i coefficienti correttivi dell'energia cinetica.

Al tirante idrico in condizioni di stato critico corrisponde la massima portata teoricamente smaltibile dalla sezione, indipendentemente dalla natura del fondo e delle pareti, nonché dall'inserimento della sezione stessa in un tronco fluviale. Esso è valutato imponendo che il numero di Froude, indicato con Fr , assuma valore unitario. In termini di portata e per le sezioni in esame, si scrive

$$Fr = \frac{VA}{\sqrt{A^2 gh_m}}$$

dove g è l'accelerazione di gravità, h_m il tirante idrico, A l'area bagnata della sezione, e V la velocità media della sezione. L'equazione precedente permette la determinazione dell'altezza di stato critico.

4.1 Verifiche idrauliche: input

Di seguito si riportano i dati di input utilizzati per l'esecuzione delle verifiche idrauliche distinguendo quelli geometrici da quelli idraulici.

4.1.1 Dati geometrici

I dati geometrici inseriti in HEC-RAS sono⁵:

- il profilo longitudinale del corso d'acqua
- i profili delle sezioni trasversali e relative distanze d'interasse
- l'identificazione dell'alveo principale e delle aree golenali
- il coefficiente di scabrezza.

Profilo del canale

Il profilo longitudinale del canale è stato ottenuto intersecando la sua traccia planimetrica con il modello digitale del terreno (la traccia della linea impluvio è stata leggermente modificata rispetto a quanto riportato sulla Carta Idrogeomorfologica in modo da renderla coerente con il DTM e maggiormente rispondente allo stato luoghi rilevato durante i sopralluoghi). Vista la conformazione geometrica del reticolo idrografico, si è optato per lo studio di un reticolo composto da tre tronchi che si congiungono in un punto di confluenza denominato *junction n. 1*. In tabella si riportano le coordinate Est e Nord dei nodi della polilinea che descrive nella sua interezza la rete idrografica studiata espresse in coordinate WGS 84 – UTM 33 Nord.

| ID | coordX | coordY | ID | coordX | coordY | ID | coordX | coordY |
|----|-----------|------------|-----|-----------|------------|-----|-----------|------------|
| 1 | 747087.55 | 4476509.40 | 101 | 747159.67 | 4477031.17 | 201 | 747440.22 | 4478256.43 |
| 2 | 747096.47 | 4476530.59 | 102 | 747159.75 | 4477045.24 | 202 | 747440.10 | 4478263.54 |
| 3 | 747095.13 | 4476539.97 | 103 | 747159.64 | 4477055.70 | 203 | 747446.03 | 4478268.88 |
| 4 | 747095.35 | 4476555.81 | 104 | 747159.96 | 4477065.52 | 204 | 747451.84 | 4478271.84 |
| 5 | 747095.80 | 4476571.87 | 105 | 747167.60 | 4477079.70 | 205 | 747456.46 | 4478273.15 |
| 6 | 747096.02 | 4476580.57 | 106 | 747178.14 | 4477091.26 | 206 | 747463.22 | 4478279.37 |
| 7 | 747101.16 | 4476584.37 | 107 | 747183.11 | 4477097.27 | 207 | 747476.86 | 4478280.32 |
| 8 | 747118.40 | 4476599.77 | 108 | 747185.16 | 4477104.15 | 208 | 747480.18 | 4478287.67 |
| 9 | 747120.25 | 4476632.04 | 109 | 747192.04 | 4477113.52 | 209 | 747480.30 | 4478296.33 |
| 10 | 747118.74 | 4476652.52 | 110 | 747199.65 | 4477121.71 | 210 | 747487.53 | 4478309.13 |
| 11 | 747118.34 | 4476661.55 | 111 | 747199.80 | 4477134.16 | 211 | 747488.13 | 4478325.02 |
| 12 | 747122.15 | 4476668.98 | 112 | 747200.27 | 4477178.06 | 212 | 747488.28 | 4478344.16 |
| 13 | 747134.00 | 4476679.02 | 113 | 747199.88 | 4477195.88 | 213 | 747495.79 | 4478351.93 |
| 14 | 747136.21 | 4476679.83 | 114 | 747200.00 | 4477206.79 | 214 | 747496.32 | 4478360.89 |
| 15 | 747149.26 | 4476696.90 | 115 | 747199.76 | 4477214.26 | 215 | 747503.83 | 4478368.27 |
| 16 | 747161.71 | 4476707.94 | 116 | 747200.71 | 4477217.23 | 216 | 747504.09 | 4478375.91 |

⁵ Lungo la rete idrografica non ci sono attraversamenti o opere idrauliche trasversali o longitudinali.

| | | | | | | | | |
|----|-----------|------------|-----|-----------|------------|-----|-----------|------------|
| 17 | 747167.94 | 4476722.20 | 117 | 747207.47 | 4477223.51 | 217 | 747504.21 | 4478378.96 |
| 18 | 747167.94 | 4476731.03 | 118 | 747208.18 | 4477231.58 | 218 | 747511.52 | 4478383.84 |
| 19 | 747167.97 | 4476745.54 | 119 | 747208.15 | 4477239.39 | 219 | 747519.66 | 4478391.97 |
| 20 | 747176.18 | 4476760.48 | 120 | 747215.77 | 4477247.63 | 220 | 747527.95 | 4478408.72 |
| 21 | 747188.62 | 4476779.37 | 121 | 747216.01 | 4477256.58 | 221 | 747528.60 | 4478416.53 |
| 22 | 747191.70 | 4476794.59 | 122 | 747223.86 | 4477264.36 | 222 | 747537.39 | 4478424.66 |
| 23 | 747187.31 | 4476804.84 | 123 | 747224.17 | 4477271.49 | 223 | 747544.06 | 4478430.36 |
| 24 | 747183.21 | 4476809.23 | 124 | 747232.11 | 4477280.27 | 224 | 747551.05 | 4478431.98 |
| 25 | 747181.16 | 4476812.16 | 125 | 747231.99 | 4477287.38 | 225 | 747559.67 | 4478431.82 |
| 26 | 747178.08 | 4476815.67 | 126 | 747239.82 | 4477296.15 | 226 | 747568.78 | 4478439.95 |
| 27 | 747175.16 | 4476817.72 | 127 | 747240.17 | 4477304.22 | 227 | 747571.54 | 4478443.04 |
| 28 | 747168.72 | 4476824.20 | 128 | 747241.00 | 4477311.45 | 228 | 747577.72 | 4478448.73 |
| 29 | 747167.01 | 4476830.50 | 129 | 747247.53 | 4477319.99 | 229 | 747582.93 | 4478454.75 |
| 30 | 747163.17 | 4476834.87 | 130 | 747248.50 | 4477359.57 | 230 | 747584.39 | 4478457.36 |
| 31 | 747160.39 | 4476836.47 | 131 | 747255.97 | 4477381.53 | 231 | 747584.56 | 4478471.99 |
| 32 | 747160.29 | 4476839.46 | 132 | 747258.31 | 4477410.07 | 232 | 747587.97 | 4478476.06 |
| 33 | 747159.86 | 4476855.25 | 133 | 747264.15 | 4477447.61 | 233 | 747591.95 | 4478479.80 |
| 34 | 747158.35 | 4476861.75 | 134 | 747272.10 | 4477472.91 | 234 | 747592.19 | 4478504.22 |
| 35 | 747159.89 | 4476868.15 | 135 | 747277.16 | 4477484.66 | 235 | 747586.14 | 4478506.48 |
| 36 | 747160.25 | 4476875.15 | 136 | 747279.69 | 4477489.54 | 236 | 747579.27 | 4478517.15 |
| 37 | 747168.19 | 4476893.17 | 137 | 747280.23 | 4477520.99 | 237 | 747576.54 | 4478519.16 |
| 38 | 747169.26 | 4476905.62 | 138 | 747295.41 | 4477535.81 | 238 | 747576.06 | 4478529.95 |
| 39 | 747170.01 | 4476938.73 | 139 | 747297.04 | 4477544.84 | 239 | 747576.40 | 4478557.14 |
| 40 | 747171.33 | 4476947.56 | 140 | 747295.87 | 4477559.50 | 240 | 747574.37 | 4478576.75 |
| 41 | 747171.99 | 4476955.47 | 141 | 747296.70 | 4477576.85 | 241 | 747573.41 | 4478587.74 |
| 42 | 747169.39 | 4476974.61 | 142 | 747303.86 | 4477584.84 | 242 | 747568.08 | 4478611.54 |
| 43 | 747167.97 | 4476979.59 | 143 | 747304.69 | 4477592.83 | 243 | 747567.76 | 4478630.43 |
| 44 | 747169.02 | 4476990.82 | 144 | 747305.30 | 4477598.29 | 244 | 747560.31 | 4478648.10 |
| 45 | 747359.68 | 4476496.82 | 145 | 747311.65 | 4477600.24 | 245 | 747575.87 | 4478663.18 |
| 46 | 747361.08 | 4476503.24 | 146 | 747312.13 | 4477608.05 | 246 | 747584.80 | 4478679.42 |
| 47 | 747359.88 | 4476512.68 | 147 | 747319.78 | 4477616.50 | 247 | 747583.96 | 4478724.61 |
| 48 | 747359.47 | 4476529.95 | 148 | 747320.59 | 4477632.44 | 248 | 747591.66 | 4478729.86 |
| 49 | 747352.78 | 4476542.09 | 149 | 747327.91 | 4477640.41 | 249 | 747591.66 | 4478736.30 |
| 50 | 747352.25 | 4476550.79 | 150 | 747328.07 | 4477647.73 | 250 | 747591.62 | 4478752.16 |
| 51 | 747344.08 | 4476559.48 | 151 | 747335.39 | 4477656.03 | 251 | 747584.19 | 4478760.11 |
| 52 | 747336.44 | 4476567.91 | 152 | 747336.37 | 4477663.51 | 252 | 747567.24 | 4478768.24 |
| 53 | 747323.00 | 4476571.74 | 153 | 747343.69 | 4477664.16 | 253 | 747560.07 | 4478775.76 |
| 54 | 747314.83 | 4476575.69 | 154 | 747344.50 | 4477710.68 | 254 | 747552.65 | 4478780.24 |

| | | | | | | | | |
|----|-----------|------------|-----|-----------|------------|-----|-----------|------------|
| 55 | 747303.18 | 4476588.64 | 155 | 747344.13 | 4477783.83 | 255 | 747552.00 | 4478790.32 |
| 56 | 747292.91 | 4476599.57 | 156 | 747339.92 | 4477787.78 | 256 | 747551.68 | 4478794.72 |
| 57 | 747292.51 | 4476618.41 | 157 | 747336.36 | 4477792.39 | 257 | 747551.35 | 4478808.54 |
| 58 | 747295.18 | 4476630.96 | 158 | 747335.96 | 4477801.61 | 258 | 747551.52 | 4478820.09 |
| 59 | 747303.93 | 4476645.69 | 159 | 747335.85 | 4477806.27 | 259 | 747550.38 | 4478828.71 |
| 60 | 747311.51 | 4476663.09 | 160 | 747335.85 | 4477815.11 | 260 | 747560.14 | 4478840.75 |
| 61 | 747311.73 | 4476682.42 | 161 | 747328.82 | 4477816.52 | 261 | 747559.49 | 4478863.19 |
| 62 | 747296.39 | 4476714.37 | 162 | 747327.62 | 4477824.95 | 262 | 747531.35 | 4478864.98 |
| 63 | 747293.11 | 4476725.04 | 163 | 747323.20 | 4477829.97 | 263 | 747528.58 | 4478872.95 |
| 64 | 747289.66 | 4476735.74 | 164 | 747320.39 | 4477832.18 | 264 | 747527.81 | 4478879.17 |
| 65 | 747299.75 | 4476735.32 | 165 | 747319.99 | 4477851.86 | 265 | 747528.13 | 4478919.71 |
| 66 | 747327.07 | 4476720.20 | 166 | 747318.78 | 4477867.52 | 266 | 747527.59 | 4478927.96 |
| 67 | 747350.17 | 4476721.82 | 167 | 747319.99 | 4477880.97 | 267 | 747519.89 | 4478936.05 |
| 68 | 747359.93 | 4476751.75 | 168 | 747319.99 | 4477923.75 | 268 | 747519.96 | 4478953.79 |
| 69 | 747359.93 | 4476768.18 | 169 | 747320.59 | 4477936.00 | 269 | 747519.88 | 4478967.89 |
| 70 | 747355.71 | 4476771.08 | 170 | 747318.96 | 4477952.33 | 270 | 747515.51 | 4478971.29 |
| 71 | 747350.57 | 4476775.98 | 171 | 747320.13 | 4477964.04 | 271 | 747512.00 | 4478975.88 |
| 72 | 747352.30 | 4476791.16 | 172 | 747319.84 | 4477986.29 | 272 | 747511.75 | 4478983.58 |
| 73 | 747344.13 | 4476801.30 | 173 | 747320.13 | 4477995.66 | 273 | 747502.79 | 4478984.14 |
| 74 | 747344.26 | 4476806.44 | 174 | 747319.54 | 4478023.62 | 274 | 747496.09 | 4478992.20 |
| 75 | 747344.93 | 4476828.07 | 175 | 747320.61 | 4478040.57 | 275 | 747487.94 | 4479000.27 |
| 76 | 747356.39 | 4476836.76 | 176 | 747328.42 | 4478057.98 | 276 | 747487.94 | 4479023.87 |
| 77 | 747368.12 | 4476843.88 | 177 | 747336.23 | 4478080.29 | 277 | 747495.70 | 4479031.88 |
| 78 | 747367.72 | 4476869.57 | 178 | 747343.81 | 4478087.87 | 278 | 747495.85 | 4479041.60 |
| 79 | 747366.86 | 4476879.17 | 179 | 747344.26 | 4478094.57 | 279 | 747512.00 | 4479057.39 |
| 80 | 747301.80 | 4476880.80 | 180 | 747348.05 | 4478103.27 | 280 | 747511.86 | 4479097.97 |
| 81 | 747297.41 | 4476886.82 | 181 | 747351.18 | 4478105.50 | 281 | 747537.61 | 4479112.05 |
| 82 | 747288.46 | 4476888.12 | 182 | 747352.52 | 4478112.42 | 282 | 747559.78 | 4479112.77 |
| 83 | 747287.48 | 4476895.93 | 183 | 747359.88 | 4478119.56 | 283 | 747559.90 | 4479129.37 |
| 84 | 747280.49 | 4476896.58 | 184 | 747363.23 | 4478131.16 | 284 | 747559.90 | 4479139.21 |
| 85 | 747279.51 | 4476910.89 | 185 | 747367.69 | 4478136.29 | 285 | 747567.71 | 4479152.54 |
| 86 | 747273.01 | 4476912.84 | 186 | 747368.80 | 4478151.02 | 286 | 747576.49 | 4479160.72 |
| 87 | 747271.38 | 4476918.05 | 187 | 747376.39 | 4478167.76 | 287 | 747579.22 | 4479186.13 |
| 88 | 747268.62 | 4476919.84 | 188 | 747376.39 | 4478175.08 | 288 | 747573.71 | 4479199.90 |
| 89 | 747259.34 | 4476924.88 | 189 | 747379.61 | 4478176.40 | 289 | 747553.60 | 4479235.16 |
| 90 | 747247.86 | 4476936.26 | 190 | 747382.69 | 4478177.72 | 290 | 747552.50 | 4479283.64 |
| 91 | 747240.03 | 4476952.03 | 191 | 747385.03 | 4478186.21 | 291 | 747559.66 | 4479315.32 |
| 92 | 747225.95 | 4476964.67 | 192 | 747399.67 | 4478201.29 | 292 | 747534.32 | 4479352.78 |

| | | | | | | | | |
|-----|-----------|------------|-----|-----------|------------|-----|-----------|------------|
| 93 | 747215.28 | 4476975.77 | 193 | 747400.69 | 4478214.17 | 293 | 747531.57 | 4479355.53 |
| 94 | 747203.11 | 4476983.77 | 194 | 747407.13 | 4478216.51 | 294 | 747527.99 | 4479356.91 |
| 95 | 747177.18 | 4476984.30 | 195 | 747408.60 | 4478223.68 | | | |
| 96 | 747169.07 | 4476990.81 | 196 | 747416.94 | 4478231.59 | | | |
| 97 | 747169.02 | 4476990.82 | 197 | 747423.24 | 4478232.47 | | | |
| 98 | 747169.04 | 4476990.97 | 198 | 747424.26 | 4478239.06 | | | |
| 99 | 747160.26 | 4476999.86 | 199 | 747431.56 | 4478241.72 | | | |
| 100 | 747160.03 | 4477008.52 | 200 | 747432.04 | 4478247.77 | | | |

Sezioni trasversali

I profili delle sezioni trasversali sono stati ottenuti intersecando il DTM con delle linee ortogonali alla direzione di ciascuna asta fluviale del reticolo (attraverso l'applicativo RAS MAPPER). Sono stati ottenuti, quindi, i 172 profili trasversali numerati da valle verso monte riportati in Fig. 5.1.1.1.

Per ciascuna sezione si è proceduto alla definizione delle caratteristiche geometriche e fisiche dell'alveo, come richiesto dal programma di calcolo sono state inoltre introdotte le lunghezze (*reach length*) di ciascun tratto dell'alveo centrale (*Channel*) e delle aree golenali destra (*ROB*) e sinistra (*LOB*)

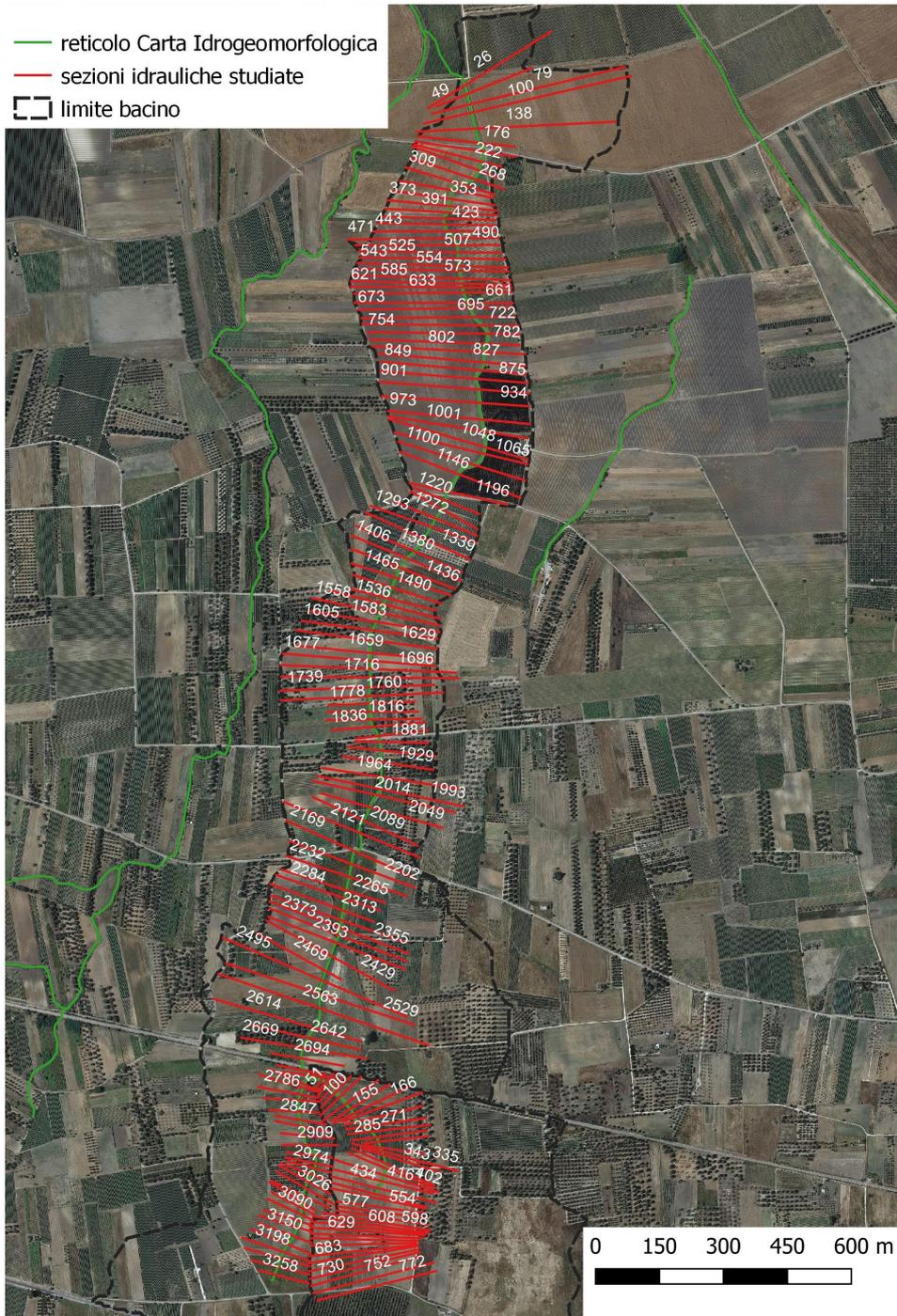


Fig. 5.1.1.1 – Sezioni studiate

Coefficiente di scabrezza

Per il coefficiente di scabrezza n di Manning si è fatto riferimento ai valori consigliati da Marchi E. & Rubatta A., 'Meccanica dei fluidi principi e applicazioni tecniche', UTET, 1981. Questi autori consigliano per alvei con pareti naturali interessati dalla presenza di vegetazione un valore di n pari a $0.030 \text{ s/m}^{1/3}$

Questo valore è stato imposto per tutti e 3 i tronchi in cui è stata suddivisa la rete idrografica sia per il tratto centrale (canale) che per le aree di golena destra e sinistra

4.1.2 Dati idraulici

I dati idraulici da inserire nel codice di calcolo riguardano la definizione:

- della portata di progetto
- delle condizioni al contorno e di stato critico.

Portata di progetto

La portata di progetto è stata assunta pari a quella prodotta da un evento di pioggia con tempi di ritorno pari a 200 anni precedentemente calcolata. A favore di sicurezza la portata è stata considerata costante e pari al valore di colmo.

Le portate in ingresso sono 0,85 mcs per il tronco principale e 2,28 mcs (sottobacino 1) per quello che nella modellazione è stato considerato il suo affluente (sottobacino 2).

Condizioni al contorno e stato critico

Il regime di flusso considerato è stato imposto di tipo misto e sono state definite per le due sezioni di monte e per la sezione di chiusura le seguenti condizioni al contorno:

- sezione di valle: critical depth (altezza critica)
- sezioni di monte: critical depth (altezza critica)

4.2 Verifiche idrauliche: output

Nelle figure successive si riporta il risultato del calcolo idraulico e cioè la distribuzione e geometria delle aree inondabili per il passaggio della piena studiata sovrapposta alle curve di livello estratte dal DTM ed alla Ortofoto Puglia.

Confrontando il posizionamento delle opere di progetto con la distribuzione delle aree sopradette si evince la piena compatibilità del progetto proposto con le condizioni di sicurezza idraulica del territorio in cui ricade imposte dal PAI; si rileva inoltre che non vi è alcuna interferenza tra le aree allagabili e le opere di progetto.



Fig. 5.2.1 a - Mappa di esondazione

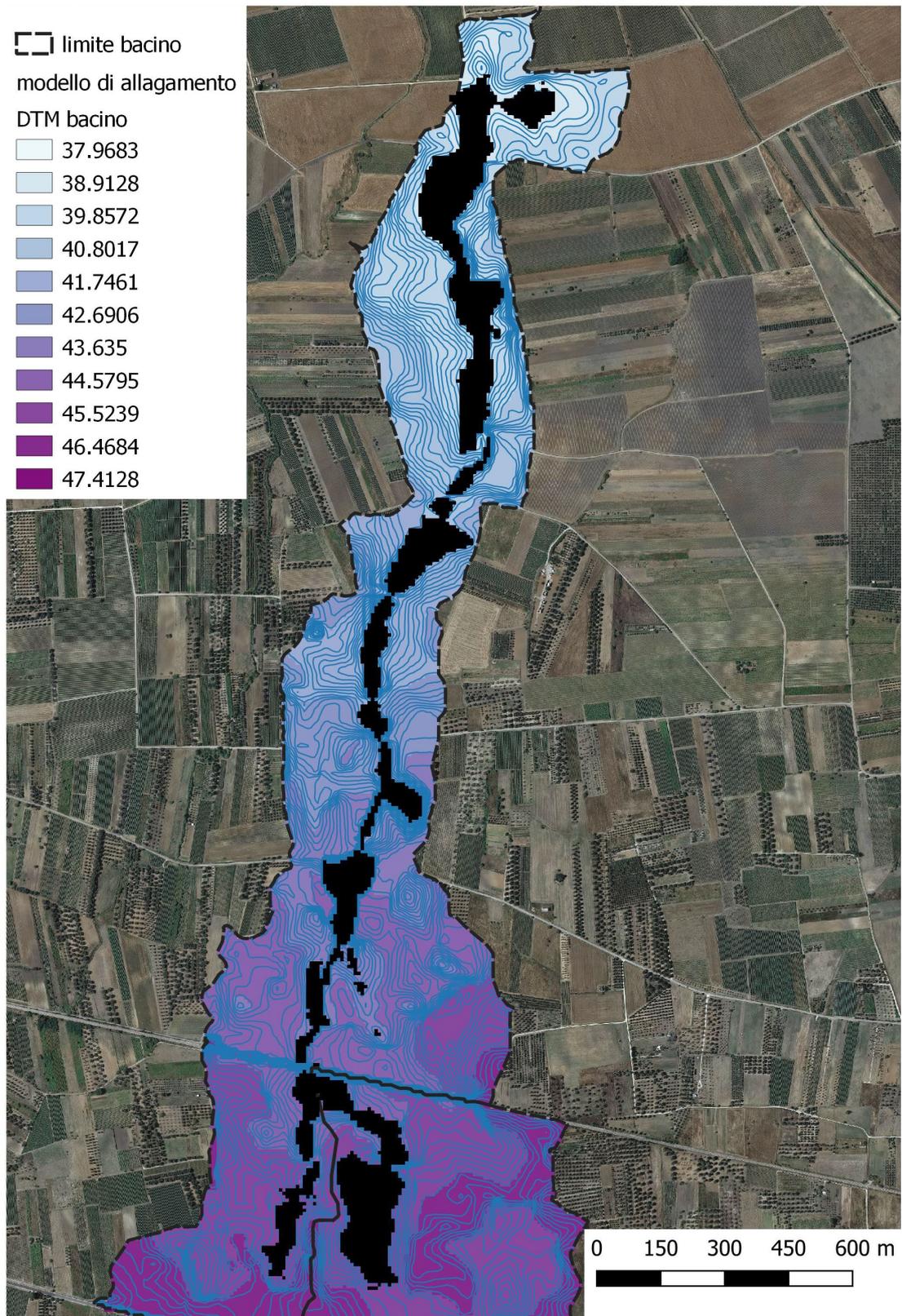


Fig. 5.2.1 a - Mappa di esondazione

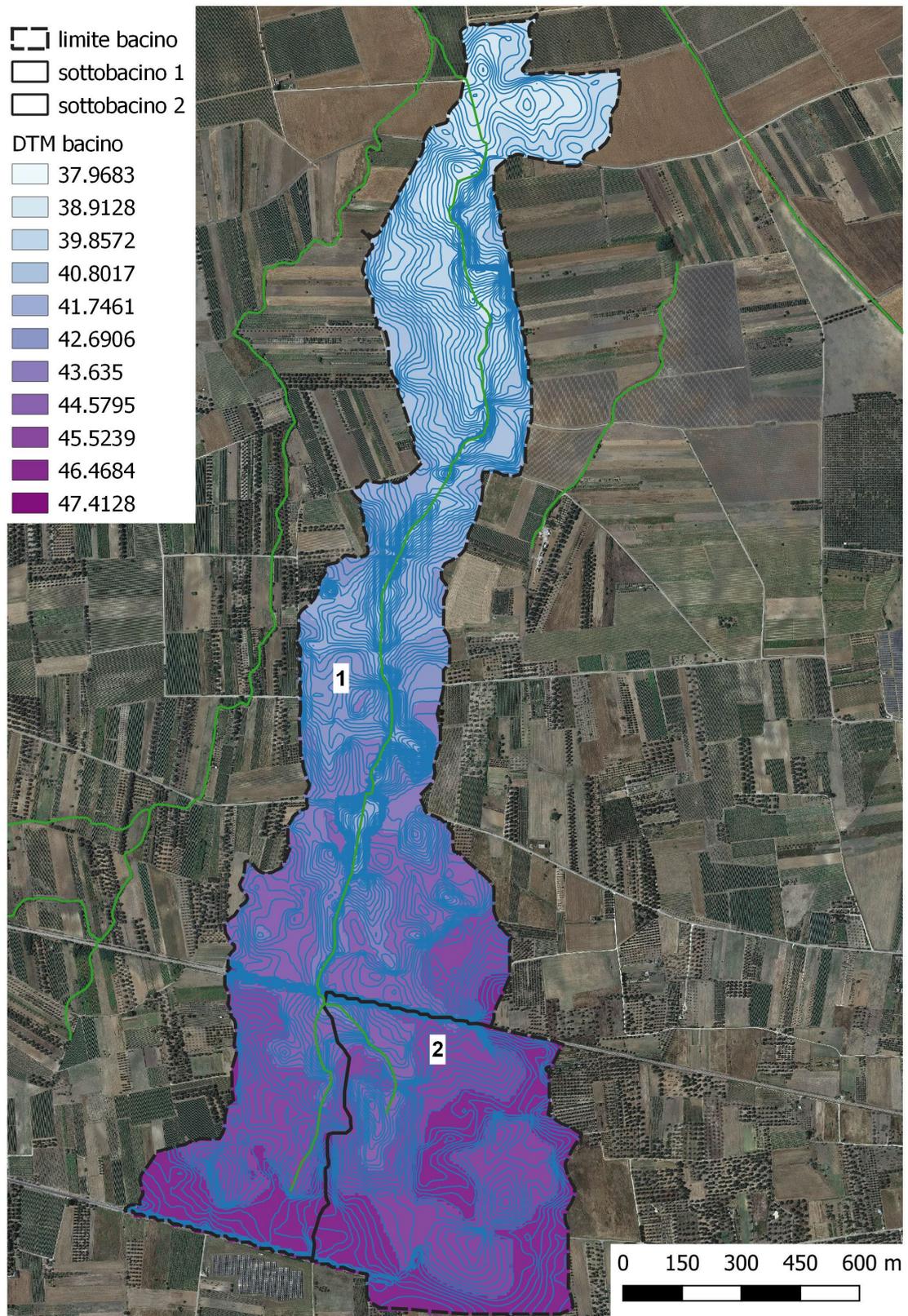


Tavola 1 – Perimetrazione bacino idrografico