

**IMPIANTO AGRIVOLTAICO DENOMINATO "PV GROTTAGLIE"  
CON POTENZA NOMINALE DI 35,3276 MVA  
E POTENZA INSTALLATA DI 39.807,6 MWp**

**REGIONE PUGLIA**

PROVINCIA di TARANTO  
COMUNE di GROTTAGLIE

OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEI COMUNI DI GROTTAGLIE E TARANTO

PROGETTO DEFINITIVO

Tav.:	Titolo:
R11	Relazione Idrologica

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
n.a.	A4	R11_RelazioneIdrologica_11

Progettazione:	Committente:
 <b>Dott. Ing. Fabio CALCARELLA</b> Studio Tecnico Calcarella Via Vito Mario Stampacchia, 48 - 73100 Lecce Mob. +39 340 9243575 fabio.calcarella@gmail.com - fabio.calcarella@ingpec.eu	<b>PV - INVEST ITALIA S.R.L.</b> Indirizzo: Via Sant'Osvaldo, 67 - 39100 Bolzano (BZ) P.IVA: 03047190214 - REA: BZ - 227293 PEC: pvinvestitaliasrl@legalmail.it
 	

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Settembre 2024	Prima emissione	GS	FC	PV - INVEST ITALIA s.r.l.

## Sommario

1 - PREMESSA.....	2
2 - DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERESSE ED INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3 - CARATTERI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI .....	5
4 - STUDIO IDROLOGICO.....	10
5 - CONCLUSIONI .....	36

## 1 – PREMESSA

La presente Relazione Idrologica è stata redatta a corredo del progetto di realizzazione di un **impianto agrivoltaico** denominato “*PV Grottaglie*” organizzato in 6 sottocampi suddivisi in 3 Macro Aree ricadenti in comune di Grottaglie (TA). Il soggetto proponente è la società **PV – Invest Italia s.r.l.** con sede in via Sant’Osvaldo, 67 39100 Bolzano (BZ). La società è iscritta nella Sezione Ordinaria della Camera di Commercio Industria Agricoltura ed Artigianato di Bolzano, con numero REA BZ 227293, C.F. e P.IVA N. 03047190214.

L'impianto agrivoltaico è costituito da:

- 1) Aree di impianto fotovoltaico a terra su inseguitori monoassiali con asse di rotazione nord – sud e relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale
- 2) aree di coltivazione a oliveto super intensivo e colture leguminose tra le file di ulivi e collocate anche al di sotto degli inseguitori monoassiali.
- 3) aree di naturalità collocate lungo le fasce limitrofe alla recinzione di impianto (aree di mitigazione e compensazione).

Queste aree insistono su varie particelle catastali aventi una superficie complessiva di 73,2 ha di cui 46,85 ha completamente recintati dove è prevista l'installazione degli inseguitori monoassiali.

Le aree di impianto sono suddivise in tre “Macro Aree”, denominate A, B, C a loro volta suddivise in aree più piccole come sinteticamente indicato nella seguente tabella

Lotto	Superficie a disposizione (mq)	Superficie a disposizione (ha)	Superficie recintata (mq)	Superficie recintata (ha)
Campo A1	168.229	16,82	118.015	11,80
Campo A2	184.778	18,48	128.918	12,89
<b>Macro Area A</b>	<b>353.007</b>	<b>35,30</b>	<b>246.933</b>	<b>24,69</b>
Campo B3	62.045	6,20	19.702	1,97
Campo B4	90.206	9,02	62.571	6,26
<b>Macro Area B</b>	<b>152.251</b>	<b>15,23</b>	<b>82.273</b>	<b>8,23</b>
Campo C5	129.283	12,93	80.480	8,05
Campo C6	97.741	9,77	58.857	5,89
<b>Macro Area C</b>	<b>227.024</b>	<b>22,70</b>	<b>139.336</b>	<b>13,93</b>
<b>TOTALE</b>	<b>732.282</b>	<b>73,23</b>	<b>468.542</b>	<b>46,85</b>

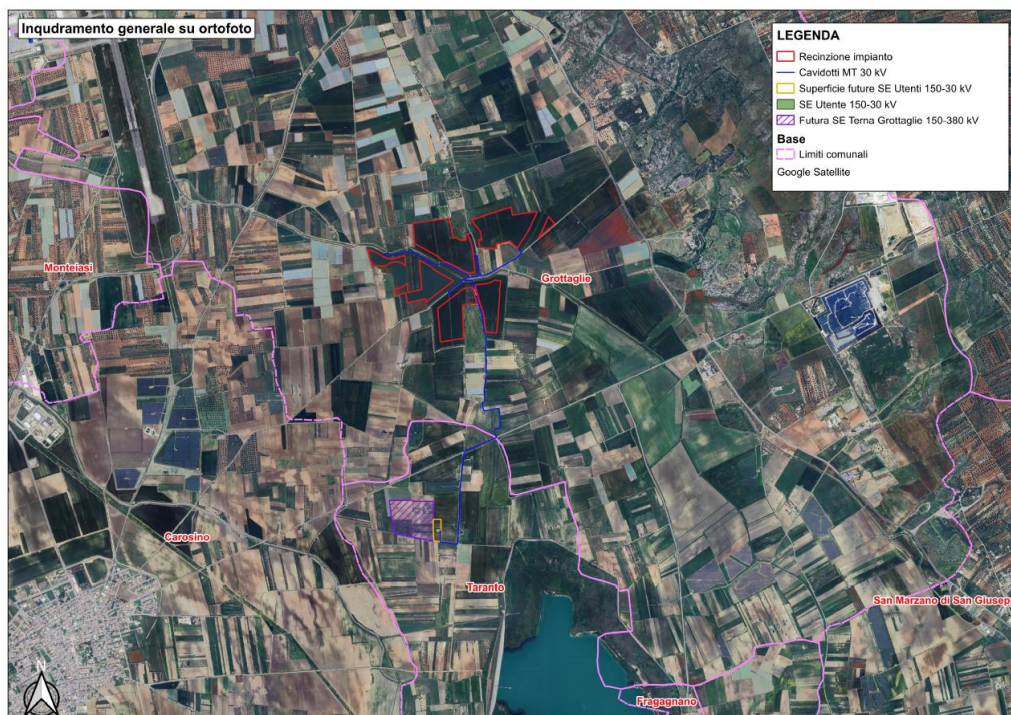


Fig. 1.1 – Individuazione delle aree di impianto su immagine satellitare



Fig. 1.2 - Inquadramento Macro Aree A (in ciano), B (in verde) e C (in viola)

L'impianto fotovoltaico ha una potenza installata di 39.808 kWp a fronte di una potenza immessa in rete di **35.250 kW**. Esso è costituito da:



- 56.868 moduli fotovoltaici di potenza unitaria paria a 700 Wp, installati su strutture di sostegno in acciaio di tipo mobile (inseguitori), con relativi motori elettrici per la movimentazione. Le strutture saranno ancorate al suolo tramite paletti in acciaio direttamente infissi nel terreno al fine di ridurre sia i movimenti terra (scavi e rinterri) che le opere di ripristino conseguenti. È previsto in particolare che siano installati 2.031 inseguitori che sostengono 28 moduli ciascuno.
- *Inverter c.c./c.a. e Trasformatori MT/BT* installati su *Skid* preassemblati in stabilimento dal fornitore e contenenti oltre ad inverter e trasformatore anche le relative protezioni BT e MT, denominati Power Control System (PCS). Il numero e la potenza degli inverter (e di conseguenza dei trasformatori) all'interno di ciascun Campo saranno diverse a seconda della dimensione del Campo stesso.
- Cabine di Raccolta (CdR) che raccolgono in MT a 30 kV tutta l'energia prodotta nei Campi
- La rete BT interna di ciascun Campo, ovvero dei cavi BT in c.c. (cavi solari) e relativa quadristica elettrica (quadri di parallelo stringhe), sino agli inverter.
- La rete MT interna di ciascun Campo, costituita dai cavidotti interrati di collegamento tra gli Skid e le Cabine di Raccolta e fra le CdR.
- La rete MT esterna dall'ultima CdR di ciascun Campo al locale MT della SSE Utente di trasformazione e Consegna.
- SSE Utente MT/AT dove avviene la trasformazione di tensione 30/150 kV e la consegna dell'energia prodotta. Nella SSE Utente sarà installato un trasformatore di potenza pari a 40 MVA con relative protezioni oltre che un edificio locali tecnici.
- Gruppi di misura con trasduttori sulle sbarre AT in uscita dai quattro trasformatori. Gli Apparecchi di Misura saranno installati all'interno di specifico locale tecnico.

Il collegamento in cavo AT tra SSE Utente e la nuova SE TERNA "Taranto 380" avverrà interamente su terreno agricolo ed avrà una lunghezza di circa 200 m.

Le aree di intervento sono tutte esterne all'urbanizzato di Grottaglie e ricadono sulla sezione 494104 della CTR.

## **2 – DESCRIZIONE DEL SITO DI INTERESSE ED INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

L'impianto agrivoltaico ricade in un settore di territorio grottagliese a piena vocazione agricola da ormai molti decenni. Questo territorio è collocato ai piedi del contrafforte carbonatico su cui

sorge, più a nord, l'agglomerato urbano e si presenta sostanzialmente pianeggiante, collocato altimetricamente tra 70 e 80 m slm.

Catastalmente i siti di intervento sono inquadrati come segue:

Macro Area A

- Fg: 75 Grottaglie - P.Ile: 190, 294, 35, 298, 213, 257, 258.
- Fg: 76 Grottaglie - P.Ile: 96, 18.

Macro Area B

- Fg: 75 Grottaglie - P.Ile: 53, 140.

Macro Area C

- Fg:75 Grottaglie - P.Ile: 192, 57, 56.
- Fg:80 Grottaglie - P.Ile: 23, 99, 26, 25, 24, 116.

Rispetto alla CTR in scala 1:10000 i siti ricadono tutti nella sezione 491109 mentre rispetto al Grigliato IGM in scala 1:50000 ricadono ricade sul Foglio 491.

### 3 – CARATTERI GEOMORFOLOGICI ED IDROGRAFICI

Lo studio geomorfologico del territorio di interesse è consistito essenzialmente nella estrazione dei cigli di scarpata e dei gradini morfologici e delle linee di impluvio e displuvio dal DTM Puglia attraverso il software **SAGA GIS**. In particolare, per l'estrazione delle linee di impluvio è stato applicato il modulo **Channel network and drainage basins** su un DTM elaborato ottenuto sottraendo al DTM Puglia le aree chiuse attraverso il modulo di calcolo **Fill sinks**. Questo modulo utilizza l'algoritmo proposto da Wang & Liu (2006) per identificare e riempire le depressioni superficiali nei DEM. La sottrazione delle depressioni topografiche simula la condizione di estesa formazione di ristagni superficiali e l'instaurarsi di un flusso idrico continuo verso il recapito finale. Il modulo di calcolo non riempie solo le depressioni ma può anche preservare una pendenza verso il basso lungo il percorso del flusso. Nel caso specifico è stata utilizzata tale opportunità preservando un gradiente di pendenza minimo. Sul raster di output di tale modulo è stato poi applicato il modulo Channel network and drainage basins per l'estrazione dei deflussi (Fig. 3.1). In generale il modello di deflusso descrive una organizzazione della rete idrografica più articolata e complessa di quanto riportato nella Carta Idrogeomorfologica della regione Puglia (Fig. 3.2) confermando comunque l'organizzazione generale qui cartografata. La rete idrografica si disarticola dalle pendici dell'alto morfostrutturale posto ad Est delle aree di impianto, dove affiora in substrato calcareo, verso il fosso Monteverde. Come si può rilevare dalle Fig. 3.1 e 3.2 i principali assi di deflusso sono esterni alle aree di impianto.

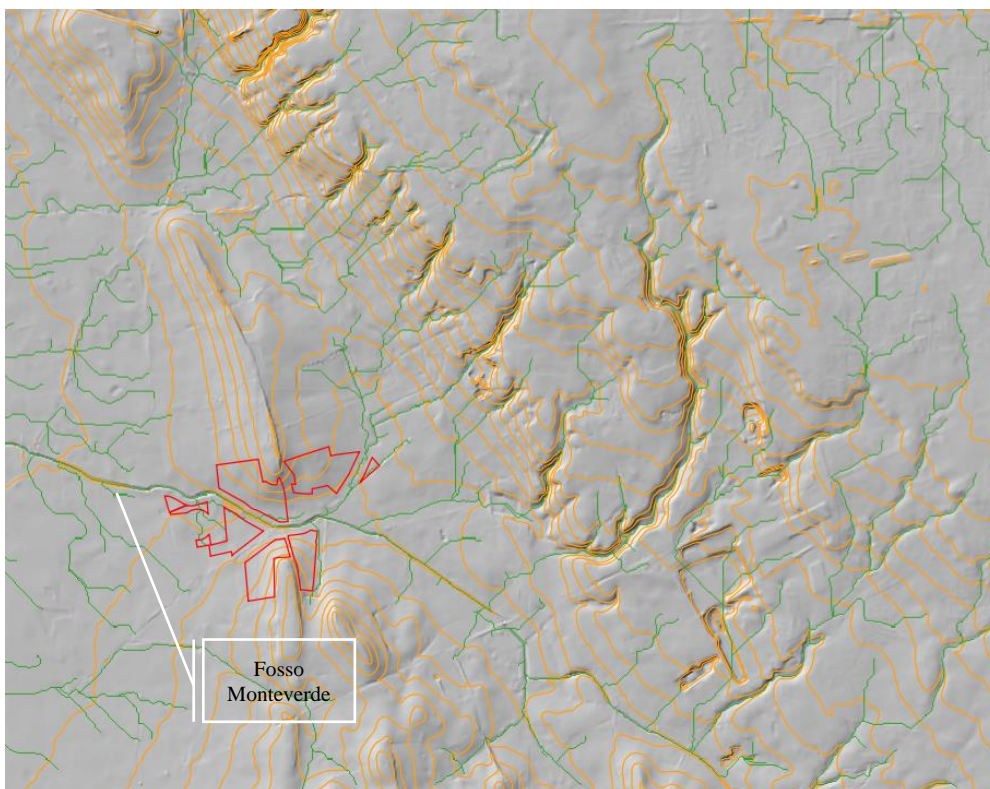


Fig. 3.1 – Rete idrografica estratta dal DTM Puglia (le isoipse hanno equidistanza pari a 5 m); in rosso sono perimetrate le aree di impianto

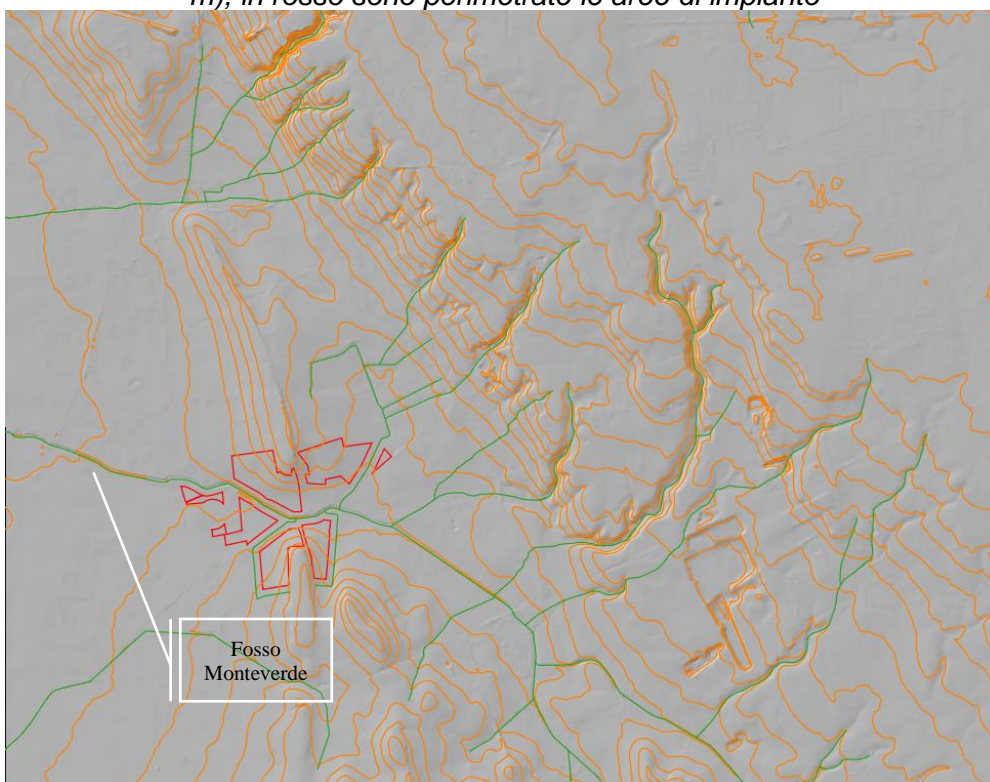


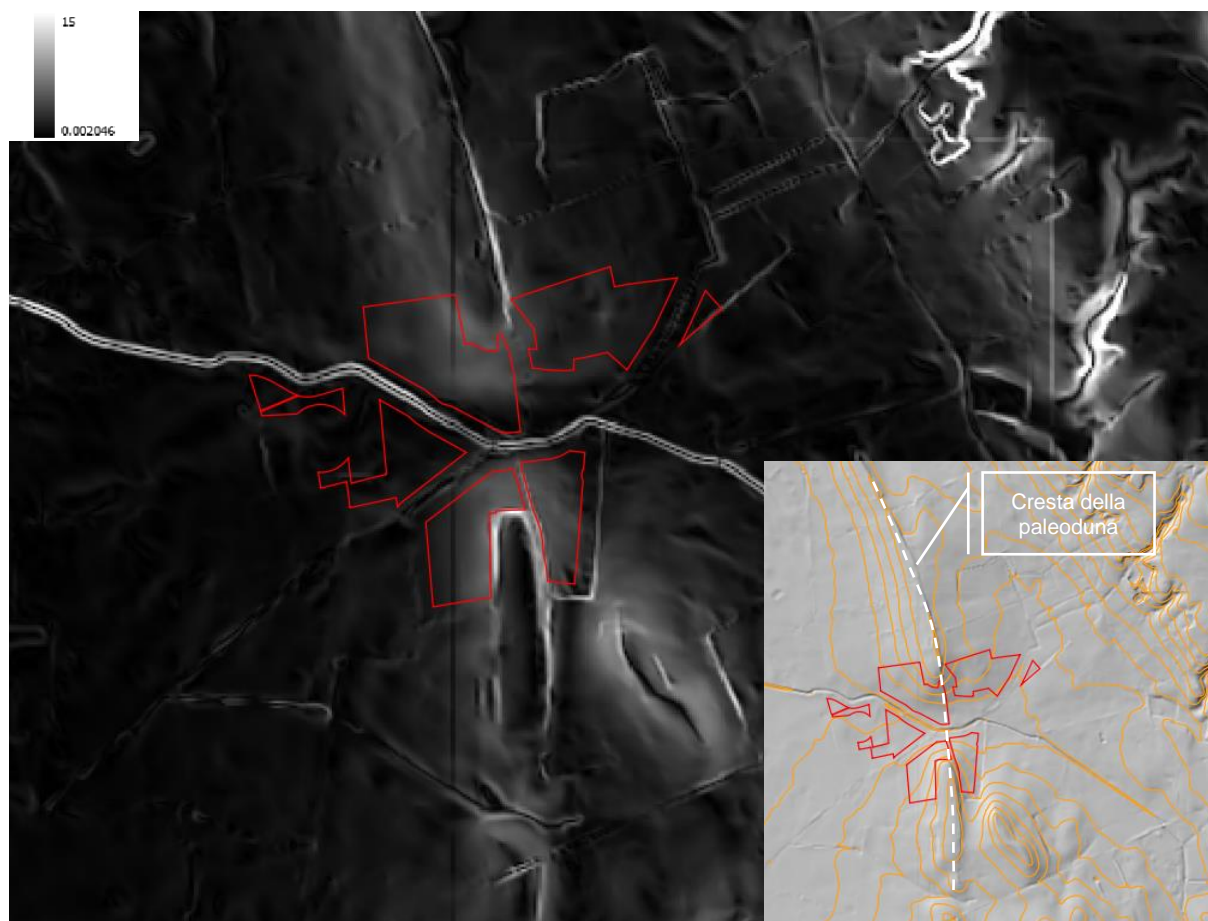
Fig. 3.2 – Rete idrografica cartografata sulla Carta Idrogeomorfologica della Regione Puglia (le isoipse hanno equidistanza di 5 m); in rosso sono perimetrate le aree di impianto



Dal DTM Puglia sono state estratte anche le scarpate che caratterizzano il territorio di interesse. Il raster è stato elaborato con il plugin SLOPE che, tra i vari output, restituisce anche il raster della pendenza, espressa in gradi, calcolata per ogni cella del raster di input.

Il dato di output è dunque un raster, anch'esso come il dato di input con cella elementare di 64 mq (quindi ognuna di esse ha lato di 8 ml) la cui informazione collegata non è più l'altezza sul livello del mare ma il valore della pendenza espressa in gradi.

L'elaborazione svolta, restituita come immagine in Fig. 3.3, denuncia che nel perimetro delle aree di impianto non ricadono celle con pendenza superiore a 5-6° né esistono contasti di pendenza; si rileva anche che i siti sono tagliati da Nord a Sud da modesto rilievo falcato che in letteratura geologica è interpretato come una paleoduna di età mediopleistocenica. Alla luce delle elaborazioni svolte è possibile definire il territorio interessato dagli interventi come sostanzialmente pianeggiante.



*Fig. 3.3 – Individuazione delle scarpate e definizione della pendenza del territorio (le elaborazioni sono state svolte a partire dal DTM Puglia)*

A scala più ampia il territorio in cui ricadono le aree di impianto ha nel complesso un assetto geomorfologico a “gradinata di terrazzi marini”; infatti, tutto il territorio di Taranto e dei comuni



limitrofi, fino alle pendici dell'altopiano murgiano, è caratterizzato dal paesaggio dei terrazzi marini. Esso è contraddistinto dalla presenza di alcune superfici disposte a gradinata digradante verso mare e verso esso debolmente inclinate. Queste superfici sono distinte per quota, età e caratteri del deposito che le costituisce. I versanti che le separano hanno andamento circa parallelo alla linea di riva attuale e sono appena percettibili dove modellati in formazioni argillose e sabbiose o piuttosto ripidi ed a gradoni, alti fino a qualche metro, dove modellati su calcari o calcareniti. L'andamento delle scarpate e la natura dei depositi che costituiscono i terrazzi sono la prova dell'origine marina degli stessi. I terrazzi, infatti, si sono originati per la interazione fra le oscillazioni glacioeustatiche del livello del mare ed i sollevamenti legati alla tettonica regionale verificatisi nel corso del Pleistocene medio e superiore.

Rispetto alle elaborazioni riportate in Fig. 3.1 e in Fig. 3.2 si rileva che le aree di intervento ricadono nei bacini idrografici di 6 reticoli di drenaggio che afferiscono al Fosso Monteverde (Fig. 3.4). Questi bacini sono i bacini di progetto rispetto ai quali saranno svolti i successivi calcoli idrologici e sono denominati:

- Bacino di progetto 1,
- Bacino di progetto 2,
- Bacino di progetto 3,
- Bacino di progetto 4,
- Bacino di progetto 5,
- Bacino di progetto 6.

Dalla sovrapposizione dei limiti dei bacini con la carta geologica (Fig.3.5) emerge che i bacini di progetto ricadono su aree di affioramento di rocce carbonatiche rappresentate dai calcari cretacei e da calcareniti del Pliocene e del Pleistocene medio grossolane e poco tenaci.

I calcari cretacei sono permeabili per fratturazione e carsismo; le calcareniti plioceniche sono permeabili per fessurazione, carsismo e porosità e poggiano direttamente sui calcari del Cretaceo. Le calcareniti del Pleistocene medio invece sono permeabili solo per porosità e sono sovrapposte ad argille del Pleistocene inferiore.

I 6 bacini di progetto, dunque, ricadono in un ambito territoriale dove l'infiltrazione delle acque di pioggia è un fenomeno nettamente prevalente rispetto al deflusso superficiale. Il primo, infatti, è nettamente favorito dalla alta permeabilità dei corpi geologici affioranti.

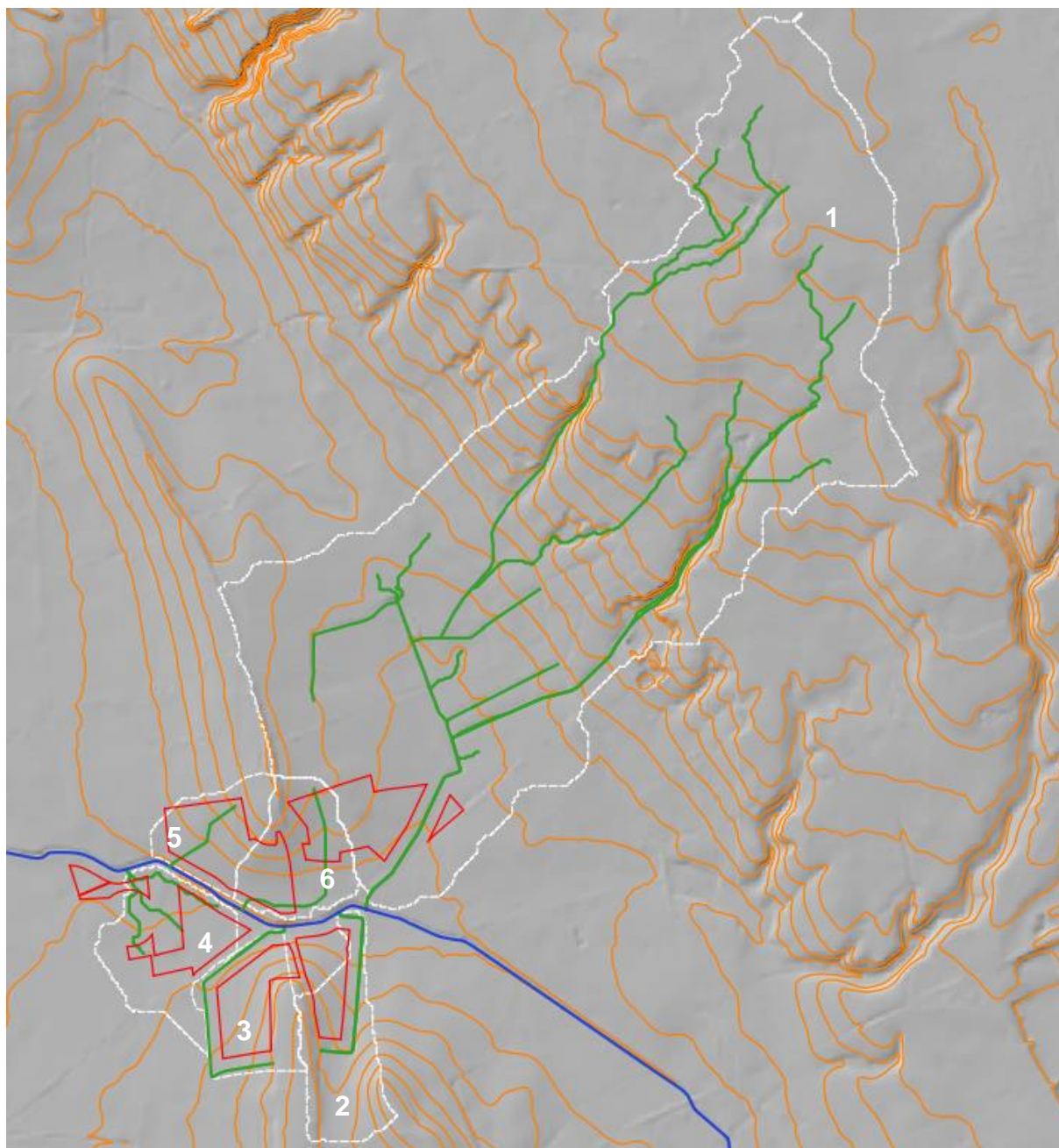


Fig. 3.4 – Perimetrazione dei bacini di progetto su modello digitale del terreno; in verde è cartografata la rete di drenaggio rispetto alla quale esiste una interazione con le aree di intervento mentre in blu è cartografato il Fosso Monteverde (le isoipse hanno equidistanza 5 m)



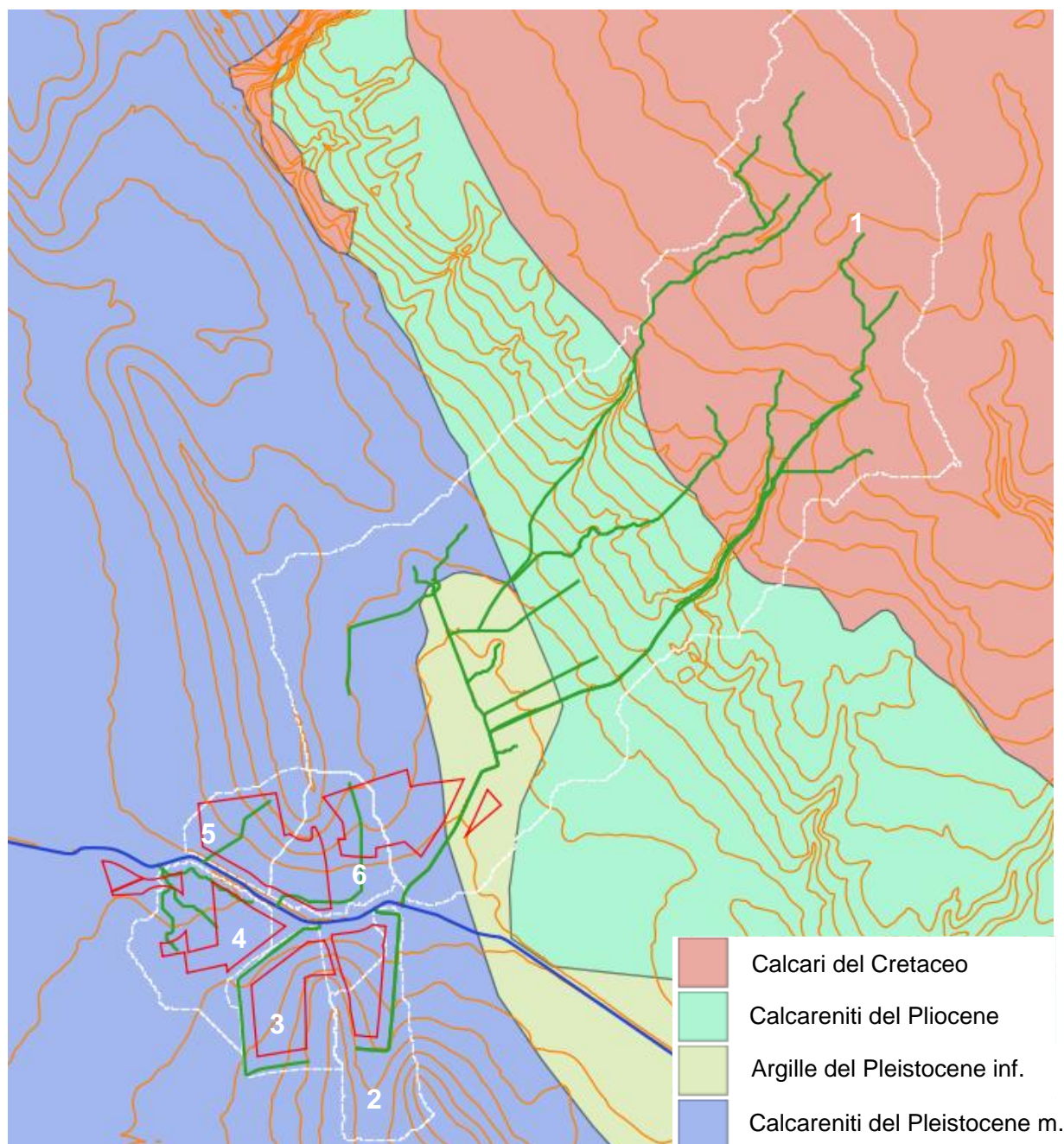


Fig. 3.5 – Perimetrazione dei bacini di progetto su carta geologica; in verde è cartografata la rete di drenaggio rispetto alla quale esiste una interazione con le aree di intervento mentre in blu è cartografato il Fosso Monteverde (le isoipse hanno equidistanza 5 m)

## 4 - STUDIO IDROLOGICO

### 4.1 Premessa

Il cavidotto di progetto interseca in vari punti la rete idrografica; esso, tuttavia è un elemento lineare, collocato integralmente nel sottosuolo (in trincea o in T.O.C.).

Le aree di impianto individuate in Fig. 3.5 si sovrappongono anch'esse al reticolo di drenaggio ma diversamente dal cavidotto al loro interno si realizzeranno interventi che hanno una dimensione areale e che occuperanno vaste porzioni di terreni agricoli caratterizzati da minimi dislivelli topografici.

In ragione di queste considerazioni si può ritenere che il cavidotto non rappresenti un elemento impattante sulle modalità e condizioni di svolgimento del deflusso superficiale contrariamente invece alle aree di impianto dove potrebbero verificarsi, in seguito alla realizzazione degli interventi di progetto, degli impatti sul deflusso superficiale.

In ragione di queste considerazioni, i successivi calcoli idrologici saranno incentrati sulle aree di impianto. Rispetto ai bacini in cui queste aree ricadono (bacini di progetto di Fig. 5.3) si è provveduto quindi a definire le portate al colmo prodotte da eventi di pioggia con tempo di ritorno di 5 anni.

Il tempo di ritorno è stato fissato pari a 5 anni poiché le eventuali interferenze di carattere idraulico, definite e quantificate nella Relazione Idraulica, sono quelle che riguardano il deflusso ordinario (la pericolosità idraulica con riferimento agli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI è infatti valutata nello "Studio di Compatibilità idrologica ed idraulica").

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 e 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, 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:

$$X(d, z) = 33,7 * d^{\frac{0,488+0,0022*z}{3,178}} \quad 1$$

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:



$$K_T = 0,1599 + 0,5166 * \ln(Tr) \quad 2$$

Determinati gli eventi critici di pioggia è stata costruita per ogni bacino di progetto la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa ai diversi tempi di ritorno considerati.

Il tempo caratteristico di ciascun bacino è stato assunto pari al tempo di corrivazione definito come il tempo che impiega l'ultima particella d'acqua caduta nella sezione più lontana da quella di chiusura a raggiungere quest'ultima. Si è proceduto al calcolo di Tc utilizzando i parametri morfometrici propri dei bacini di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura ritenute più appropriate al caso di studio.

A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di Tc medio tra quelli calcolati.

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Con riferimento ad un evento di durata  $d$  e con un tempo di ritorno  $Tr$  è possibile determinare il deflusso superficiale caratteristico del bacino scolante:

$$h_{netta}(d, Tr) = \frac{(X(d, Tr) - I_a)^2}{(X(d, Tr) - I_a) + S} \quad (3)$$

dove:

- $h_{netta}(d, Tr)$  in mm, è il volume specifico complessivamente defluito durante l'evento di durata  $d$  e tempo di ritorno  $Tr$ ;
- $X(d, Tr)$  in mm, è il volume specifico di pioggia lorda relativo all'evento di durata  $d$  e tempo di ritorno  $Tr$ ;
- $I_a$  in mm, rappresenta la quota parte del volume affluito che si infiltra prima che il deflusso abbia inizio;
- $S$  in mm, è il potenziale specifico massimo di assorbimento del terreno, cioè il volume immagazzinabile a saturazione nello stesso.

Nella pratica, si utilizzano le seguenti relazioni:

$$I_a = 0.2S \quad e \quad S = \frac{25400}{CN} - 254$$

Il Curve Number "CN" è un parametro adimensionale decrescente in funzione della permeabilità, intesa come caratteristica globale del tipo e dell'uso del suolo. La sua determinazione è ottenuta in base al grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico esaminato, alla tipologia pedologica e litologica dei suoli ed all'uso del suolo.

Nell'applicazione del metodo sono previste tre classi, rispettivamente la I, la II e la III del grado di umidità del terreno, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni precedenti l'evento

esaminato (Antecedent Moisture Condition): molto asciutto (<50 mm), standard (50÷110 mm) e molto umido (>110 mm). Poiché lo studio è rivolto al calcolo della portata di piena e considerato che in occasione di queste ultime molto spesso il terreno del bacino si presenta in condizioni di elevato imbibimento, si è preferito adottare il valore di  $CN$  corrispondente alla classe AMC-tipo III, legato a quella normale dalla relazione:

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}}$$

Ai fini applicativi ogni sottobacino è stato suddiviso in base all'uso del suolo indicato sulla Carta di uso del suolo della regione Puglia, in zone omogenee caratterizzate dal medesimo valore di  $CN$  e per ogni sottobacino è stato quindi ricavato un valore medio del parametro  $CN$ , ottenuto come "media pesata" dei valori singolari imposti sulle  $i$ -esime sub-aree:

$$CN = p_1CN_1 + p_2CN_2 + \dots + p_nCN_n$$

dove  $p_1, p_2, \dots, p_n$  sono le percentuali dell'area totale del bacino

La classificazione dei tipi di suolo è funzione delle caratteristiche di permeabilità secondo la suddivisione proposta dal Soil Conservation Service che prevede quattro classi:

- A = potenzialità di deflusso scarsa,
- B = potenzialità di deflusso moderatamente bassa,
- C = potenzialità di deflusso moderatamente alta,
- D = potenzialità di deflusso molto alta.

Ad ognuna delle precedenti classi di potenzialità di deflusso, in funzione dell'uso del suolo, sono associabili dei valori del parametro  $CN$  come riportato in tabella.

<b>Tipo di copertura</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<i>Tessuto residenziale continuo</i>	89	92	94	95
<i>Tessuto residenziale discontinuo</i>	61	75	83	87
<i>Tessuto residenziale rado e nucleiforme</i>	51	68	79	84
<i>Tessuto residenziale rado</i>	51	68	79	84
<i>Insedimento industriale</i>	81	88	91	93
<i>Insedimento commerciale</i>	89	92	94	95
<i>Insedimento produttivo agricolo</i>	61	75	83	87
<i>Reti stradali e spazi accessori</i>	98	98	98	98
<i>Aree estrattive</i>	60	60	60	60
<i>Discariche</i>	30	58	71	78
<i>Cantieri e suoli rimaneggiati</i>	89	92	94	95
<i>Campeggi, strutture ricettive, luoghi di culto e cimiteri</i>	49	69	79	84
<i>Aree verdi urbane</i>	39	61	74	80
<i>Colture temporanee associate a colture permanente</i>	62	71	78	81
<i>Frutteti e frutti minori non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Frutteti e frutti minori irrigui</i>	72	81	88	91

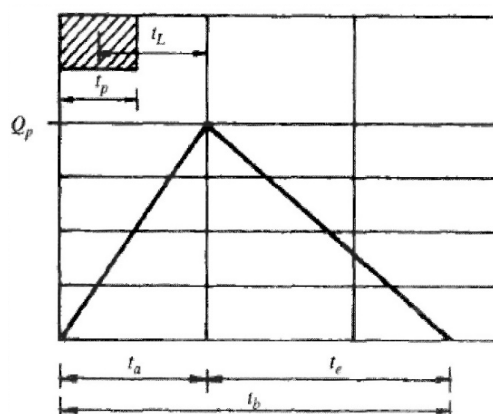
<i>Oliveti irrigui</i>	72	81	88	91
<i>Oliveti non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Prati stabili non irrigui</i>	30	58	71	78
<i>Seminativi in aree non irrigue</i>	62	71	78	81
<i>Sistemi colturali e particellari complessi</i>	72	81	88	91
<i>Vigneti irrigui</i>	72	81	88	91
<i>Vigneti non irrigui</i>	62	71	78	81
<i>Zone boscate</i>	25	55	70	77
<i>Aree a pascolo naturale, praterie e incolti</i>	39	61	74	80
<i>Spiagge, dune e sabbie</i>	68	79	86	89
<i>Bacini di acqua</i>	100	100	100	100

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stato possibile calcolare le altezze efficaci di pioggia relative ad un evento con tempo di ritorno di 5 anni.

Per il calcolo della portata di piena  $Q_p$  ( $m^3/s$ ) si è fatto riferimento all'idrogramma unitario proposto dal Soil Conservation Service (SCS). Si tratta di un idrogramma approssimato di forma triangolare che ha una fase crescente di durata  $t_a$  (tempo di accumulo) e una fase di esaurimento di durata  $t_e$  (tempo di esaurimento) e il cui volume, espresso in  $m^3$ , ha la seguente espressione:

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

avendo indicato con  $t_b$  la durata dell'evento di piena.



Sperimentalmente è stato dimostrato che nella fase crescente dell'idrogramma defluisce un volume idrico pari al 37,5% del volume totale  $V$  di deflusso; quindi, ne consegue che la durata della fase crescente è pari a 0,375 volte la durata dell'evento di piena  $t_b$  e pertanto:

$$t_b = 2.67 t_a$$

Utilizzando le formule precedenti ed esprimendo il volume di deflusso netto  $V$  in  $mm$ , il tempo  $t_a$  in ore, l'area  $A$  del bacino in  $Km^2$ , si ottiene:

$$Q_p = 0.208 \frac{VA}{t_a}$$

La determinazione di  $t_a$ , nell'ipotesi di precipitazione di intensità costante di durata  $t_p$  e indicando con  $t_L$  il tempo di ritardo, si effettua con la seguente relazione:

$$t_a = 0.5t_p + t_L$$

I tempi  $t_p$  e  $t_L$  sono "tempi caratteristici" del bacino: il primo rappresenta il tempo di piena, il secondo, invece, il ritardo con cui la portata di picco arriva alla sezione di chiusura del bacino. Per la stima del tempo di ritardo del bacino si può utilizzare la formula di Mockus:

$$t_L = 0.342 \frac{L_{\max}^{0.8}}{s^{0.5}} \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.9}$$

In cui  $s$  è la pendenza del bacino espressa in %,  $L_{\max}$  la lunghezza dell'asta principale prolungata fino alla displuviale espressa in Km.

Sperimentalmente è stata osservata la seguente relazione:

$$t_L = 0.5t_c$$

quindi in ultima istanza, si ottiene:

$$t_a = 1.1t_c$$

Si proceduto quindi alla determinazione delle portate di picco, per i diversi tempi di ritorno considerati e per ciascun sottobacino; infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma di piena partendo dall'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di  $Q/Q_p$  e di  $t/t_a$ .

#### 4.3 Bacino di progetto 1

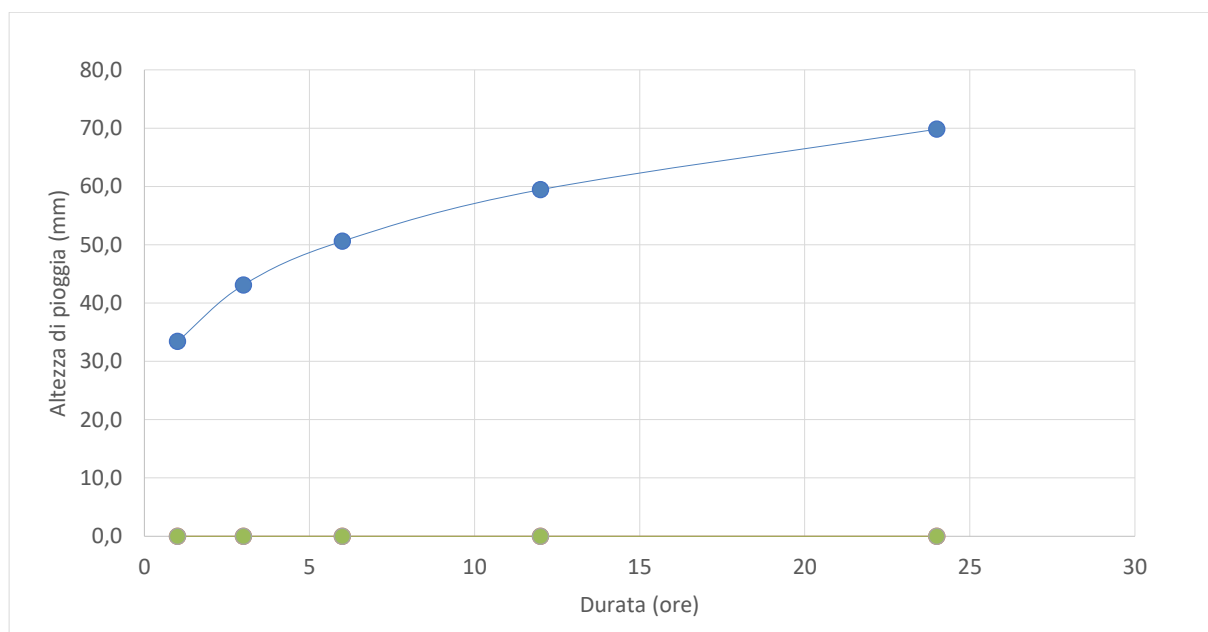
Il bacino ha una superficie di 3.77 kmq, la quota massima è pari a 157.47 m, la quota minima è pari a 72.68 m, mentre la quota media è pari a 113.24 m.

Di questo bacino è stata calcolata la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa al tempo di ritorno di 5 anni.

d	1	3	6	12	24
z	113.24				
x	33.7	43.5	51.1	60.0	70.4
Tempo ritorno	5		Kt5	0.99	
$X_5$	33.4	43.1	50.6	59.5	69.8
$LN(X_5)$	3.5088	3.7636	3.9244	4.0852	4.2459
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781



Regr. Lin.	0.2319	3.51			
n5	0.2319				
a5	33.41				
h5	33.4	43.1	50.6	59.5	69.8



Si riportano di seguito i dati morfometrici del bacino di progetto:

		Bacino di progetto 1
Superficie	S (mq)	3770523
Altezza massima	H <sub>max</sub> (m)	157.47
Altezza media	H <sub>med</sub> (m)	113.24
Altezza minima	H <sub>min</sub> (m)	72.68
Lunghezza asta principale	L (km)	3.524
Quota scorr. asta sezione monte	h <sub>m</sub> (m)	149.25
Quota scorr. asta sezione valle	h <sub>v</sub> (m)	72.92
Pendenza media asta	i	0.0217
Pendenza media versanti	i <sub>v</sub>	0.039

Per la determinazione delle portate è necessario calcolare T<sub>c</sub> (espresso in ore). Il calcolo è stato effettuato utilizzando i parametri morfometrici del bacino di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura. A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini di progetto, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di T<sub>c</sub> medio tra quelli calcolati.

Formula	Bacino di progetto 1
Giandotti	2.56
Pezzoli	1.32
Puglisi	3.16

Tournon	3.25
Ventura	1.68
Viparelli	0.93
Tc medio	2.39

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Come classe di uso del suolo è stato utilizzato *Oliveti non irrigui, Aree a pascolo naturale, praterie e incolti, Seminativi in aree non irrigue* mentre come classe di deflusso è stata considerata la B (il substrato geologico è rappresentato infatti da calcari carsificati e calcareniti molto permeabili). Dunque, vale:

Cniii	83.24
Ia	12.79
S	51.16

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stata calcolata l'altezza efficace di pioggia relativa ad un evento con tempo di ritorno di 5 anni.

Tr	5
S (mm)	51.16
Ia (mm)	12.79
Tc (ore)	2.39
n	0.2319
a	33.4
H <sub>lordo</sub>	17.1
H <sub>netto</sub>	0.3

Si è proceduto quindi alla determinazione della portata di picco.

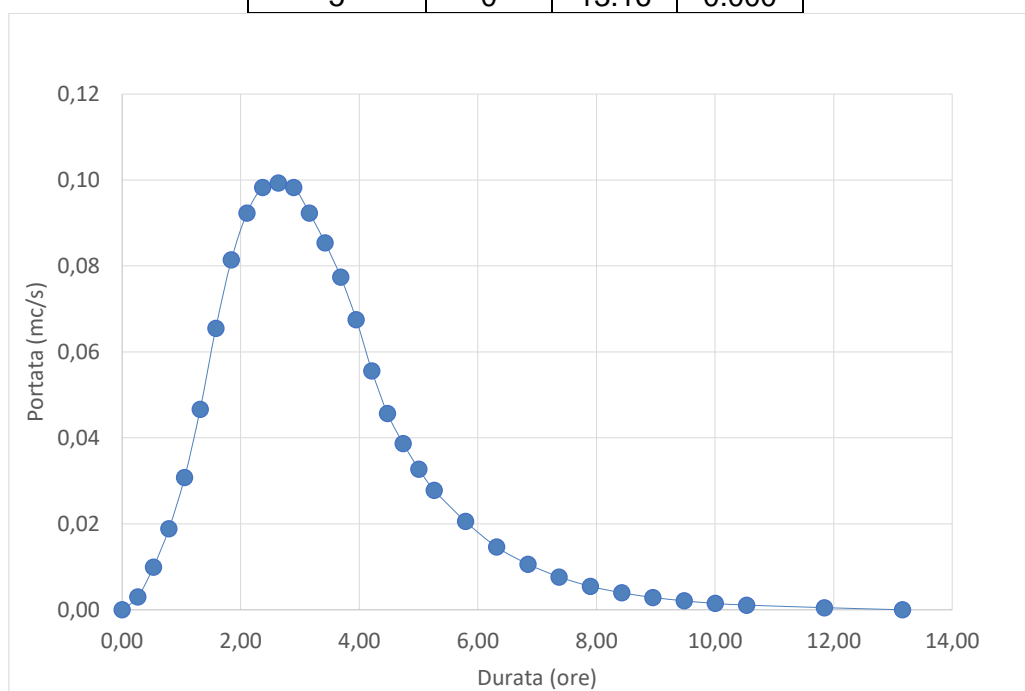
Tr	5
Tc (ore)	2.39
T <sub>lag</sub> (ore)	1.44
Tp (ore)	2.63
A (kmq)	3.77052
V <sub>netto</sub> (mm)	0.33
Qp (mc/s)	0.10

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire.

t/Tp	Q/Qp	t	Q5
0	0	0.00	0.000
0.1	0.03	0.26	0.003
0.2	0.1	0.53	0.010
0.3	0.19	0.79	0.019
0.4	0.31	1.05	0.031
0.5	0.47	1.32	0.047

- RELAZIONE IDROLOGICA -

0.6	0.66	1.58	0.066
0.7	0.82	1.84	0.081
0.8	0.93	2.11	0.092
0.9	0.99	2.37	0.098
1	1	2.63	0.099
1.1	0.99	2.90	0.098
1.2	0.93	3.16	0.092
1.3	0.86	3.42	0.085
1.4	0.78	3.69	0.077
1.5	0.68	3.95	0.068
1.6	0.56	4.21	0.056
1.7	0.46	4.48	0.046
1.8	0.39	4.74	0.039
1.9	0.33	5.00	0.033
2	0.28	5.27	0.028
2.2	0.207	5.79	0.021
2.4	0.147	6.32	0.015
2.6	0.107	6.85	0.011
2.8	0.077	7.37	0.008
3	0.055	7.90	0.005
3.2	0.04	8.43	0.004
3.4	0.029	8.95	0.003
3.6	0.021	9.48	0.002
3.8	0.015	10.00	0.001
4	0.011	10.53	0.001
4.5	0.005	11.85	0.000
5	0	13.16	0.000

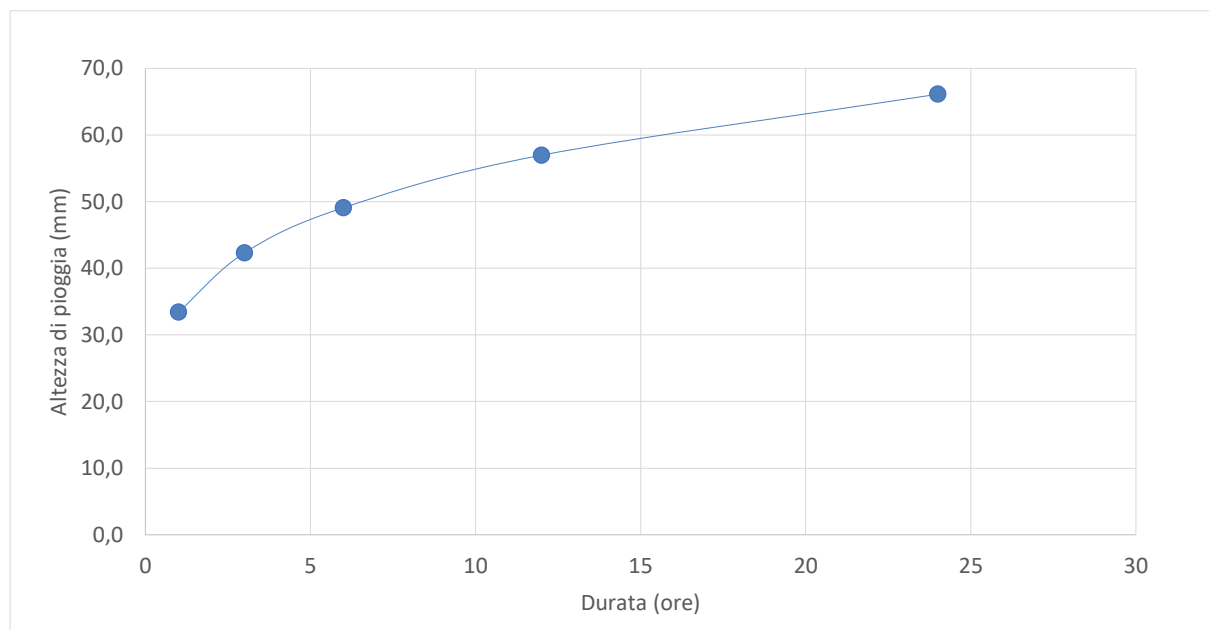


#### 4.4 Bacino di progetto 2

Il bacino ha una superficie di 0.2 kmq, la quota massima è pari a 108.68 m, la quota minima è pari a 68.76 m, mentre la quota media è pari a 88.49 m.

Di questo bacino è stata calcolata la Linea Segnatrice di Possibilità Climatica relativa al tempo di ritorno di 5 anni.

d	1	3	6	12	24
z	88.49				
x	33.7	42.7	49.5	57.5	66.7
Tempo ritorno	5		Kt5	0.99	
X <sub>5</sub>	33.4	42.3	49.1	57.0	66.1
LN(X <sub>5</sub> )	3.5088	3.7448	3.8937	4.0426	4.1915
d (ore)	1	3	6	12	24
LN(d)	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.2148	3.51			
n5	0.2148				
a5	33.41				
h5	33.4	42.3	49.1	57.0	66.1



Si riportano di seguito i dati morfometrici del bacino di progetto:

		Bacino di progetto 2
Superficie	S (kmq)	0.205708
Altezza massima	H <sub>max</sub> (m)	108.68
Altezza media	H <sub>med</sub> (m)	88.49
Altezza minima	H <sub>min</sub> (m)	69.76



Lunghezza asta principale	L (km)	0.745
Quota scorr. asta sezione monte	$h_m$ (m)	90.24
Quota scorr. asta sezione valle	$h_v$ (m)	70.15
Pendenza media asta	$i$	0.0270
Pendenza media versanti	$i_v$	0.0708

Per la determinazione delle portate è necessario calcolare  $T_c$  (espresso in ore). Il calcolo è stato effettuato utilizzando i parametri morfometrici del bacino di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura. A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini di progetto, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di  $T_c$  medio tra quelli calcolati.

Formula	Bacino di progetto 2
Giandotti	0.85
Pezzoli	0.25
Puglisi	1.46
Tournon	0.62
Ventura	0.35
Viparelli	3.62
$T_c$ medio	1.19

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Come classe di uso del suolo è stato utilizzato *Seminativi in aree non irrigue* mentre come classe di deflusso è stata considerata la B (il substrato geologico è rappresentato infatti da calcareniti molto permeabili). Dunque, vale:

Cniii	85.06
la	11.15
S	44.61

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stata calcolata l'altezza efficace di pioggia relativa ad un evento con tempo di ritorno di 5 anni.

Tr	5
S (mm)	44.61
la (mm)	11.15
$T_c$ (ore)	1.19
n	0.2148
a	33.4
$H_{lordo}$	29.1
$H_{netto}$	5.2

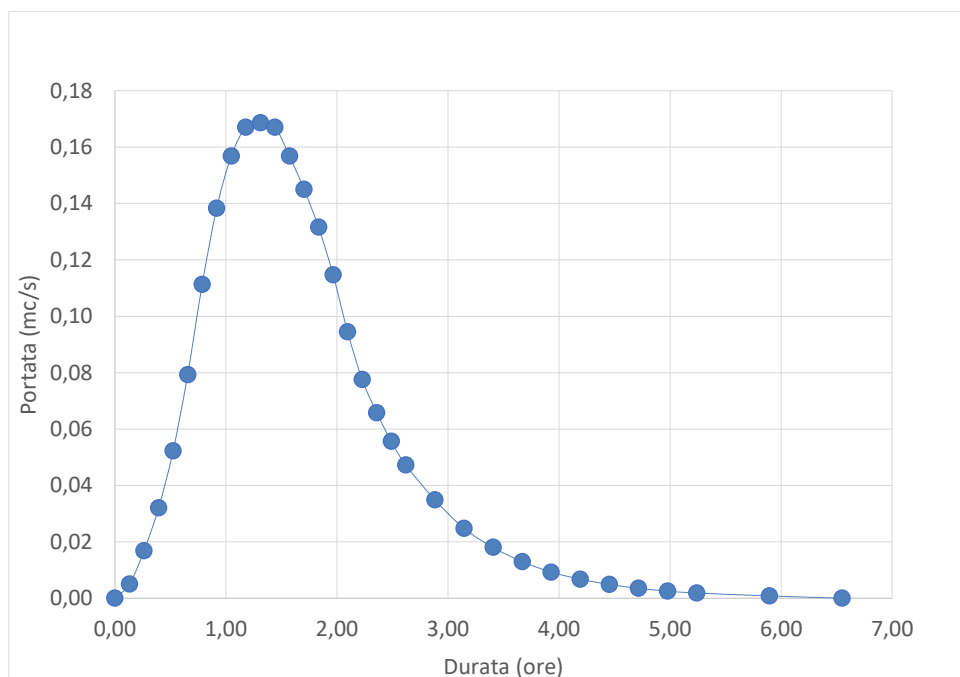
Si è proceduto quindi alla determinazione della portata di picco.

Tr	5
$T_c$ (ore)	1.19
$T_{lag}$ (ore)	0.71

Tp (ore)	1.31
A (kmq)	0.20571
V <sub>netto</sub> (mm)	5.16
Qp (mc/s)	0.17

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire.

t/Tp	Q/Qp	t	Q5
0	0	0.00	0.000
0.1	0.03	0.13	0.005
0.2	0.1	0.26	0.017
0.3	0.19	0.39	0.032
0.4	0.31	0.52	0.052
0.5	0.47	0.65	0.079
0.6	0.66	0.79	0.111
0.7	0.82	0.92	0.138
0.8	0.93	1.05	0.157
0.9	0.99	1.18	0.167
1	1	1.31	0.169
1.1	0.99	1.44	0.167
1.2	0.93	1.57	0.157
1.3	0.86	1.70	0.145
1.4	0.78	1.83	0.132
1.5	0.68	1.96	0.115
1.6	0.56	2.10	0.094
1.7	0.46	2.23	0.078
1.8	0.39	2.36	0.066
1.9	0.33	2.49	0.056
2	0.28	2.62	0.047
2.2	0.207	2.88	0.035
2.4	0.147	3.14	0.025
2.6	0.107	3.41	0.018
2.8	0.077	3.67	0.013
3	0.055	3.93	0.009
3.2	0.04	4.19	0.007
3.4	0.029	4.45	0.005
3.6	0.021	4.72	0.004
3.8	0.015	4.98	0.003
4	0.011	5.24	0.002
4.5	0.005	5.89	0.001
5	0	6.55	0.000

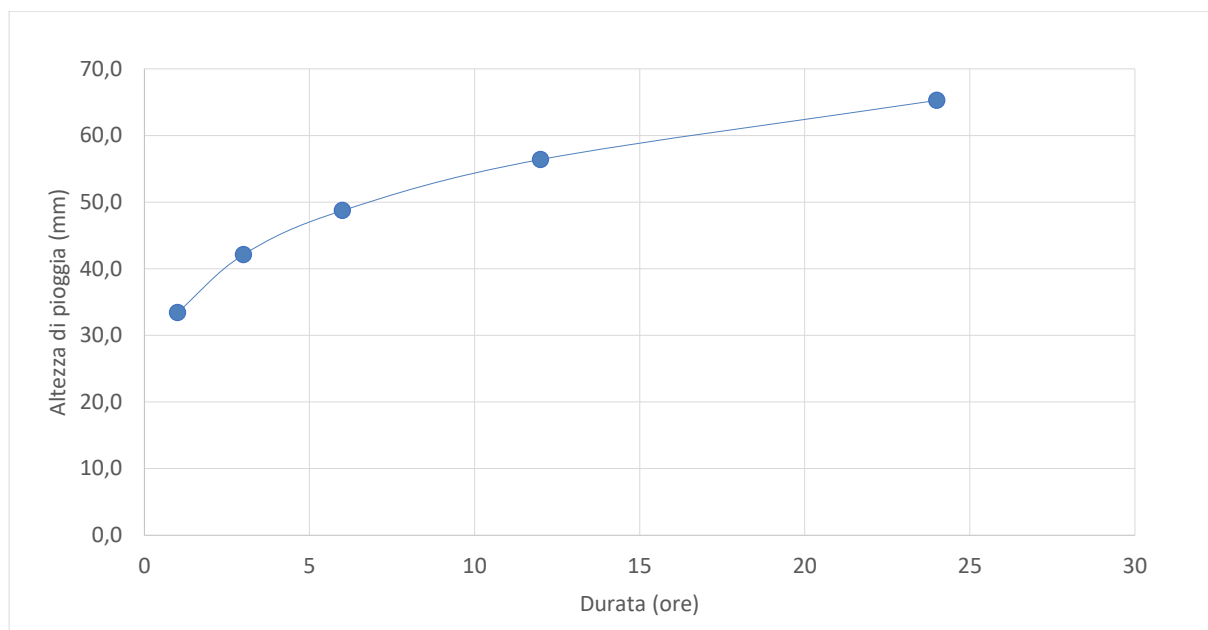


#### 4.5 Bacino di progetto 3

Il bacino ha una superficie di 0.16 kmq, la quota massima è pari a 95.92 m, la quota minima è pari a 71.89 m, mentre la quota media è pari a 82.59 m.

Di questo bacino è stata calcolata la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa al tempo di ritorno di 5 anni.

d	1	3	6	12	24
z	71.89				
x	33.7	42.1	48.5	55.9	64.3
Tempo ritorno	5		$Kt_5$	0.99	
$X_5$	33.4	41.8	48.1	55.4	63.7
$LN(X_5)$	3.5088	3.7322	3.8731	4.0140	4.1550
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.2033	3.51			
n5	0.2033				
a5	33.41				
h5	33.4	41.8	48.1	55.4	63.7



Si riportano di seguito i dati morfometrici del bacino di progetto:

		Bacino di progetto 3
Superficie	S (kmq)	0.164084
Altezza massima	H <sub>max</sub> (m)	95.92
Altezza media	H <sub>med</sub> (m)	82.59
Altezza minima	H <sub>min</sub> (m)	71.89
Lunghezza asta principale	L (km)	1.089
Quota scorr. asta sezione monte	h <sub>m</sub> (m)	95.04
Quota scorr. asta sezione valle	h <sub>v</sub> (m)	71.89
Pendenza media asta	i	0.021
Pendenza media versanti	i <sub>v</sub>	0.0566

Per la determinazione delle portate è necessario calcolare T<sub>c</sub> (espresso in ore). Il calcolo è stato effettuato utilizzando i parametri morfometrici del bacino di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura. A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini di progetto, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di T<sub>c</sub> medio tra quelli calcolati.

Formula	Bacino di progetto 3
Giandotti	1.24
Pezzoli	0.41
Puglisi	2.20
Tournon	0.50
Ventura	0.35
Viparelli	6.64
T <sub>c</sub> medio	1.89

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Come classe di uso del suolo è stato utilizzato *Seminativi in aree non irrigue* mentre

come classe di deflusso è stata considerata la B (il substrato geologico è rappresentato infatti da calcareniti molto permeabili). Dunque, vale:

Cniii	85.06
la	11.15
S	44.61

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stata calcolata l'altezza efficace di pioggia relativa ad un evento con tempo di ritorno di 5 anni.

Tr	5
S (mm)	44.61
la (mm)	11.15
Tc (ore)	1.89
n	0.2033
a	33.4
H <sub>lordo</sub>	20.1
H <sub>netto</sub>	1.5

Si è proceduto quindi alla determinazione della portata di picco.

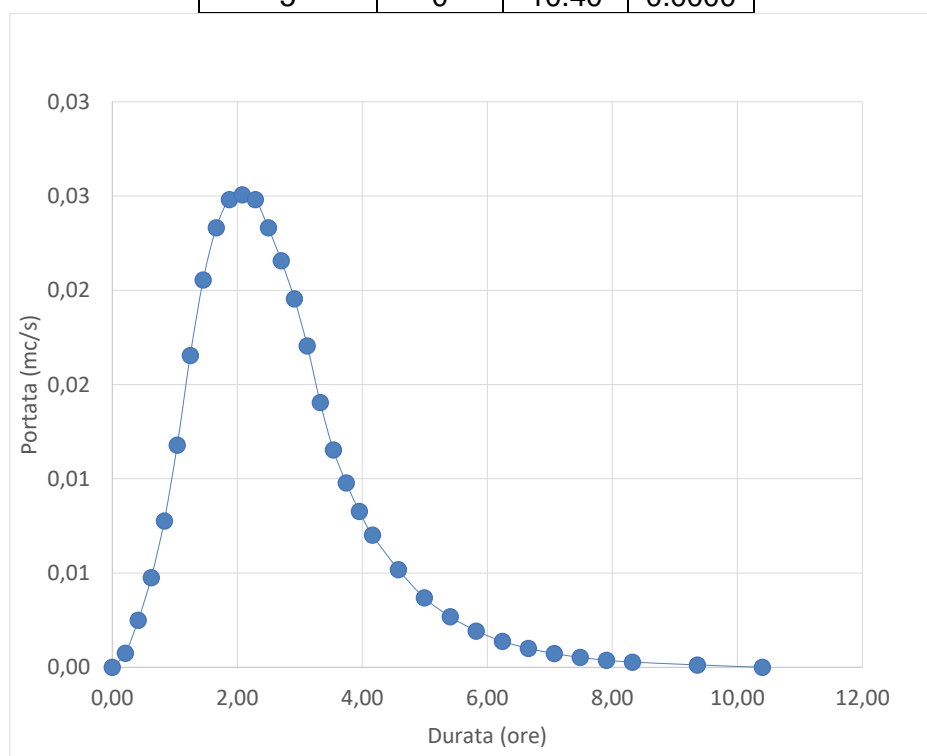
Tr	5
Tc (ore)	1.89
T <sub>lag</sub> (ore)	1.13
Tp (ore)	2.08
A (kmq)	0.16408
V <sub>netto</sub> (mm)	1.50
Qp (mc/s)	0.02

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire.

t/Tp	Q/Qp	t	Q5
0	0	0.00	0.0000
0.1	0.03	0.21	0.0007
0.2	0.1	0.42	0.0025
0.3	0.19	0.62	0.0047
0.4	0.31	0.83	0.0076
0.5	0.47	1.04	0.0116
0.6	0.66	1.25	0.0162
0.7	0.82	1.46	0.0202
0.8	0.93	1.66	0.0229
0.9	0.99	1.87	0.0244
1	1	2.08	0.0246
1.1	0.99	2.29	0.0244
1.2	0.93	2.50	0.0229
1.3	0.86	2.70	0.0212
1.4	0.78	2.91	0.0192
1.5	0.68	3.12	0.0167
1.6	0.56	3.33	0.0138



1.7	0.46	3.54	0.0113
1.8	0.39	3.74	0.0096
1.9	0.33	3.95	0.0081
2	0.28	4.16	0.0069
2.2	0.207	4.58	0.0051
2.4	0.147	4.99	0.0036
2.6	0.107	5.41	0.0026
2.8	0.077	5.82	0.0019
3	0.055	6.24	0.0014
3.2	0.04	6.66	0.0010
3.4	0.029	7.07	0.0007
3.6	0.021	7.49	0.0005
3.8	0.015	7.90	0.0004
4	0.011	8.32	0.0003
4.5	0.005	9.36	0.0001
5	0	10.40	0.0000



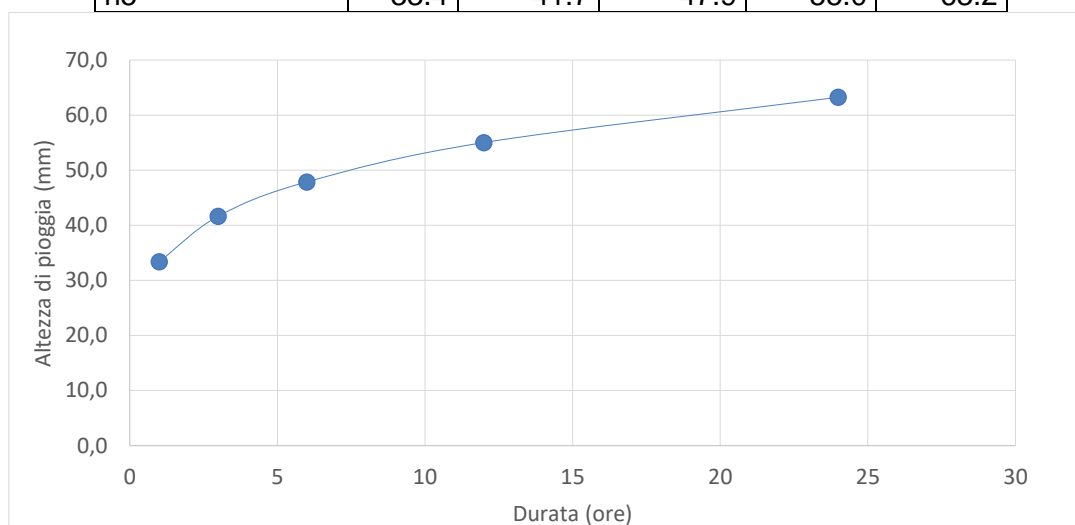
#### 4.6 Bacino di progetto 4

Il bacino ha una superficie di 0.24 kmq, la quota massima è pari a 79.26 m, la quota minima è pari a 68.31 m, mentre la quota media è pari a 71.73 m.

Di questo bacino è stata calcolata la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa al tempo di ritorno di 5 anni.

d	1	3	6	12	24
z	68.31				

x	33.7	42.0	48.3	55.5	63.8
Tempo ritorno	5		$Kt_5$	0.99	
$X_5$	33.4	41.7	47.9	55.0	63.2
$LN(X_5)$	3.5088	3.7294	3.8687	4.0079	4.1471
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.2008	3.51			
$n_5$	0.2008				
$a_5$	33.41				
$h_5$	33.4	41.7	47.9	55.0	63.2



Si riportano di seguito i dati morfometrici del bacino di progetto:

		Bacino di progetto 4
Superficie	S (kmq)	0.24024
Altezza massima	$H_{max}$ (m)	79.26
Altezza media	$H_{med}$ (m)	71.73
Altezza minima	$H_{min}$ (m)	68.31
Lunghezza asta principale	L (km)	0.584
Quota scorr. asta sezione monte	$h_m$ (m)	73.65
Quota scorr. asta sezione valle	$h_v$ (m)	68.31
Pendenza media asta	i	0.0091
Pendenza media versanti	$i_v$	0.0172

Per la determinazione delle portate è necessario calcolare  $T_c$  (espresso in ore). Il calcolo è stato effettuato utilizzando i parametri morfometrici del bacino di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura. A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini di progetto, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di  $T_c$  medio tra quelli calcolati.

Formula	Bacino di progetto 4
Giandotti	1.92
Pezzoli	0.34

Puglisi	1.89
Tournon	1.50
Ventura	0.65
Viparelli	2.43
Tc medio	1.45

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Come classe di uso del suolo è stato utilizzato *Seminativi in aree non irrigue* mentre come classe di deflusso è stata considerata la B (il substrato geologico è rappresentato infatti da calcareniti molto permeabili). Dunque, vale:

Cniii	85.06
Ia	11.15
S	44.61

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stata calcolata l'altezza efficace di pioggia relativa ad un evento con tempo di ritorno di 5 anni.

Tr	5
S (mm)	44.61
Ia (mm)	11.15
Tc (ore)	1.45
n	0.2008
a	33.4
H <sub>lordo</sub>	24.8
H <sub>netto</sub>	3.2

Si è proceduto quindi alla determinazione della portata di picco.

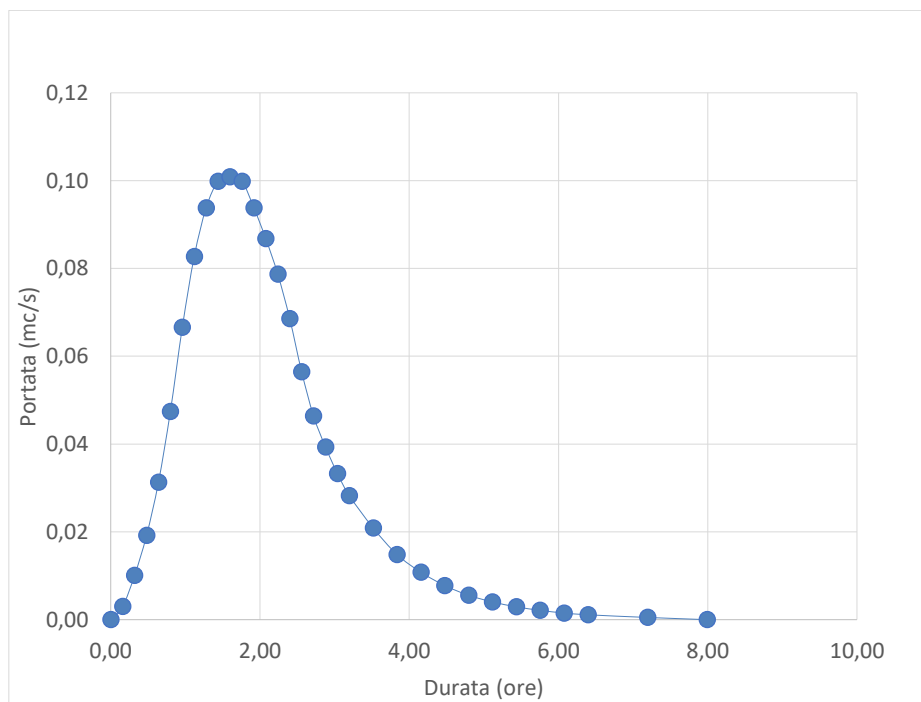
Tr	5
Tc (ore)	1.45
T <sub>lag</sub> (ore)	0.87
Tp (ore)	1.60
A (kmq)	0.24024
V <sub>netto</sub> (mm)	3.23
Qp (mc/s)	0.10

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire.

t/Tp	Q/Qp	t	Q5
0	0	0.00	0.000
0.1	0.03	0.16	0.003
0.2	0.1	0.32	0.010
0.3	0.19	0.48	0.019
0.4	0.31	0.64	0.031
0.5	0.47	0.80	0.047
0.6	0.66	0.96	0.067
0.7	0.82	1.12	0.083
0.8	0.93	1.28	0.094

- RELAZIONE IDROLOGICA -

0.9	0.99	1.44	0.100
1	1	1.60	0.101
1.1	0.99	1.76	0.100
1.2	0.93	1.92	0.094
1.3	0.86	2.08	0.087
1.4	0.78	2.24	0.079
1.5	0.68	2.40	0.069
1.6	0.56	2.56	0.056
1.7	0.46	2.72	0.046
1.8	0.39	2.88	0.039
1.9	0.33	3.04	0.033
2	0.28	3.20	0.028
2.2	0.207	3.52	0.021
2.4	0.147	3.84	0.015
2.6	0.107	4.16	0.011
2.8	0.077	4.48	0.008
3	0.055	4.80	0.006
3.2	0.04	5.12	0.004
3.4	0.029	5.44	0.003
3.6	0.021	5.76	0.002
3.8	0.015	6.08	0.002
4	0.011	6.39	0.001
4.5	0.005	7.19	0.001
5	0	7.99	0.000

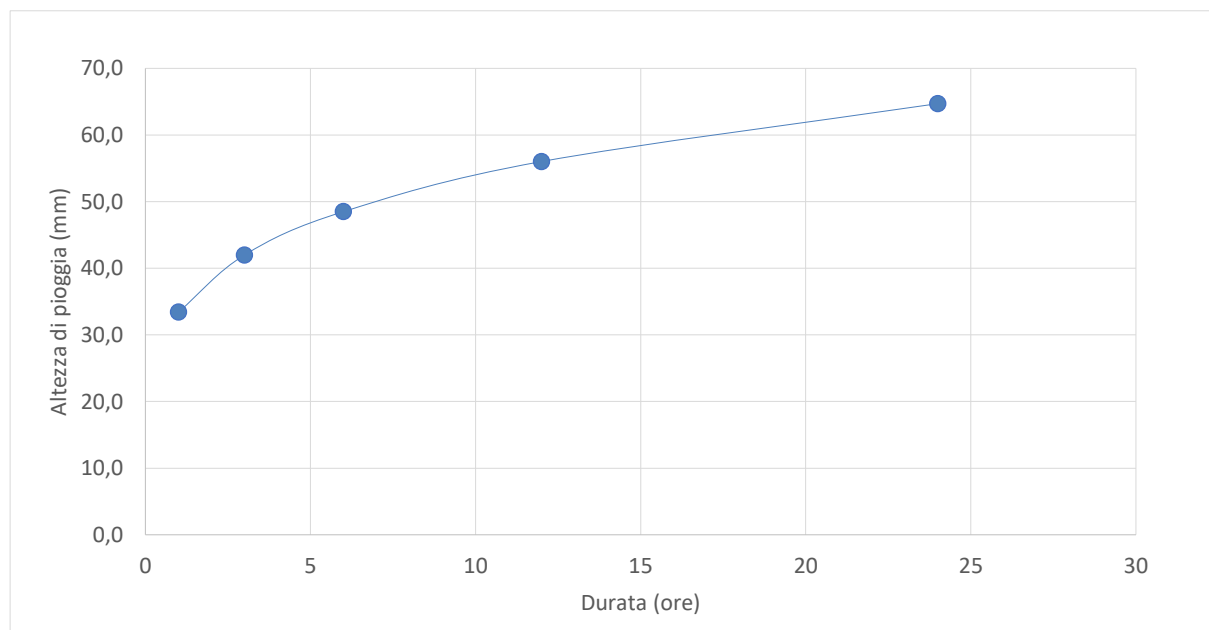


#### 4.7 Bacino di progetto 5

Il bacino ha una superficie di 0.13 kmq, la quota massima è pari a 95.38 m, la quota minima è pari a 68.52 m, mentre la quota media è pari a 78.70 m.

Di questo bacino è stata calcolata la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa al tempo di ritorno di 5 anni.

d	1	3	6	12	24
z	78.70				
x	33.7	42.4	48.9	56.5	65.3
Tempo ritorno	5		$Kt_5$	0.99	
$X_5$	33.4	42.0	48.5	56.0	64.7
$LN(X_5)$	3.5088	3.7373	3.8815	4.0257	4.1699
d (ore)	1	3	6	12	24
$LN(d)$	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.2080	3.51			
n5	0.2080				
a5	33.41				
h5	33.4	42.0	48.5	56.0	64.7



Si riportano di seguito i dati morfometrici del bacino di progetto:

		Bacino di progetto 5
Superficie	S (kmq)	0.134838
Altezza massima	$H_{max}$ (m)	95.36
Altezza media	$H_{med}$ (m)	78.7
Altezza minima	$H_{min}$ (m)	68.52



Lunghezza asta principale	L (km)	0.523
Quota scorr. asta sezione monte	$h_m$ (m)	94.34
Quota scorr. asta sezione valle	$h_v$ (m)	68.7
Pendenza media asta	$i$	0.049
Pendenza media versanti	$i_v$	0.0527

Per la determinazione delle portate è necessario calcolare  $T_c$  (espresso in ore). Il calcolo è stato effettuato utilizzando i parametri morfometrici del bacino di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura. A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini di progetto, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di  $T_c$  medio tra quelli calcolati.

Formula	Bacino di progetto 5
Giandotti	0.88
Pezzoli	0.13
Puglisi	1.30
Tournon	0.55
Ventura	0.21
Viparelli	3.88
$T_c$ medio	1.16

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Come classe di uso del suolo è stato utilizzato *Seminativi in aree non irrigue* mentre come classe di deflusso è stata considerata la B (il substrato geologico è rappresentato infatti da calcareniti molto permeabili). Dunque, vale:

Cniii	85.06
la	11.15
S	44.61

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stata calcolata l'altezza efficace di pioggia relativa ad un evento con tempo di ritorno di 5 anni.

Tr	5
S (mm)	44.61
la (mm)	11.15
$T_c$ (ore)	1.16
n	0.2080
a	33.4
$H_{lordo}$	29.7
$H_{netto}$	5.5

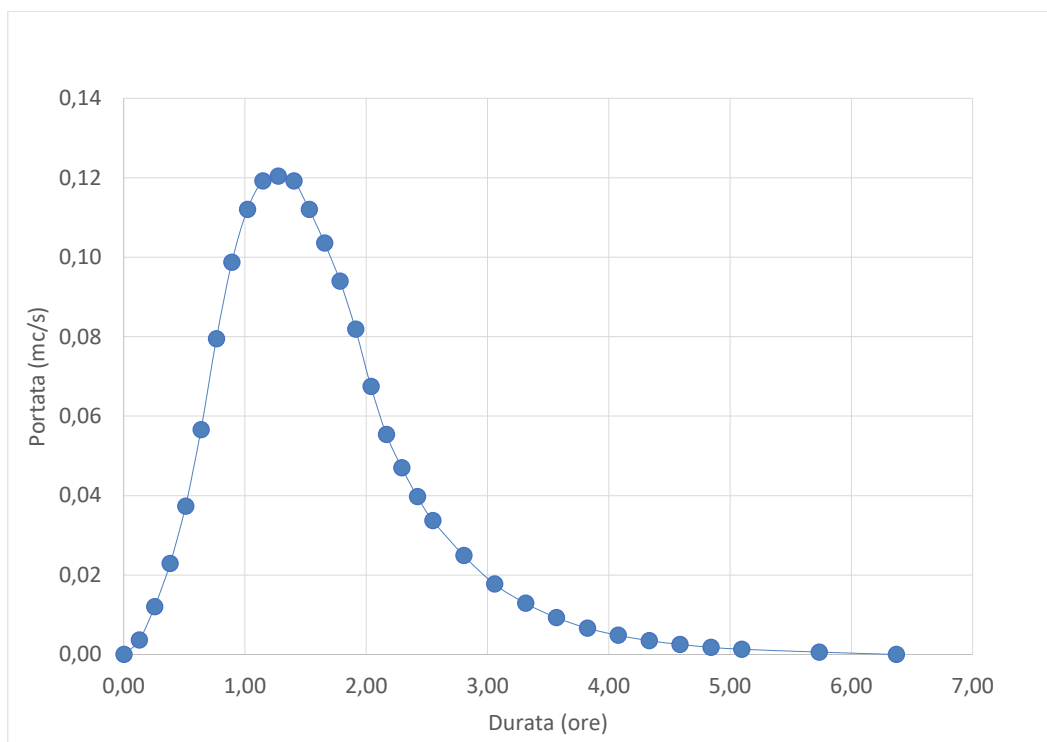
Si è proceduto quindi alla determinazione della portata di picco.

Tr	5
$T_c$ (ore)	1.16
$T_{lag}$ (ore)	0.70
$T_p$ (ore)	1.27
A (kmq)	0.13484

V <sub>netto</sub> (mm)	5.47
Q <sub>p</sub> (mc/s)	0.12

Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Q<sub>p</sub> e di t/t<sub>a</sub>. L'idrogramma di piena è riportato a seguire.

t/T <sub>p</sub>	Q/Q <sub>p</sub>	t	Q5
0	0	0.00	0.000
0.1	0.03	0.13	0.004
0.2	0.1	0.25	0.012
0.3	0.19	0.38	0.023
0.4	0.31	0.51	0.037
0.5	0.47	0.64	0.057
0.6	0.66	0.76	0.079
0.7	0.82	0.89	0.099
0.8	0.93	1.02	0.112
0.9	0.99	1.15	0.119
1	1	1.27	0.120
1.1	0.99	1.40	0.119
1.2	0.93	1.53	0.112
1.3	0.86	1.66	0.104
1.4	0.78	1.78	0.094
1.5	0.68	1.91	0.082
1.6	0.56	2.04	0.067
1.7	0.46	2.17	0.055
1.8	0.39	2.29	0.047
1.9	0.33	2.42	0.040
2	0.28	2.55	0.034
2.2	0.207	2.80	0.025
2.4	0.147	3.06	0.018
2.6	0.107	3.31	0.013
2.8	0.077	3.57	0.009
3	0.055	3.82	0.007
3.2	0.04	4.08	0.005
3.4	0.029	4.33	0.003
3.6	0.021	4.59	0.003
3.8	0.015	4.84	0.002
4	0.011	5.10	0.001
4.5	0.005	5.73	0.001
5	0	6.37	0.000

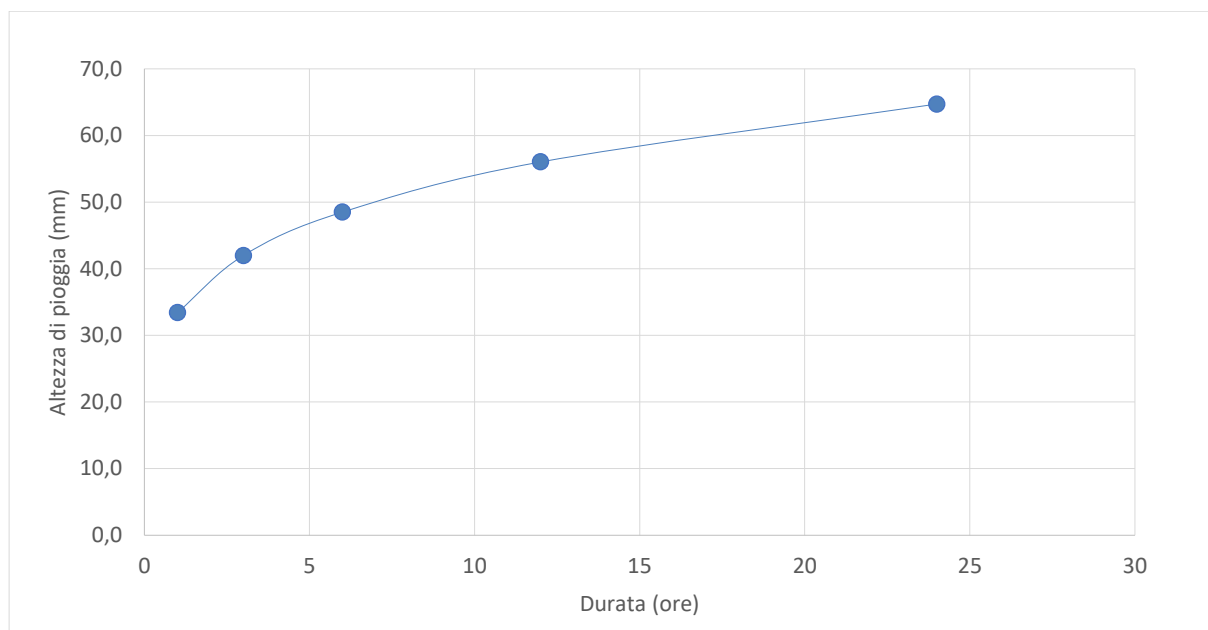


#### 4.8 Bacino di progetto 6

Il bacino ha una superficie di 0.18 kmq, la quota massima è pari a 95.40 m, la quota minima è pari a 70.06 m, mentre la quota media è pari a 78.75 m.

Di questo bacino è stata calcolata la Linea Segnalatrice di Possibilità Climatica relativa al tempo di ritorno di 5 anni.

	1	3	6	12	24
z	78.75				
x	33.7	42.4	48.9	56.5	65.3
Tempo ritorno	5		Kt <sub>5</sub>	0.99	
X <sub>5</sub>	33.4	42.0	48.5	56.0	64.7
LN(X <sub>5</sub> )	3.5088	3.7374	3.8816	4.0258	4.1701
d (ore)	1	3	6	12	24
LN(d)	0	1.0986	1.7918	2.4849	3.1781
Regr. Lin.	0.2081	3.51			
n <sub>5</sub>	0.2081				
a <sub>5</sub>	33.41				
h <sub>5</sub>	33.4	42.0	48.5	56.0	64.7



Si riportano di seguito i dati morfometrici del bacino di progetto:

		Bacino di progetto 6
Superficie	S (kmq)	0.183017
Altezza massima	H <sub>max</sub> (m)	95.4
Altezza media	H <sub>med</sub> (m)	78.75
Altezza minima	H <sub>min</sub> (m)	70.06
Lunghezza asta principale	L (km)	0.784
Quota scorr. asta sezione monte	h <sub>m</sub> (m)	85.87
Quota scorr. asta sezione valle	h <sub>v</sub> (m)	70.06
Pendenza media asta	i	0.0202
Pendenza media versanti	i <sub>v</sub>	0.0485

Per la determinazione delle portate è necessario calcolare T<sub>c</sub> (espresso in ore). Il calcolo è stato effettuato utilizzando i parametri morfometrici del bacino di progetto attraverso varie formule proposte in letteratura. A favore di sicurezza, considerando anche l'esigua estensione dei bacini di progetto, si è ritenuto opportuno utilizzare il valore di T<sub>c</sub> medio tra quelli calcolati.

Formula	Bacino di progetto 6
Giandotti	1.22
Pezzoli	0.30
Puglisi	1.74
Tournon	0.67
Ventura	0.38
Viparelli	4.28
T <sub>c</sub> medio	1.43

Per la determinazione dell'altezza di pioggia efficace è stato utilizzato il metodo del Curve Number. Come classe di uso del suolo è stato utilizzato *Seminativi in aree non irrigue* mentre come classe di deflusso è stata considerata la B (il substrato geologico è rappresentato infatti da calcareniti molto permeabili). Dunque, vale:

Cniii	85.06
Ia	11.15
S	44.61

Ottenuti i valori dei coefficienti di immagazzinamento è stata calcolata l'altezza efficace di pioggia relativa ad un evento con tempo di ritorno di 5 anni.

Tr	5
S (mm)	44.61
Ia (mm)	11.15
Tc (ore)	1.43
n	0.2081
a	33.4
H <sub>lordo</sub>	25.1
H <sub>netto</sub>	3.3

Si è proceduto quindi alla determinazione della portata di picco.

Tr	5
Tc (ore)	1.43
T <sub>lag</sub> (ore)	0.86
Tp (ore)	1.58
A (kmq)	0.18302
V <sub>netto</sub> (mm)	3.33
Qp (mc/s)	0.08

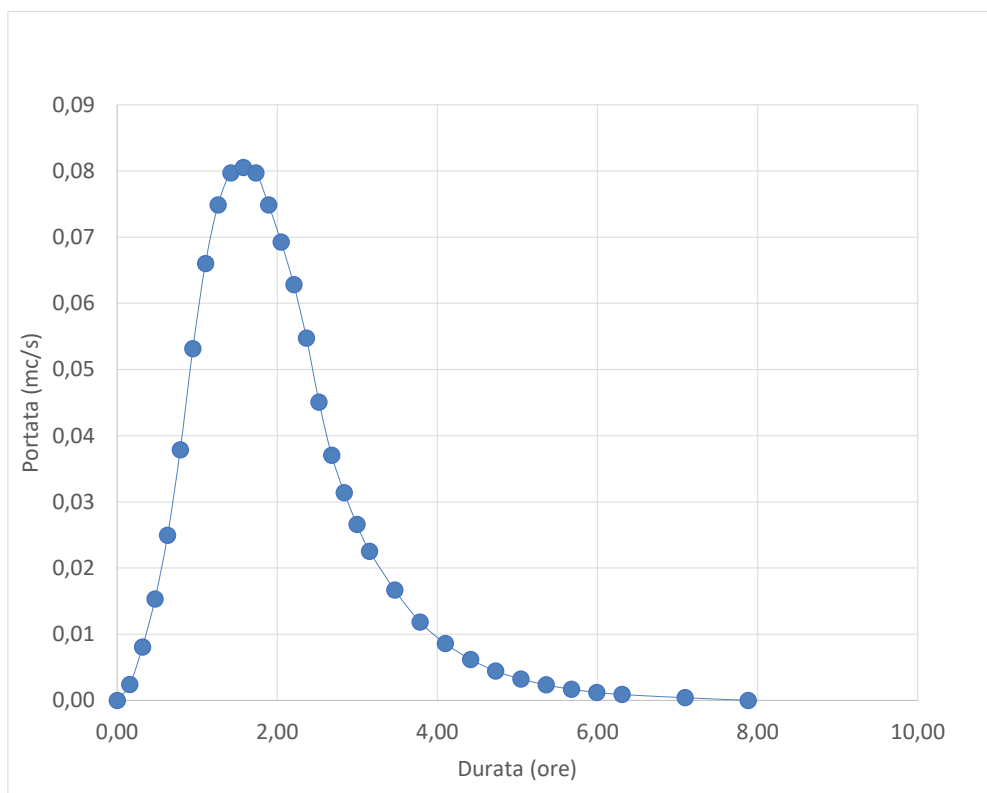
Infine, si è proceduto alla determinazione dell'idrogramma unitario di Mockus, le cui coordinate sono espresse in termini di Q/Qp e di t/ta. L'idrogramma di piena è riportato a seguire.

t/Tp	Q/Qp	t	Q5
0	0	0.00	0.000
0.1	0.03	0.16	0.002
0.2	0.1	0.32	0.008
0.3	0.19	0.47	0.015
0.4	0.31	0.63	0.025
0.5	0.47	0.79	0.038
0.6	0.66	0.95	0.053
0.7	0.82	1.10	0.066
0.8	0.93	1.26	0.075
0.9	0.99	1.42	0.080
1	1	1.58	0.081
1.1	0.99	1.73	0.080
1.2	0.93	1.89	0.075
1.3	0.86	2.05	0.069



- RELAZIONE IDROLOGICA -

1.4	0.78	2.21	0.063
1.5	0.68	2.36	0.055
1.6	0.56	2.52	0.045
1.7	0.46	2.68	0.037
1.8	0.39	2.84	0.031
1.9	0.33	2.99	0.027
2	0.28	3.15	0.023
2.2	0.207	3.47	0.017
2.4	0.147	3.78	0.012
2.6	0.107	4.10	0.009
2.8	0.077	4.41	0.006
3	0.055	4.73	0.004
3.2	0.04	5.04	0.003
3.4	0.029	5.36	0.002
3.6	0.021	5.67	0.002
3.8	0.015	5.99	0.001
4	0.011	6.30	0.001
4.5	0.005	7.09	0.000
5	0	7.88	0.000



## **5 - CONCLUSIONI**

Lo studio condotto ha permesso di definire e quantificare i caratteri idrografici ed idrologici del territorio in cui ricadono i siti di impianto ed attraversato dal cavidotto.

Dallo studio emerge che le opere di progetto non intersecano impluvi cartografati sui vari Piani e sulla CTR.

Come esplicitato in Fig. 3.4, le aree di impianto ricadono nei bacini idrografici di 6 reticoli di drenaggio che afferiscono al Fosso Monteverde

Dalla sovrapposizione dei limiti dei bacini con la carta geologica (Fig.3.5) emerge che i bacini di progetto ricadono su aree di affioramento di rocce carbonatiche rappresentate dai calcari cretacei e da calcareniti del Pliocene e del Pleistocene medio grossolane e poco tenaci.

I calcari cretacei sono permeabili per fratturazione e carsismo; le calcareniti plioceniche sono permeabili per fessurazione, carsismo e porosità e poggiano direttamente sui calcari del Cretaceo. Le calcareniti del Pleistocene medio invece sono permeabili solo per porosità e sono sovrapposte ad argille del Pleistocene inferiore.

I 6 bacini di progetto, dunque, ricadono in un ambito territoriale dove l'infiltrazione delle acque di pioggia è un fenomeno nettamente prevalente rispetto al deflusso superficiale. Il primo, infatti, è nettamente favorito dalla alta permeabilità dei corpi geologici affioranti.

Rispetto ai bacini di progetto si è provveduto a sviluppare le elaborazioni idrologiche che hanno permesso di quantificare delle portate di progetto. Dallo studio emerge che tutti i siti sono interessati da deflussi poco significativi prodotti da eventi di pioggia con Tr di 5 anni.