

Comune di: ROTELLO

Provincia di: CAMPOBASSO

Regione: MOLISE



PROPONENTE

PODINI S.P.A

Via Lattuada, 30 – 20135 MILANO (MI)

C.F. e P.IVA IT02246400218

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 43.298,50 kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

“SOLARE ROTELLO-PIANO DELLA FONTANA”

OGGETTO

TITOLO DELL' ELABORATO:

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

DATA:

12/02/2004

N°/CODICE ELABORATO:

REL 008

Tipologia: REL (RELAZIONI)

ITECNICI

PROGETTISTI:

EDILSAP s.r.l.
Via di Selva Candida, 452 - 00166 ROMA
Ing. Fernando Sonnino Project Manager



Prof. Geol. Alfonso Russi
Via Friuli, 5 - 06034 FOLIGNO



PROFESSIONISTI:

Prof. Geol. Alfonso Russi



Ing. Michele Colonna



Dott. Geol. Marco Costa



00	202202141	Emissione per Progetto Definitivo	Ing. Michele Colonna Dott. Geol. Marco Costa	Prof. Geol. Alfonso Russi	Ing. Fernando Sonnino
N° REVISIONE	Cod. STMG	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

INDICE:

Premessa.....	1
1. Inquadramento topografico e morfologico	2
2. Inquadramento geologico locale.....	4
3. Inquadramento idrologico locale.....	6
4. Inquadramento negli strumenti del P.A.I.	8
5. Valutazioni idrologiche	10
5.1 Caratteristiche dei bacini idrografici d'interesse.....	11
5.2 Analisi pluviometrica.....	13
5.3 Determinazione dei pluviogrammi sintetici	16
5.4 Determinazione degli idrogrammi di progetto.....	26
6. Valutazioni idrauliche	73
6.1 Il software HEC RAS 2D.....	73
6.2 Il modello digitale del terreno	73
6.3 Idrogrammi utilizzati.....	74
6.4 Definizione dei valori di scabrezza.....	75
6.5 Condizioni al contorno.....	76
6.6 Risultati della modellazione idraulica.....	79
7. Conclusioni	86

PREMESSA

La società Podini S.P.A. ha affidato agli scriventi l'incarico di redigere lo Studio di compatibilità idrologica ed idraulica relativo al progetto di realizzazione di un impianto agrivoltaico nel Comune di Rotello (CB).

Nella presente relazione saranno presentate le indagini e le elaborazioni svolte, analizzati i risultati ottenuti e descritto il modello idrologico, idrogeologico ed idraulico del sito. Detto modello sarà sviluppato in modo da costituire un utile elemento di riferimento per l'inquadramento, da parte del progettista, delle problematiche idrologiche, idrogeologiche e idrauliche a piccola e grande scala. L'intervento a progetto è soggetto, come definito meglio nel prosieguo dell'esposizione, ai dettami dell'art.16 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Interregionale del Fiume Saccione.

Da un punto di vista normativo, il contesto è in continua evoluzione anche per il recepimento di direttive comunitarie nell'ordinamento giuridico nazionale e regionale.

Vale la pena ricordare ad esempio la direttiva CE/2000/60, che ha portato alla redazione del Piano di Gestione delle Acque distrettuale con le azioni necessarie per il raggiungimento del buono stato ambientale dei corpi idrici, superficiali e sotterranei, previsto dalla direttiva al 2015. La principale fonte normativa nell'ambito in oggetto è sicuramente il D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale", noto anche come testo unico ambientale.

La realizzazione di un'opera può comportare delle modificazioni ambientali e, in tal senso, uno degli aspetti più importanti riguarda certamente le condizioni di circolazione dell'acqua nei mezzi porosi e/o fratturati che vengono interessati dall'opera.

Nelle NTC18 (Norme Tecniche per le Costruzioni – D.M. 17/01/2018) si fa riferimento anche alla componente idrogeologica, richiamando la necessità della ricostruzione dei caratteri idrogeologici del territorio. La circolare esplicativa specifica che la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito deve fornire lo schema di circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Il modello idrologico, idrogeologico ed idraulico di riferimento descritto è stato validato e supportato da indagini specifiche proporzionate, nello specifico, all'importanza dell'opera.

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E MORFOLOGICO

Il sito entro il quale si intende realizzare il parco agrivoltaico dista poco più di 3,5 Km, verso NW, dal centro abitato di Rotello, in località Difesa Grande, nei dintorni dei toponimi C. Scivetta e C. Campolieti; lo stesso sito è posto ad una quota che varia tra poco più di 200 m e poco più di 165 m sul l. m. m.; l'area d'interesse è rappresentata nella tavoletta III - NO "Ururi", nella sua zona sud-orientale, ricompresa nel Foglio 155 della Carta Topografica d'Italia a scala 1:100.000, in corrispondenza delle seguenti coordinate (baricentro dell'area, Sistema di riferimento WGS84 – proiezione UTM Fuso 33):

- 504.805 E;
- 4.623.971 N.

La maggior parte dell'area in studio si pone su una piccola dorsale allungata in direzione WSW – ENE delimitata sia verso N che verso S da versanti piuttosto acclivi con pendenze massime del 25 % circa; ai piedi di tali versanti vi sono i fondivalle del Torrente Saccione a N e del Vallone Fontedonico a S; un'altra parte della stessa area in studio (quella sud-orientale), si pone, invece su un'altra piccola dorsale, allungata in direzione SSW - NNE nei pressi della località Piano della Fontana (Figure 1-1 e 1-2).

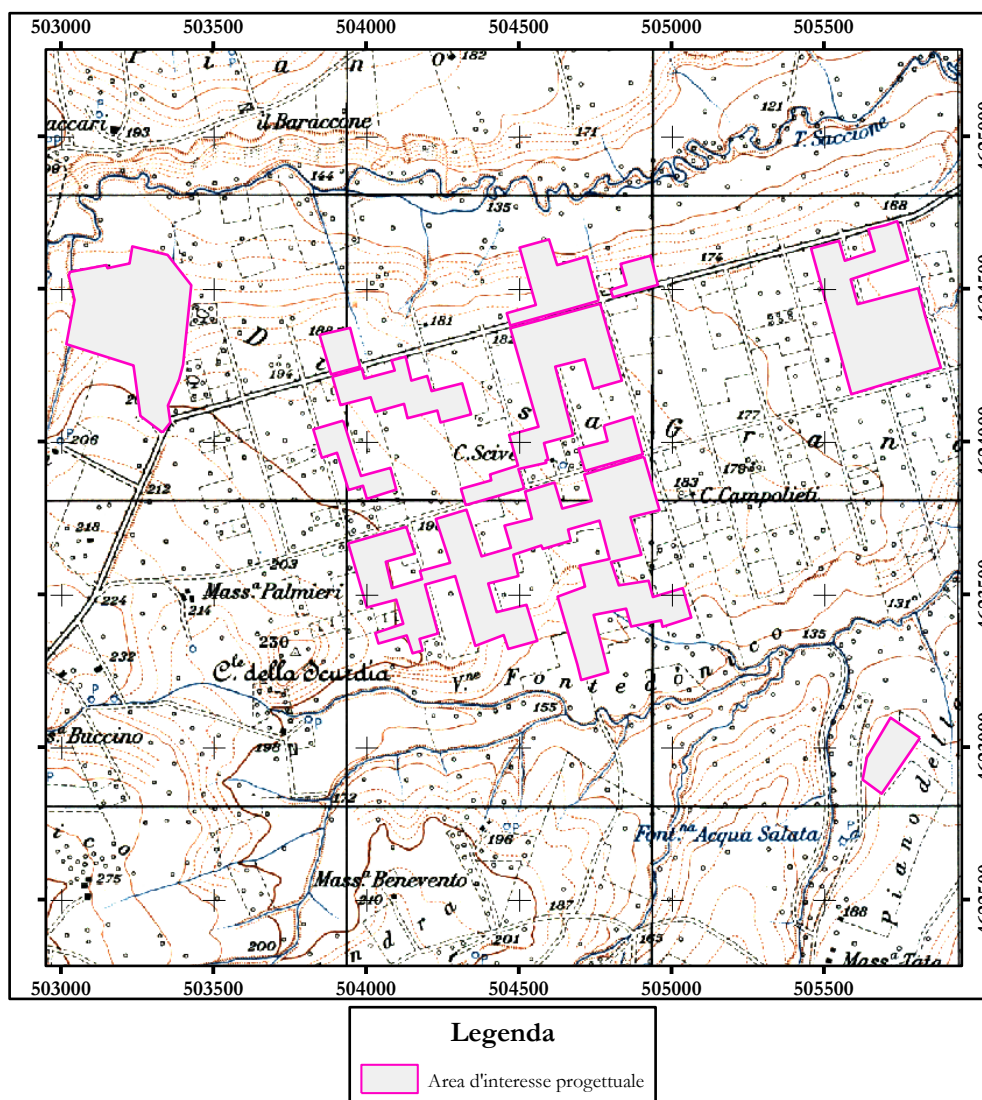


Figura 1-1. Stralcio cartografico con ubicazione dell'area d'interesse progettuale (Fonte I.G.M. – Scala 1:25.000).

Entro l'area d'interesse progettuale e nelle sue immediate vicinanze vi sono degli impluvi sia naturali che artificiali: in quelli naturali vi è, almeno localmente, una vegetazione erbacea ed arbustiva di origine agricola, mentre in quello artificiale vi è una vegetazione di tipo erbaceo ed arbustivo ma questa volta spontanea; gli impluvi naturali, nelle immediate vicinanze della zona d'interesse sono poco incisi, si presentano privi di acqua di scorrimento superficiale per lunghi periodi di tempo e hanno sezioni trasversali ad "U" variamente ampia; l'impluvio artificiale, invece, ha una sezione a "V" con fondo piatto e versanti asimmetrici a causa della presenza del rilevato che sostiene una viabilità secondaria sul suo bordo settentrionale (vedi oltre).

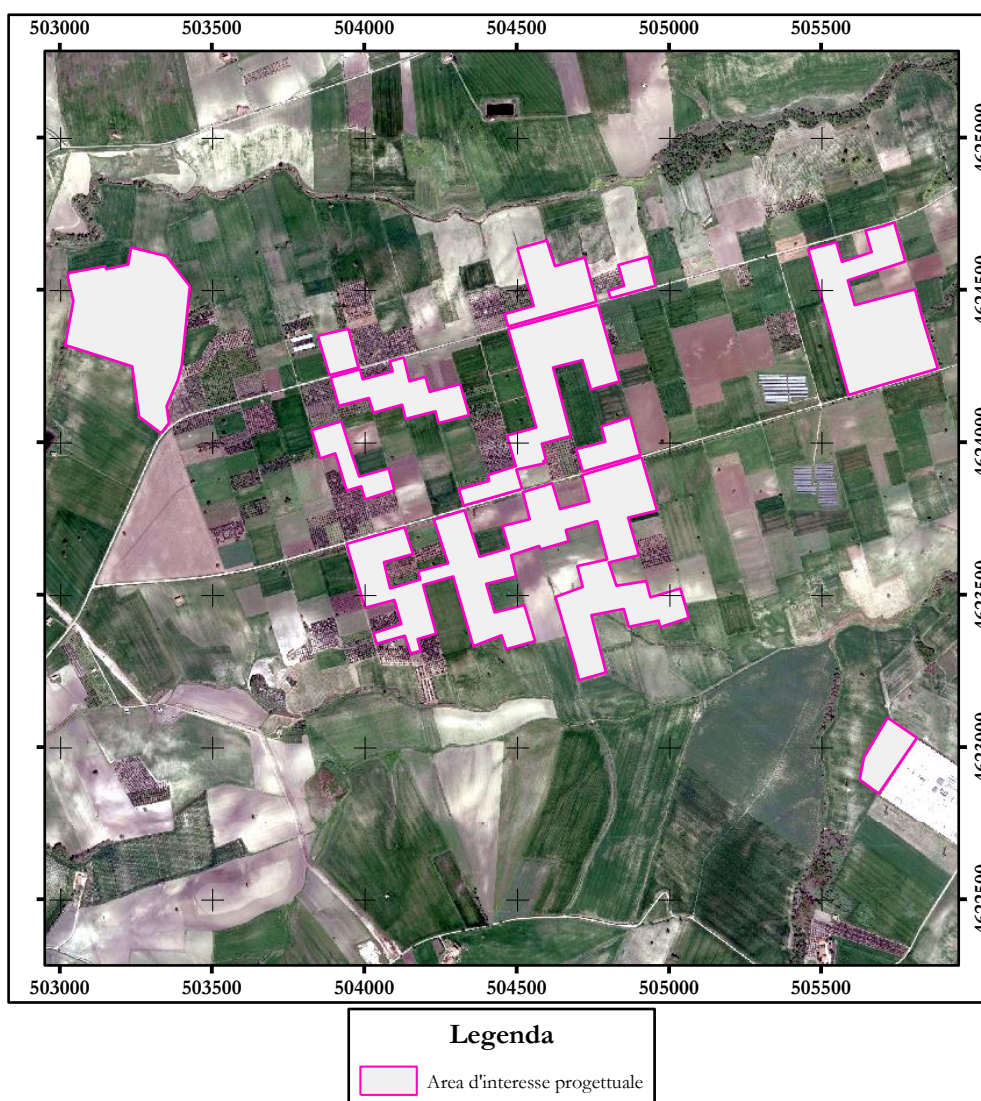


Figura 1-2. Stralcio ortofotografico con ubicazione dell'area d'interesse progettuale (Fonte: Google Satellite – Scala 1: 25.000).

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO LOCALE

Da un punto di vista geologico l'area d'interesse è localizzata nella zona orientale del Foglio 155 "San Severo" della Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000. La maggior parte del Foglio San Severo è occupata da sedimenti in prevalenza clastici riferibili al Pliocene ed al Pleistocene; sedimenti più antichi sono presenti in affioramenti di limitata estensione alla Punta delle Pietre Nere e nell'angolo SE del Foglio. Infine, limitati lembi di rocce eruttive sono stati cartografati alla Punta delle Pietre Nere e a San Giovanni in Pane.

Nei dintorni dell'area d'interesse progettuale affiorano diverse litologie, ascrivibili, dal basso verso l'alto della successione stratigrafica, alle Argilliti varicolori, alle Coperture fluvio-lacustri, alle Argille di Montesecco, alle Coperture fluvio-lacustri dei pianalti e del I ordine dei terrazzi, e, infine, alle Ghiaie, sabbie ed argille dei fondivalle attuali; in particolare l'area in studio si pone a cavallo delle formazioni delle Argille di Montesecco e delle Coperture fluvio-lacustri (Figura 2-1).

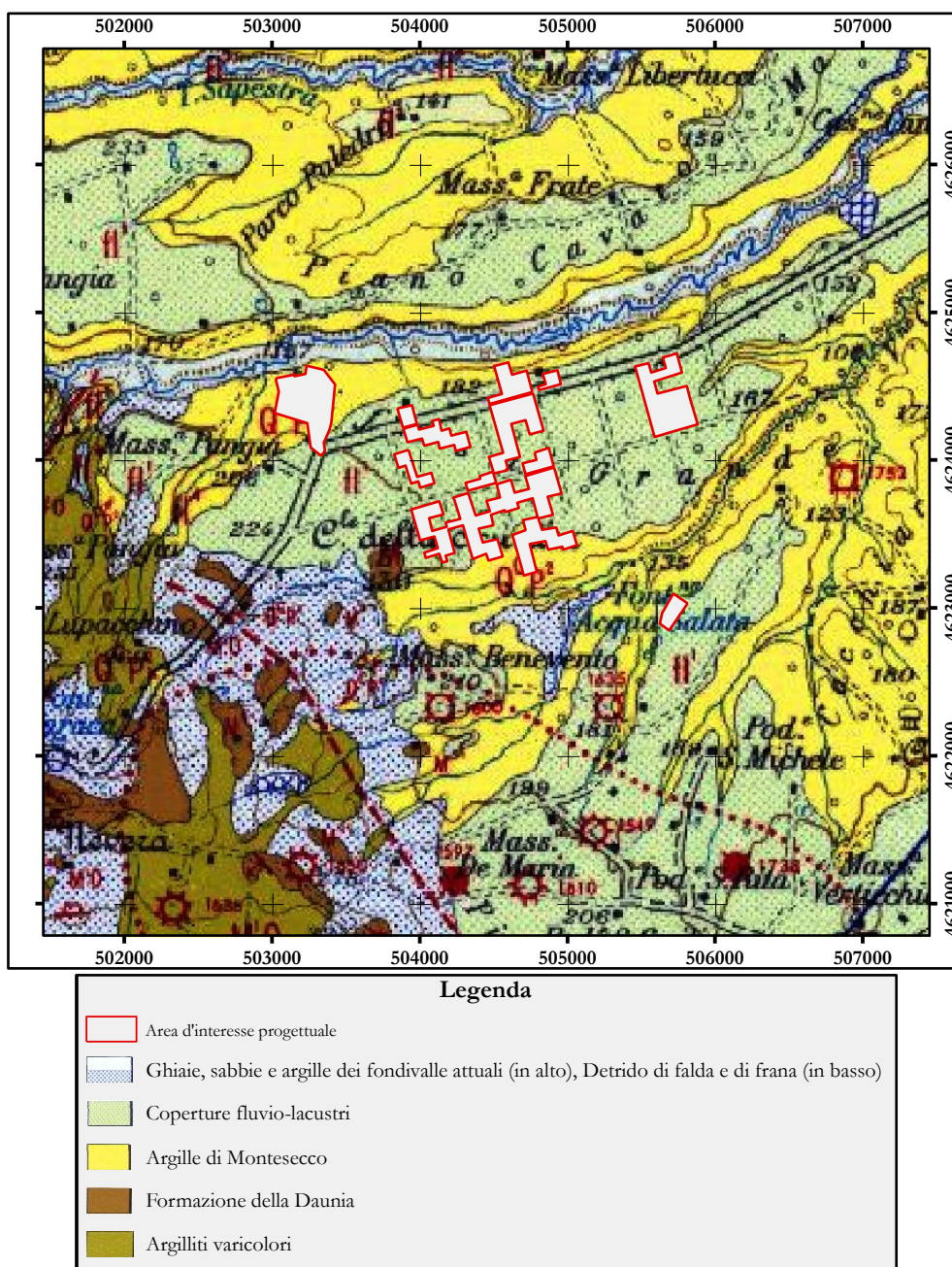


Figura 2-1. Stralcio dei Foglio155 "San Severo" con indicazione dell'area in studio (scala 1:50.000).

Le Argille di Montesecco sono rappresentate da argille marnose e/o siltoso-sabbiose di colore grigio-azzurro o giallastro qualora alterate; vi si rinvencono anche sottili livelli di silt e rare intercalazioni sabbiose (queste ultime tendono ad essere più abbondanti alla sommità della formazione); il passaggio alle soprastanti Sabbie di Serracapriola avviene gradualmente; banchi sabbiosi spessi qualche decina di metri sono stati osservati anche nella parte mediana della formazione. Lo spessore è di difficile valutazione, mancando il letto o il tetto della formazione; da dati di perforazione si può desumere che sia notevole nelle zone più interne per ridursi a valori dell'ordine dei 500 m nella zona compresa fra Serracapriola e San Paolo di Civitate.

Le Coperture fluvio-lacustri dei pianalti e del I ordine dei terrazzi sono costituite prevalentemente da ghiaie e sabbie, subordinatamente da argille con copertura superficiale di "terre nere"; questi terreni molto probabilmente non rappresentano un'unica fase deposizionale: la distribuzione e la diversa quota degli affioramenti fanno presumere che il reticolo idrografico che li ha determinati fosse differente da quello attuale o che comunque non fosse ben impostato, probabilmente si tratta di fasi di accumulo ed erosione caratterizzate dalla presenza di depressioni interne nelle quali a depositi di carattere lacustre si alternano depositi di facies deltizia e fluviale. Questi depositi poggiano sulla superficie erosa della serie marina pliocenico-calabrianica o, nelle aree più prossime alla costa, sui Conglomerati di Campomarino.

3. INQUADRAMENTO IDROLOGICO LOCALE

Nelle immediate vicinanze dell'area in studio la cartografia ufficiale prodotta dall'I.G.M.I. riporta diversi corsi d'acqua rappresentati con tratto azzurro perlopiù continuo, privi di denominazione; prendendo a riferimento, invece, i dati catastali, si apprezza la presenza di un corso d'acqua che attraversa l'area d'interesse progettuale in direzione SW-NE (Figure 3-1 e 3-2). Il drenaggio delle acque superficiali si esplica in direzione del torrente Saccione a N e del Vallone Fontedonico a S.

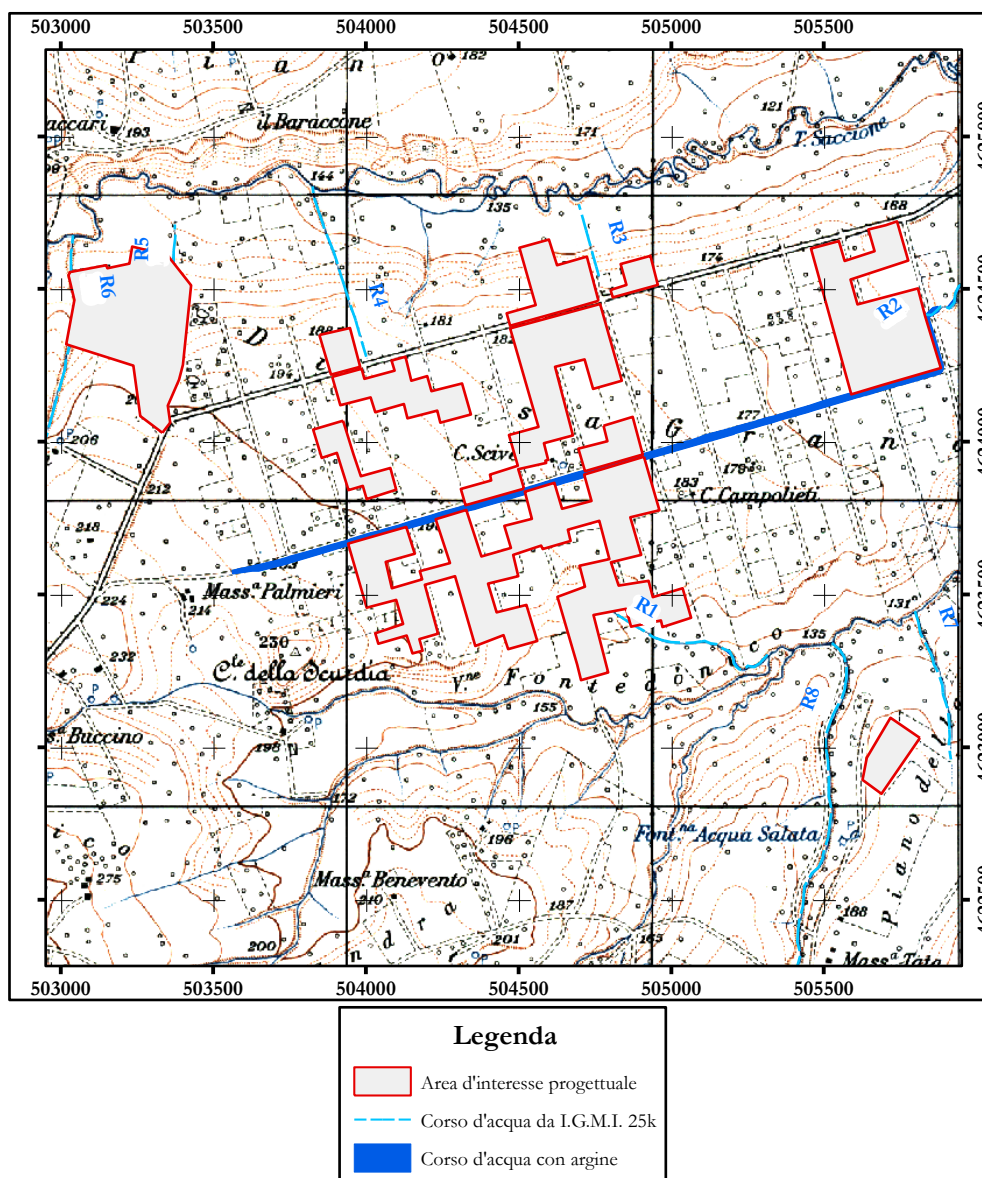


Figura 3-1. Stralcio cartografico con indicazione dei reticoli idrografici presenti da cartografia nelle vicinanze dell'area in studio (Fonte: cartografia I.G.M.I. - scala 1:25.000).

A proposito dei corsi d'acqua individuati sono necessarie delle precisazioni:

➤ il corso d'acqua denominato R4 è stato rappresentato lungo la linea di massima pendenza del versante che a N raccorda il pianoro di Difesa Grande con il fondovalle del Torrente Saccione; i dati altimetrici di derivazione LiDAR a disposizione mettono in evidenza che in corrispondenza di tale corso d'acqua non vi è alcun alveo inciso (lo stesso corso d'acqua sulla cartografia I.G.M.I. nelle vicinanze della zona d'interesse progettuale è rappresentato con tratto discontinuo); per tale motivo, non trattandosi di un corso d'acqua "reale" o "realistico", è stato escluso dalle valutazioni idrologiche ed idrauliche eseguite (vedi oltre);

➤ il corso d'acqua riportato come tale nei dati catastali a disposizione non è rappresentato nella cartografia I.G.M.I.; il suo tracciato è rettilineo, con sezioni trasversali trapezie (con base maggiore in alto) o quasi e localizzato su un pianoro più alto in quota rispetto ai fondivalle limitrofi; sulla base di queste evidenze si ipotizza che si tratti piuttosto di un canale antropico che non di origine naturale; sul suo lato settentrionale tale "corso d'acqua" è delimitato da un argine che sostiene la viabilità che lo affianca; data la sua natura antropica e la mancanza di dati progettuali riguardanti il suo dimensionamento, anche tale corso d'acqua non è stato preso in considerazione nelle valutazioni idrologiche ed idrauliche eseguite, avendo applicato allo stesso una fascia di rispetto di cui al punto c) dell'art. 16 "Tratti fluviali non studiati" delle N.T.A. del P.A.I. (vedi oltre).

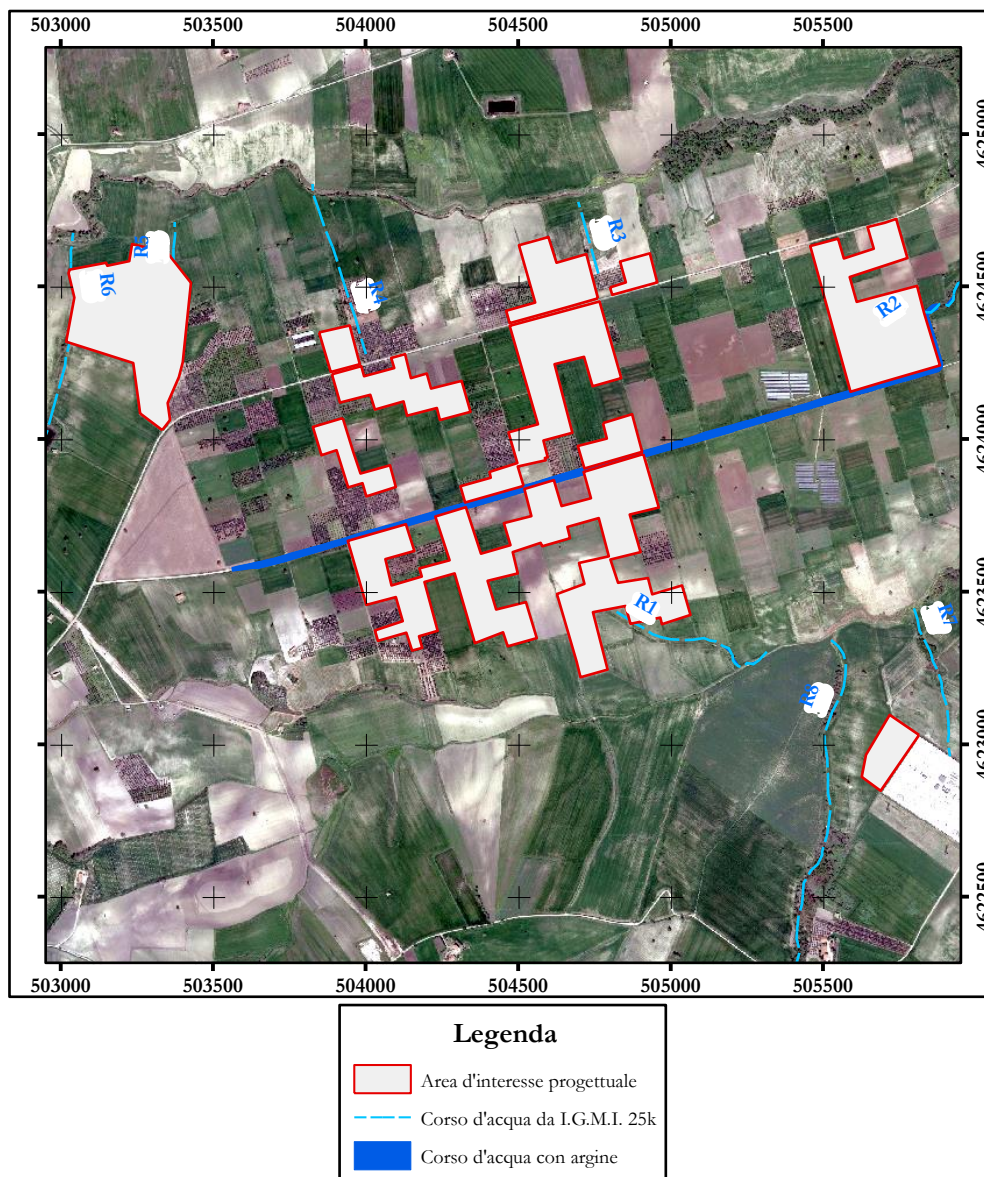


Figura 3-2. Stralcio ortofotografico con indicazione dei reticoli idrografici presenti da cartografia nelle vicinanze dell'area in studio (scala 1:25.000).

4. INQUADRAMENTO NEGLI STRUMENTI DEL P.A.I.

Il Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico, PAI, è stato inizialmente redatto dall'Autorità di Bacino interregionale dei Fiumi Trigno, Biferno e minori, Saccione e Fortore; attualmente il PAI è sotto l'egida dell'Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale (A.d.B.) a cui fa capo la Unit of Management (UoM) Saccione. Come evidente dall'esame della Figura 4-1, entro la zona in studio non sono presenti aree ritenute a rischio o pericolose da un punto di vista idraulico e, dunque, quanto a progetto non rientra nelle more di applicazione degli artt. 13 "Aree a pericolosità idraulica alta (PI3)", 14 "Aree a pericolosità idraulica moderata (PI2)", 15 "Aree a pericolosità idraulica bassa (PI1)" del Piano per l'assetto idraulico.

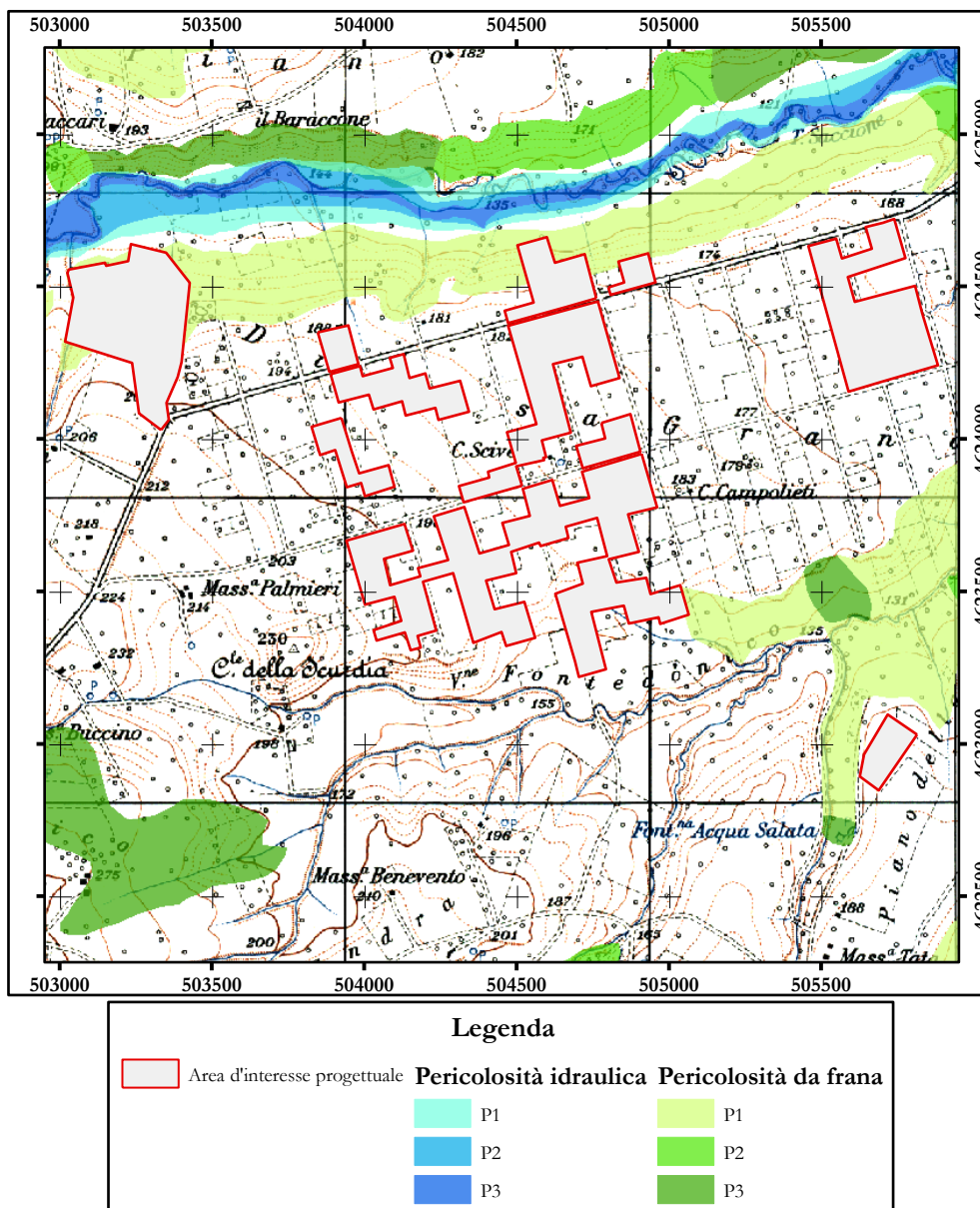


Figura 4-1. Stralcio cartografico con indicazione dell'area in studio e delle aree vincolate dal PAI individuate in zona (scala 1:25.000 – Fonte A.d.B.).

Al contrario, parte dell'area d'interesse progettuale è interessata dalla presenza di un'area ritenuta a pericolosità da frana moderata (P1) e, dunque, la stessa area è soggetta a quanto disposto dall'art. 27 "Aree classificate a pericolosità moderata (PF1)" dal Piano per l'assetto di versante, non rientrando nelle more di applicazione degli artt. 25 "Aree classificate a pericolosità estremamente

elevata (PF3)” e 26 “Aree classificate a pericolosità elevata (PF2)”.

Come già accennato in precedenza, invece, entro l’area d’interesse e nei suoi dintorni l’I.G.M.I. e il catasto hanno individuato dei corsi d’acqua di natura non specificata che potrebbero avere delle influenze sulla stessa poiché posti nelle immediate vicinanze. Per quanto appena affermato ne riviene che l’area è assoggettata a quanto prescritto dall’art. 16 “Tratti fluviali non studiati”, con i distinguo riportati al Capitolo 3 che precede.

5. VALUTAZIONI IDROLOGICHE

Scopo della valutazione idrologica è quello di definire, come risultato finale, le portate massime e gli idrogrammi di piena che vengono a generarsi in concomitanza di eventi meteorici determinati per tempi di ritorno di a 30, 100, 200 e 500 anni, in ossequio a quanto riportato in Allegato 1 – Indirizzi tecnici per la redazione di studi e verifiche idrauliche – alle N.T.A. del P.A.I.; il fine precipuo è quello di delimitare le aree inondabili per eventi alluvionali aventi un tempo di ritorno di 200 anni. In linea generale, il processo valutativo è articolato in una serie di fasi consequenziali, come di seguito indicato:

- a) Definizione delle caratteristiche del bacino idrografico;
- b) Analisi pluviometrica;
- c) Determinazione dei pluviogrammi sintetici;
- d) Determinazione degli idrogrammi di piena.

Il risultato della valutazione idrologica costituirà il dato di input della successiva valutazione idraulica, trattata nel capitolo che segue.

5.1 Caratteristiche dei bacini idrografici d'interesse

Come già accennato in precedenza, nelle vicinanze dell'area in studio (ed entro la stessa), sono presenti diversi corsi d'acqua, individuati sulla cartografia I.G.M.I. per i quali si intende delineare le aree potenzialmente inondabili.

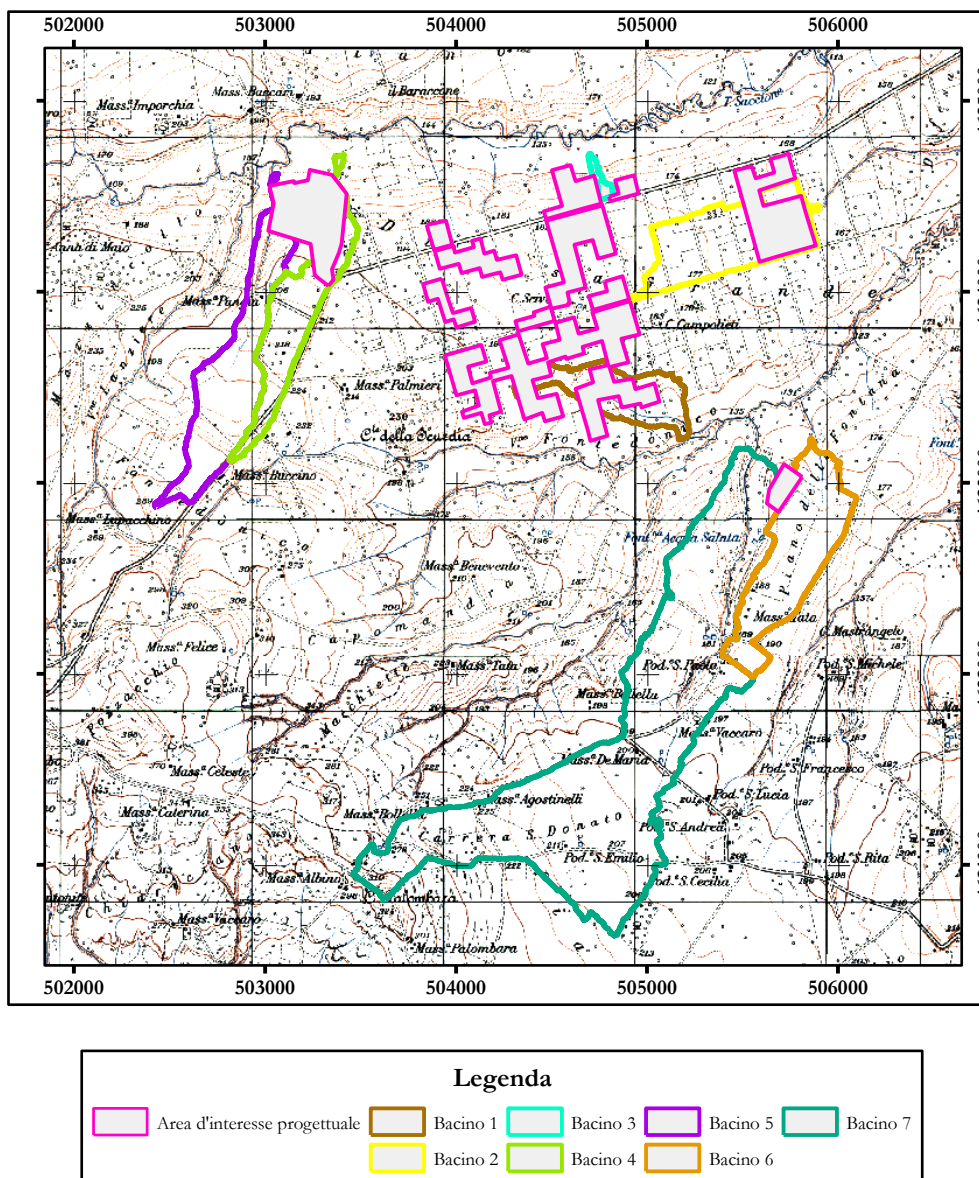


Figura 5-1. Stralcio cartografico con indicazione dell'area d'interesse e dei bacini idrografici identificati (scala 1.40.000).

La delimitazione dei bacini idrografici (Figura 5-1) è stata realizzata con procedura automatica, prendendo come riferimento principale i dati LiDAR del terreno con risoluzione di 1 metro messi a disposizione dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (M.A.S.E.). Le caratteristiche morfologiche salienti dei bacini idrografici individuati sono riportate in Tabella 5-1.

Bacino	A	P _b	Q _{max}	Q _{med}	Q _s	L	P _a
B1	0,17	12,2	194,5	176,5	142,0	1,1	4,8
B2	0,30	4,7	181,8	172,7	160,3	1,1	1,7
B3	0,01	17,7	177,9	163,7	134,7	0,3	16,0
B4	0,24	7,4	247,3	207,2	152,6	2,3	4,2
B5	0,34	10,3	288,8	222,4	158,4	2,5	5,2
B6	0,33	4,2	193,0	184,2	159,1	2,1	1,6
B7	1,47	8,5	319,3	204,2	142,8	4,8	3,7

Tabella 5-1. Caratteristiche morfologiche dei bacini in studio (A: area del bacino – Km²; P_b: pendenza media del bacino - %; Q_{max}: quota massima del bacino – m; Q_{med}: quota media del bacino - m; Q_s: quota sezione di chiusura del bacino - m; L: lunghezza percorso idraulico maggiore - Km; P_a: pendenza media del percorso idraulico maggiore - %).

Sulla scorta dei dati morfologici dei bacini è stato possibile determinarne il loro tempo di corrivazione, inteso come il tempo che necessita ad una goccia d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino, partendo dal punto posto più a monte dello stesso. In letteratura sono riportate formulazioni matematiche proposte da differenti autori, sulla scorta di esperienze empiriche condotte in specifiche situazioni geografiche, morfologiche e ambientali. Nel caso specifico si è optato per l'utilizzo della formulazione proposta da Ventura:

$$t_c = 0,1272 \cdot (A / P_a)^{0,5}.$$

Il risultato ottenuto è il seguente:

- $t_c^{B1} = 0,24$ ore;
- $t_c^{B2} = 0,53$ ore;
- $t_c^{B3} = 0,03$ ore;
- $t_c^{B4} = 0,30$ ore;
- $t_c^{B5} = 0,33$ ore;
- $t_c^{B6} = 0,58$ ore.
- $t_c^{B7} = 0,80$ ore.

5.2 Analisi pluviometrica

L'analisi pluviometrica è stata effettuata prendendo in considerazione i dati registrati presso la stazione di misura "Masseria Montesecco", la più prossima all'area in studio, posta a E della stessa. In relazione ai valori massimi di precipitazione di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore per questa stazione di misura sono disponibili i dati relativi a 34 anni, compresi nel periodo di tempo dal 1934 al 1986 (Tabella 5-2) e resi disponibili on line (<https://www.hydronline.it>).

Anno	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore	Data	Valore
1933	12 giu	24,6	12 giu	26,6	1 dic	45,0	1 dic	82,0	1 dic	101,2
1934	13 giu	30,2	13 giu	36,2	13 giu	36,2	7 ott	40,0	30 set	56,6
1939	20 nov	25,2	20 ott	45,2	20 ott	60,6	20 dic	78,6	20 ott	104,8
1940	22 ott	20,8	22 ott	42,4	22 ott	63,4	22 ott	81,0	22 ott	84,2
1941	9 set	15,0	8 apr	24,6	8 apr	36,0	8 apr	50,8	8 apr	54,6
1942	10 ott	25,4	10 ott	25,6	10 ott	42,0	17 nov	50,0	17 nov	57,8
1946	16 set	11,2	6 dic	21,0	7 nov	30,0	7 nov	40,0	7 nov	63,6
1947	24 ago	18,8	24 ago	18,8	7 set	26,6	24 ago	32,0	27 ago	37,8
1949	18 set	12,0	25 ott	20,0	18 set	32,0	18 set	51,0	17 set	62,8
1951	24 ott	34,0	24 ott	43,6	24 mar	56,2	21 mar	57,6	21 mar	57,6
1952	7 set	34,0	7 set	40,4	7 set	41,6	7 set	41,6	6 set	46,0
1954	9 ott	14,0	14 nov	28,0	14 nov	36,6	14 nov	44,6	17 apr	80,0
1956	27 apr	11,0	1 dic	27,0	1 dic	43,4	1 dic	57,2	1 dic	76,8
1958	6 nov	10,6	6 nov	23,2	6 nov	30,4	6 nov	44,8	28 feb	64,4
1959	30 ago	23,0	2 dic	26,6	2 dic	38,0	31 mar	41,0	31 mar	43,2
1960	28 lug	9,0	12 dic	13,0	11 dic	22,0	10 nov	28,6	13 nov	30,8
1961	8 lug	25,2	8 lug	27,0	7 dic	31,0	7 dic	36,2	15 gen	54,0
1963	30 mag	24,8	28 ott	27,2	28 ott	39,0	28 ott	46,6	9 ott	70,0
1970	18 set	22,6	18 set	35,2	18 set	42,8	18 set	58,6	18 set	78,2
1971	1 lug	25,6	18 apr	35,2	1 lug	52,2	1 lug	54,8	1 lug	65,0
1972	25 ago	29,8	25 ago	50,6	25 ago	54,4	25 ago	62,6	25 ago	62,6
1974	24 ago	13,8	14 apr	17,4	14 apr	20,0	17 apr	28,6	17 apr	41,0
1975	29 ago	21,0	5 lug	23,0	13 ott	27,0	13 ott	27,2	12 mag	41,6
1976	6 giu	18,0	6 giu	25,0	7 giu	36,4	7 giu	47,0	7 giu	57,2
1977	2 set	11,8	3 set	17,0	3 set	20,4	3 set	20,6	3 set	20,6
1978	13 ago	13,6	20 ago	22,4	21 ott	37,0	4 apr	41,6	4 apr	60,6
1979	22 dic	14,8	6 ott	21,0	6 ott	44,8	6 ott	57,0	7 ott	60,8
1980	7 mag	15,6	10 mag	23,0	10 mag	37,4	10 mag	38,2	10 mag	50,6
1981	5 set	26,4	5 set	26,4	5 set	27,4	5 set	48,2	5 set	79,0
1982	8 set	28,0	8 set	28,4	8 set	31,0	8 set	32,6	8 set	32,6
1983	23 mag	12,0	7 giu	26,4	7 giu	40,2	7 giu	40,2	6 giu	42,8
1984	12 giu	10,6	12 giu	25,6	12 giu	30,4	12 giu	33,4	29 ott	49,8
1985	13 ott	16,0	13 ott	16,4	16 nov	29,0	17 nov	52,0	17 nov	61,0
1986	20 lug	22,4	20 lug	27,8	3 nov	33,0	3 nov	58,0	3 nov	71,2

Tabella 5-2. Valori massimi di pioggia registrati presso la stazione di misura Masseria Montesecco nel periodo 1934-1986 (origine dati: www.hydronline.it).

I dati di pioggia disponibili sono stati elaborati statisticamente utilizzando la distribuzione probabilistica TCEV (Two Component Extreme Value) di secondo livello con il metodo di stima della massima verosimiglianza (Tabella 5-3).

Parametro	Durate				
	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Dimensione campione	34	34	34	34	34
Valore medio	19,73	27,56	37,45	47,18	59,44
Dev. standard	7,25	8,81	10,75	14,72	18,56
Parametri regionali					
Descrizione	Centro-Sud	Centro-Sud	Centro-Sud	Centro-Sud	Centro-Sud
Lambda*	0,79500	0,79500	0,79500	0,79500	0,79500
Teta*	2,40200	2,40200	2,40200	2,40200	2,40200
Lambda 1	27,81000	27,81000	27,81000	27,81000	27,81000
Parametri stimati					
Teta 1	3,75687	5,59177	7,71396	9,55474	11,94243
Lambda 2	3,17407	3,17407	3,17407	3,17407	3,17407
Teta 2	9,02400	13,43143	18,52893	22,95048	28,68571

Tabella 5-3. Valori dei parametri della distribuzione probabilistica TCEV.

Tenendo in considerazione i dati a disposizione sono stati determinati i valori di “a” e “n” relativi alla curva di possibilità pluviometrica, per eventi con tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni (Tabella 5-4).

Nelle figure da 5-2 a 5-5 sono riportate le curve di possibilità pluviometrica relativi alla stazione di misura Masseria Montesecco, per i tempi di ritorno considerati.

	$T_r = 30$ anni	$T_r = 100$ anni	$T_r = 200$ anni	$T_r = 500$ anni
a	41,53	52,51	58,84	67,21
n	0,369	0,369	0,369	0,369

Tabella 5-4. Valori dei parametri “a” e “n” della curva di possibilità pluviometrica determinati per tempi di ritorno pari a 30, 100, 200 e 500 anni.

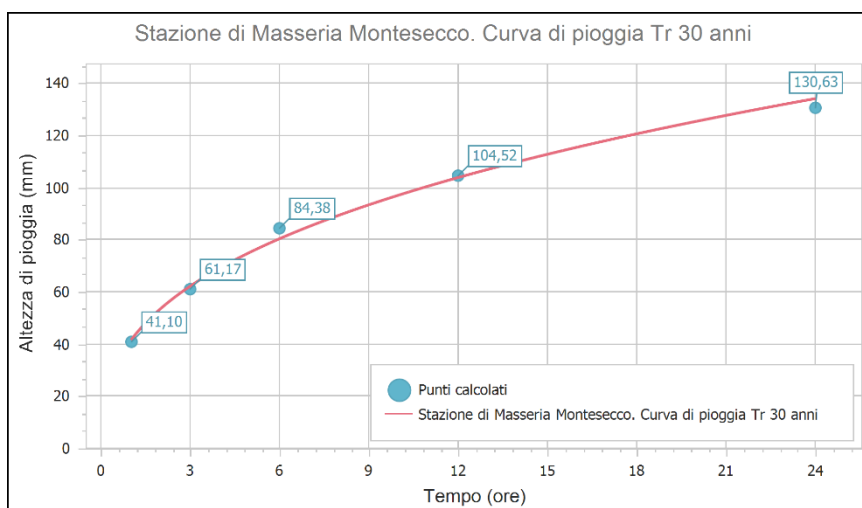


Figura 5-2. Curva di possibilità pluviometrica relativa alla stazione di misura Masseria Montesecco per un tempo di ritorno di 30 anni.

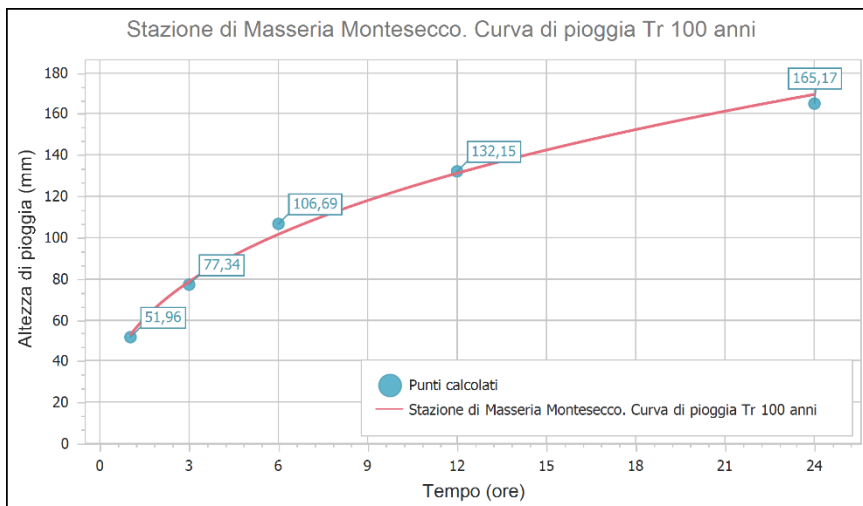


Figura 5-3. Curva di possibilità pluviometrica alla stazione di misura Masseria Montesecco per un tempo di ritorno di 100 anni.

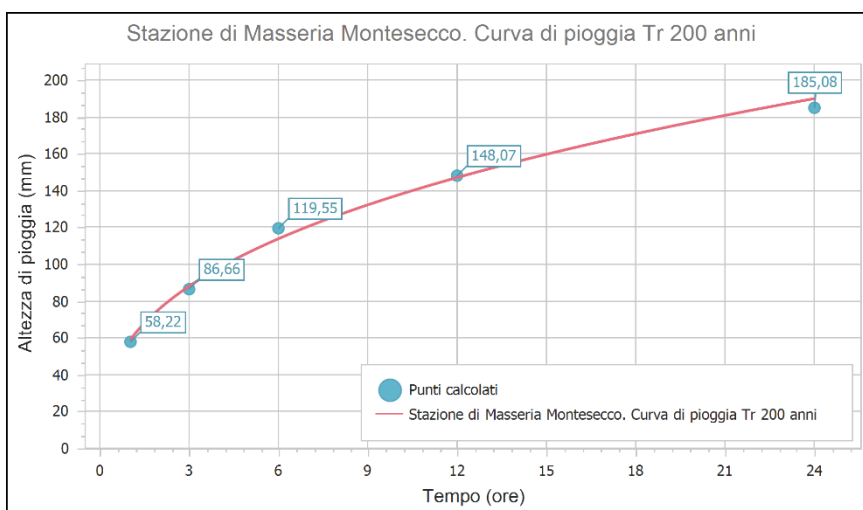


Figura 5-4. Curva di possibilità pluviometrica alla stazione di misura Masseria Montesecco per un tempo di ritorno di 200 anni.

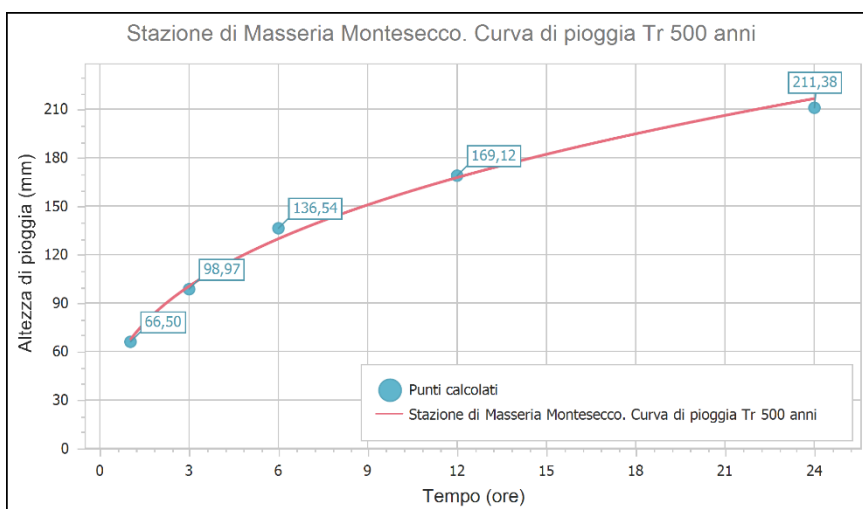


Figura 5-5. Curva di possibilità pluviometrica alla stazione di misura Masseria Montesecco per un tempo di ritorno di 500 anni.

5.3 Determinazione dei pluviogrammi sintetici

Per i bacini idrografici d'interesse e per tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni, sono stati determinati i pluviogrammi sintetici, imponendo le seguenti condizioni:

- pluviogramma Chicago con picco centrale;
- durata dell'evento meteorico pari al tempo di corrivazione.

Nelle figure da 5-6 a 5-33 sono riportati i pluviogrammi sintetici così determinati.

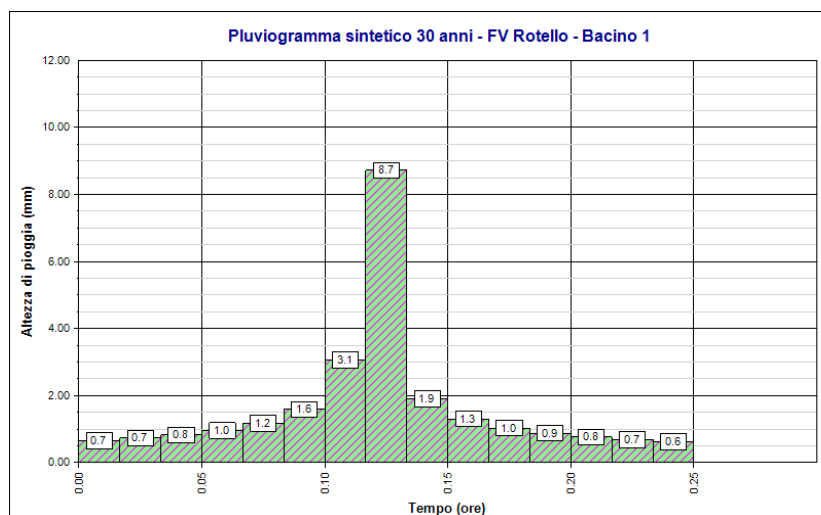


Figura 5-6. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 1 in studio per un tempo di ritorno di 30 anni.

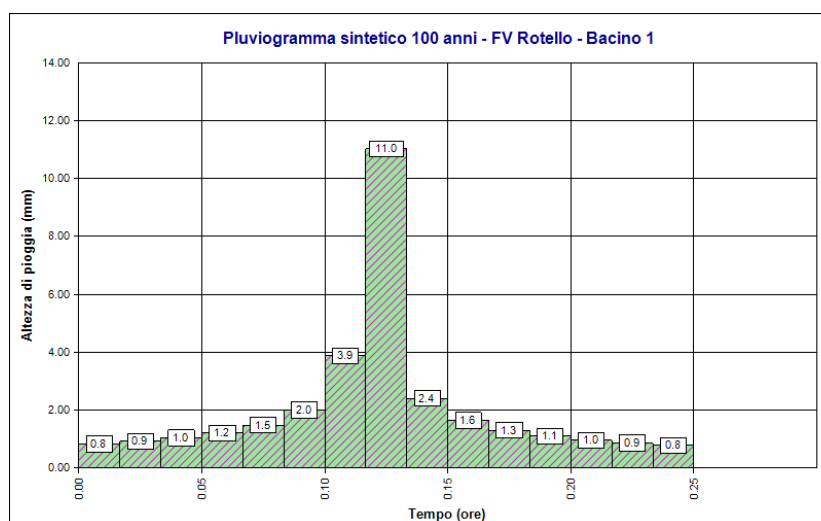


Figura 5-7. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 1 in studio per un tempo di ritorno di 100 anni.

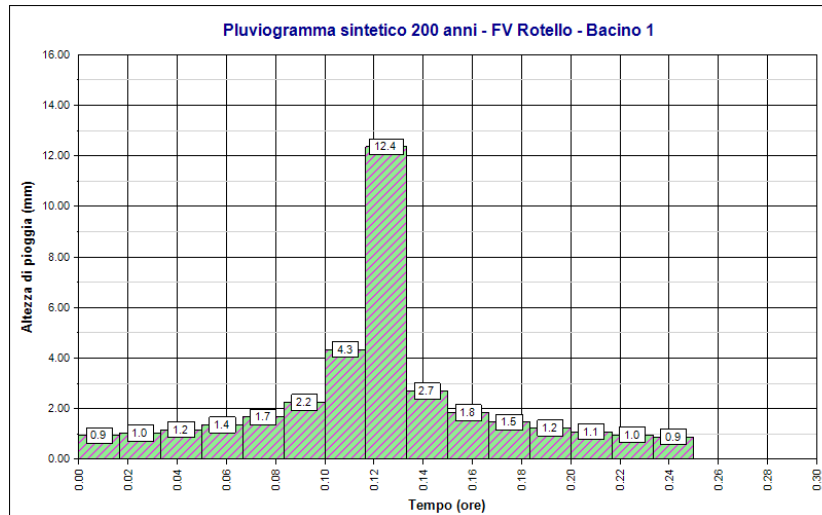


Figura 5-8. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 1 in studio per un tempo di ritorno di 200 anni.

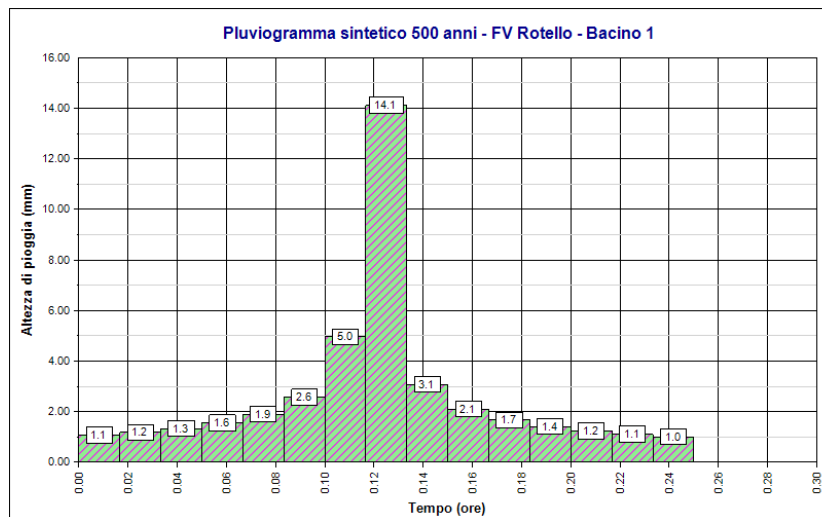


Figura 5-9. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 1 in studio per un tempo di ritorno di 500 anni.

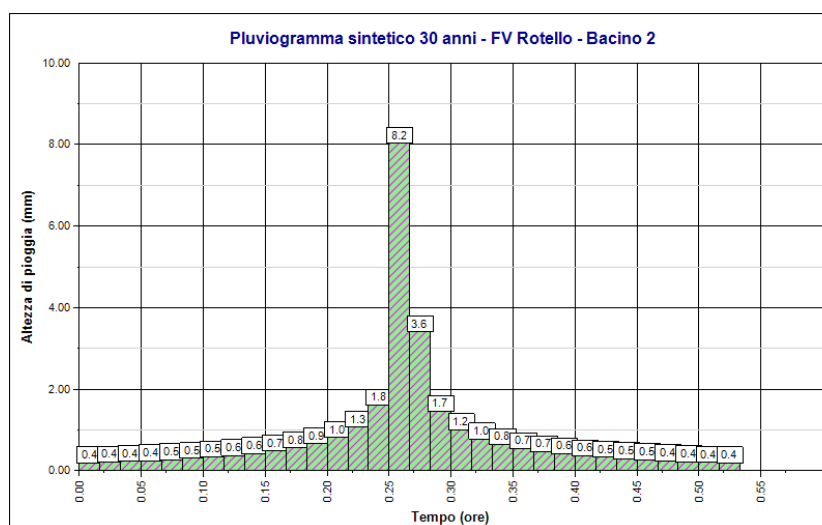


Figura 5-10. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 2 in studio per un tempo di ritorno di 30 anni.

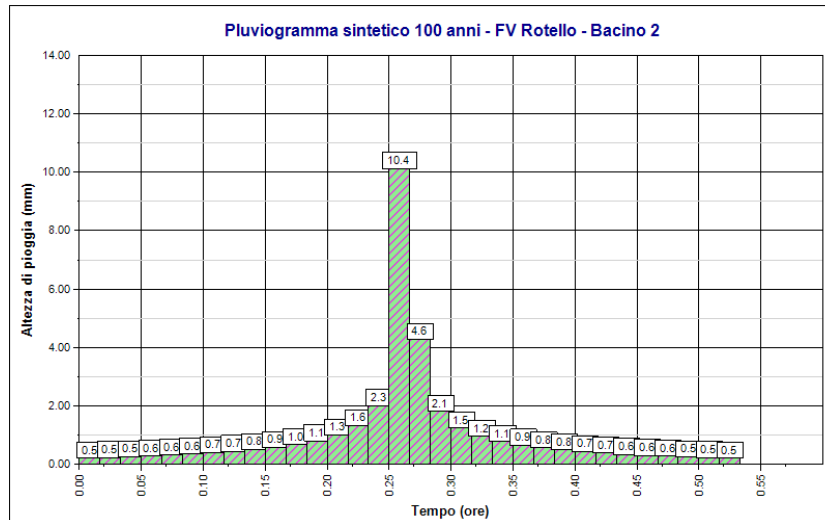


Figura 5-11. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 2 in studio per un tempo di ritorno di 100 anni.

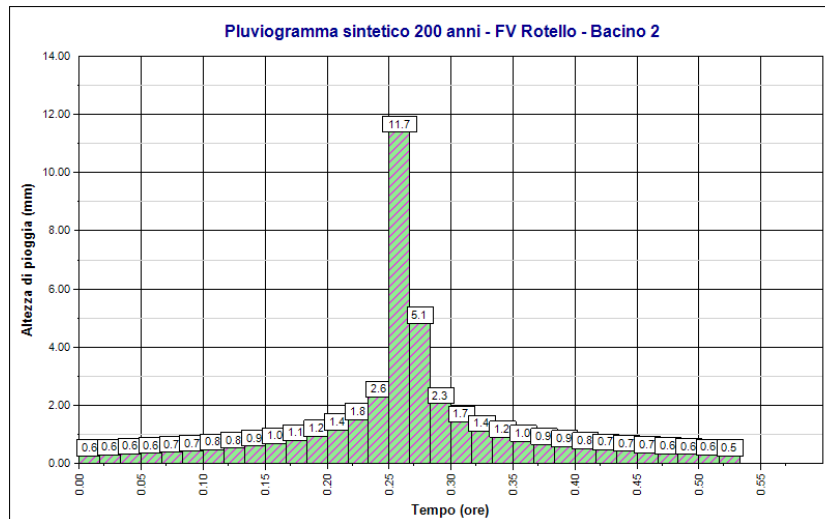


Figura 5-12. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 2 in studio per un tempo di ritorno di 200 anni.

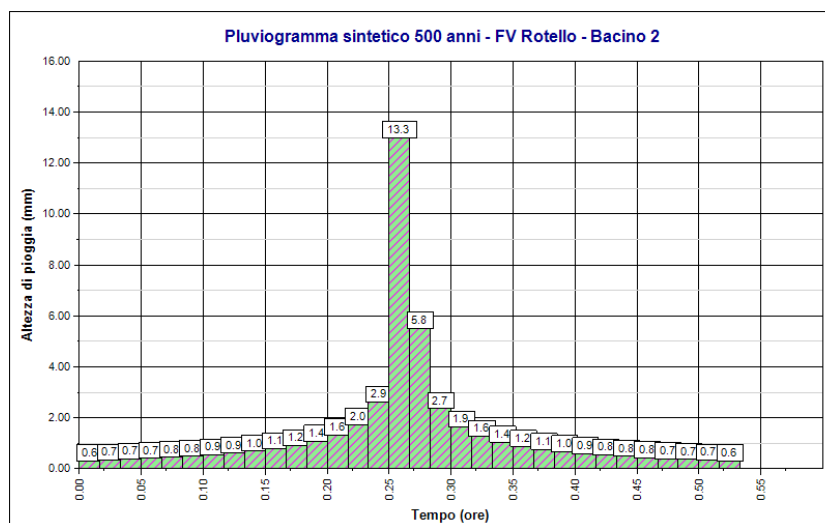


Figura 5-13. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 2 in studio per un tempo di ritorno di 500 anni.

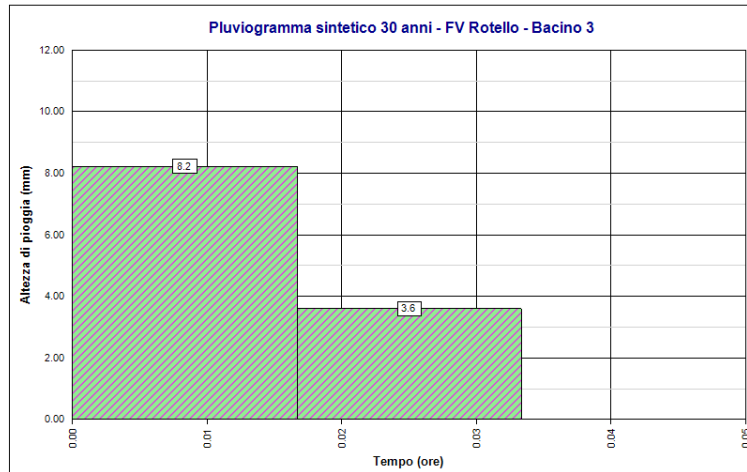


Figura 5-14. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 3 in studio per un tempo di ritorno di 30 anni.

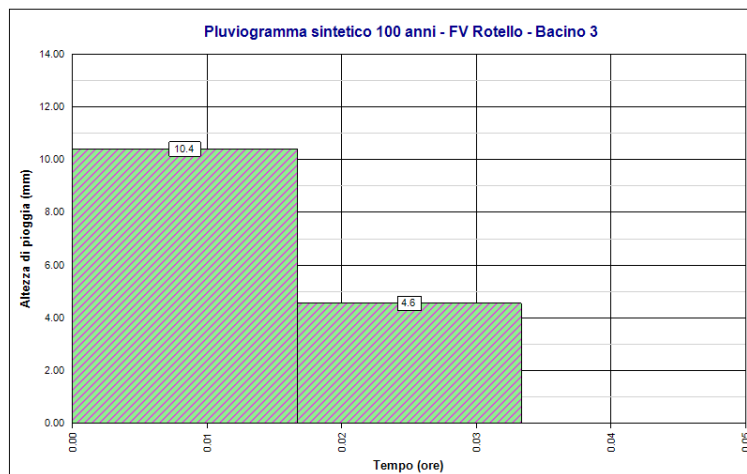


Figura 5-15. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 3 in studio per un tempo di ritorno di 100 anni.

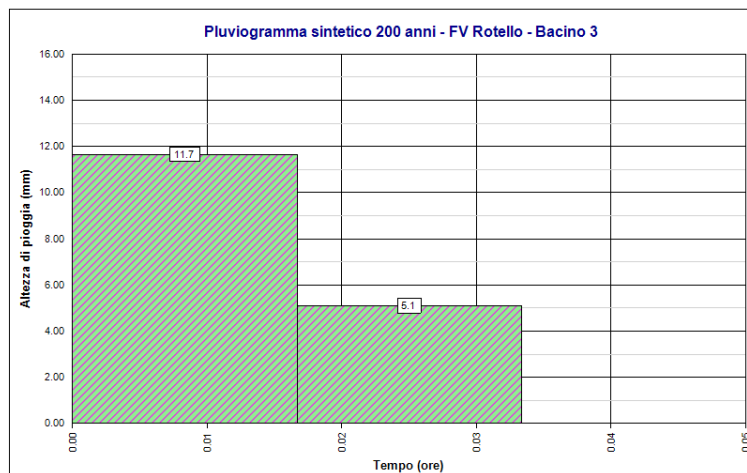


Figura 5-16. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 3 in studio per un tempo di ritorno di 200 anni.

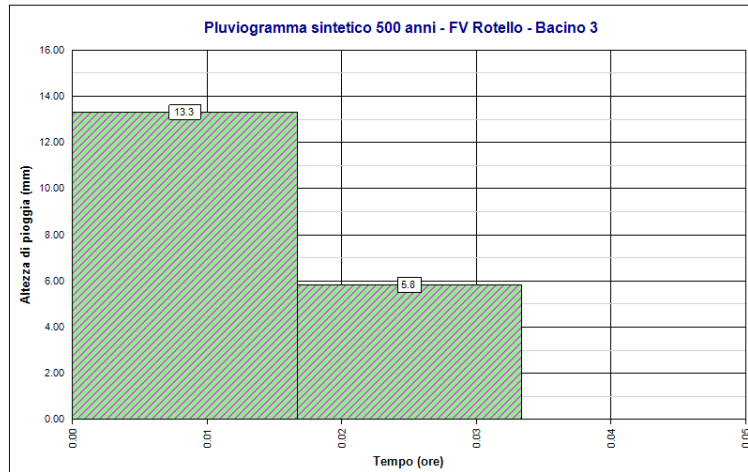


Figura 5-17. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 3 in studio per un tempo di ritorno di 500 anni.

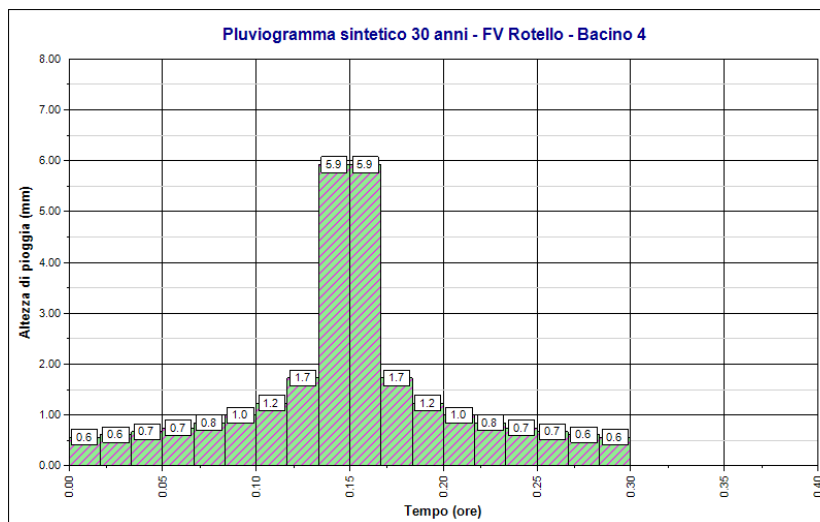


Figura 5-18. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 4 in studio per un tempo di ritorno di 30 anni.

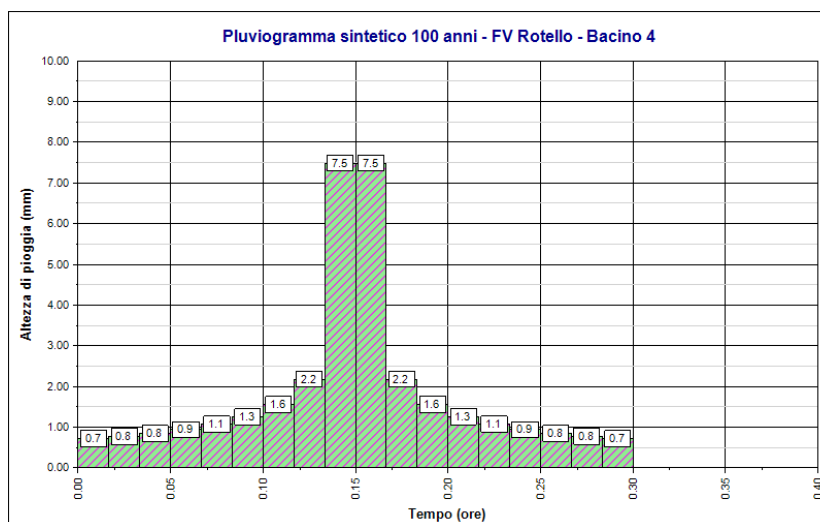


Figura 5-19. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 4 in studio per un tempo di ritorno di 100 anni.

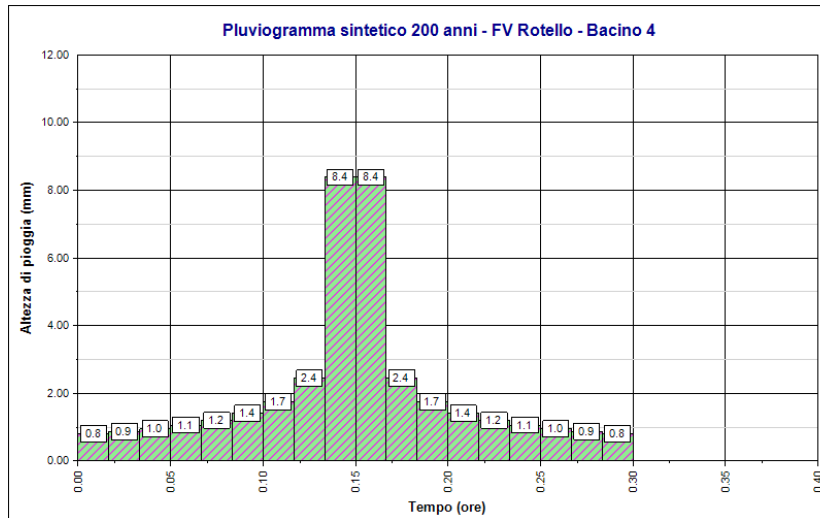


Figura 5-20. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 4 in studio per un tempo di ritorno di 200 anni.

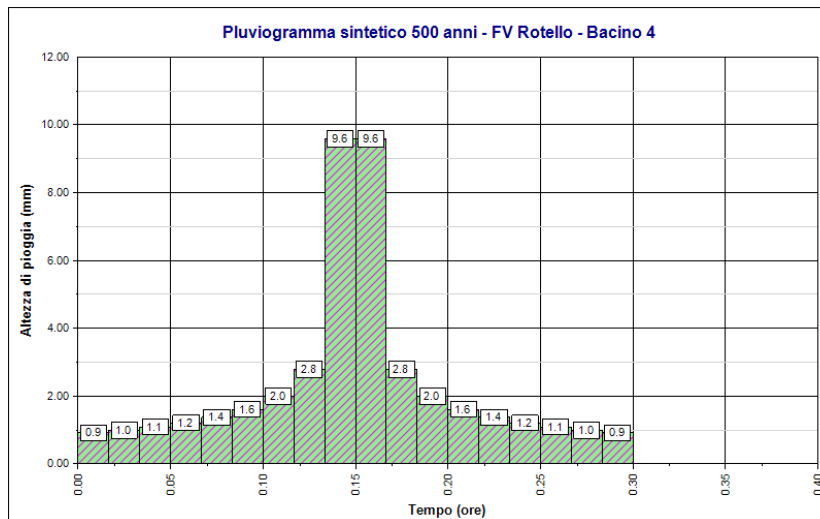


Figura 5-21. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 4 in studio per un tempo di ritorno di 500 anni.

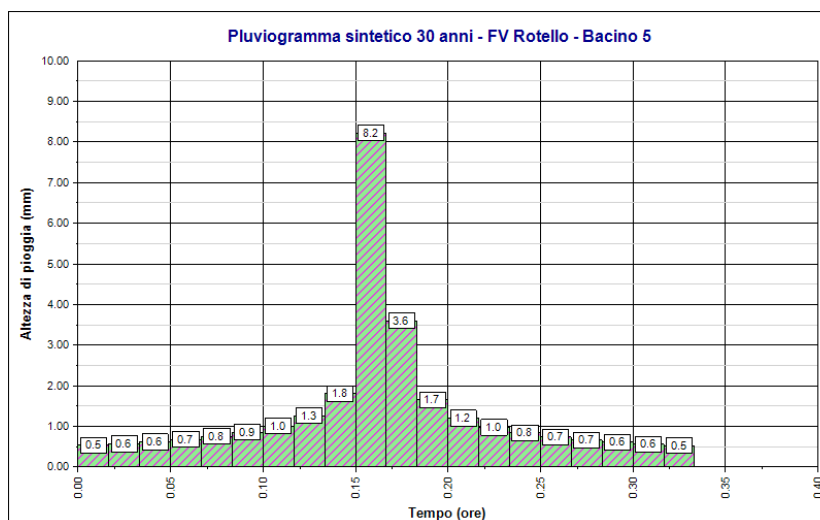


Figura 5-22. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 5 in studio per un tempo di ritorno di 30 anni.

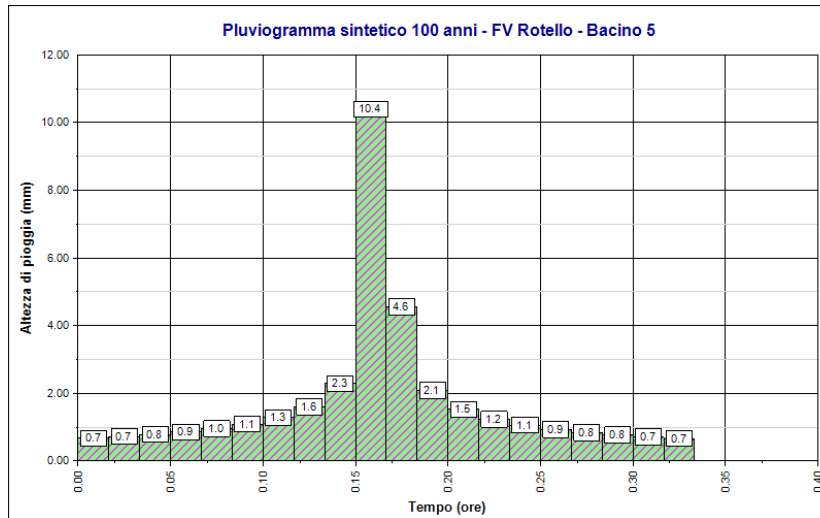


Figura 5-23. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 5 in studio per un tempo di ritorno di 100 anni.

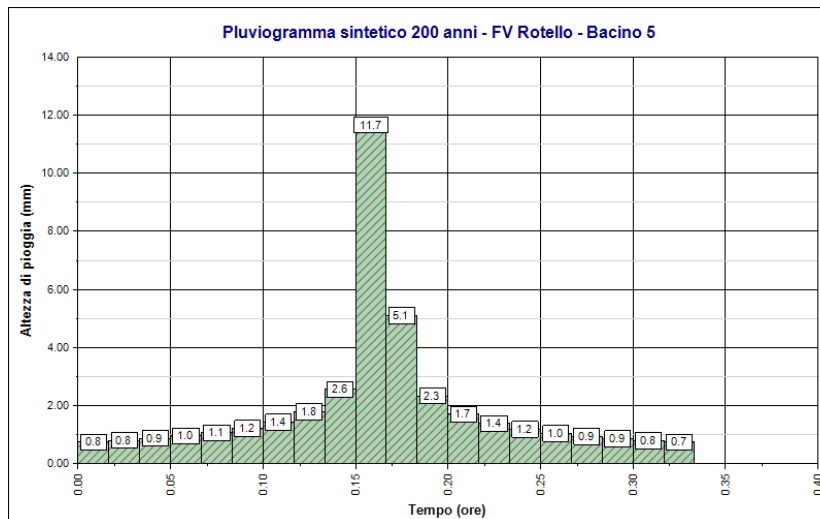


Figura 5-24. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 5 in studio per un tempo di ritorno di 200 anni.

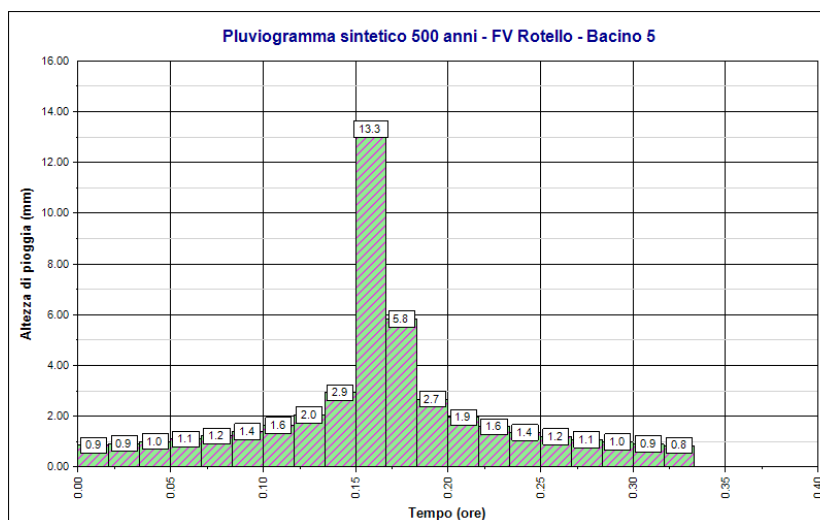


Figura 5-25. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 5 in studio per un tempo di ritorno di 500 anni.

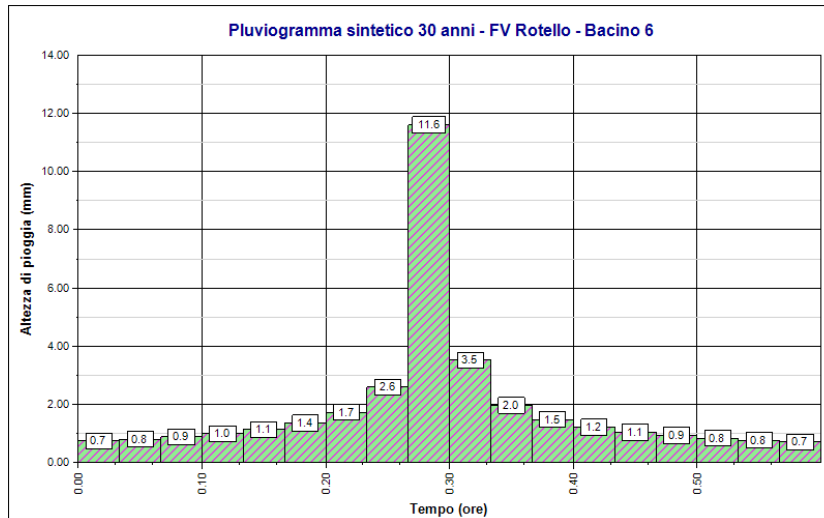


Figura 5-26. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 6 in studio per un tempo di ritorno di 30 anni.

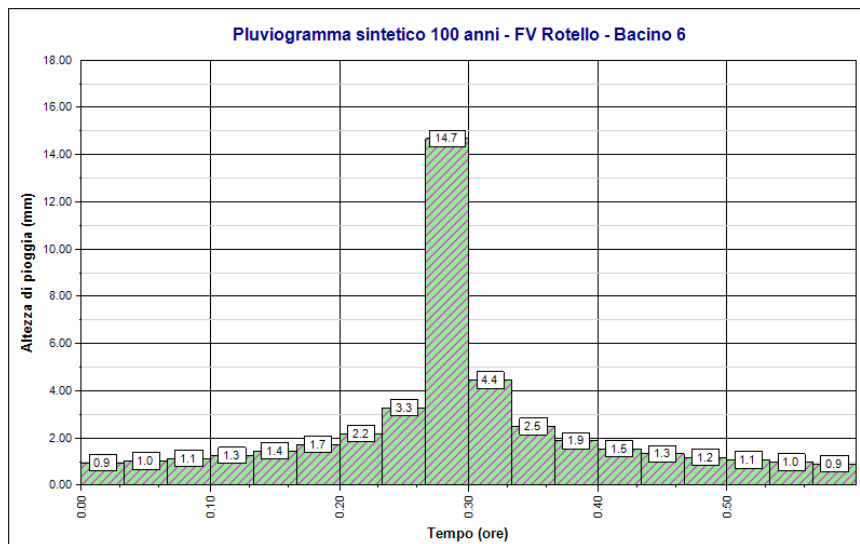


Figura 5-27. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 6 in studio per un tempo di ritorno di 100 anni.

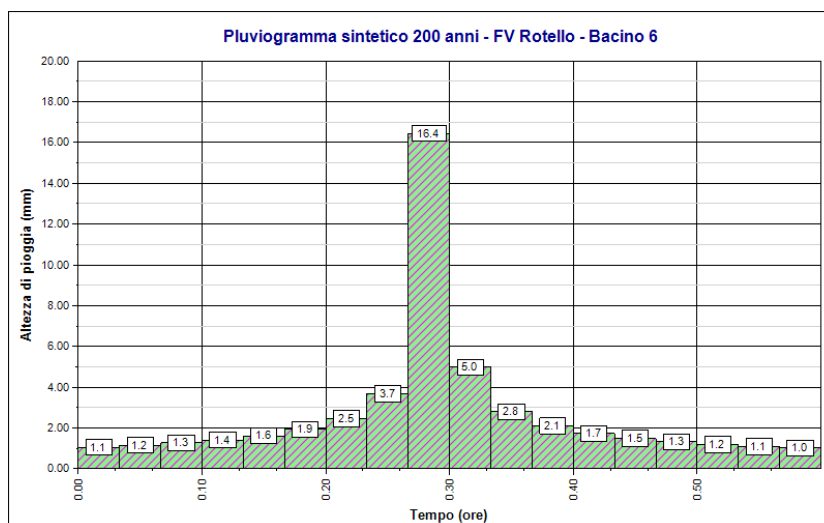


Figura 5-28. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 6 in studio per un tempo di ritorno di 200 anni.

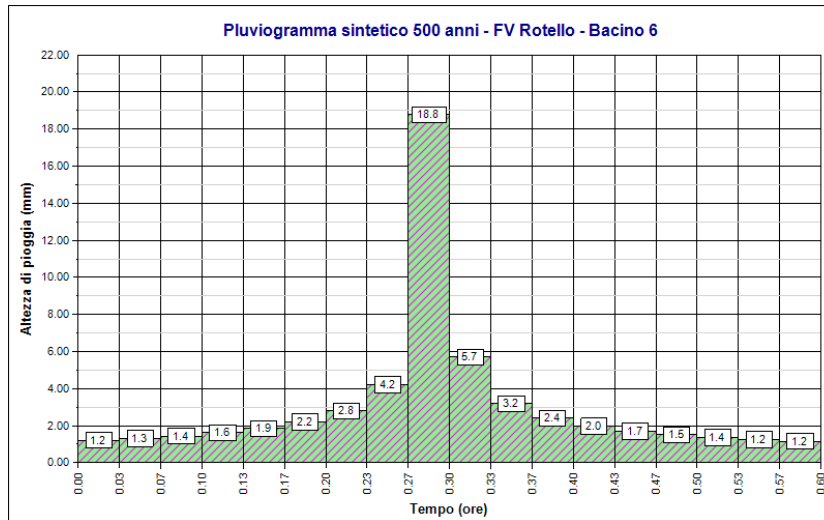


Figura 5-29. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 6 in studio per un tempo di ritorno di 500 anni.

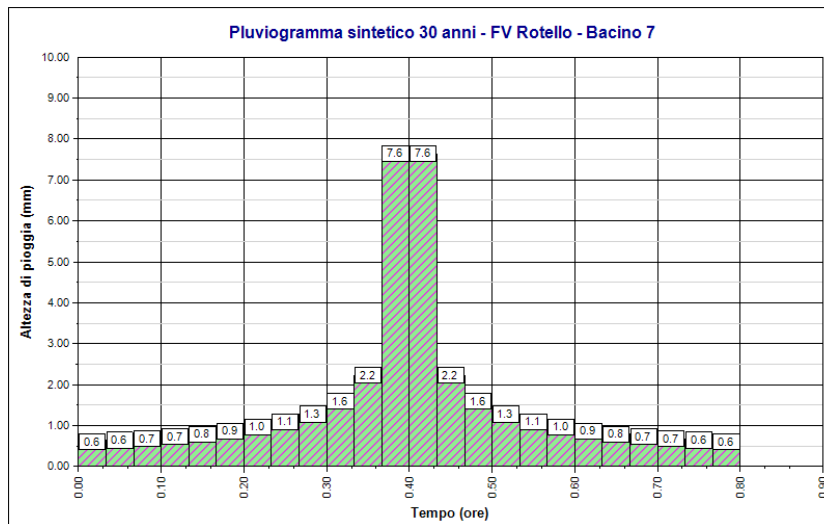


Figura 5-30. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 7 in studio per un tempo di ritorno di 30 anni.

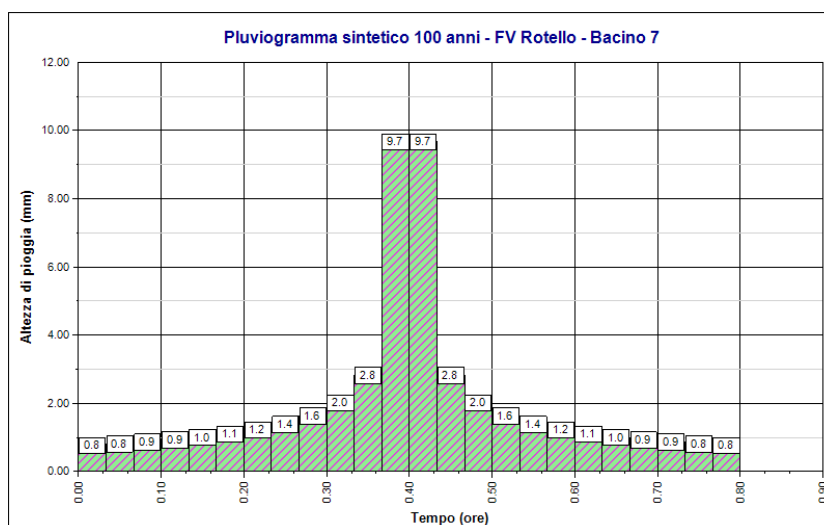


Figura 5-31. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 7 in studio per un tempo di ritorno di 100 anni.

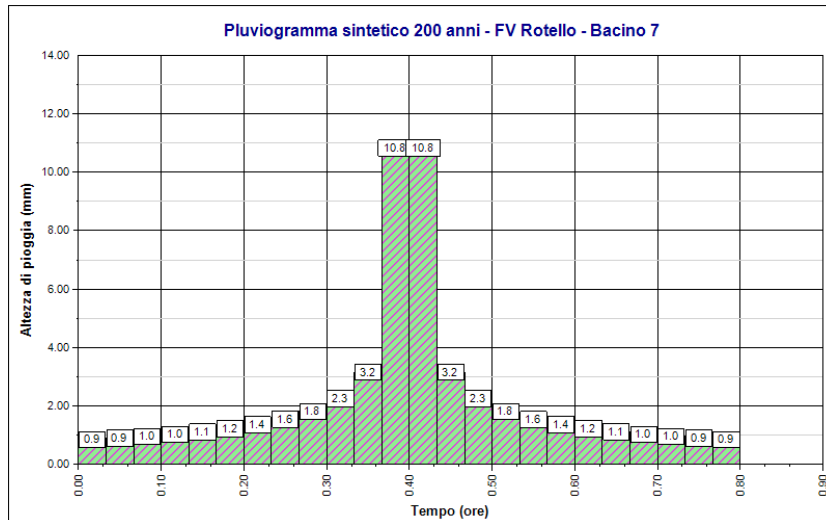


Figura 5-32. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 7 in studio per un tempo di ritorno di 200 anni.

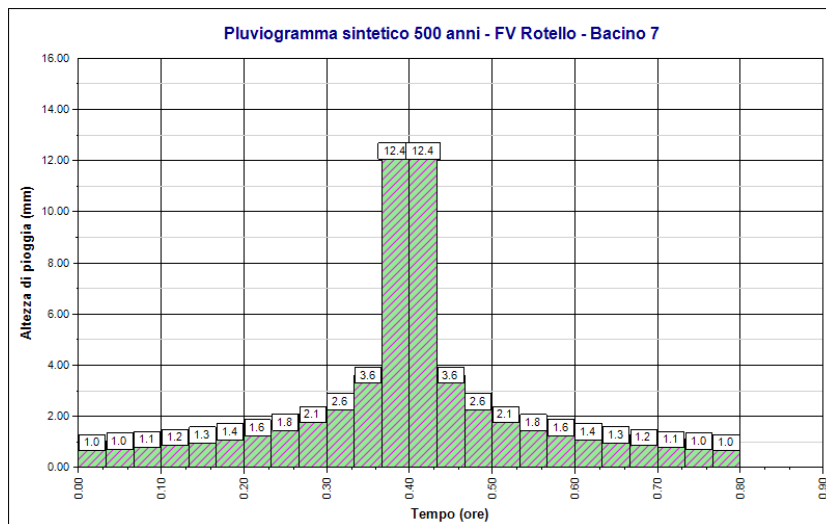


Figura 5-33. Pluviogramma sintetico del bacino idrografico 7 in studio per un tempo di ritorno di 500 anni.

5.4 Determinazione degli idrogrammi di progetto

In letteratura sono riportati diversi metodi per la stima degli idrogrammi di progetto o della pioggia efficace; il metodo del Curve Number (CN) proposto dal Soil Conservation Service (SCS) è tradizionalmente uno dei più utilizzati ed è quello che sarà applicato nel presente lavoro. Il CN è un parametro adimensionale che decresce in funzione della permeabilità del substrato; il valore assunto da tale parametro è funzione:

- Del grado di umidità del terreno prima dell'evento meteorico preso in considerazione;
- Della litologia e della pedologia del suolo.

Il valore del CN varia da 0 a 100 ed è diffusamente tabulato, soprattutto nella letteratura scientifica americana, come risultato di innumerevoli esempi applicativi.

Per ciò che attiene il grado di umidità del terreno sono previste tre classi, I, II e III, in funzione dell'altezza di pioggia caduta nei 5 giorni antecedenti l'evento meteorico considerato (Antecedent Moisture Condition – AMC); la Tabella 5-5 riassume le caratteristiche delle tre classi AMC.

AMC	Precipitazione (mm)	Classe
Molto asciutto	< 50	I
Standard	Tra 50 e 110	II
Molto umido	>110	III

Tabella 5-5. Classi relative a AMC (Fonte SCS).

I valori di CN riscontrati in letteratura fanno sempre riferimento al CN della classe AMC II (CN_{II}); il valore di CN riferito alla classe AMC III (CN_{III}) è solitamente così determinato:

$$CN_{III} = (23 * CN_{II}) / (10 + 0,13 * CN_{II}).$$

Al fine di determinare il CN il suolo deve essere classificato anche in funzione delle caratteristiche di permeabilità, secondo la suddivisione litologica proposta dal SCS; tale suddivisione prevede 4 classi di permeabilità o di potenzialità di deflusso, come indicato nella Tabella 5-6.

Potenzialità deflusso	Classe
Scarsa	A
Moderatamente bassa	B
Moderatamente alta	C
Molto alta	D

Tabella 5-6. Suddivisione dei terreni in base alla potenzialità di deflusso (Fonte SCS).

Determinata la classe della potenzialità di deflusso è possibile, per ciascun tipo di copertura del suolo, determinarne il relativo valore di CN (Tabella 5-7).

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini d'acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanenti	62	71	78	81
Frutteti e frutteti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutteti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Tabella 5-7: esempio di valori di CN_{II} per differenti tipologie di copertura del suolo e della diversa potenzialità di deflusso.

Allo scopo di determinare in modo corretto la potenzialità di deflusso delle acque di precipitazione meteorica all'interno del bacino in studio è stata realizzata una carta della potenzialità di deflusso superficiale (Figura 5-34), valutando le caratteristiche di permeabilità dei litotipi affioranti in zona; a ciascun tipo litologico è stata attribuita una classe di deflusso. Sempre al fine di determinare il valore del CN per i bacini è stata redatta una carta di uso del suolo, prendendo a riferimento i dati ufficiali messi a disposizione dal Portale Cartografico Nazionale - Uso del suolo - Corine Land Cover anno 2012 IV Livello – servizio WFS (Figura 5-35).

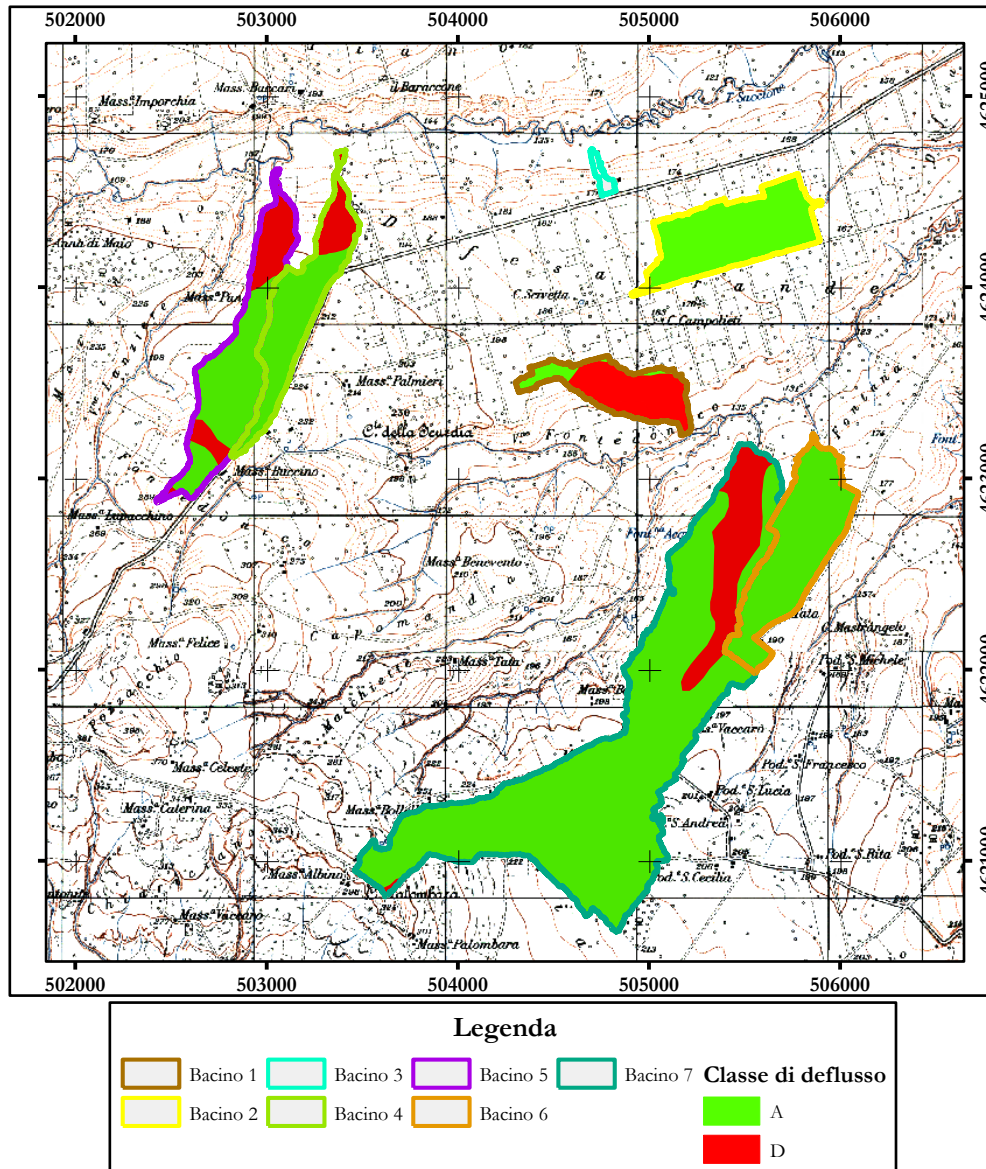


Figura 5-34. Carta litologica con definizione della potenzialità di deflusso relativa ai due bacini idrografici in studio (scala 1:40.000).

Una volta noti sia la potenzialità di deflusso che l'uso del suolo è stato possibile definire, per ciascuna classe di uso del suolo in funzione della litologia del substrato, il corrispondente valore del CN_{III} ; la Figura 5-36 ne mostra graficamente il risultato. Il valore medio del CN_{III} per ciascun bacino idrografico in studio è riportato in Tabella 5-8.

Bacino	CN_{III}
1	93
2	86
3	89
4	82
5	83
6	79
7	81

Tabella 5-8: valori di CN_{III} per determinati per ciascun bacino idrografico in studio.

Per ciò che concerne il valore medio di CN_{III} è doveroso specificare che esso è stato determinato come media ponderata sull'area di ciascun poligono di uso del suolo.

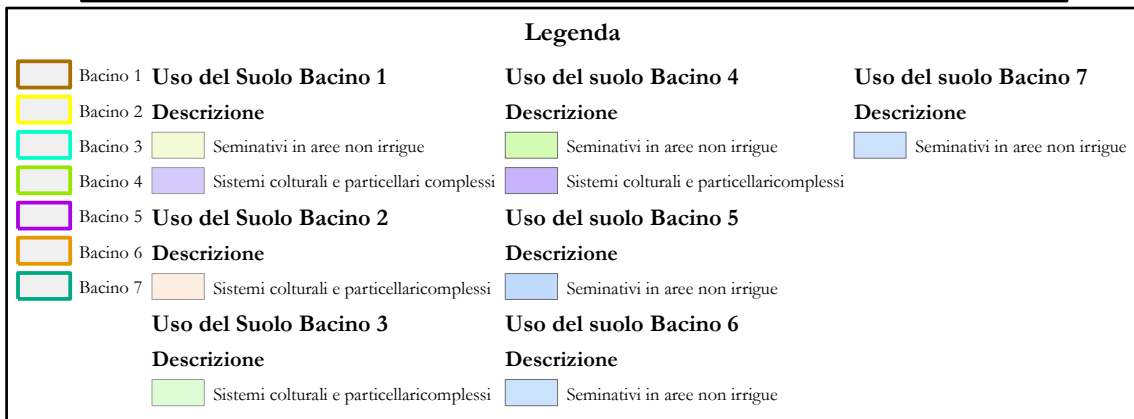
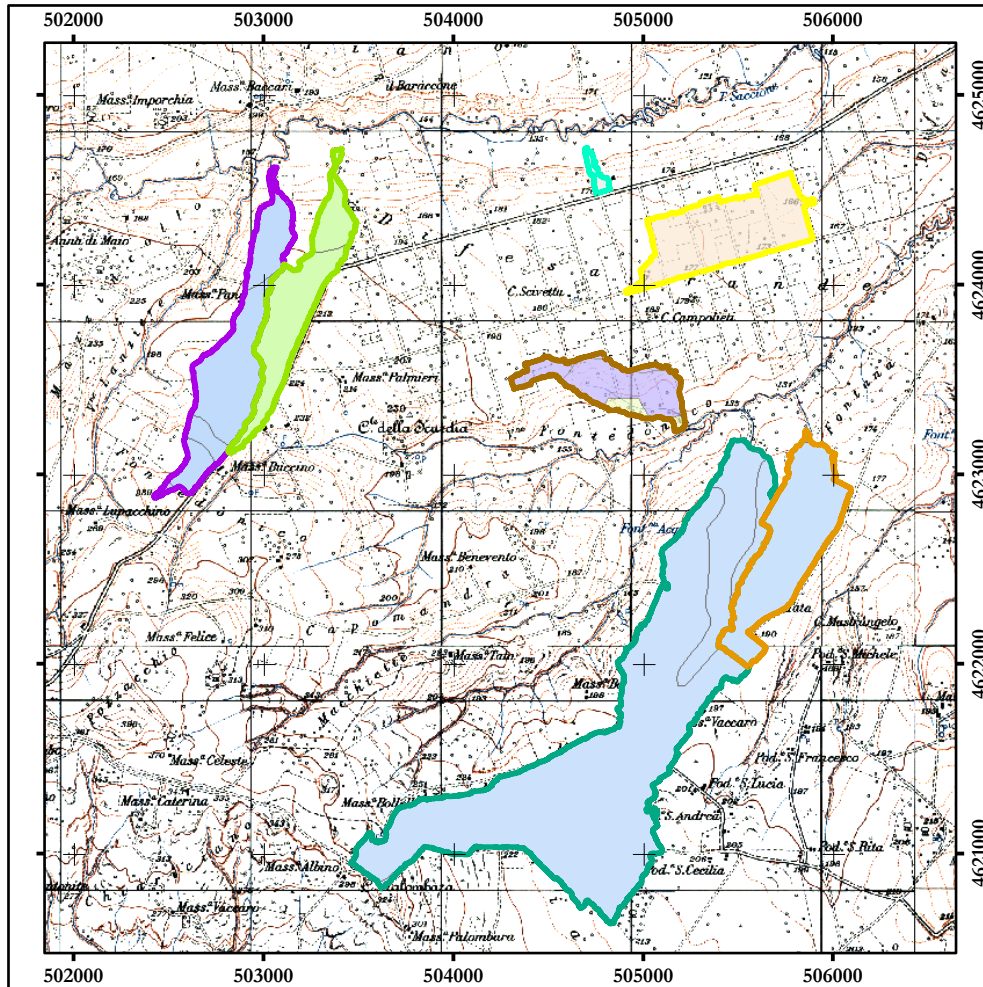


Figura 5-35. Carta di uso del suolo relativa al bacino idrografico in studio (scala 1:40.000 - Fonte Servizio WCF Portale Cartografico Nazionale).

Il calcolo della precipitazione efficace utile per definire lo scorrimento superficiale è stato effettuando, seguendo le indicazioni riportate nella Relazione di Piano del P.A.I., depurando i pluviogrammi dalle perdite per infiltrazione e immagazzinamento nelle depressioni morfologiche superficiali. È stato adottato il metodo di depurazione della pioggia noto come Curve Number, proposto dal Soil Conservation Service. Il modello idrologico SCS-CN permette di simulare il deflusso superficiale in corrispondenza di una data precipitazione. Il processo di trasformazione afflussi-deflussi è suddiviso nelle seguenti fasi:

- a) Determinazione delle piogge nette;

b) Trasformazione delle piogge nette in deflussi superficiali.

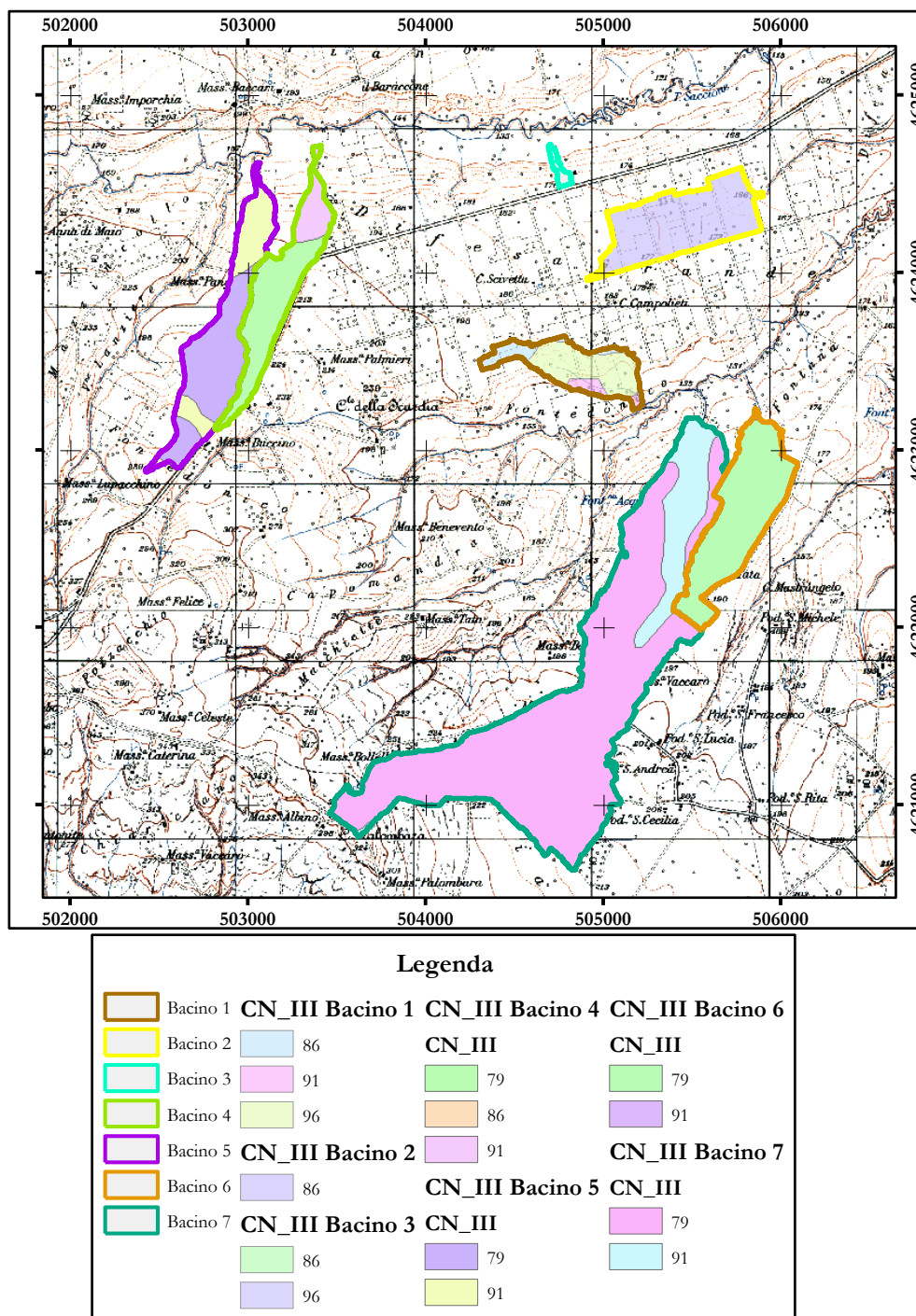


Figura 5-36. Carta del CN_{III} relativo a ciascun poligono di uso del suolo in funzione della litologia del substrato relativa ai due bacini idrografici in studio (scala 1:40.000).

A tal fine è necessario definire un pluviogramma, che viene considerato uniformemente distribuito sull'intero bacino

$$\frac{S}{S'} = \frac{R}{P}$$

e assume la forma seguente:

$$R = \frac{P^2}{P + S'} [mm]$$

che definisce l'andamento nel tempo del deflusso R nota la precipitazione P e la massima infiltrazione S'.

Considerando che un'aliquota di P si invasa nelle depressioni superficiali o si infiltra prima che il deflusso abbia inizio, si può scrivere:

$$R = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S'} [mm]$$

essendo I_a (mm) la perdita iniziale (Initialabstraction).

L'unico parametro del modello risulta quindi essere l'altezza massima immagazzinabile nel terreno a saturazione S' (mm), che si ricava dalla seguente formula:

$$S' = \frac{25400}{CN} - 254$$

dove CN (Curve Number) è, come già specificato, un indice compreso tra 0 e 100 fornito dalle tabelle SCS in funzione del tipo di terreno, dell'utilizzazione del suolo e delle condizioni antecedenti di umidità.

Prendendo come riferimento i valori di CNIII riportati in Tabella 6-8 è possibile determinare, per ciascun bacino idrografico, il valore di S' (Tabella 5-9) e, quindi, il valore di I_a(Tabella 5-10) imponendo

$$I_a = 0,2 \times S'$$

Bacino	S'
1	19
2	41
3	31
4	56
5	52
6	68
7	60

Tabella 5-9: valori di S' per determinati per ciascun bacino idrografico in studio.

Bacino	I _a
1	4
2	8
3	6
4	11
5	10
6	14
7	12

Tabella 5-10: valori di I_a per determinati per ciascun bacino idrografico in studio.

Nella trasformazione afflussi-deflussi si considererà una I_a di 4 mm per il Bacino 1 e di 5 mm per tutti gli altri bacini.

La trasformazione afflussi-deflussi quindi è ottenuta tramite l'idrogramma unitario SCS (1972), riportato in Figura 5-37, che richiede come unico parametro il tempo T_{lag} (ore) pari al ritardo tra il baricentro del diagramma delle piogge nette e il picco dell'idrogramma unitario.

L'istante e la portata di picco rispetto alla precipitazione unitaria sono calcolati come:

$$t_{picco} = 0,5\Delta t + t_{lag}$$

$$U_{picco} = 0,2084 \frac{A}{t_{picco}}$$

dove t_{picco} è il tempo in ore del picco dell'idrogramma unitario, Δt è l'intervallo di calcolo espresso in ore, U_{picco} è la portata massima dell'idrogramma unitario espressa in $m^3/s/mm$ e A è l'area del bacino misurata in km^2 .

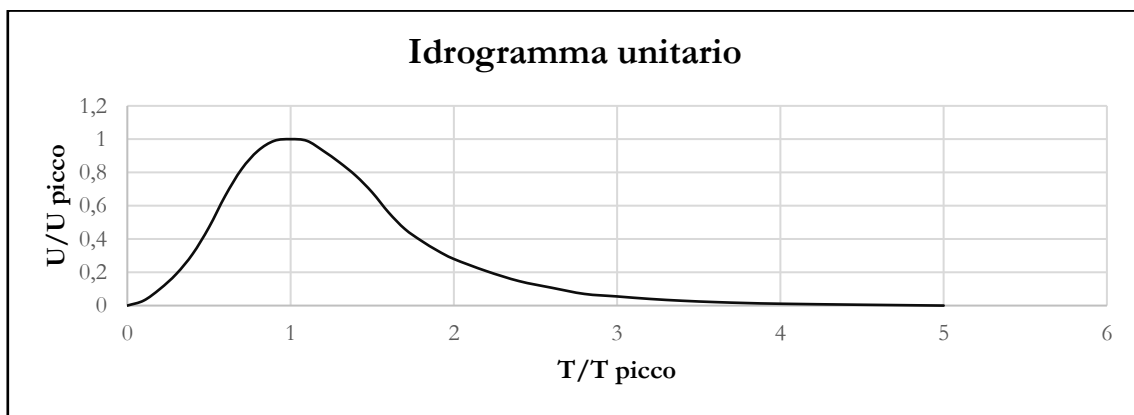


Figura 5-37. Idrogramma unitario adimensionalizzato SCS.

La portata è ottenuta tramite la sommatoria che discretizza l'integrale di convoluzione:

$$Q(i) = \sum_{j=1}^i U(j)P(i-j+1)$$

dove $Q(i)$ è la portata alla fine dell'intervallo i -esimo, $U(j)$ è la j -esima ordinata dell'idrogramma unitario, ricavabile dalla Figura 5-37, e $P(i)$ è la pioggia netta all'intervallo i -esimo.

Imponendo per I_a un valore pari a 4 o 5 mm come sopra indicato e un T_{lag} (intervallo temporale che intercorre tra il picco del pluviogramma di progetto ed il picco dell'idrogramma risultante) pari al 60 % del tempo di corrivazione, per il bacino in studio sono stati determinati gli idrogrammi (Figure da 5-38 a 5-65 – Tabelle da 5-11 a 5-38), le portate di picco (Tabella 5-39) e le grandezze di alcuni parametri di interesse idraulico per eventi con tempi di ritorno pari a 30, 100, 200 e 500 anni (Tabelle da 5-40 a 5-65).

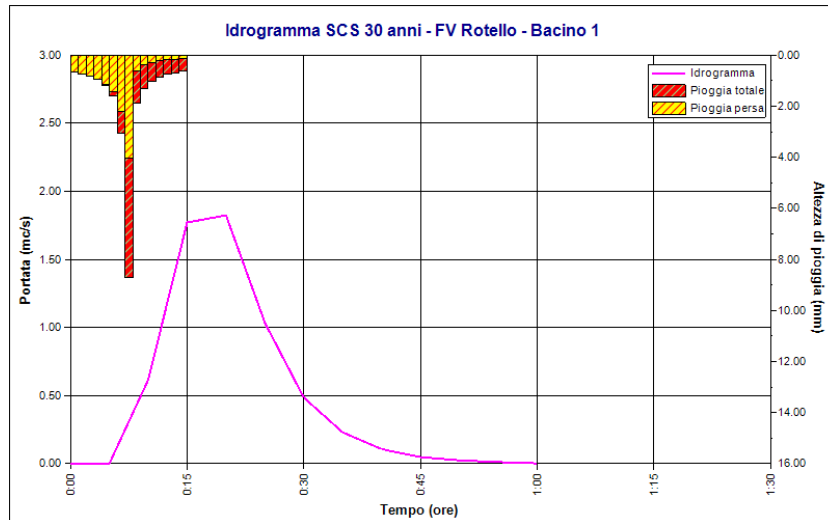


Figura 5-38. Idrogramma di progetto relativo al bacino 1, con tempo di ritorno di 30 anni.

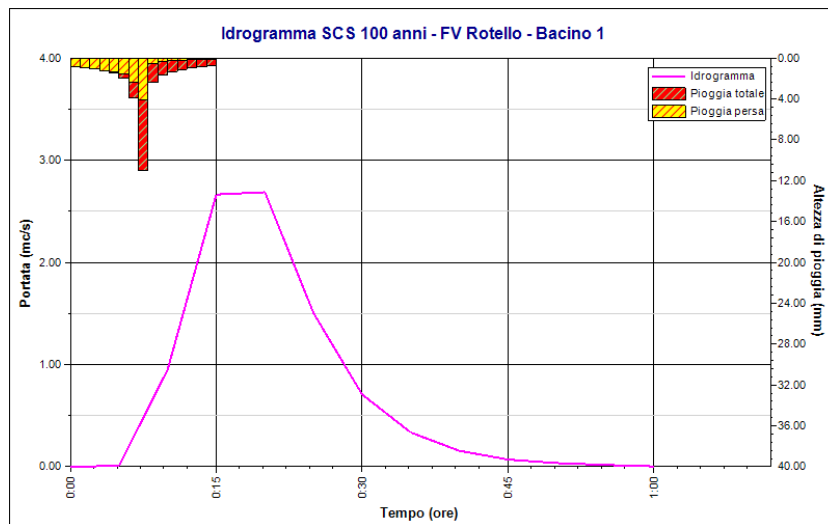


Figura 5-39: Idrogramma di progetto relativo al bacino 1 con tempo di ritorno di 100 anni.

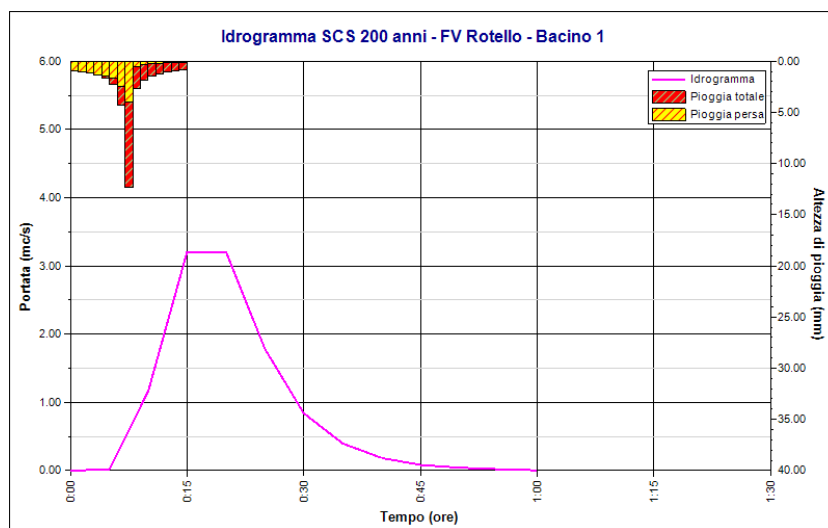


Figura 5-40. Idrogramma di progetto relativo al bacino 1, con tempo di ritorno di 200 anni.

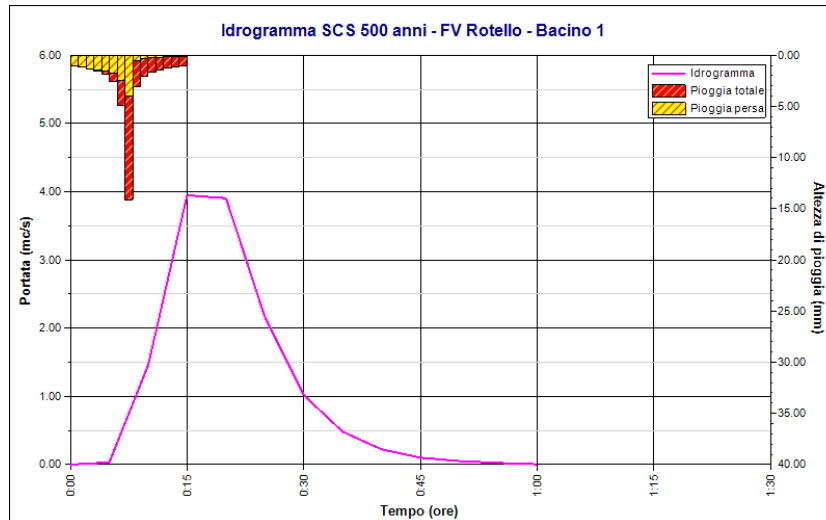


Figura 5-41: Idrogramma di progetto relativo al bacino 1 con tempo di ritorno di 500 anni.

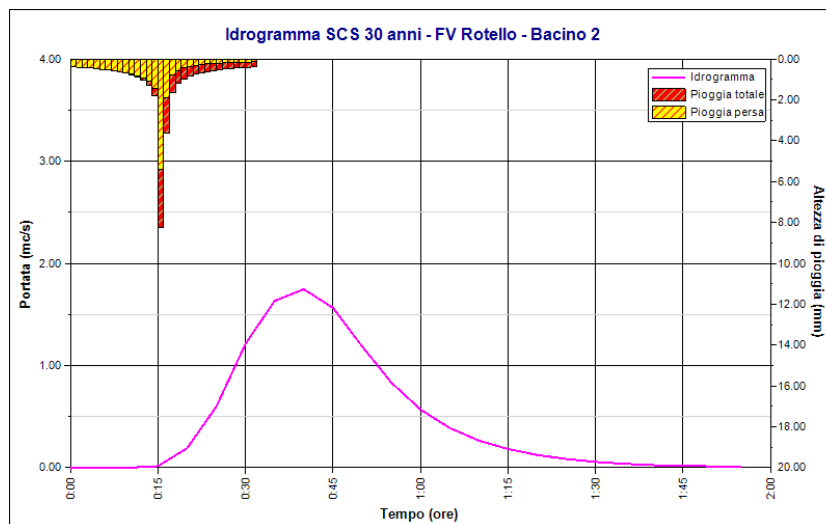


Figura 5-42. Idrogramma di progetto relativo al bacino 2, con tempo di ritorno di 30 anni.

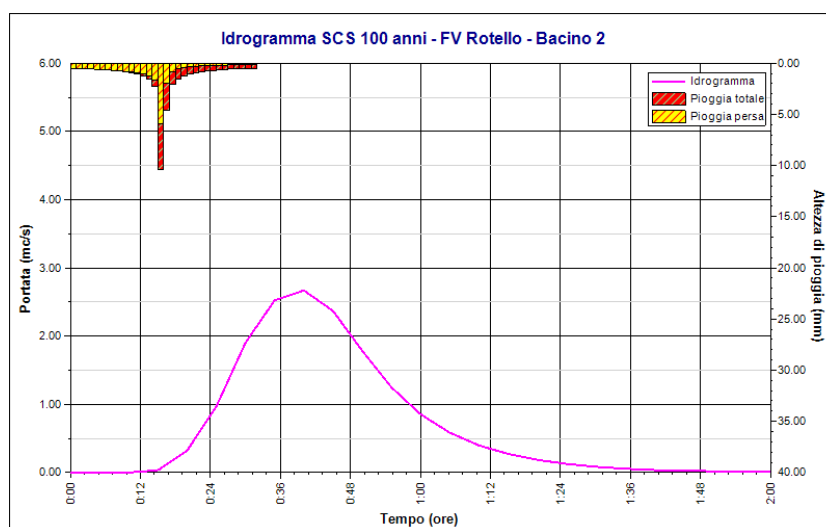


Figura 5-43: Idrogramma di progetto relativo al bacino 2 con tempo di ritorno di 100 anni.

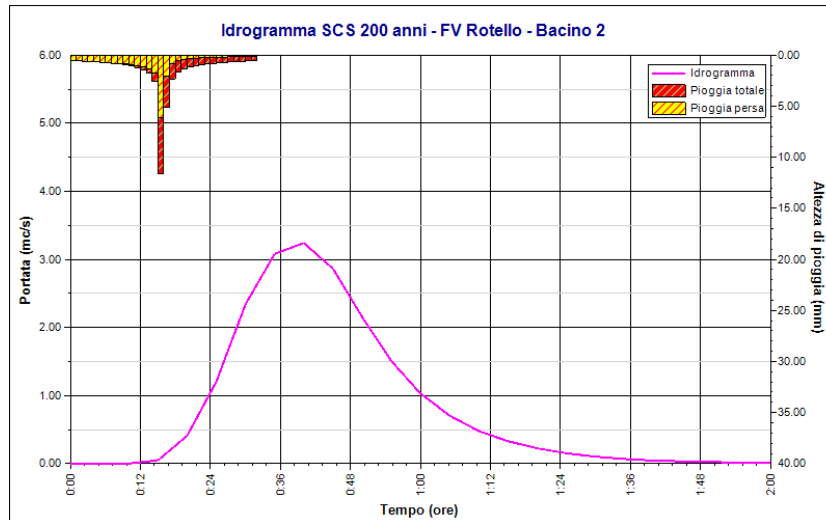


Figura 5-44. Idrogramma di progetto relativo al bacino 2, con tempo di ritorno di 200 anni.

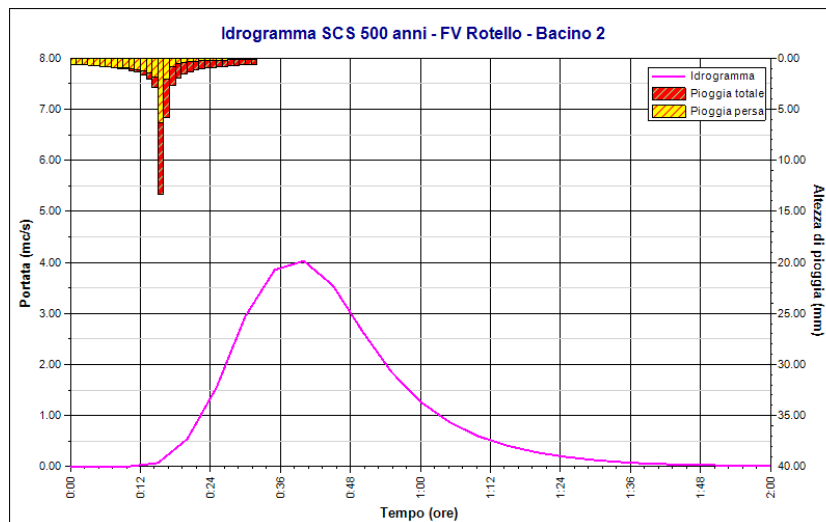


Figura 5-45: Idrogramma di progetto relativo al bacino 2 con tempo di ritorno di 500 anni.

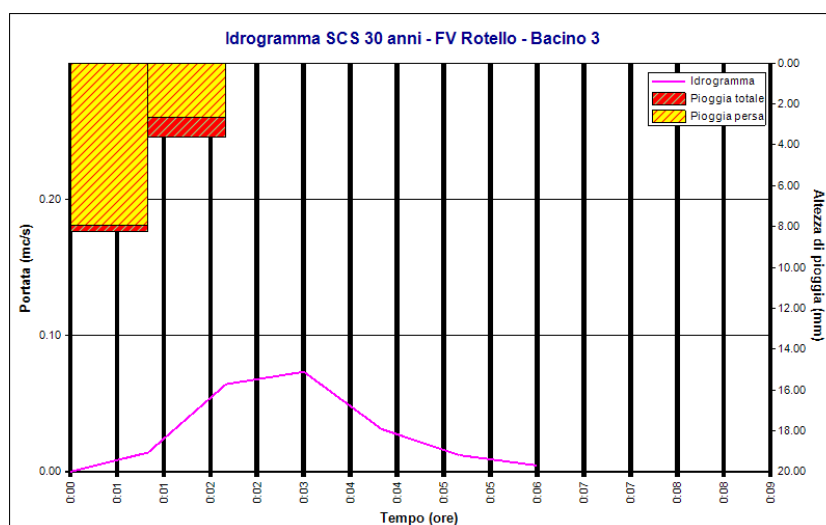


Figura 5-46. Idrogramma di progetto relativo al bacino 3, con tempo di ritorno di 30 anni.

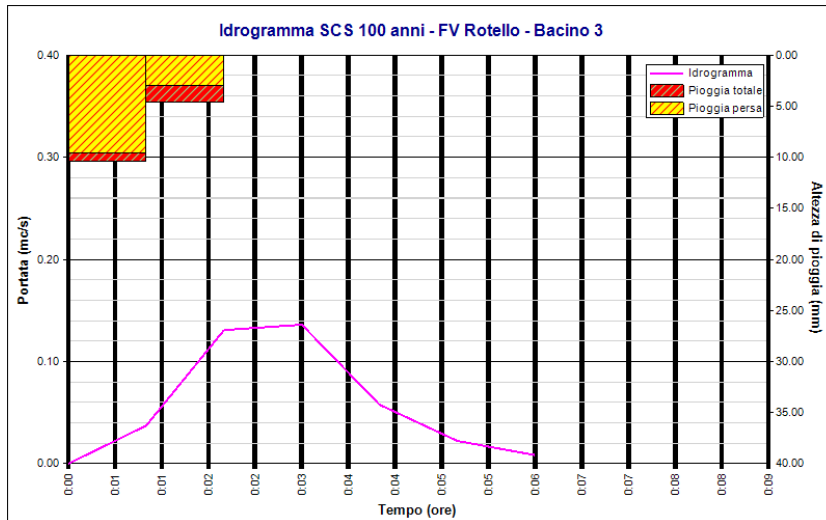


Figura 5-47: Idrogramma di progetto relativo al bacino 3 con tempo di ritorno di 100 anni.

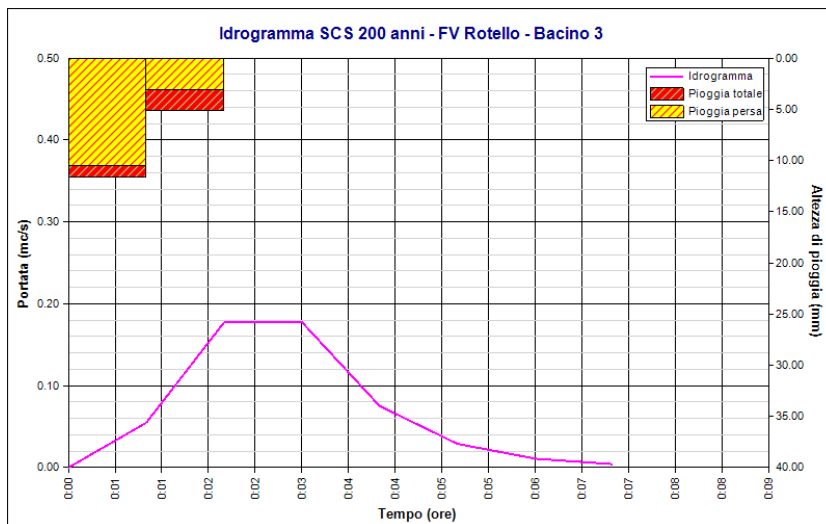


Figura 5-48. Idrogramma di progetto relativo al bacino 3, con tempo di ritorno di 200 anni.

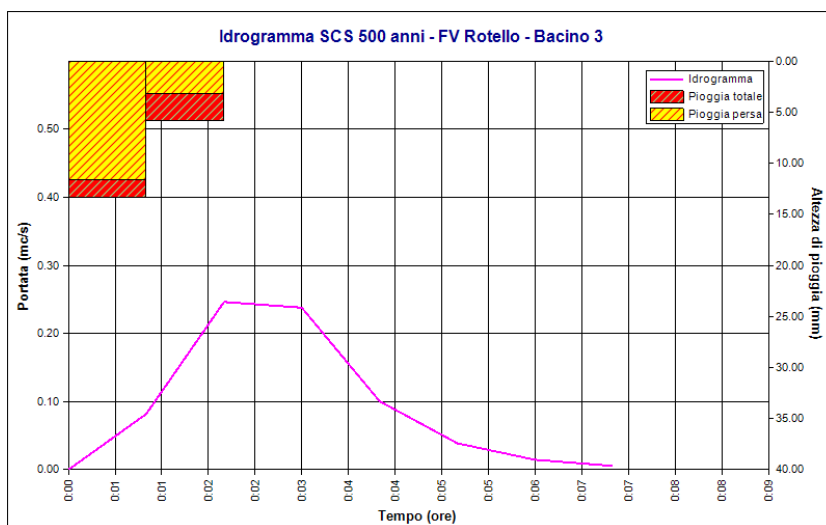


Figura 5-49: Idrogramma di progetto relativo al bacino 3 con tempo di ritorno di 500 anni.

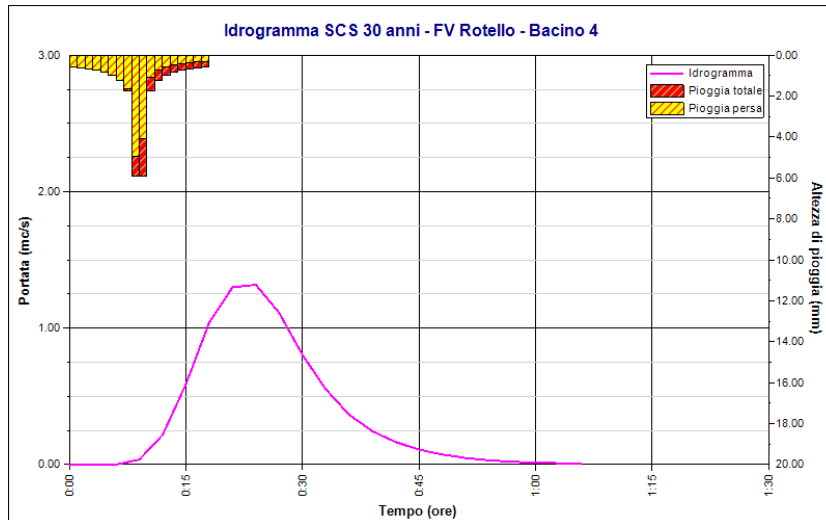


Figura 5-50. Idrogramma di progetto relativo al bacino 4, con tempo di ritorno di 30 anni.

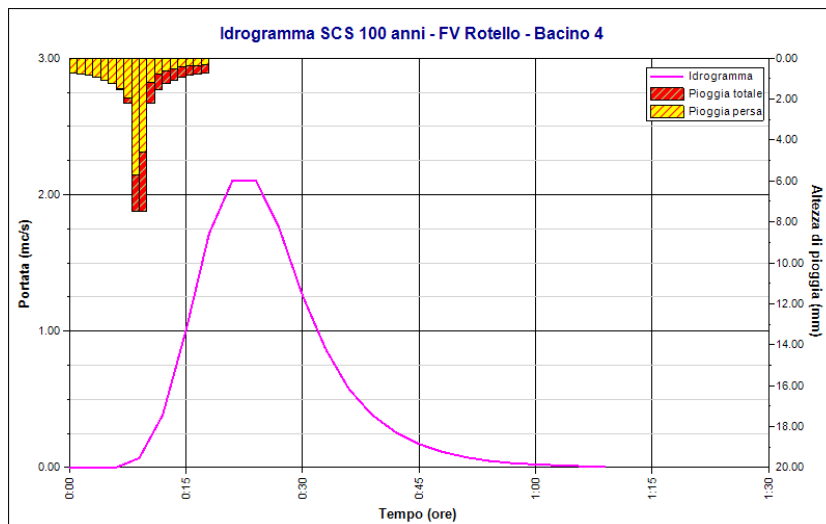


Figura 5-51: Idrogramma di progetto relativo al bacino 4 con tempo di ritorno di 100 anni.

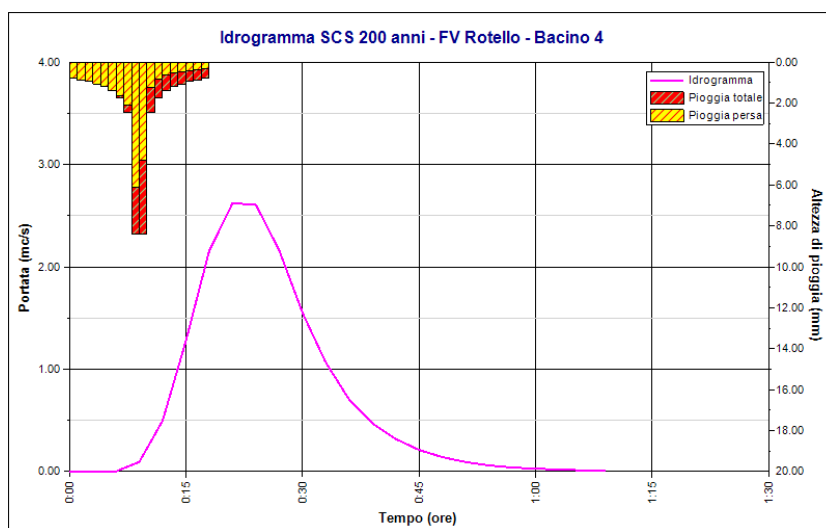


Figura 5-52. Idrogramma di progetto relativo al bacino 4, con tempo di ritorno di 200 anni.

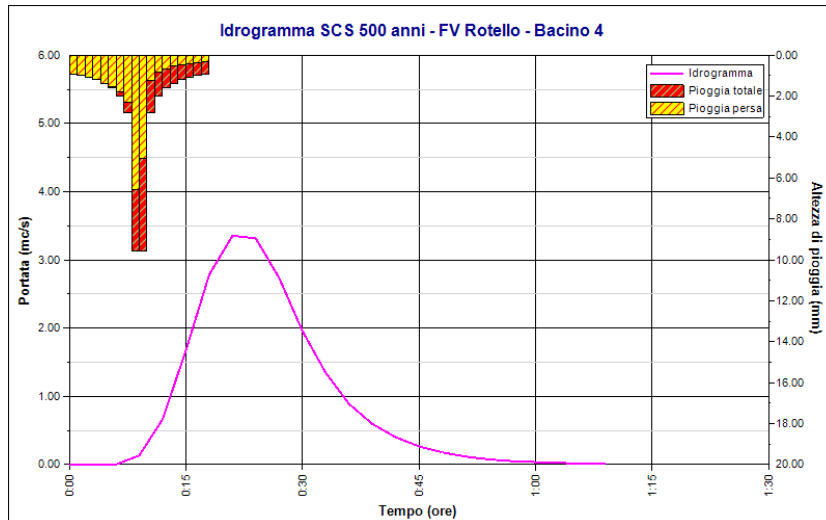


Figura 5-53: Idrogramma di progetto relativo al bacino 4 con tempo di ritorno di 500 anni.

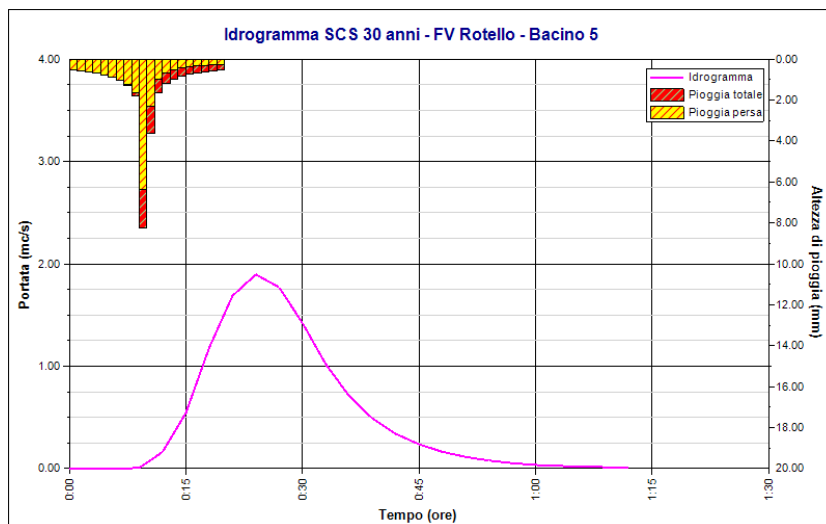


Figura 5-54. Idrogramma di progetto relativo al bacino 5, con tempo di ritorno di 30 anni.

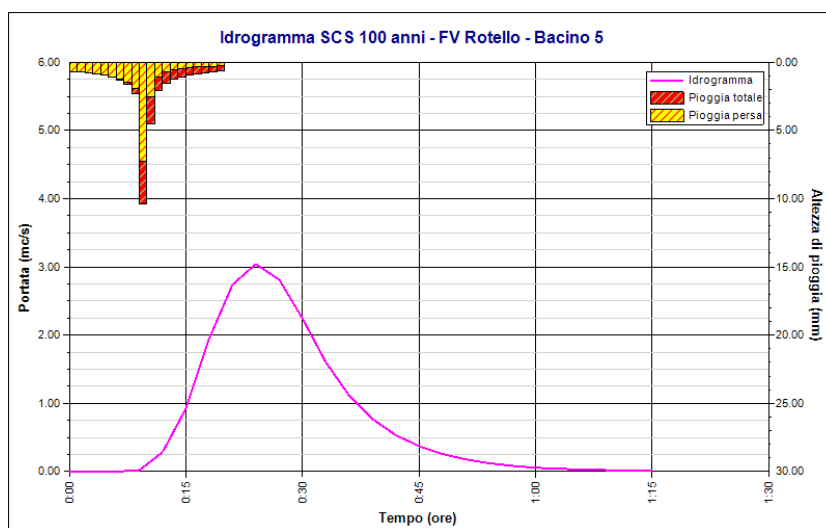


Figura 5-55: Idrogramma di progetto relativo al bacino 5 con tempo di ritorno di 100 anni.

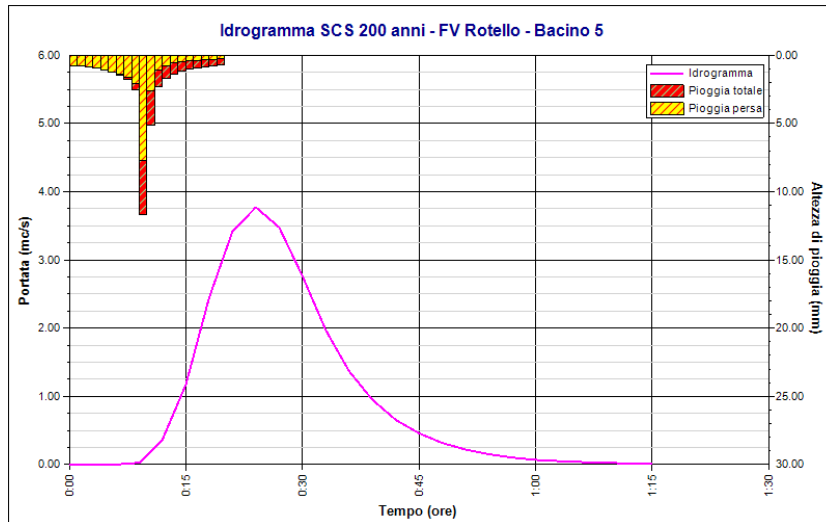


Figura 5-56. Idrogramma di progetto relativo al bacino 5, con tempo di ritorno di 200 anni.

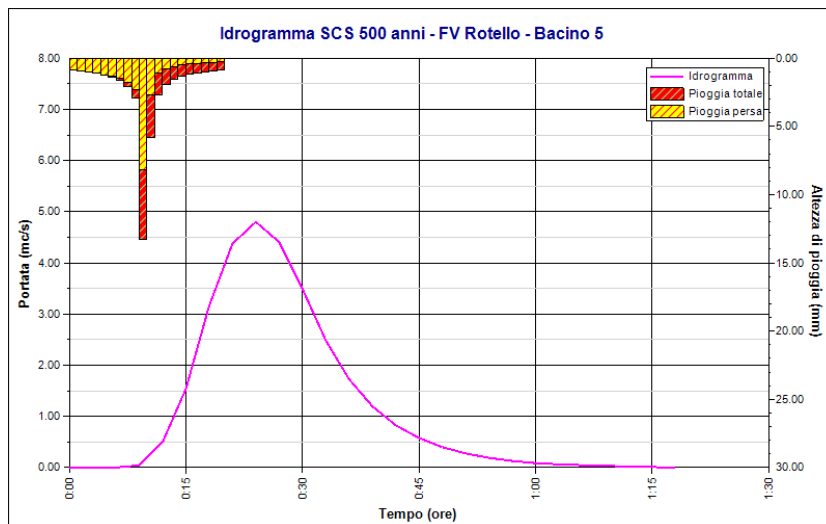


Figura 5-57: Idrogramma di progetto relativo al bacino 5, con tempo di ritorno di 500 anni.

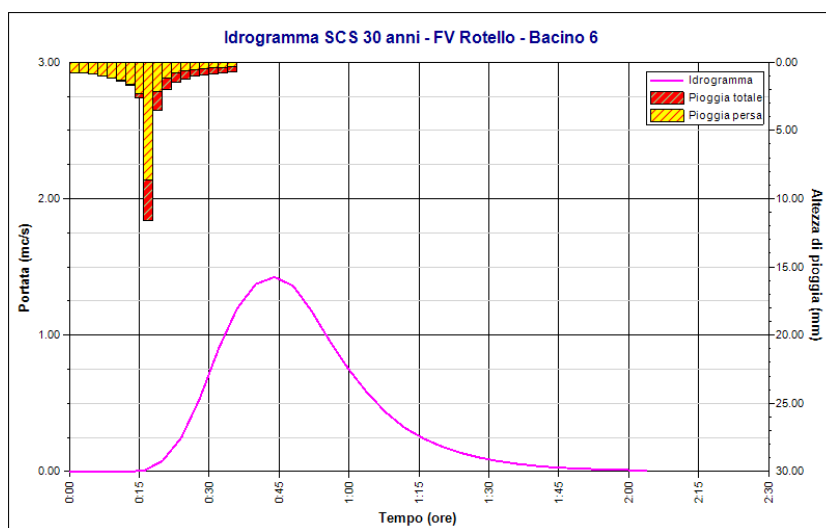


Figura 5-58. Idrogramma di progetto relativo al bacino 6, con tempo di ritorno di 30 anni.

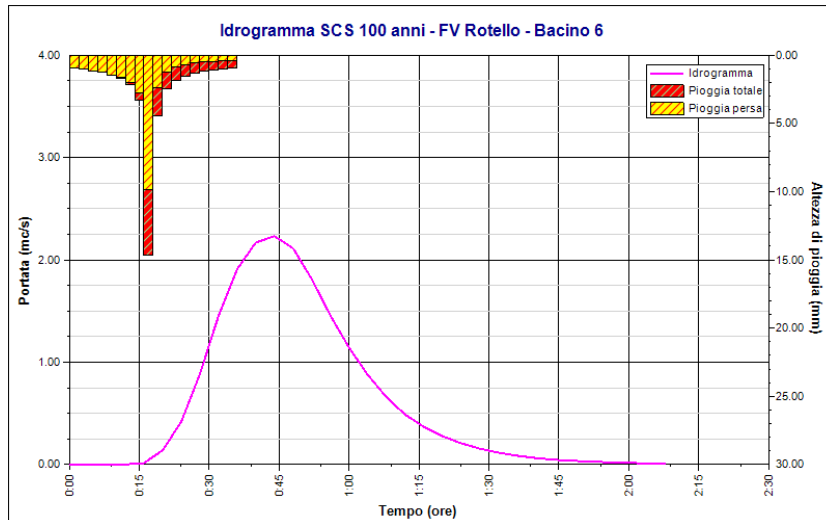


Figura 5-59: Idrogramma di progetto relativo al bacino 6 con tempo di ritorno di 100 anni.

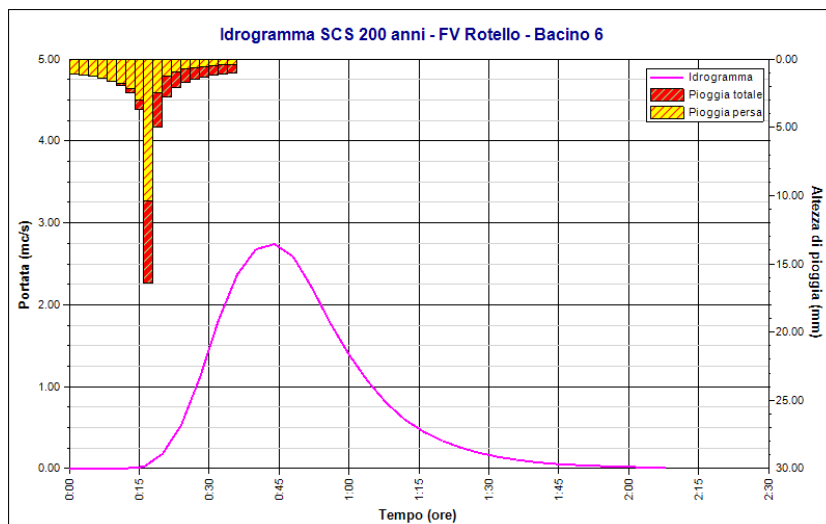


Figura 5-60. Idrogramma di progetto relativo al bacino 6, con tempo di ritorno di 200 anni.

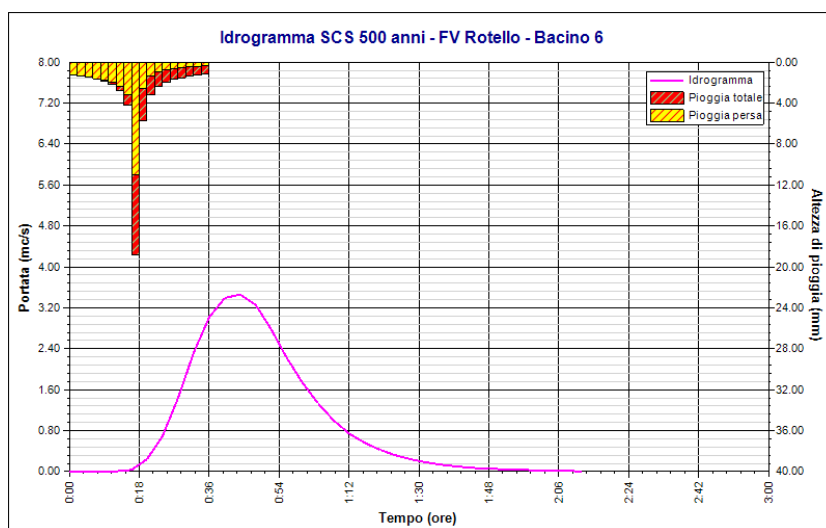


Figura 5-61: Idrogramma di progetto relativo al bacino 6 con tempo di ritorno di 500 anni.

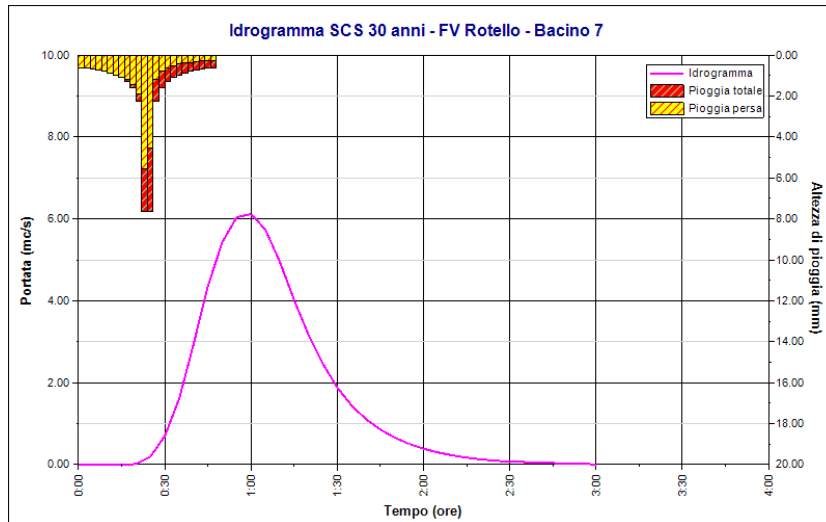


Figura 5-62. Idrogramma di progetto relativo al bacino 7, con tempo di ritorno di 30 anni.

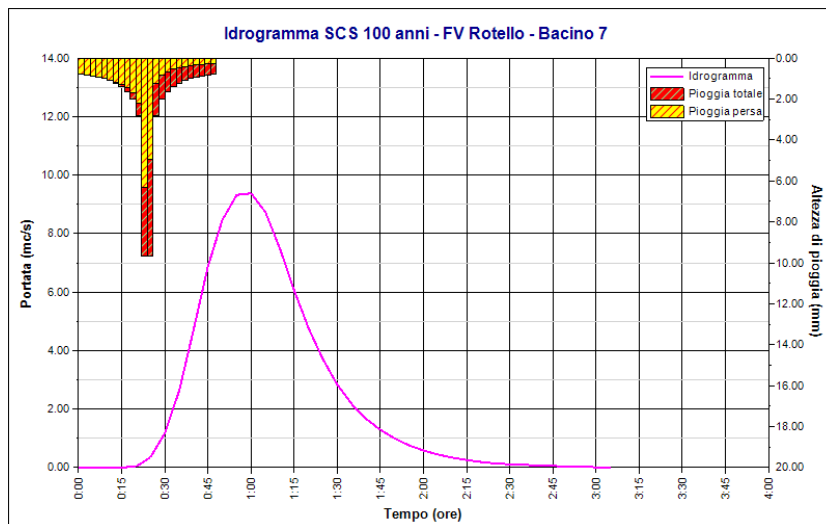


Figura 5-63: Idrogramma di progetto relativo al bacino 7 con tempo di ritorno di 100 anni.

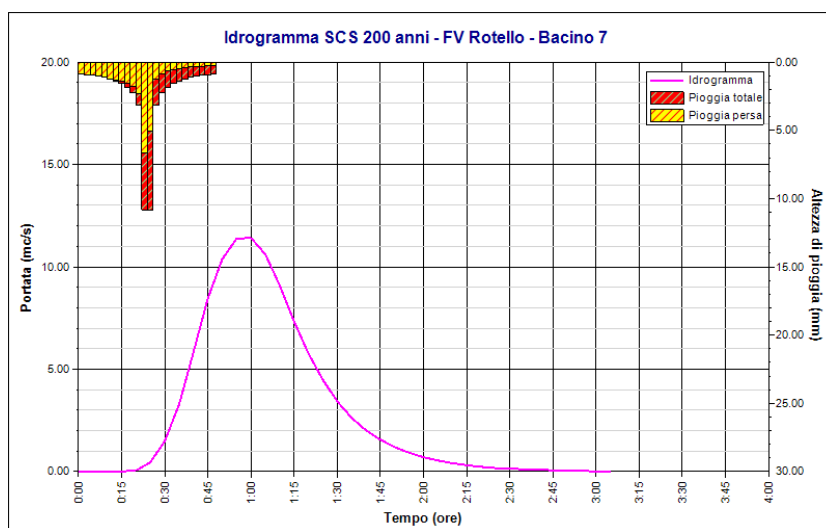


Figura 5-64. Idrogramma di progetto relativo al bacino 7, con tempo di ritorno di 200 anni.

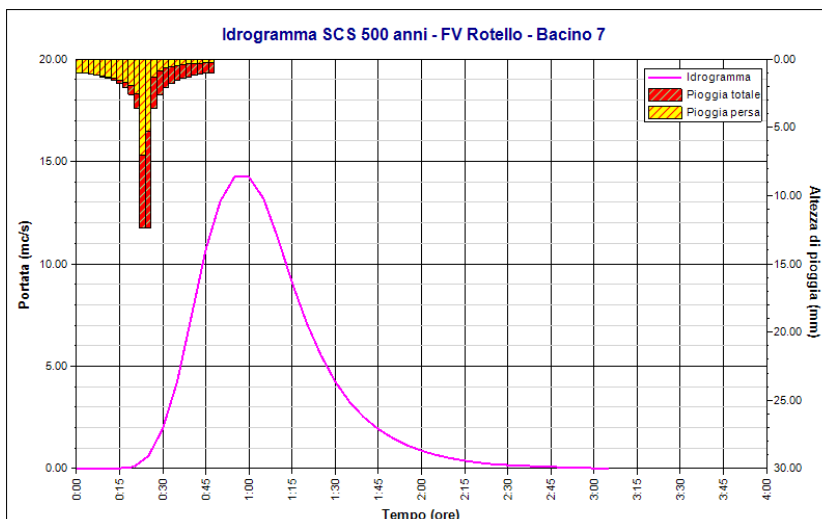


Figura 5-65: Idrogramma di progetto relativo al bacino 7 con tempo di ritorno di 500 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	4.3	4.3	0.0	0.0
2	0.08	5	16.6	8.6	7.9	0.0
3	0.17	10	4.0	1.0	3.0	0.6
4	0.25	15	0.0	0.0	0.0	1.8
5	0.33	20	0.0	0.0	0.0	1.8
6	0.42	25	0.0	0.0	0.0	1.0
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	0.5
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	0.2
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	0.1
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.0
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-11. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 1 determinati con tempo di ritorno di 30 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	5.5	5.4	0.1	0.0
2	0.08	5	21.0	8.9	12.0	0.0
3	0.17	10	5.0	0.9	4.1	1.0
4	0.25	15	0.0	0.0	0.0	2.7
5	0.33	20	0.0	0.0	0.0	2.7
6	0.42	25	0.0	0.0	0.0	1.5
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	0.7
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	0.3
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	0.2
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.1
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-12. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 1 determinati con tempo di ritorno di 100 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	6.2	5.9	0.2	0.0
2	0.08	5	23.5	9.0	14.5	0.0
3	0.17	10	5.6	0.9	4.7	1.2
4	0.25	15	0.0	0.0	0.0	3.2
5	0.33	20	0.0	0.0	0.0	3.2
6	0.42	25	0.0	0.0	0.0	1.8
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	0.8
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	0.4
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	0.2
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.1
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	0.0
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-13. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 1 determinati con tempo di ritorno di 200 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	7.0	6.6	0.4	0.0
2	0.08	5	26.8	9.0	17.8	0.0
3	0.17	10	6.4	0.9	5.6	1.5
4	0.25	15	0.0	0.0	0.0	3.9
5	0.33	20	0.0	0.0	0.0	3.9
6	0.42	25	0.0	0.0	0.0	2.2
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	1.0
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	0.5
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	0.2
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.1
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	0.1
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	0.0
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-14. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 1 determinati con tempo di ritorno di 500 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.1	2.1	0.0	0.0
2	0.08	5	2.9	2.9	0.0	0.0
3	0.17	10	5.7	5.0	0.7	0.0
4	0.25	15	15.7	9.1	6.6	0.0
5	0.33	20	3.4	1.4	2.0	0.2
6	0.42	25	2.3	0.9	1.5	0.6
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	1.2
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	1.6
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	1.7
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	1.6
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	1.2
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	0.8
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.6

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	0.4
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	0.3
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	0.2
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.1
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	0.1
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	0.1
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-15. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 2 determinati con tempo di ritorno di 30 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.7	2.7	0.0	0.0
2	0.08	5	3.7	3.6	0.0	0.0
3	0.17	10	7.2	5.8	1.4	0.0
4	0.25	15	19.8	9.7	10.1	0.0
5	0.33	20	4.3	1.4	2.9	0.3
6	0.42	25	3.0	0.9	2.1	1.0
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	1.9
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	2.5
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	2.7
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	2.4
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	1.8
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	1.3
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.9
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	0.6
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	0.4
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	0.3
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.2
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	0.1
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	0.1
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	0.1
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	0.0
25	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-16. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 2 determinati con tempo di ritorno di 100 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	3.0	3.0	0.0	0.0
2	0.08	5	4.1	4.0	0.1	0.0
3	0.17	10	8.1	6.2	1.9	0.0
4	0.25	15	22.2	10.0	12.2	0.0
5	0.33	20	4.8	1.4	3.4	0.4
6	0.42	25	3.3	0.9	2.4	1.2
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	2.3
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	3.1
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	3.2
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	2.9
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	2.2
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	1.5
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	1.0
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	0.7
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	0.5
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	0.3
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.2
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	0.2
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	0.1
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	0.1
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	0.0
25	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-17. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 2 determinati con tempo di ritorno di 200 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	3.5	3.5	0.0	0.0
2	0.08	5	4.7	4.5	0.2	0.0
3	0.17	10	9.2	6.6	2.6	0.0
4	0.25	15	25.3	10.2	15.1	0.1
5	0.33	20	5.5	1.4	4.1	0.5
6	0.42	25	3.8	0.9	2.9	1.5
7	0.50	30	0.0	0.0	0.0	2.9
8	0.58	35	0.0	0.0	0.0	3.9
9	0.67	40	0.0	0.0	0.0	4.0
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	3.5
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	2.7
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	1.9
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	1.3
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	0.9
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	0.6
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	0.4

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.3
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	0.2
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	0.1
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	0.1
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.1
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	0.0
25	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-18. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 2 determinati con tempo di ritorno di 500 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	8.2	7.9	0.3	0.0
2	0.02	1	3.6	2.7	0.9	0.0
3	0.03	2	0.0	0.0	0.0	0.1
4	0.05	3	0.0	0.0	0.0	0.1
5	0.07	4	0.0	0.0	0.0	0.0
6	0.08	5	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.10	6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-19. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 3 determinati con tempo di ritorno di 30 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	10.4	9.6	0.8	0.0
2	0.02	1	4.6	2.9	1.6	0.0
3	0.03	2	0.0	0.0	0.0	0.1
4	0.05	3	0.0	0.0	0.0	0.1
5	0.07	4	0.0	0.0	0.0	0.1
6	0.08	5	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.10	6	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-20. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 3 determinati con tempo di ritorno di 100 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	11.7	10.5	1.2	0.0
2	0.02	1	5.1	3.1	2.0	0.1
3	0.03	2	0.0	0.0	0.0	0.2
4	0.05	3	0.0	0.0	0.0	0.2
5	0.07	4	0.0	0.0	0.0	0.1
6	0.08	5	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.10	6	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.12	7	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-21. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 3 determinati con tempo di ritorno di 200 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	13.3	11.6	1.7	0.0
2	0.02	1	5.8	3.2	2.7	0.1
3	0.03	2	0.0	0.0	0.0	0.2
4	0.05	3	0.0	0.0	0.0	0.2
5	0.07	4	0.0	0.0	0.0	0.1
6	0.08	5	0.0	0.0	0.0	0.0
7	0.10	6	0.0	0.0	0.0	0.0
8	0.12	7	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-22. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 3 determinati con tempo di ritorno di 500 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	1.9	1.9	0.0	0.0
2	0.05	3	2.6	2.6	0.0	0.0
3	0.10	6	8.9	7.8	1.1	0.0
4	0.15	9	8.9	5.9	3.0	0.0
5	0.20	12	2.6	1.5	1.1	0.2
6	0.25	15	1.9	1.0	0.9	0.6
7	0.30	18	0.0	0.0	0.0	1.0
8	0.35	21	0.0	0.0	0.0	1.3
9	0.40	24	0.0	0.0	0.0	1.3
10	0.45	27	0.0	0.0	0.0	1.1
11	0.50	30	0.0	0.0	0.0	0.8
12	0.55	33	0.0	0.0	0.0	0.6
13	0.60	36	0.0	0.0	0.0	0.4
14	0.65	39	0.0	0.0	0.0	0.2
15	0.70	42	0.0	0.0	0.0	0.2
16	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.1
17	0.80	48	0.0	0.0	0.0	0.1
18	0.85	51	0.0	0.0	0.0	0.0
19	0.90	54	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.95	57	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.05	63	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.10	66	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-23. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 4 determinati con tempo di ritorno di 30 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.3	2.3	0.0	0.0
2	0.05	3	3.3	3.3	0.0	0.0
3	0.10	6	11.2	9.2	2.1	0.0
4	0.15	9	11.2	6.6	4.7	0.1
5	0.20	12	3.3	1.6	1.7	0.4
6	0.25	15	2.3	1.0	1.3	1.0
7	0.30	18	0.0	0.0	0.0	1.7
8	0.35	21	0.0	0.0	0.0	2.1
9	0.40	24	0.0	0.0	0.0	2.1
10	0.45	27	0.0	0.0	0.0	1.8
11	0.50	30	0.0	0.0	0.0	1.3
12	0.55	33	0.0	0.0	0.0	0.9
13	0.60	36	0.0	0.0	0.0	0.6
14	0.65	39	0.0	0.0	0.0	0.4
15	0.70	42	0.0	0.0	0.0	0.3
16	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.2
17	0.80	48	0.0	0.0	0.0	0.1
18	0.85	51	0.0	0.0	0.0	0.1
19	0.90	54	0.0	0.0	0.0	0.0
20	0.95	57	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.05	63	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.10	66	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.15	69	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-24. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 4 determinati con tempo di ritorno di 100 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.6	2.6	0.0	0.0
2	0.05	3	3.7	3.6	0.0	0.0
3	0.10	6	12.6	9.8	2.7	0.0
4	0.15	9	12.6	6.8	5.7	0.1
5	0.20	12	3.7	1.6	2.1	0.5
6	0.25	15	2.6	1.1	1.5	1.3
7	0.30	18	0.0	0.0	0.0	2.2
8	0.35	21	0.0	0.0	0.0	2.6
9	0.40	24	0.0	0.0	0.0	2.6
10	0.45	27	0.0	0.0	0.0	2.2
11	0.50	30	0.0	0.0	0.0	1.6
12	0.55	33	0.0	0.0	0.0	1.1
13	0.60	36	0.0	0.0	0.0	0.7
14	0.65	39	0.0	0.0	0.0	0.5
15	0.70	42	0.0	0.0	0.0	0.3
16	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.2
17	0.80	48	0.0	0.0	0.0	0.1
18	0.85	51	0.0	0.0	0.0	0.1
19	0.90	54	0.0	0.0	0.0	0.1
20	0.95	57	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.05	63	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.10	66	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.15	69	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-25. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 4 determinati con tempo di ritorno di 200 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	3.0	3.0	0.0	0.0
2	0.05	3	4.2	4.1	0.1	0.0
3	0.10	6	14.4	10.7	3.7	0.0
4	0.15	9	14.4	7.1	7.2	0.1
5	0.20	12	4.2	1.7	2.5	0.7
6	0.25	15	3.0	1.1	1.9	1.7
7	0.30	18	0.0	0.0	0.0	2.8
8	0.35	21	0.0	0.0	0.0	3.4
9	0.40	24	0.0	0.0	0.0	3.3
10	0.45	27	0.0	0.0	0.0	2.7
11	0.50	30	0.0	0.0	0.0	2.0
12	0.55	33	0.0	0.0	0.0	1.3
13	0.60	36	0.0	0.0	0.0	0.9
14	0.65	39	0.0	0.0	0.0	0.6
15	0.70	42	0.0	0.0	0.0	0.4
16	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.3
17	0.80	48	0.0	0.0	0.0	0.2
18	0.85	51	0.0	0.0	0.0	0.1
19	0.90	54	0.0	0.0	0.0	0.1
20	0.95	57	0.0	0.0	0.0	0.0
21	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.0
22	1.05	63	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.10	66	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.15	69	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-26. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 4 determinati con tempo di ritorno di 500 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	1,7	1,7	0.0	0.0
2	0.05	3	2,3	2,3	0.0	0.0
3	0.10	6	4,1	3,9	0.2	0.0
4	0.15	9	13,5	9,6	3,8	0.0
5	0.20	12	3,0	1,7	1,4	0.2
6	0.25	15	2,0	1,0	1,0	0,5
7	0.30	18	0,0	0,0	0,0	1,2
8	0.35	21	0,0	0,0	0,0	1,7
9	0.40	24	0,0	0,0	0,0	1,9
10	0.45	27	0,0	0,0	0,0	1,8
11	0.50	30	0,0	0,0	0,0	1,4
12	0.55	33	0,0	0,0	0,0	1,0
13	0.60	36	0,0	0,0	0,0	0,7
14	0.65	39	0,0	0,0	0,0	0,5
15	0.70	42	0,0	0,0	0,0	0,3
16	0.75	45	0,0	0,0	0,0	0,2
17	0.80	48	0,0	0,0	0,0	0,2
18	0.85	51	0,0	0,0	0,0	0,1
19	0.90	54	0,0	0,0	0,0	0,1
20	0.95	57	0,0	0,0	0,0	0,1
21	1.00	60	0,0	0,0	0,0	0,0
22	1.05	63	0,0	0,0	0,0	0,0
23	1.10	66	0,0	0,0	0,0	0,0
24	1.15	69	0,0	0,0	0,0	0,0
25	1.20	72	0,0	0,0	0,0	0,0

Tabella 5-27. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 5 determinati con tempo di ritorno di 30 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.2	2.2	0.0	0.0
2	0.05	3	2.9	2.9	0.0	0.0
3	0.10	6	5.2	4.7	0.5	0.0
4	0.15	9	17.0	10.8	6.2	0.0
5	0.20	12	3.8	1.8	2.0	0.3
6	0.25	15	2.5	1.1	1.4	0.9
7	0.30	18	0.0	0.0	0.0	1.9
8	0.35	21	0.0	0.0	0.0	2.7
9	0.40	24	0.0	0.0	0.0	3.0
10	0.45	27	0.0	0.0	0.0	2.8
11	0.50	30	0.0	0.0	0.0	2.2
12	0.55	33	0.0	0.0	0.0	1.6
13	0.60	36	0.0	0.0	0.0	1.1
14	0.65	39	0.0	0.0	0.0	0.8
15	0.70	42	0.0	0.0	0.0	0.5
16	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.4
17	0.80	48	0.0	0.0	0.0	0.3
18	0.85	51	0.0	0.0	0.0	0.2
19	0.90	54	0.0	0.0	0.0	0.1
20	0.95	57	0.0	0.0	0.0	0.1
21	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.1
22	1.05	63	0.0	0.0	0.0	0.0
23	1.10	66	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.15	69	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.20	72	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.25	75	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-28. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 5 determinati con tempo di ritorno di 100 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.4	2.4	0.0	0.0
2	0.05	3	3.2	3.2	0.0	0.0
3	0.10	6	5.8	5.1	0.7	0.0
4	0.15	9	19.1	11.4	7.7	0.0
5	0.20	12	4.3	1.8	2.5	0.4
6	0.25	15	2.8	1.1	1.7	1.2
7	0.30	18	0.0	0.0	0.0	2.4
8	0.35	21	0.0	0.0	0.0	3.4
9	0.40	24	0.0	0.0	0.0	3.8
10	0.45	27	0.0	0.0	0.0	3.5
11	0.50	30	0.0	0.0	0.0	2.8
12	0.55	33	0.0	0.0	0.0	2.0
13	0.60	36	0.0	0.0	0.0	1.4
14	0.65	39	0.0	0.0	0.0	0.9
15	0.70	42	0.0	0.0	0.0	0.7
16	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.5
17	0.80	48	0.0	0.0	0.0	0.3
18	0.85	51	0.0	0.0	0.0	0.2
19	0.90	54	0.0	0.0	0.0	0.2
20	0.95	57	0.0	0.0	0.0	0.1
21	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.1
22	1.05	63	0.0	0.0	0.0	0.1
23	1.10	66	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.15	69	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.20	72	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.25	75	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-29. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 5 determinati con tempo di ritorno di 200 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.8	2.8	0.0	0.0
2	0.05	3	3.7	3.7	0.0	0.0
3	0.10	6	6.6	5.6	1.1	0.0
4	0.15	9	21.8	12.0	9.8	0.0
5	0.20	12	4.9	1.9	3.0	0.5
6	0.25	15	3.3	1.1	2.1	1.5
7	0.30	18	0.0	0.0	0.0	3.2
8	0.35	21	0.0	0.0	0.0	4.4
9	0.40	24	0.0	0.0	0.0	4.8
10	0.45	27	0.0	0.0	0.0	4.4
11	0.50	30	0.0	0.0	0.0	3.5
12	0.55	33	0.0	0.0	0.0	2.5
13	0.60	36	0.0	0.0	0.0	1.7
14	0.65	39	0.0	0.0	0.0	1.2
15	0.70	42	0.0	0.0	0.0	0.8
16	0.75	45	0.0	0.0	0.0	0.6
17	0.80	48	0.0	0.0	0.0	0.4
18	0.85	51	0.0	0.0	0.0	0.3
19	0.90	54	0.0	0.0	0.0	0.2
20	0.95	57	0.0	0.0	0.0	0.1
21	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.1
22	1.05	63	0.0	0.0	0.0	0.1
23	1.10	66	0.0	0.0	0.0	0.0
24	1.15	69	0.0	0.0	0.0	0.0
25	1.20	72	0.0	0.0	0.0	0.0
26	1.25	75	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.30	78	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-30. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 5 determinati con tempo di ritorno di 500 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	1.6	1.6	0.0	0.0
2	0.07	4	1.9	1.9	0.0	0.0
3	0.13	8	2.5	2.5	0.0	0.0
4	0.20	12	4.3	4.0	0.4	0.0
5	0.27	16	15.1	10.8	4.4	0.0
6	0.33	20	3.5	2.0	1.5	0.1
7	0.40	24	2.3	1.2	1.1	0.2
8	0.47	28	1.8	0.9	0.9	0.5
9	0.53	32	1.5	0.7	0.8	0.9
10	0.60	36	0.0	0.0	0.0	1.2
11	0.67	40	0.0	0.0	0.0	1.4
12	0.73	44	0.0	0.0	0.0	1.4
13	0.80	48	0.0	0.0	0.0	1.4
14	0.87	52	0.0	0.0	0.0	1.2
15	0.93	56	0.0	0.0	0.0	0.9
16	1.00	60	0.0	0.0	0.0	0.7
17	1.07	64	0.0	0.0	0.0	0.6
18	1.13	68	0.0	0.0	0.0	0.4
19	1.20	72	0.0	0.0	0.0	0.3
20	1.27	76	0.0	0.0	0.0	0.2
21	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.2
22	1.40	84	0.0	0.0	0.0	0.1
23	1.47	88	0.0	0.0	0.0	0.1
24	1.53	92	0.0	0.0	0.0	0.1
25	1.60	96	0.0	0.0	0.0	0.1
26	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.0
27	1.73	104	0.0	0.0	0.0	0.0
28	1.80	108	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.87	112	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1.93	116	0.0	0.0	0.0	0.0
31	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.0
32	2.07	124	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-31. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 6 determinati con tempo di ritorno di 30 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.0	2.0	0.0	0.0
2	0.07	4	2.4	2.4	0.0	0.0
3	0.13	8	3.2	3.1	0.1	0.0
4	0.20	12	5.5	4.7	0.8	0.0
5	0.27	16	19.1	12.2	6.9	0.0
6	0.33	20	4.4	2.1	2.2	0.1
7	0.40	24	2.9	1.3	1.6	0.4
8	0.47	28	2.2	1.0	1.3	0.9
9	0.53	32	1.9	0.8	1.1	1.5
10	0.60	36	0.0	0.0	0.0	1.9
11	0.67	40	0.0	0.0	0.0	2.2
12	0.73	44	0.0	0.0	0.0	2.2
13	0.80	48	0.0	0.0	0.0	2.1
14	0.87	52	0.0	0.0	0.0	1.8
15	0.93	56	0.0	0.0	0.0	1.5
16	1.00	60	0.0	0.0	0.0	1.1
17	1.07	64	0.0	0.0	0.0	0.9
18	1.13	68	0.0	0.0	0.0	0.7
19	1.20	72	0.0	0.0	0.0	0.5
20	1.27	76	0.0	0.0	0.0	0.4
21	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.3
22	1.40	84	0.0	0.0	0.0	0.2
23	1.47	88	0.0	0.0	0.0	0.2
24	1.53	92	0.0	0.0	0.0	0.1
25	1.60	96	0.0	0.0	0.0	0.1
26	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.1
27	1.73	104	0.0	0.0	0.0	0.0
28	1.80	108	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.87	112	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1.93	116	0.0	0.0	0.0	0.0
31	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.0
32	2.07	124	0.0	0.0	0.0	0.0
33	2.13	128	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-32. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 6 determinati con tempo di ritorno di 100 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.2	2.2	0.0	0.0
2	0.07	4	2.7	2.7	0.0	0.0
3	0.13	8	3.5	3.4	0.2	0.0
4	0.20	12	6.1	5.1	1.0	0.0
5	0.27	16	21.4	12.9	8.6	0.0
6	0.33	20	4.9	2.2	2.7	0.2
7	0.40	24	3.2	1.3	1.9	0.5
8	0.47	28	2.5	1.0	1.5	1.1
9	0.53	32	2.1	0.8	1.3	1.8
10	0.60	36	0.0	0.0	0.0	2.4
11	0.67	40	0.0	0.0	0.0	2.7
12	0.73	44	0.0	0.0	0.0	2.7
13	0.80	48	0.0	0.0	0.0	2.6
14	0.87	52	0.0	0.0	0.0	2.2
15	0.93	56	0.0	0.0	0.0	1.8
16	1.00	60	0.0	0.0	0.0	1.4
17	1.07	64	0.0	0.0	0.0	1.1
18	1.13	68	0.0	0.0	0.0	0.8
19	1.20	72	0.0	0.0	0.0	0.6
20	1.27	76	0.0	0.0	0.0	0.5
21	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.3
22	1.40	84	0.0	0.0	0.0	0.3
23	1.47	88	0.0	0.0	0.0	0.2
24	1.53	92	0.0	0.0	0.0	0.1
25	1.60	96	0.0	0.0	0.0	0.1
26	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.1
27	1.73	104	0.0	0.0	0.0	0.1
28	1.80	108	0.0	0.0	0.0	0.0
29	1.87	112	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1.93	116	0.0	0.0	0.0	0.0
31	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.0
32	2.07	124	0.0	0.0	0.0	0.0
33	2.13	128	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-33. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 6 determinati con tempo di ritorno di 200 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.5	2.5	0.0	0.0
2	0.07	4	3.1	3.1	0.0	0.0
3	0.13	8	4.1	3.8	0.3	0.0
4	0.20	12	7.0	5.6	1.4	0.0
5	0.27	16	24.5	13.6	10.9	0.0
6	0.33	20	5.6	2.3	3.3	0.2
7	0.40	24	3.7	1.4	2.3	0.7
8	0.47	28	2.9	1.0	1.9	1.4
9	0.53	32	2.4	0.8	1.6	2.3
10	0.60	36	0.0	0.0	0.0	3.0
11	0.67	40	0.0	0.0	0.0	3.4
12	0.73	44	0.0	0.0	0.0	3.5
13	0.80	48	0.0	0.0	0.0	3.3
14	0.87	52	0.0	0.0	0.0	2.8
15	0.93	56	0.0	0.0	0.0	2.2
16	1.00	60	0.0	0.0	0.0	1.7
17	1.07	64	0.0	0.0	0.0	1.3
18	1.13	68	0.0	0.0	0.0	1.0
19	1.20	72	0.0	0.0	0.0	0.7
20	1.27	76	0.0	0.0	0.0	0.6
21	1.33	80	0.0	0.0	0.0	0.4
22	1.40	84	0.0	0.0	0.0	0.3
23	1.47	88	0.0	0.0	0.0	0.2
24	1.53	92	0.0	0.0	0.0	0.2
25	1.60	96	0.0	0.0	0.0	0.1
26	1.67	100	0.0	0.0	0.0	0.1
27	1.73	104	0.0	0.0	0.0	0.1
28	1.80	108	0.0	0.0	0.0	0.1
29	1.87	112	0.0	0.0	0.0	0.0
30	1.93	116	0.0	0.0	0.0	0.0
31	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.0
32	2.07	124	0.0	0.0	0.0	0.0
33	2.13	128	0.0	0.0	0.0	0.0
34	2.20	132	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-34. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 6 determinati con tempo di ritorno di 500 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	1.6	1.6	0.0	0.0
2	0.08	5	1.9	1.9	0.0	0.0
3	0.17	10	2.4	2.4	0.0	0.0
4	0.25	15	3.4	3.2	0.3	0.0
5	0.33	20	13.7	9.8	3.9	0.0
6	0.42	25	7.6	4.1	3.5	0.2
7	0.50	30	2.9	1.4	1.5	0.7
8	0.58	35	2.1	1.0	1.2	1.6
9	0.67	40	1.7	0.7	1.0	2.9
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	4.4
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	5.4
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	6.0
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	6.1
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	5.7
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	5.0
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	4.0
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	3.2
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	2.5
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	1.9
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	1.4
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	1.1
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	0.9
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	0.7
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	0.5
25	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.4
26	2.08	125	0.0	0.0	0.0	0.3
27	2.17	130	0.0	0.0	0.0	0.2
28	2.25	135	0.0	0.0	0.0	0.2
29	2.33	140	0.0	0.0	0.0	0.1
30	2.42	145	0.0	0.0	0.0	0.1
31	2.50	150	0.0	0.0	0.0	0.1
32	2.58	155	0.0	0.0	0.0	0.1
33	2.67	160	0.0	0.0	0.0	0.0
34	2.75	165	0.0	0.0	0.0	0.0
35	2.83	170	0.0	0.0	0.0	0.0
36	2.92	175	0.0	0.0	0.0	0.0
37	3.00	180	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-35. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 7 determinati con tempo di ritorno di 30 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.0	2.0	0.0	0.0
2	0.08	5	2.4	2.4	0.0	0.0
3	0.17	10	3.0	2.9	0.1	0.0
4	0.25	15	4.3	3.7	0.6	0.0
5	0.33	20	17.3	11.1	6.2	0.0
6	0.42	25	9.7	4.4	5.3	0.3
7	0.50	30	3.6	1.4	2.2	1.2
8	0.58	35	2.7	1.0	1.7	2.6
9	0.67	40	2.2	0.8	1.4	4.7
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	6.9
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	8.5
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	9.3
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	9.4
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	8.7
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	7.5
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	6.1
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	4.8
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	3.7
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	2.8
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	2.2
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	1.7
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	1.3
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	1.0
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	0.8
25	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.6
26	2.08	125	0.0	0.0	0.0	0.4
27	2.17	130	0.0	0.0	0.0	0.3
28	2.25	135	0.0	0.0	0.0	0.3
29	2.33	140	0.0	0.0	0.0	0.2
30	2.42	145	0.0	0.0	0.0	0.1
31	2.50	150	0.0	0.0	0.0	0.1
32	2.58	155	0.0	0.0	0.0	0.1
33	2.67	160	0.0	0.0	0.0	0.1
34	2.75	165	0.0	0.0	0.0	0.1

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
35	2.83	170	0.0	0.0	0.0	0.0
36	2.92	175	0.0	0.0	0.0	0.0
37	3.00	180	0.0	0.0	0.0	0.0
38	3.08	185	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-36. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 7 determinati con tempo di ritorno di 100 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.2	2.2	0.0	0.0
2	0.08	5	2.6	2.6	0.0	0.0
3	0.17	10	3.4	3.2	0.2	0.0
4	0.25	15	4.9	4.0	0.8	0.0
5	0.33	20	19.4	11.7	7.7	0.1
6	0.42	25	10.8	4.5	6.3	0.5
7	0.50	30	4.1	1.4	2.6	1.5
8	0.58	35	3.0	1.0	2.0	3.3
9	0.67	40	2.5	0.8	1.7	5.8
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	8.5
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	10.4
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	11.4
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	11.4
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	10.6
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	9.1
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	7.3
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	5.8
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	4.5
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	3.4
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	2.6
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	2.0
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	1.6
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	1.2
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	0.9
25	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.7
26	2.08	125	0.0	0.0	0.0	0.5
27	2.17	130	0.0	0.0	0.0	0.4
28	2.25	135	0.0	0.0	0.0	0.3

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
29	2.33	140	0.0	0.0	0.0	0.2
30	2.42	145	0.0	0.0	0.0	0.2
31	2.50	150	0.0	0.0	0.0	0.1
32	2.58	155	0.0	0.0	0.0	0.1
33	2.67	160	0.0	0.0	0.0	0.1
34	2.75	165	0.0	0.0	0.0	0.1
35	2.83	170	0.0	0.0	0.0	0.0
36	2.92	175	0.0	0.0	0.0	0.0
37	3.00	180	0.0	0.0	0.0	0.0
38	3.08	185	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-37. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 7 determinati con tempo di ritorno di 200 anni.

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
1	0.00	0	2.6	2.6	0.0	0.0
2	0.08	5	3.0	3.0	0.0	0.0
3	0.17	10	3.8	3.5	0.3	0.0
4	0.25	15	5.5	4.4	1.1	0.0
5	0.33	20	22.2	12.3	9.8	0.1
6	0.42	25	12.4	4.6	7.8	0.6
7	0.50	30	4.6	1.5	3.2	2.0
8	0.58	35	3.5	1.0	2.5	4.2
9	0.67	40	2.8	0.8	2.0	7.5
10	0.75	45	0.0	0.0	0.0	10.7
11	0.83	50	0.0	0.0	0.0	13.1
12	0.92	55	0.0	0.0	0.0	14.3
13	1.00	60	0.0	0.0	0.0	14.2
14	1.08	65	0.0	0.0	0.0	13.2
15	1.17	70	0.0	0.0	0.0	11.3
16	1.25	75	0.0	0.0	0.0	9.1
17	1.33	80	0.0	0.0	0.0	7.1
18	1.42	85	0.0	0.0	0.0	5.5
19	1.50	90	0.0	0.0	0.0	4.2
20	1.58	95	0.0	0.0	0.0	3.2
21	1.67	100	0.0	0.0	0.0	2.5
22	1.75	105	0.0	0.0	0.0	1.9

n	Tempo		Afflusso (mm)	Pioggia persa (mm)	Pioggia netta (mm)	Portata (mc/s)
	(ore)	(minuti)				
23	1.83	110	0.0	0.0	0.0	1.5
24	1.92	115	0.0	0.0	0.0	1.1
25	2.00	120	0.0	0.0	0.0	0.9
26	2.08	125	0.0	0.0	0.0	0.7
27	2.17	130	0.0	0.0	0.0	0.5
28	2.25	135	0.0	0.0	0.0	0.4
29	2.33	140	0.0	0.0	0.0	0.3
30	2.42	145	0.0	0.0	0.0	0.2
31	2.50	150	0.0	0.0	0.0	0.2
32	2.58	155	0.0	0.0	0.0	0.1
33	2.67	160	0.0	0.0	0.0	0.1
34	2.75	165	0.0	0.0	0.0	0.1
35	2.83	170	0.0	0.0	0.0	0.1
36	2.92	175	0.0	0.0	0.0	0.0
37	3.00	180	0.0	0.0	0.0	0.0
38	3.08	185	0.0	0.0	0.0	0.0

Tabella 5-38. Dati numerici dell'idrogramma relativo al bacino 7 determinati con tempo di ritorno di 500 anni.

Bacino	Q ₃₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₅₀₀ (m ³ /s)
1	1,8	2,7	3,2	3,9
2	1,7	2,7	3,2	4,0
3	0,1	0,1	0,2	0,2
4	1,3	2,1	2,6	3,4
5	1,9	3,0	3,8	4,8
6	1,4	2,2	2,7	3,5
7	6,1	9,4	11,4	14,3

Tabella 5-39. Portate di picco determinate per tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	1.8	mc/s
Istante picco	0.33	ore
Istante picco	20.0	minuti
Durata totale evento	1.00	ore
Volume afflusso	4	mc x 1000
Volume deflusso	2	mc x 1000
Altezza afflusso	24.9	mm
Altezza deflusso	10.9	mm
Coeff. deflusso	0.44	-
Coeff. udometrico	10.73	mc/s/kmq

Tabella 5-40. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 30 anni relativo al bacino 1.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	2.7	mc/s

Parametro	Valore	U.M.
Istante picco	0.33	ore
Istante picco	20.0	minuti
Durata totale evento	1.00	ore
Volume afflusso	5	mc x 1000
Volume deflusso	3	mc x 1000
Altezza afflusso	31.5	mm
Altezza deflusso	16.1	mm
Coeff. deflusso	0.51	-
Coeff. udometrico	15.81	mc/s/kmq

Tabella 5-41. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 100 anni relativo al bacino 1.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.2	mc/s
Istante picco	0.25	ore
Istante picco	15.0	minuti
Durata totale evento	1.00	ore
Volume afflusso	6	mc x 1000
Volume deflusso	3	mc x 1000
Altezza afflusso	35.3	mm
Altezza deflusso	19.3	mm
Coeff. deflusso	0.55	-
Coeff. udometrico	18.87	mc/s/kmq

Tabella 5-42. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 200 anni relativo al bacino 1.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.9	mc/s
Istante picco	0.25	ore
Istante picco	15.0	minuti
Durata totale evento	1.00	ore
Volume afflusso	7	mc x 1000
Volume deflusso	4	mc x 1000
Altezza afflusso	40.3	mm
Altezza deflusso	23.6	mm
Coeff. deflusso	0.59	-
Coeff. udometrico	23.22	mc/s/kmq

Tabella 5-43. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 500 anni relativo al bacino 1.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	1.7	mc/s
Istante picco	0.67	ore
Istante picco	40.0	minuti
Durata totale evento	1.92	ore
Volume afflusso	10	mc x 1000
Volume deflusso	3	mc x 1000
Altezza afflusso	32.9	mm
Altezza deflusso	10.8	mm
Coeff. deflusso	0.33	-
Coeff. udometrico	5.82	mc/s/kmq

Tabella 5-44. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 30 anni relativo al bacino 2.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	2.7	mc/s
Istante picco	0.67	ore
Istante picco	40.0	minuti
Durata totale evento	2.00	ore
Volume afflusso	12	mc x 1000
Volume deflusso	5	mc x 1000
Altezza afflusso	41.6	mm
Altezza deflusso	16.5	mm
Coeff. deflusso	0.40	-
Coeff. udometrico	8.90	mc/s/kmq

Tabella 5-45. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 100 anni relativo al bacino 2.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.2	mc/s
Istante picco	0.67	ore
Istante picco	40.0	minuti
Durata totale evento	2.00	ore
Volume afflusso	14	mc x 1000
Volume deflusso	6	mc x 1000
Altezza afflusso	46.7	mm
Altezza deflusso	20.1	mm
Coeff. deflusso	0.43	-
Coeff. udometrico	10.80	mc/s/kmq

Tabella 5-46. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 200 anni relativo al bacino 2.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	4.0	mc/s
Istante picco	0.67	ore
Istante picco	40.0	minuti
Durata totale evento	2.00	ore
Volume afflusso	16	mc x 1000
Volume deflusso	8	mc x 1000
Altezza afflusso	53.3	mm
Altezza deflusso	25.0	mm
Coeff. deflusso	0.47	-
Coeff. udometrico	13.43	mc/s/kmq

Tabella 5-47. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 500 anni relativo al bacino 2.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	0.1	mc/s
Istante picco	0.05	ore
Istante picco	3.0	minuti
Durata totale evento	0.10	ore
Volume afflusso	0	mc x 1000
Volume deflusso	0	mc x 1000
Altezza afflusso	11.8	mm
Altezza deflusso	1.2	mm
Coeff. deflusso	0.10	-
Coeff. udometrico	7.33	mc/s/kmq

Tabella 5-48. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 30 anni relativo al bacino 3.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	0.1	mc/s
Istante picco	0.05	ore
Istante picco	3.0	minuti
Durata totale evento	0.10	ore
Volume afflusso	0	mc x 1000
Volume deflusso	0	mc x 1000
Altezza afflusso	15.0	mm
Altezza deflusso	2.3	mm
Coeff. deflusso	0.16	-
Coeff. udometrico	13.61	mc/s/kmq

Tabella 5-49. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 100 anni relativo al bacino 3.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	0.2	mc/s
Istante picco	0.05	ore
Istante picco	3.0	minuti
Durata totale evento	0.12	ore
Volume afflusso	0	mc x 1000
Volume deflusso	0	mc x 1000
Altezza afflusso	16.8	mm
Altezza deflusso	3.2	mm
Coeff. deflusso	0.19	-
Coeff. udometrico	17.78	mc/s/kmq

Tabella 5-50. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 200 anni relativo al bacino 3.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	0.2	mc/s
Istante picco	0.03	ore
Istante picco	2.0	minuti
Durata totale evento	0.12	ore
Volume afflusso	0	mc x 1000
Volume deflusso	0	mc x 1000
Altezza afflusso	19.1	mm
Altezza deflusso	4.3	mm
Coeff. deflusso	0.23	-
Coeff. udometrico	24.63	mc/s/kmq

Tabella 5-51. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 500 anni relativo al bacino 3.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	1.3	mc/s
Istante picco	0.40	ore
Istante picco	24.0	minuti
Durata totale evento	1.10	ore
Volume afflusso	6	mc x 1000
Volume deflusso	1	mc x 1000
Altezza afflusso	26.6	mm
Altezza deflusso	6.0	mm
Coeff. deflusso	0.23	-
Coeff. udometrico	5.49	mc/s/kmq

Tabella 5-52. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 30 anni relativo al bacino 4.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	2.1	mc/s
Istante picco	0.40	ore
Istante picco	24.0	minuti
Durata totale evento	1.15	ore
Volume afflusso	8	mc x 1000
Volume deflusso	2	mc x 1000
Altezza afflusso	33.7	mm
Altezza deflusso	9.7	mm
Coeff. deflusso	0.29	-
Coeff. udometrico	8.77	mc/s/kmq

Tabella 5-53. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 100 anni relativo al bacino 4.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	2.6	mc/s
Istante picco	0.35	ore
Istante picco	21.0	minuti
Durata totale evento	1.15	ore
Volume afflusso	9	mc x 1000
Volume deflusso	3	mc x 1000
Altezza afflusso	37.7	mm
Altezza deflusso	12.1	mm
Coeff. deflusso	0.32	-
Coeff. udometrico	10.92	mc/s/kmq

Tabella 5-54. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 200 anni relativo al bacino 4.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.4	mc/s
Istante picco	0.35	ore
Istante picco	21.0	minuti
Durata totale evento	1.15	ore
Volume afflusso	10	mc x 1000
Volume deflusso	4	mc x 1000
Altezza afflusso	43.1	mm
Altezza deflusso	15.5	mm
Coeff. deflusso	0.36	-
Coeff. udometrico	13.98	mc/s/kmq

Tabella 5-55. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 500 anni relativo al bacino 4.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	1.9	mc/s
Istante picco	0.40	ore
Istante picco	24.0	minuti
Durata totale evento	1.20	ore
Volume afflusso	9	mc x 1000
Volume deflusso	2	mc x 1000
Altezza afflusso	27.7	mm
Altezza deflusso	6.3	mm
Coeff. deflusso	0.23	-
Coeff. udometrico	5.58	mc/s/kmq

Tabella 5-56. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 30 anni relativo al bacino 5.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.0	mc/s
Istante picco	0.40	ore
Istante picco	24.0	minuti
Durata totale evento	1.25	ore
Volume afflusso	12	mc x 1000
Volume deflusso	3	mc x 1000
Altezza afflusso	35.0	mm
Altezza deflusso	10.2	mm
Coeff. deflusso	0.29	-
Coeff. udometrico	8.94	mc/s/kmq

Tabella 5-57. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 100 anni relativo al bacino 5.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.8	mc/s
Istante picco	0.40	ore
Istante picco	24.0	minuti
Durata totale evento	1.25	ore
Volume afflusso	13	mc x 1000
Volume deflusso	4	mc x 1000
Altezza afflusso	39.2	mm
Altezza deflusso	12.6	mm
Coeff. deflusso	0.32	-
Coeff. udometrico	11.09	mc/s/kmq

Tabella 5-58. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 200 anni relativo al bacino 5.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	4.8	mc/s
Istante picco	0.40	ore
Istante picco	24.0	minuti
Durata totale evento	1.30	ore
Volume afflusso	15	mc x 1000
Volume deflusso	5	mc x 1000
Altezza afflusso	44.8	mm
Altezza deflusso	16.1	mm
Coeff. deflusso	0.36	-
Coeff. uditometrico	14.12	mc/s/kmq

Tabella 5-59. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 500 anni relativo al bacino 5.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	1.4	mc/s
Istante picco	0.73	ore
Istante picco	44.0	minuti
Durata totale evento	2.07	ore
Volume afflusso	11	mc x 1000
Volume deflusso	3	mc x 1000
Altezza afflusso	34.4	mm
Altezza deflusso	8.9	mm
Coeff. deflusso	0.26	-
Coeff. uditometrico	4.32	mc/s/kmq

Tabella 5-60. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 30 anni relativo al bacino 6.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	2.2	mc/s
Istante picco	0.73	ore
Istante picco	44.0	minuti
Durata totale evento	2.13	ore
Volume afflusso	14	mc x 1000
Volume deflusso	5	mc x 1000
Altezza afflusso	43.5	mm
Altezza deflusso	14.0	mm
Coeff. deflusso	0.32	-
Coeff. uditometrico	6.76	mc/s/kmq

Tabella 5-61. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 100 anni relativo al bacino 6.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	2.7	mc/s
Istante picco	0.73	ore
Istante picco	44.0	minuti
Durata totale evento	2.13	ore
Volume afflusso	16	mc x 1000
Volume deflusso	6	mc x 1000
Altezza afflusso	48.7	mm
Altezza deflusso	17.2	mm
Coeff. deflusso	0.35	-
Coeff. udometrico	8.31	mc/s/kmq

Tabella 5-62. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 200 anni relativo al bacino 6.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	3.5	mc/s
Istante picco	0.73	ore
Istante picco	44.0	minuti
Durata totale evento	2.20	ore
Volume afflusso	18	mc x 1000
Volume deflusso	7	mc x 1000
Altezza afflusso	55.7	mm
Altezza deflusso	21.7	mm
Coeff. deflusso	0.39	-
Coeff. udometrico	10.49	mc/s/kmq

Tabella 5-63. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 500 anni relativo al bacino 6.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	6.1	mc/s
Istante picco	1.00	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	3.00	ore
Volume afflusso	56	mc x 1000
Volume deflusso	17	mc x 1000
Altezza afflusso	38.2	mm
Altezza deflusso	11.4	mm
Coeff. deflusso	0.30	-
Coeff. udometrico	4.16	mc/s/kmq

Tabella 5-64. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 30 anni relativo al bacino 7.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	9.4	mc/s
Istante picco	1.00	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	3.10	ore
Volume afflusso	71	mc x 1000
Volume deflusso	26	mc x 1000
Altezza afflusso	48.4	mm
Altezza deflusso	17.5	mm
Coeff. deflusso	0.36	-
Coeff. udometrico	6.38	mc/s/kmq

Tabella 5-65. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 100 anni relativo al bacino 7.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	11.4	mc/s
Istante picco	1.00	ore
Istante picco	60.0	minuti
Durata totale evento	3.10	ore
Volume afflusso	80	mc x 1000
Volume deflusso	31	mc x 1000
Altezza afflusso	54.2	mm
Altezza deflusso	21.3	mm
Coeff. deflusso	0.39	-
Coeff. udometrico	7.76	mc/s/kmq

Tabella 5-66. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 200 anni relativo al bacino 7.

Parametro	Valore	U.M.
Portata massima	14.3	mc/s
Istante picco	0.92	ore
Istante picco	55.0	minuti
Durata totale evento	3.10	ore
Volume afflusso	91	mc x 1000
Volume deflusso	39	mc x 1000
Altezza afflusso	61.9	mm
Altezza deflusso	26.7	mm
Coeff. deflusso	0.43	-
Coeff. udometrico	9.70	mc/s/kmq

Tabella 5-67. Valori dei parametri idraulici dell'idrogramma determinato con tempo di ritorno di 500 anni relativo al bacino 7.

6. VALUTAZIONI IDRAULICHE

La modellazione idraulica dell'area è stata realizzata con l'ausilio del software di modellazione HEC RAS 2D (ver. 6.4.1).

6.1 Il software HEC RAS 2D

Il software HEC RAS, realizzato e messo a disposizione della utenza dal Department of The Army – Corps of Engineers - Institute for Water Resources, permette eseguire la modellazione in uno scenario 1D, 2D e 1D/2D combinato. Per informazioni relative al modello di simulazione ed ai risultati ottenibili si rimanda al sito web ufficiale: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/>.

6.2 Il modello digitale del terreno

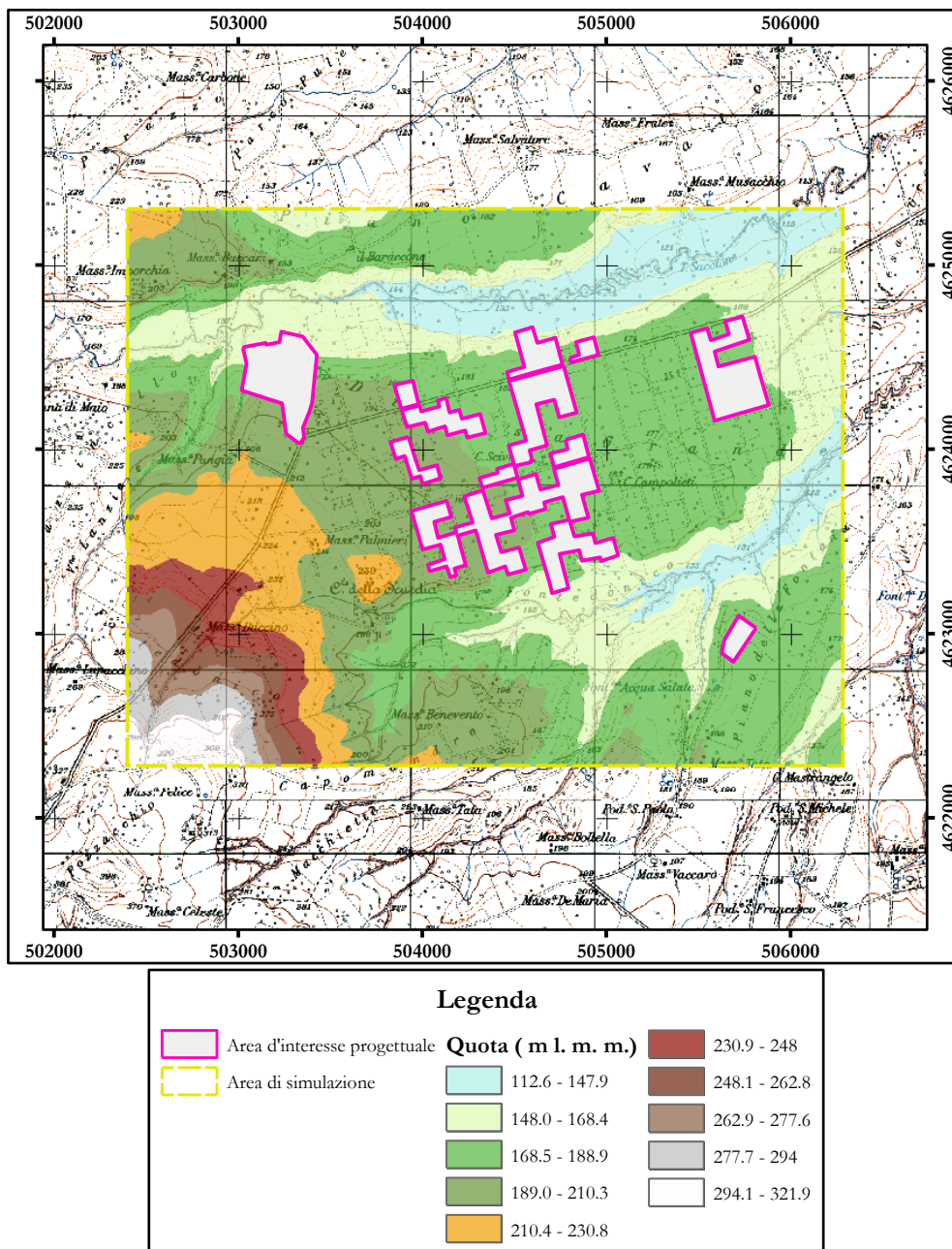


Figura 6-1. Modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione di 1 m considerato nella valutazione idraulica (scala 1:40.000).

Il dato di partenza indispensabile al fine di determinare le caratteristiche idrauliche di un sito è rappresentato dall'altimetria del terreno. Il modello digitale del terreno (DTM - Digital Terrain Model) è stato determinato utilizzando i dati LiDAR acquisiti e resi disponibili dal M.A.S.E., con risoluzione di 1 metro (Figura 6-1).

6.3 Idrogrammi utilizzati

Al fine di definire le aree ad Alta e Media Probabilità di inondazione, utili per caratterizzare la condizione di sicurezza o pericolosità idraulica di un sito, trattandosi di una simulazione idraulica in moto vario, per la simulazione idraulica sono stati utilizzati idrogrammi di progetto con tempi di ritorno di 30 e 200 anni (vedi paragrafo 5.4).

6.4 Definizione dei valori di scabrezza

La procedura di calcolo adottata dal software HEC-RAS prevede l'utilizzo dei valori di scabrezza del suolo interessato dal deflusso idrico. Per tale ragione a ciascun poligono di uso del suolo individuato nell'area d'interesse a fini idraulici è stato assegnato un determinato valore del coefficiente di Manning (n , espresso in $s/m^{1/3}$ – Figura 6-2).

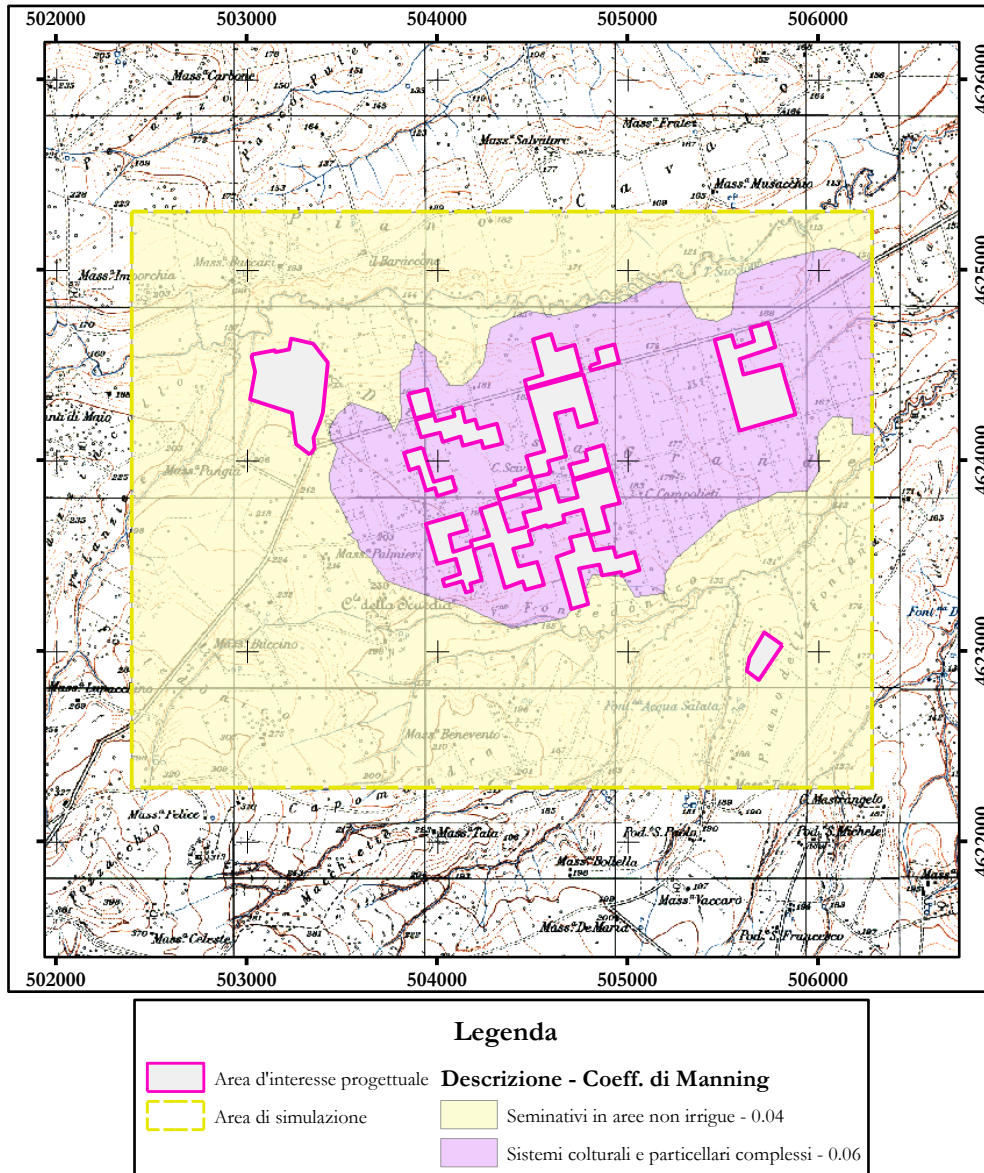


Figura 6-2. Rappresentazione grafica dei valori del Coefficiente di Manning assegnato a ciascun poligono di uso del suolo (scala 1:40.000).

6.5 Condizioni al contorno

Per la modellazione idraulica realizzata con il software HEC RAS sono state definite le seguenti condizioni al contorno (Figure 6-3 e 6-4):

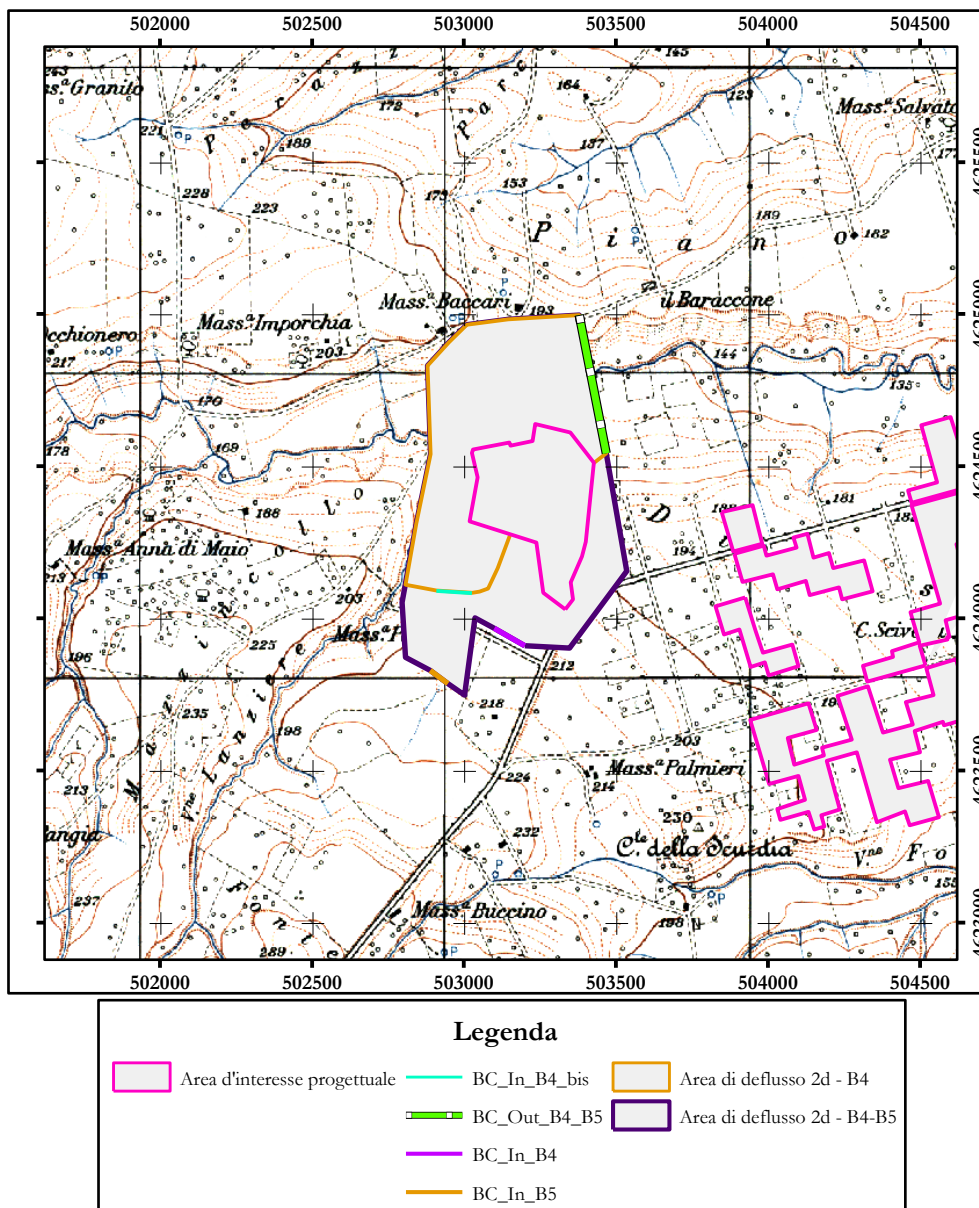


Figura 6-3. Rappresentazione grafica delle condizioni al contorno della simulazione idraulica (Scala 1:25.000).

- Mesh di calcolo non strutturata, con passo medio di 1 m;
- Definizione del dominio di calcolo (Area di deflusso 2d);
- Definizione delle condizioni al contorno in ingresso al dominio di calcolo (Tabella 6-1);
- Definizione delle condizioni al contorno in uscita dal dominio di calcolo (Tabella 6-2).

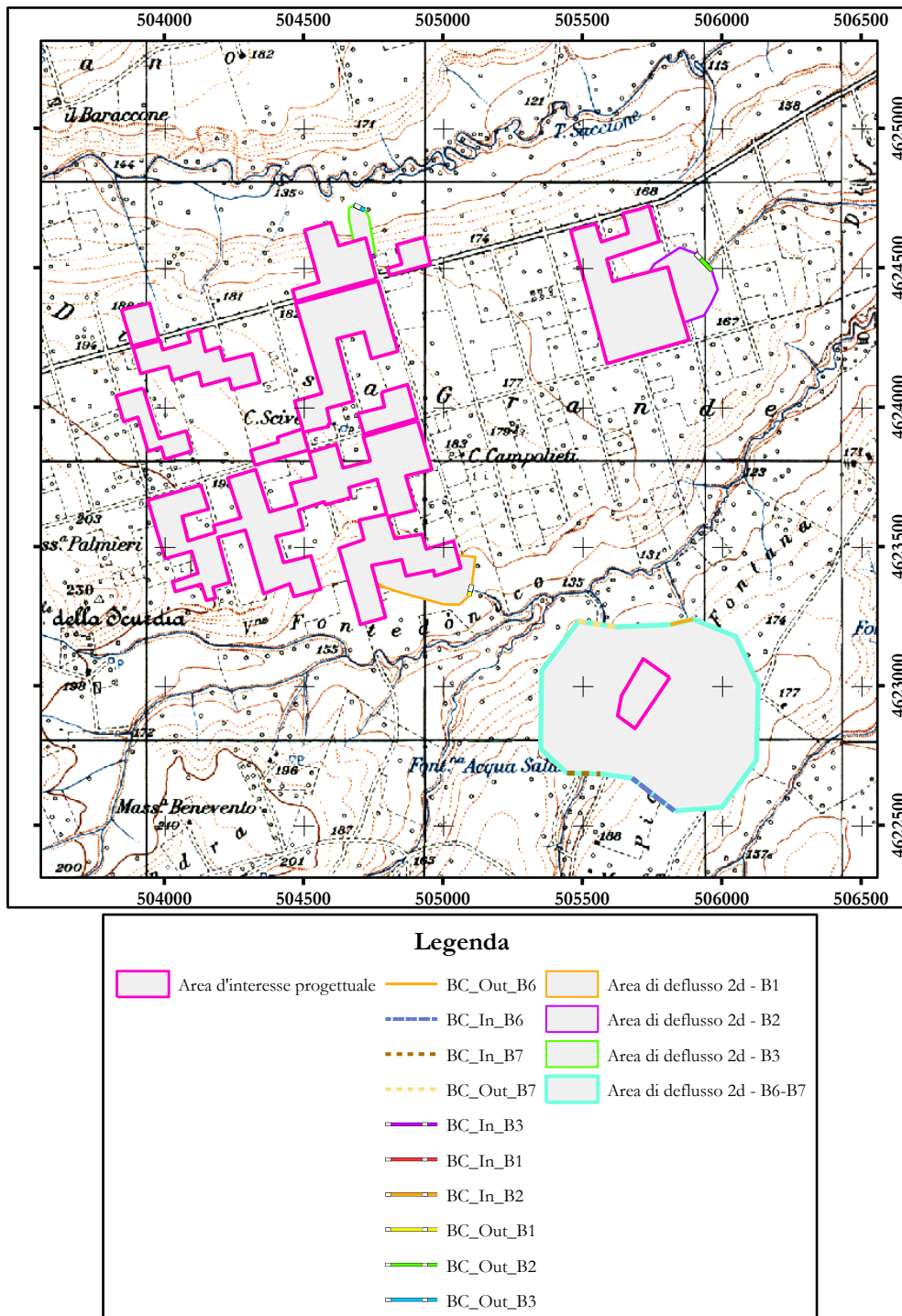


Figura 6-4. Rappresentazione grafica delle condizioni al contorno della simulazione idraulica (Scala 1:25.000).

ID	Tipo	Passo temporale (min)	Energy grade (-)
BC_In_B1	Flow Hydrograph	5	0,065
BC_In_B2	Flow Hydrograph	5	0,010
BC_In_B3	Flow Hydrograph	1	0,185
BC_In_B4	Flow Hydrograph	3	0,051
BC_In_B5	Flow Hydrograph	3	0,030
BC_In_B6	Flow Hydrograph	4	0,014
BC_In_B7	Flow Hydrograph	5	0,045

Tabella 6-1. Boundary Conditions in ingresso al dominio di calcolo.

Per quanto attiene la simulazione idraulica realizzata per studiare le peculiarità idrauliche del Bacino B4 sono doverose alcune considerazioni:

- lungo un impluvio che attraversa l'area d'interesse progettuale più occidentale nel recente passato è stato realizzato un bacino di raccolta delle acque di ruscellamento e pluviali il cui rilevato a valle agisce praticamente da traversa fluviale;
- la simulazione idraulica realizzata ponendo la boundary condition di ingresso al dominio di calcolo "Area di deflusso 2d B4 – B5" ha messo in evidenza che tale elemento antropico impedisce il deflusso delle acque di scorrimento superficiali a valle dello stesso.

Per quanto appena esposto, al fine di studiare la situazione idraulica nel modo più attinente possibile alla realtà dei luoghi, è stata realizzata una ulteriore simulazione idraulica ponendo la boundary condition di ingresso al dominio di calcolo "Area di deflusso 2d B4" a valle di tale elemento antropico.

ID	Tipo	Friction slope (--)
BC_Out_B1	Normal Depth	0,089
BC_Out_B2	Normal Depth	0,018
BC_Out_B3	Normal Depth	0,082
BC_Out_B4_B5	Normal Depth	0,010
BC_Out_B6	Normal Depth	0,038
BC_Out_B7	Normal Depth	0,021

Tabella 6-2. BoundaryConditions in uscita dal dominio di calcolo.

6.6 Risultati della modellazione idraulica

Sulla scorta di quanto finora discusso ed esposto è stata eseguita la modellazione idraulica dei corsi d'acqua che, più o meno direttamente, potrebbero interferire con l'area d'interesse progettuale. La modellazione, eseguita in regime di flusso misto utilizzando il set di equazioni "Diffusion wave" è stata portata a termine senza alcun problema di stabilità del modello. Il risultato della modellazione è riportato in forma grafica nelle Figure da 6-5 a 6-10, nelle quali sono rappresentate le aree inondabili per eventi di piena determinati con tempi di ritorno di 30, 100, 200 e 500 anni, avendo eliminato l'area potenzialmente inondabile avente un'altezza del tirante idrico inferiore a 20 cm.

In riferimento ai risultati ottenuti è possibile affermare che tutta l'area d'interesse localizzata esternamente alle aree inondabili aventi un tempo di ritorno di 200 anni si pone in condizione di sicurezza idraulica.

Per quanto riguarda, infine, il corso d'acqua antropico delineato sulla base di dati catastali si rappresenta che da esso, ai sensi del disposto dell'art. 16 punto 1 lett. c delle N.T.A. del P.A.I., dovrà essere mantenuta una fascia di rispetto di 10 m (Figura 6-11).

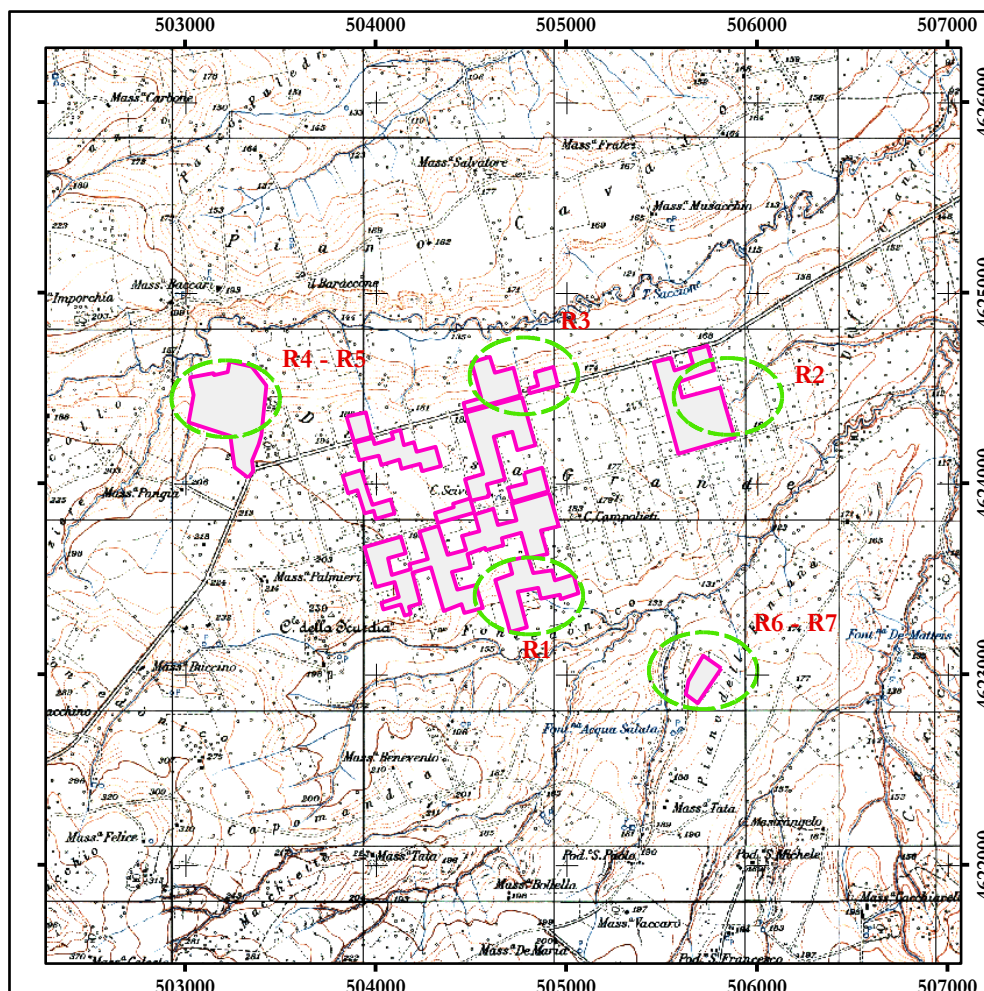


Figura 6-5: aree inondabili nei dintorni dei corsi d'acqua che interessano l'area in studio – quadro di unione (scala 1: 40.000).

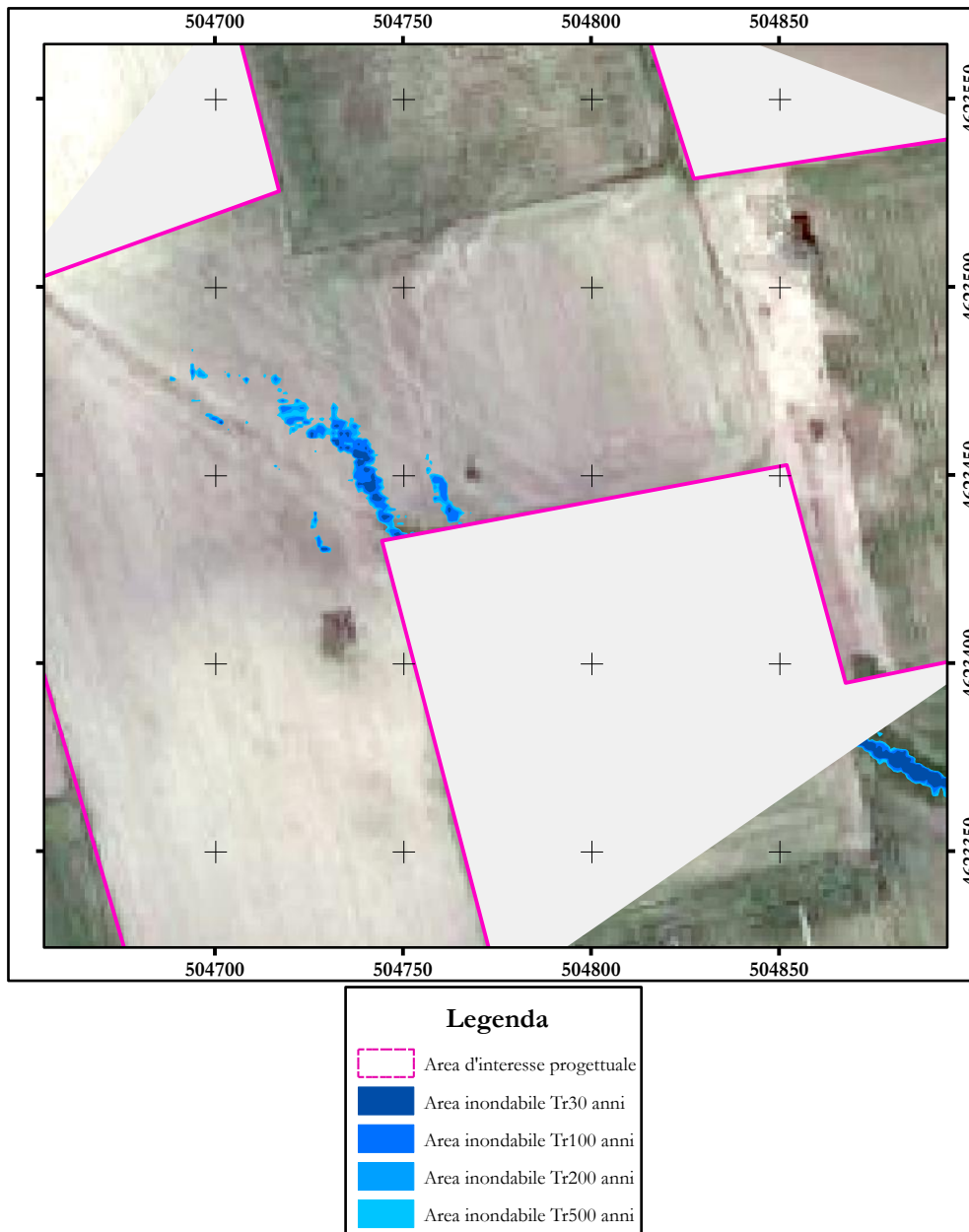


Figura 6-6: aree inondabili nei d'intorni dei corsi d'acqua che interessano l'area in studio – dettaglio R1 (scala 1: 2.000).

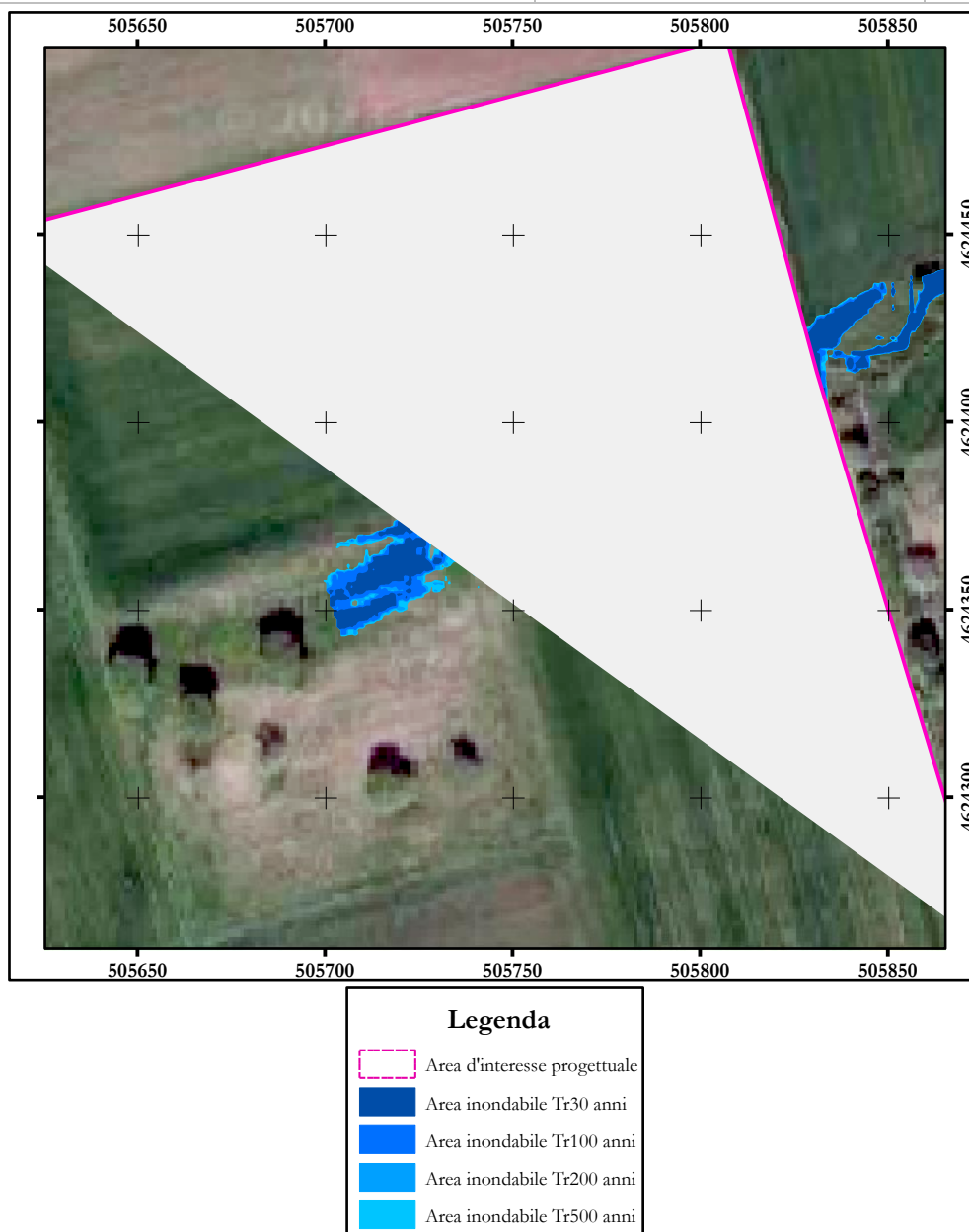


Figura 6-7: aree inondabili nei d'intorni dei corsi d'acqua che interessano l'area in studio – dettaglio R2 (scala 1: 2.000).

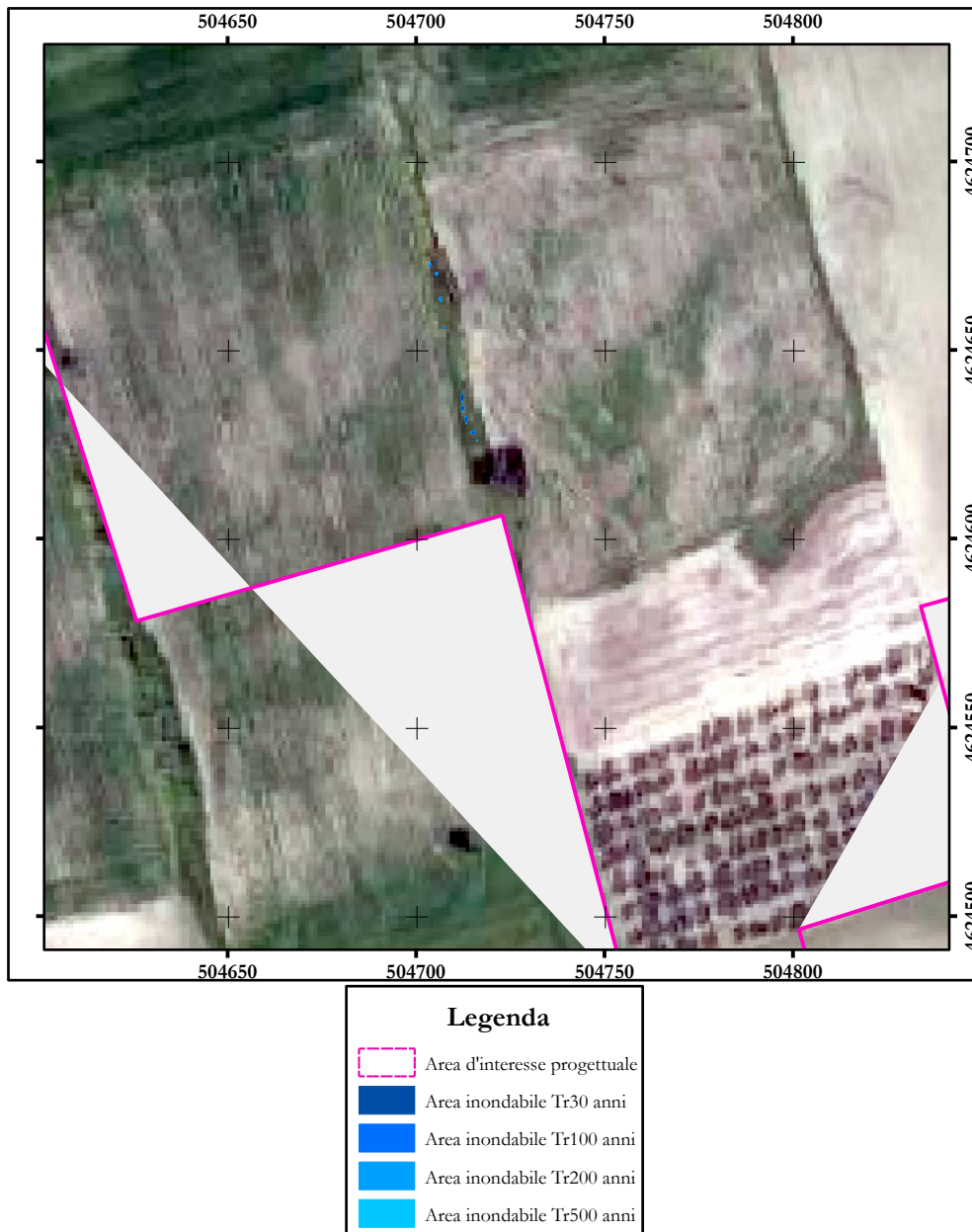


Figura 6-8: aree inondabili nei d'intorni dei corsi d'acqua che interessano l'area in studio – dettaglio R3 – aree inondabili non visibili, ma esterne all'area d'interesse progettuale (scala 1: 2.000).

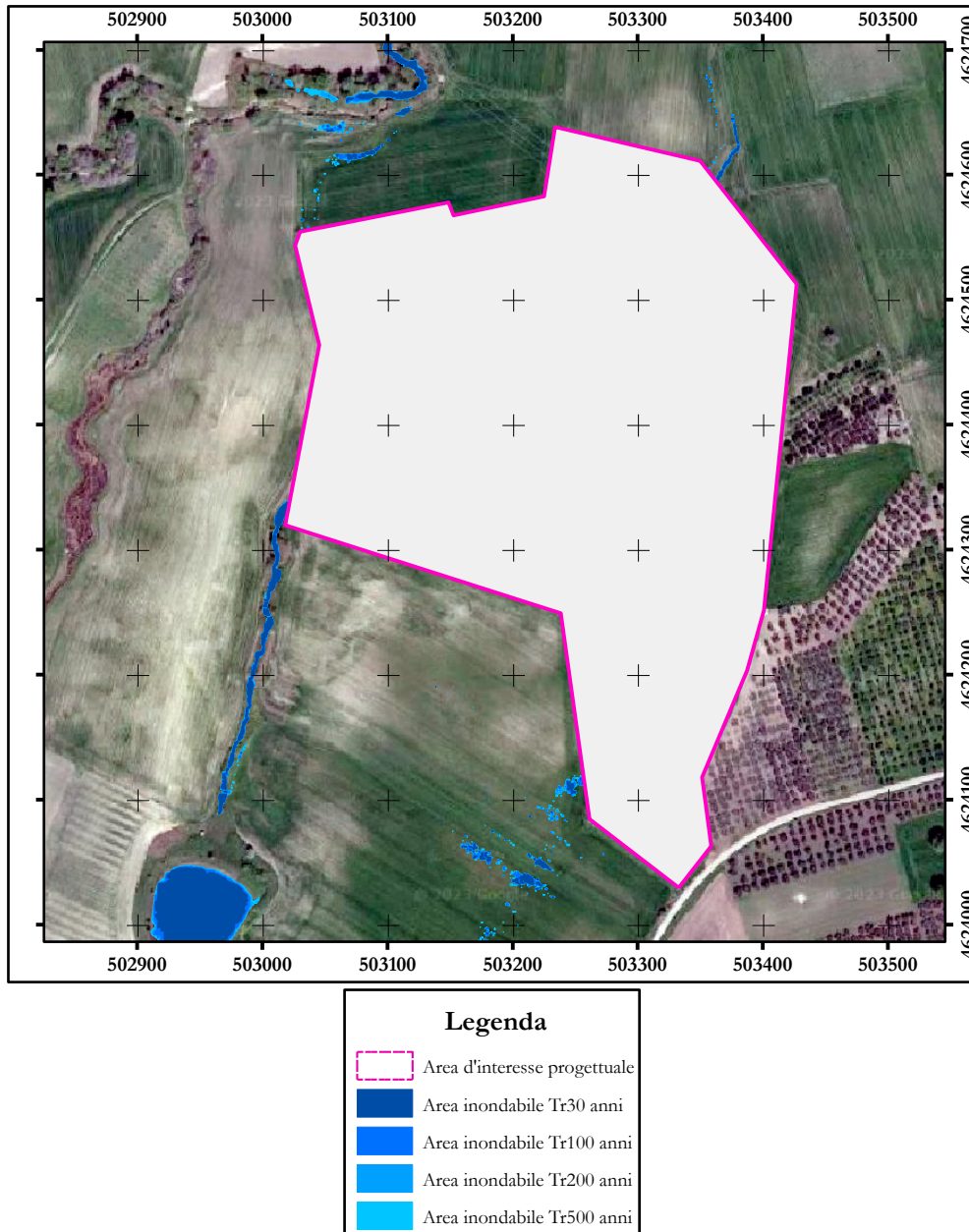


Figura 6-9: aree inondabili nei d'intorni dei corsi d'acqua che interessano l'area in studio – dettaglio R4 – R5 – aree inondabili non visibili, ma esterne all'area d'interesse progettuale (scala 1: 6.000).

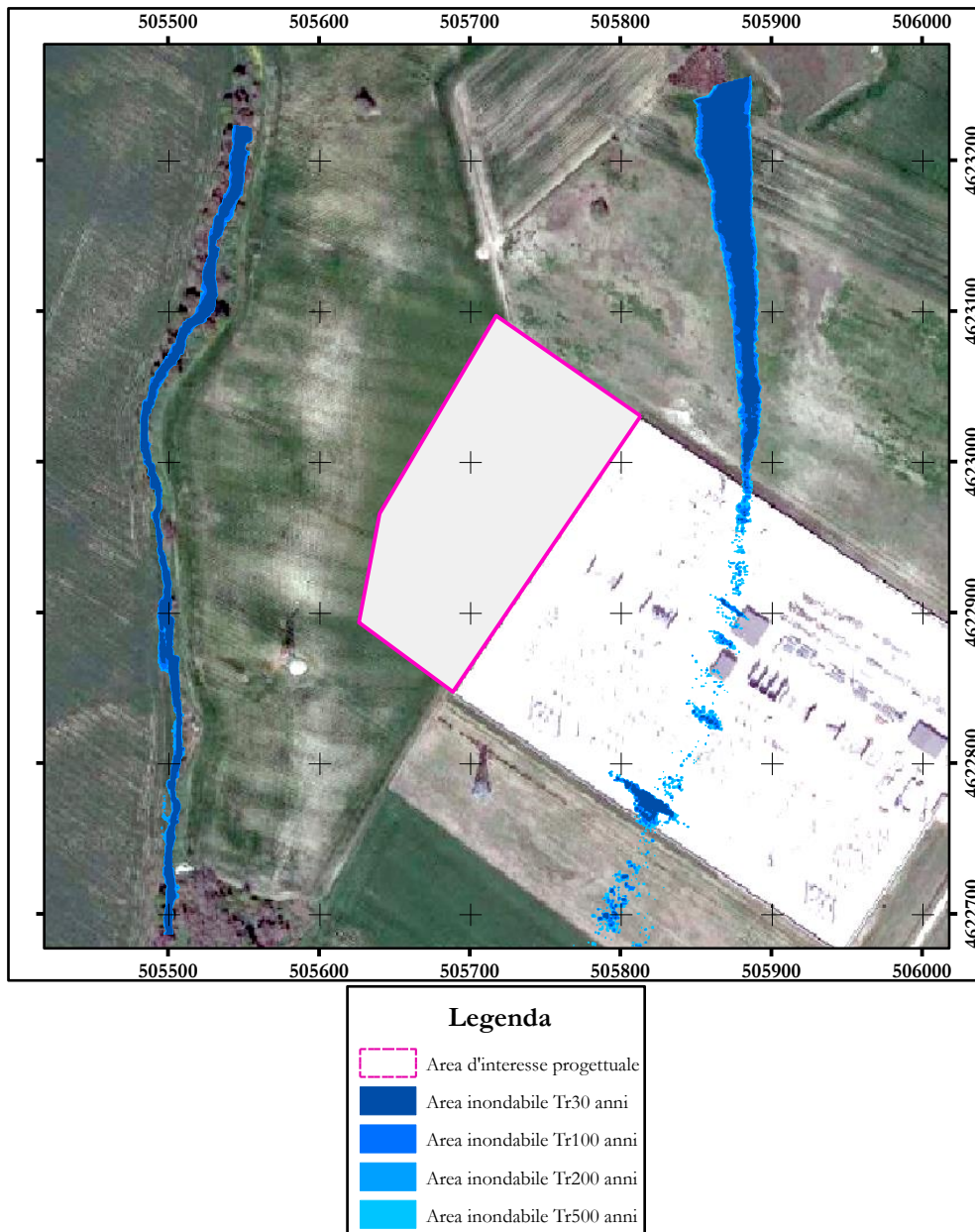


Figura 6-10: aree inondabili nei d'intorni dei corsi d'acqua che interessano l'area in studio – dettaglio R6 – R7 – aree inondabili non visibili, ma esterne all'area d'interesse progettuale (scala 1: 5.000).

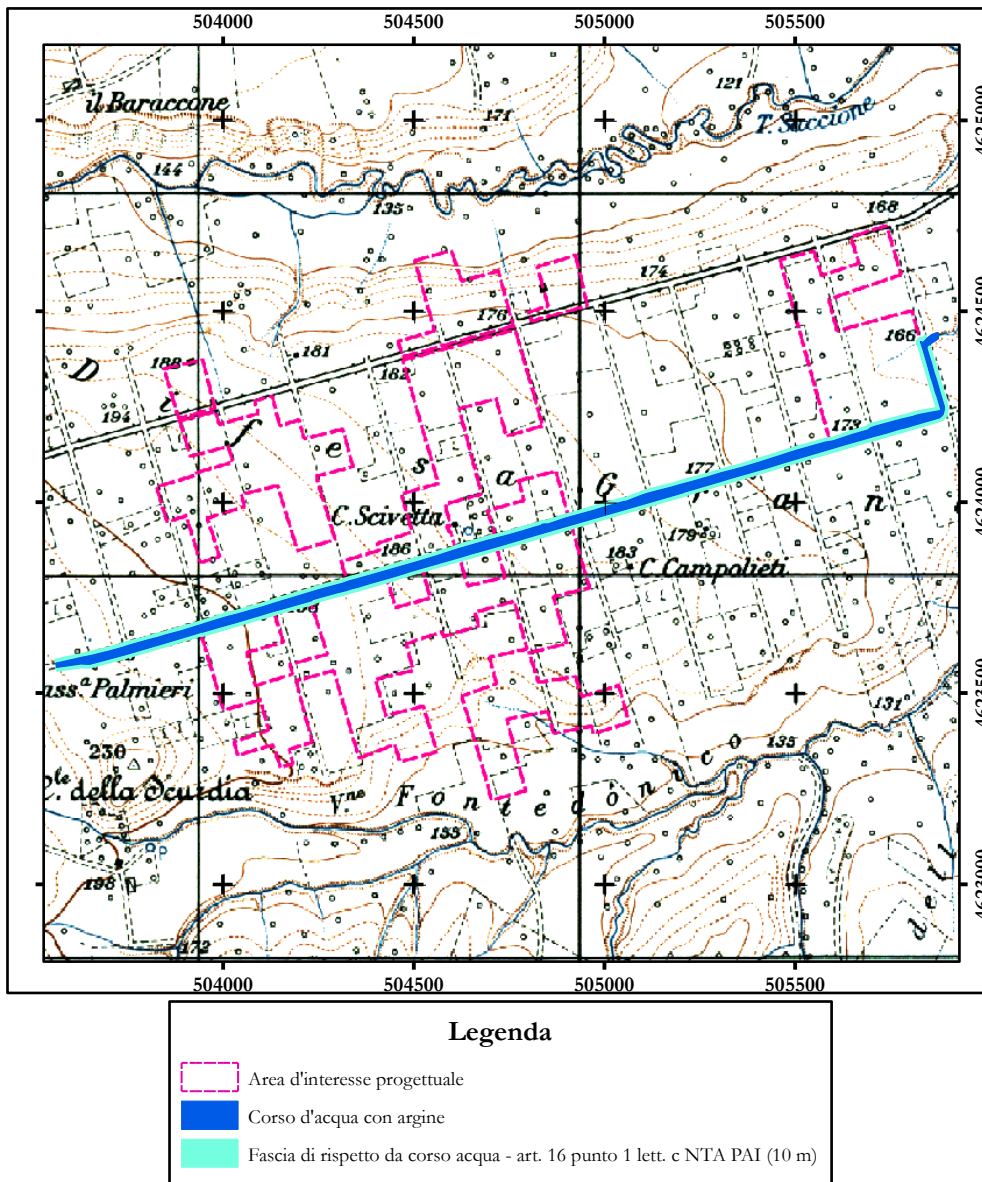


Figura 6-11: fascia di rispetto dal corso riportato in catasto (scala 1: 20.000).

7. CONCLUSIONI

Nel presente studio sono state analizzate le caratteristiche idrologiche e idrauliche di un'area localizzata nel territorio comunale di Rotello, nelle vicinanze ed entro la quale la cartografia prodotta dall'I.G.M.I. ha individuato dei corsi d'acqua di natura non specificata; tali corsi d'acqua fanno ricadere l'area d'interesse nelle more di applicazione dell'art. 16 "Tratti fluviali non studiati" delle N.T.A. del P.A.I..

Lo studio idraulico, realizzato in ossequio a quanto riportato nell'Allegato 1 "Indirizzi tecnici per la redazione di studi e verifiche idrauliche" alle N.T.A. del P.A.I. del Bacino interregionale del Saccione con metodologia 2D, ha messo in evidenza che il realizzando parco agrifotovoltaico sarà in condizione di sicurezza idraulica se realizzato esternamente all'area inondabile definita per un evento meteorico con tempo di ritorno di 200 anni ed esternamente alla fascia di rispetto determinata attorno al corso d'acqua di origine antropica non riportato nella cartografia I.G.M.I. ma la cui presenza è stata definita analizzando i dati catastali disponibili.

Sulla scorta dei dati ottenuti lo scrivente ritiene che non vi siano motivi ostativi, di carattere prettamente idraulico, che possano pregiudicare la fattibilità di quanto a progetto entro l'area d'interesse.

Tanto si doveva per l'incarico ricevuto.

Foligno, 12 febbraio 2024

Prof. Geol. Alfonso Russi



Ing. Michele Colonna



Dott. Geol. Marco Costa

