



REGIONE PUGLIA

PROVINCIA DI FOGGIA



**Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico
di potenza pari a 25,994 MW sito nel Comune di Ascoli
Satriano (FG) in loc. "Zambaglione"
ID: 8214**



COMUNE DI ASCOLI SATRIANO

COMMITTENTE

Ascoli Satriano 2 PV s.r.l.

Via Giovanni Boccaccio,7 - 20123 Milano

p.iva 15530781002

PROGETTAZIONE

Leukos

LEUKOS Consorzio Stabile

Via Giuseppe Mengoni n. 4
20121 Milano
www.leukos.org



Horus
Green Energy Investment

Horus Green Energy Investment s.r.l.

Viale Parioli n. 10 - 00197 Roma
www.horus-gei.com

FDGL

FDGL s.r.l.

Via Ferriera n. 39
83100 Avellino
www.fdgI.it

Progettista:
Ing. Fabrizio Davide



Collaboratori:
Ing. Mario Lucadamo
Ing. Angelo Mazza

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato:

DEF-REL.03 - Relazione idrologica e idraulica



SCALA	-	DATA	04/2023		FORMATO STAMPA	-
REDATTO	APPROVATO	DESCRIZIONE E REVISIONE DOCUMENTO	DATA:	REV.N°		

INDICE

1. Premessa e metodologie di studio.....	2
2. Metodologie di calcolo per la stima delle portate massime annuali-----	3
3. Caratteristiche morfometriche ed altimetriche del bacino idrografico-----	10
4. Bilancio idrologico e calcolo coefficienti idraulici-----	16
5. Durata critica e calcolo portate.....	21
6. Verifica sezioni d'alveo.....	22
7. Conclusioni.....	26

Allegati

1. Stralcio aerofotogrammetrico con ubicazione interventi;
2. Planimetria con individuazione dell'Idrografia e Bacino;
3. Tabulati di calcolo idrologici ed idraulici;
4. Planimetria sezioni di calcolo;
5. Tabulati di calcolo della verifica delle sezioni dell'alveo;
6. Copia del documento d'identità.

1. PREMESSA E METODOLOGIE DI STUDIO

Il presente studio idrologico ed idraulico è stato redatto, su incarico della ditta ASCOLI SATRIANO 2 PV S.r.l., ai fini del "Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Ascoli Satriano (FG) in loc. Zambaglione".

Come suggerisce il titolo stesso dell'intero studio sono state effettuate analisi sia in campo idrologico che idraulico, al fine di ottemperare alle Norme di Attuazione dell'Autorità di bacino competente sul territorio comunale di Ascoli Satriano.

Lo studio di compatibilità idrologica ed idraulica, come richiesto espressamente dalle Norme di Attuazione del PAI vigente (cfr. art. 6 "Aree di alveo in modellamento attivo/Aree golenali"), è stato svolto al fine di analizzare compiutamente gli effetti sul regime idraulico a monte e a valle dell'area interessata dall'intervento in oggetto.

Il lavoro, allo scopo di definire le caratteristiche idrologiche ed idrauliche del sito, è stato svolto secondo il seguente programma d'indagini:

- Individuazione del bacino idrografico di competenza e relativo studio delle caratteristiche morfometriche ed altimetriche;
- Studio dei dati pluviometrici forniti dagli Annali idrologici;
- Bilancio idrologico e calcolo parametri idrologici ed idraulici;
- Calcolo delle portate massime di piena per differenti periodi di ritorno;
- Verifica delle sezioni d'alveo.

2. METODOLOGIE DI CALCOLO PER LA STIMA DELLE PORTATE MASSIME ANNUALI

La stima dei massimi istantanei della portata di piena corrispondenti ad assegnati valori del periodo di ritorno T può essere effettuata con diversi tipi di approcci. Tra questi, vengono spesso utilizzati i modelli di Gumbel e il modello T.C.E.V..

Il limite delle analisi statistiche locali è che presuppone la disponibilità di serie di misure delle portate massime annuali per bacino di calcolo. Nel caso in cui il bacino non sia attrezzato questa metodologia non è applicabile. I metodi di analisi statistica regionale tentano di superare questo limite attraverso l'individuazione di zone, a livello regionale, in cui la funzione di distribuzione della probabilità delle portate di massima annuale $F(x)$ possa essere considerata praticamente identica. La grandezza $F(x)$ prende il nome di Curva di crescita regionale e consente di identificare, all'interno della zona omogenea, l'andamento delle portate di massima piena, a meno di un fattore di scala, in funzione del tempo di ritorno.

Nell'ambito del Progetto VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R. il territorio nazionale è stato suddiviso in aree idrologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno $K_T(T)$).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione d'interesse nel Rapporto VAPI Puglia. I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra K_T e T esplicitata

come:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*})}$$

Nelle pratiche approssimazioni, sempre per la regione Puglia, è possibile anche fare riferimento all'espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln } \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln } T$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione T.C.E.V. in Puglia, diventa:

$$K_T = 0.5648 + 0.415 \text{Ln } T$$

con un errore inferiore al 3% per $T \geq 5$ anni.

Le grandezze λ_1 , λ_* , θ_* , η sono i parametri regionalizzati della curva di crescita, quindi invarianti all'interno della zona omogenea alla quale si riferiscono.

Per applicare tale metodologia bisogna procedere come segue:

- s'individua nella zona omogenea a cui appartiene il bacino da verificare un corso d'acqua attrezzato, per il quale siano disponibili i dati relativi alle portate massime annuali per un intervallo di tempo sufficientemente lungo (almeno dieci anni);
- si calcola la portata massima annuale media Q_m , mediando i dati di portata misurati;

-
- si calcola l'area del bacino A_r rispetto alla sezione dell'alveo in corrispondenza della quale è stato posto il misuratore di portate;
 - si stima la portata indice con la relazione:

$$q^* = Q_m(A_b/A_r)$$

Ad ogni modo nel nostro caso, non avendo dagli Annali Idrologici della Puglia dati di riferimento sulle portate annuali, si è scelto di effettuare i calcoli delle portate massime applicando i metodi cinematici, i quali necessitano, prima della loro calcolazione, di una serie di elaborazioni dei dati idrologici e morfometrici del bacino idrografico al fine di individuarne le diverse caratteristiche, sia dal punto di vista morfometrico che idraulico.

Metodi cinematici

Si tratta di relazioni che si basano sulla stima del tempo di corrivazione (τ_c) del bacino.

Per tempo di corrivazione s'intende il tempo necessario, perché le acque di afflusso meteorico raggiungano la sezione di chiusura del bacino, rispetto alla quale viene eseguito il calcolo della portata dimassima piena, partendo dai punti più lontani del bacino. In altre parole il tempo di corrivazione rappresenta il tempo impiegato dall'ultima goccia di pioggia caduta sul bacino a percorrere l'intera asta principale fino alla sezione di chiusura. Questo parametro è una costante per ogni bacino, in quanto funzione esclusivamente della morfologia, delle litologie affioranti e della copertura vegetale.

Alcuni fra i metodi di calcolo più usati nella pratica, tra cui anche quelli applicati per codesto studio, sono elencati di seguito.

- Formula di Giandotti:

$$\tau_c(h) = \frac{4\sqrt{S_b} + 1,5L_p}{0,8\sqrt{H_m}}$$

- Formula di Pezzoli:

$$\tau_c(h) = \frac{0,055L_p}{\sqrt{0,01P_m}}$$

- Formula di F.A.O.:

$$\tau_c(h) = \frac{L_p^{1.15}}{15h_{\max}^{0.38}}$$

- Formula di Kirpich:

$$\tau_c(h) = 0,003245 \left(\frac{1000L_p \sqrt{1000L_p}}{\sqrt{h_{\max}}} \right)^{0,77}$$

- Formula di Ventura:

$$\tau_c(h) = 0,1272 \left(\frac{S_b}{0,01S_a} \right)^{\frac{1}{2}}$$

-
- Formula di Pasini modificata:

$$\tau_c(h) = \frac{0,0864\sqrt[3]{S_b L_p}}{\sqrt{0,01S_a}}$$

- Formula di Ongaro:

$$\tau_c(h) = 4,32\sqrt[3]{S_b L_p}$$

dove:

S_b (kmq) = superficie del bacino;

L_p (km) = lunghezza dell'asta principale;

P_m (%) = pendenza media del bacino;

H_m (m) = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura;

h_{max} (m) = altezza massima del bacino rispetto alla sezione di chiusura.

L (ft) = lunghezza del corso d'acqua principale esteso fino allo spartiacque;

CN = Curve Number del bacino;

S_a (%) = inclinazione media del corso d'acqua principale.

Le relazioni poc'anzi elencate sono impiegabili per bacini di piccola e media estensione. La formula di Giandotti fornisce per bacini molto piccoli (inferiori a 100 kmq) valori generalmente sovrastimati. La formula di Ongaro va utilizzata esclusivamente per bacini di pianura con area inferiore a 1 kmq.

Stimato il valore di τ_c è possibile passare alla valutazione delle portate

di massima piena al colmo. Il primo dato che occorre ricavare è la pioggia di progetto, per un tempo di ritorno fissato, corrispondente ad una durata uguale al tempo di corrivazione.

L'altezza di precipitazione ricavata (h) va introdotta in una delle formule cinematiche disponibili in letteratura. Tra le più utilizzate sono le formule del metodo razionale, di Giandotti e di Merlo. Quest'ultima è una delle formule utilizzate in questo studio, in quanto adatta per i bacini di piccola estensione, come nel caso in questione.

- Formula del metodo razionale:

$$Q_{\max} (mc/s) = 0.278 \frac{k_f c_a h A}{\tau_c}$$

dove:

Q_{\max} (mc/s) = portata di massima piena al colmo per un dato tempo di ritorno;

c_a = coefficiente di afflusso, variabile da 0 a 1;

A (kmq) = area del bacino;

h (mm) = altezza di precipitazione ragguagliata riferita a τ_c per un dato tempo di ritorno;

k_f = fattore di frequenza funzione del tempo di ritorno.

τ_c (h) = tempo di corrivazione.

- Formula di Giandotti:

$$Q_{\max} (mc / s) = 0.278 \frac{ChA}{\tau_c}$$

dove C in bacini con area inferiore ai 300 kmq deve essere posto uguale a 1.25. In alternativa, Visentini (1938) ha proposto di ricavare il parametro C attraverso la relazione:

$$C = 6.19A^{-0.319}$$

dove A è l'area del bacino espressa in kmq.

L'esperienza ha dimostrato, però, che questa relazione tende a sovrastimare le portate nel caso di piccoli bacini (poche decine di kmq), in quanto inizialmente calibrato su bacini con estensione superiore ai 500 km².

- Formula di Merlo:

$$Q_{\max} (mc / s) = C_m hA$$

dove:

$$C_m = 0.0363 + 0.0295 \times \ln(T_r);$$

T_r (anni) = tempo di ritorno.

Questo metodo é stato calibrato su piccoli bacini, ed è quindi particolarmente utile per valutazioni eseguite in tale contesto.

Riassumendo, per codesto studio il calcolo delle portate massime annuali è stato svolto attraverso l'impiego dei metodi cinematici; in particolare le portate sono state calcolate, come mostrato in dettaglio negli allegati, tramite l'utilizzo della formula del metodo razionale e quella di Merlo, escludendo quella di Giandotti, non idonea per bacini di piccole dimensioni, come nel caso in questione.

3. CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE ED ALTIMETRICHE DEL BACINO IDROGRAFICO

Il primo passo da effettuare al fine di ottenere i dati necessari al calcolo delle portate massime annuali è sicuramente l'individuazione del bacino idrografico e le sue caratteristiche morfometriche.

Si definisce bacino imbrifero la porzione di territorio che per effetto della sola pendenza superficiale fa convogliare l'acqua alla sezione di chiusura; assegnata tale sezione è possibile delimitare il bacino da essa sotteso tracciando la linea spartiacque. Nel presente elaborato si ipotizza che il bacino sia impermeabile, in modo tale che il bacino idrografico coincida proprio con il bacino imbrifero, trascurando il deflusso delle acque profonde. I criteri seguiti per lo svolgimento di tale operazione si basano sull'assunto che la linea spartiacque fisicamente rappresenti una linea di displuvio e dunque essa deve:

- correre sempre ortogonalmente alle curve isoipse intersecandole nei punti di massima curvatura;
- essere una curva chiusa;
- passare sempre per le sommità dei rilievi (sulle cime delle montagne può presentare una discontinuità angolare, cioè cambiare bruscamente direzione), per i picchi e i punti di sella;
- non intersecare mai né il reticolo drenante del proprio, né quello di altri bacini fatta eccezione per la sezione di chiusura.

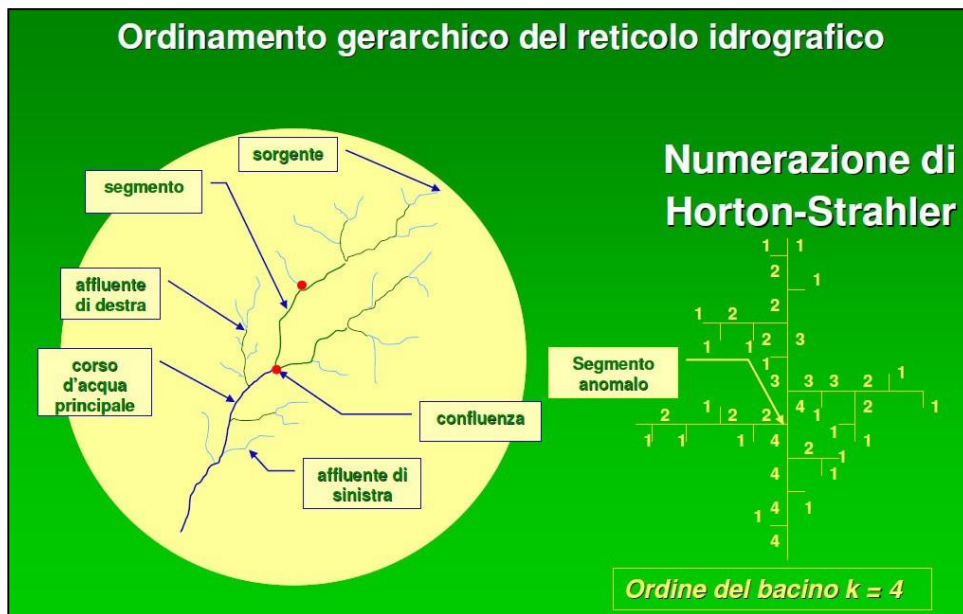
Il bacino idrografico è caratterizzato morfologicamente ed altimetricamente attraverso la definizione di una serie di grandezze. Precisamente per il lavoro in esame sono state considerate le seguenti caratteristiche geometriche:

-
- Superficie del bacino idrografico S_{tot} ;
 - Lunghezza dell'asta principale L_{asta} ;
 - Quota minima coincidente con la sezione di chiusura del bacino Q_{Bmin} ;
 - Altitudine massima del bacino riferita al livello medio del mare Q_{Bmax} ;
 - Quota media del bacino Q_{Bmed} ;
 - Pendenza media dell'asta principale $P_{\%MEDIA}$.

La stima dei suddetti parametri sono stati ricavati avvalendosi delle CTR della Regione Puglia, scaricabili in formato shape files dalla sezione S.I.T. WebGis del sito ufficiale della regione. Successivamente, attraverso l'utilizzo del software Open Source QGIS ver.2.0.1, è stato possibile trasformare gli shape files in formato dxf, senza perdere la relativa georeferenziazione (WGS84), di modo tale da poter operare in ambiente CAD su file in formato dwg, permettendo una maggiore precisione nel disegno, essenziale per i calcoli a farsi.

Al fine della caratterizzazione della rete idrografica, quest'ultima viene gerarchizzata, ovvero si definiscono delle relazioni tra le varie parti che la compongono, utilizzando il metodo della "Gerarchizzazione di Horton-Strahler" e cioè si considera la rete come un insieme di tronchi, ognuno dei quali è delimitato da un nodo iniziale ed uno finale. I nodi rappresentano i punti in cui si ipotizza che non confluiscono più di tre tratti. Ad ogni tronco viene assegnato un certo ordine i , che va da 1 per i tratti non derivanti da confluenze fino ad un valore massimo, associato al tratto che ha come nodo finale la sezione di chiusura. Quando due tronchi si intersecano per formarne uno nuovo, quest'ultimo assume ordine uguale al maggiore dei due precedenti oppure ordine $i + 1$ se i precedenti avevano stesso i .

Nel caso in questione il bacino idrografico oggetto di studio è caratterizzato da un corso d'acqua con soli due piccoli affluenti, pertanto si ha un ordine gerarchico $k = 3$, in base alla numerazione di Horton-Strahler.



Esempio grafico di gerarchizzazione di un bacino idrografico secondo la numerazione di Horton-Strahler.

Si procede dunque con l'individuazione dell'asta principale ricordando che per asta principale s'intende il percorso del corso d'acqua più lungo della rete idrografica dalla sorgente alla sezione di chiusura. Per costruire il profilo dell'asta principale si procede picchettando ogni punto d'intersezione fra l'asta e le curve di livello. I picchetti sono numerati secondo la convenzione anglosassone, che vede il picchetto numero 1 posto in corrispondenza della sezione di chiusura. Una volta posti i picchetti si procede al calcolo delle distanze progressive e delle distanze parziali. Per la caratterizzazione è stata calcolata la pendenza media (P_m), utilizzando due metodi, di cui è stata poi fatta la media:

- **Taylor-Schwartz** che definisce la pendenza media che dovrebbe avere un canale affinché il tempo di percorrenza all'interno del canale è lo stesso di quello dell'asta principale. Siano L_{tot} la lunghezza totale dell'asta

principale, Δl_i la lunghezza dei tratti compresi tra due picchetti, ritenuti a pendenza costante e pari a p_i , la pendenza media di Taylor-Schwartz si ricava attraverso la seguente formula:

$$p_{m(T-S)} = \left(\frac{L_{tot}}{\sum \frac{\Delta l_i}{\sqrt{p_i}}} \right)^2$$

tratto	z_{in}	z_{fin}	Δl	p	$\Delta l / \text{radq}(p)$
	(m s.l.m.m.)	(m s.l.m.m.)	(m)		
$z_1 - z_2$	260	255	131.2962	0.0380818	672.81123
$z_2 - z_3$	255	250	84.6729	0.0590508	348.44292
$z_3 - z_4$	250	245	52.5123	0.0952158	170.17923
$z_4 - z_5$	245	240	116.9107	0.0427677	565.32265
$z_5 - z_6$	240	235	78.0292	0.0640786	308.24833
$z_6 - z_7$	235	230	71.1562	0.0702679	268.4319
$z_7 - z_8$	230	225	107.0718	0.0466976	495.48174
$z_8 - z_9$	225	220	96.1823	0.0519846	421.84969
$z_9 - z_{10}$	220	215	95.386	0.0524186	416.62176
$z_{10} - z_{11}$	215	210	87.5689	0.0570979	366.47119
$z_{11} - z_{12}$	210	205	97.9636	0.0510394	433.62279
$z_{12} - z_{13}$	205	200	103.9812	0.0480856	474.18437
$z_{13} - z_{14}$	200	195	85.4849	0.0584899	353.46719
$z_{14} - z_{15}$	195	190	72.4652	0.0689986	275.87303
$z_{15} - z_{16}$	190	185	135.6882	0.0368492	706.8514
$z_{16} - z_B$	185	180	39.9762	0.1250744	113.03613

pendenza media di Taylor-Schwartz	
$p_m =$	5.19%

- **Benson** che fornisce un metodo approssimato, ma di utilizzo più immediato, proponendo la seguente relazione:

$$p_{m(B)} = \frac{z_{0.15} - z_{0.85}}{0.7 L_{tot}}$$

dove $z_{0,15}$ e $z_{0,85}$ rappresentano le quote dell'asta al 15% e all'85% di L_{tot} .

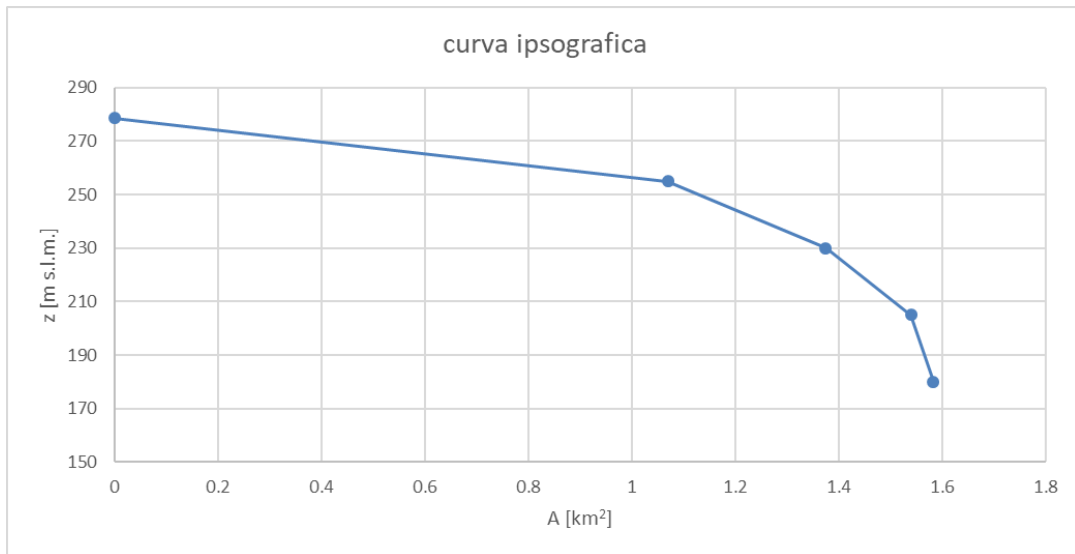
picchetto	z (m s.l.m.m.)	L (m)
1	260	0
2	255	131.2962
3	250	215.9691
4	245	268.4814
5	240	385.3921
6	235	463.4213
7	230	534.5775
8	225	641.6493
9	220	737.8316
10	215	833.2176
11	210	920.7865
12	205	1018.75
13	200	1122.731
14	195	1208.216
15	190	1280.681
16	185	1416.37
B	180	1456.346

0.15L=	218.4519 m	
0.85L=	1237.894 m	
$z_{0.15}$ =	249.7636 (m s.l.m.m.)	
$z_{0.85}$ =	192.9523 (m s.l.m.m.)	

pendenza media di Benson	
p_m =	5.57%

Le caratteristiche morfometriche del bacino oggetto di studio possono essere elencate nella seguente tabella:

PARAMETRI			
Area totale del bacino idrografico	S_{tot} =	1.58	km ²
Quota massima del bacino	z_{max} =	278.52	m
Quota minima del bacino	z_{min} =	180.00	m
Quota media del bacino	z_{med} =	255.42	m
Lunghezza asta principale	L_{asta} =	1456.35	m
Pendenza media dell'asta principale	p_{med} =	5.38	%



Curva ipsografica del bacino di competenza.

Attraverso la soprastante curva ipsografica, ottenuta dalla suddivisione del bacino in sottoaree, di cui è stata misurata la relativa quota media, è stato possibile ottenere in maniera corretta la quota media del bacino idrografico.

4. BILANCIO IDROLOGICO E CALCOLO COEFFICIENTI IDRAULICI

Il primo passo da effettuare al fine di svolgere le dovute valutazioni sugli aspetti idrologici ed idraulici del bacino idrografico di competenza è una dettagliata ricerca sui dati idrologici disponibili.

Dal sito della Protezione civile della Regione Puglia è stato possibile scaricare gli Annali Idrologici degli ultimi 10 anni (2009-2019), nonché individuare, tramite la sezione S.I.T., le stazioni pluviometriche di riferimento, ovvero quelle poste all'interno o in prossimità del bacino idrografico di competenza.

Precisamente per tale lavoro si è fatto riferimento a due stazioni, ovvero quella di Ascoli Satriano e quella di Borgo Libertà, dando maggior peso alle informazioni restituite da quest'ultima in quanto più prossima al bacino di competenza, come mostrato nelle immagini seguenti.

Anagrafica stazione



ASCOLI SATRIANO

COMUNE: ASCOLI SATRIANO

PROVINCIA: FG

COORDINATE: 41.20083, 15.55056

QUOTA: 435 m s.l.m.

Anagrafica stazione



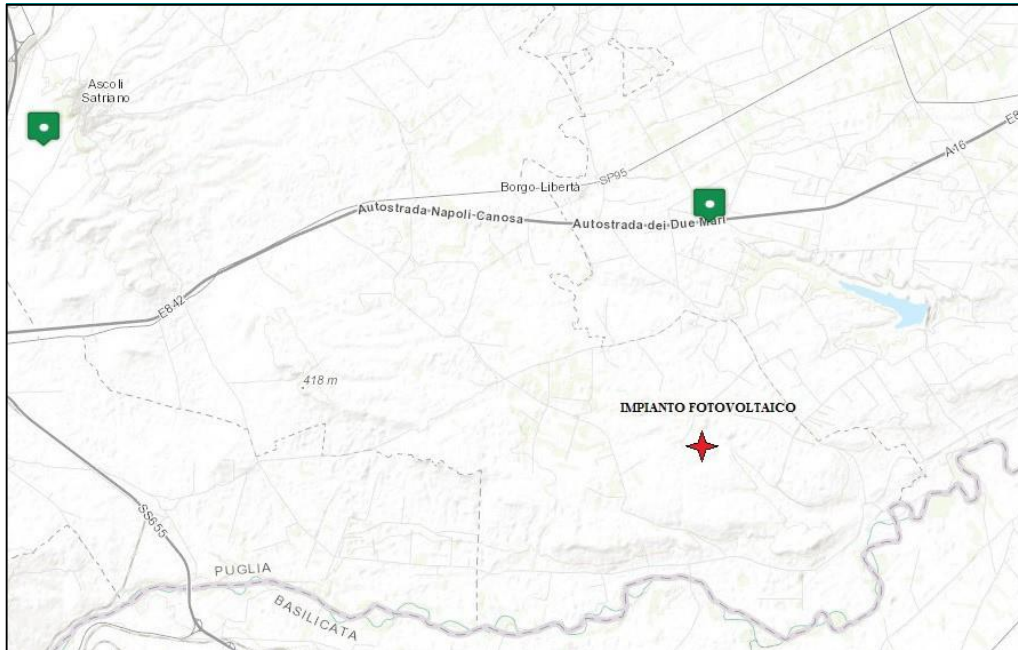
BORGO LIBERTÀ

COMUNE: CERIGNOLA

PROVINCIA: FG

COORDINATE: 41.18361, 15.75056

QUOTA: 235 m s.l.m.



Ubicazione delle stazioni pluviometriche prese di riferimento rispetto al sito oggetto di studio.

Come primo step nell'analisi idrologica del bacino d'interesse è stata effettuata un'analisi dei dati, ottenendo le precipitazioni e le temperature medie per ogni singolo anno considerato (vedi allegati), ovvero a partire dall'anno 2009 sino al 2019. A tal proposito bisogna precisare, che tale bilancio non è stato effettuato per l'anno 2014, a causa dell'assenza totale di dati per entrambe le stazioni considerate.

Dopo di ciò è stato possibile effettuare un bilancio idrologico, nonché il calcolo del coefficiente di deflusso medio annuo del bacino attraverso il metodo semplificato di Kennessey, applicabile soprattutto a piccoli bacini.

Questo metodo passa attraverso la stima di tre indici parziali, legati rispettivamente all'acclività media del bacino (C_a), alla sua copertura vegetale (C_b) e alla permeabilità delle rocce affioranti (C_p), che sono, insieme a quelli climatici, i principali fattori influenzanti il volume del deflusso superficiale.

Coefficiente	Valore	Ia < 25	25 ≤ Ia ≤ 40	Ia > 40
Ca-acclività	> 35%	0.22	0.26	0.30
	10 - 35	0.12	0.16	0.20
	3.5 - 10	0.01	0.03	0.05
	< 3.5	0.00	0.01	0.03
Cp-permeabilità	Molto bassa	0.21	0.26	0.30
	Bassa	0.17	0.21	0.25
	Mediocre	0.12	0.16	0.20
	Buona	0.06	0.08	0.10
	Elevata	0.03	0.04	0.05
Cv-vegetazione	Roccia	0.26	0.28	0.30
	Pascolo	0.17	0.21	0.25
	Coltivo	0.07	0.11	0.15
	Bosco	0.03	0.04	0.05

Tabella utilizzata nel metodo di Kennessey per il calcolo dell'Indice di aridità.

- Acclività media del bacino:

In generale una maggiore acclività media comporta un aumento del deflusso superficiale, sfavorendo il ristagno delle acque meteoriche e di conseguenza l'infiltrazione e l'evapotraspirazione.

- Copertura vegetale del bacino:

Una fitta copertura vegetale fa diminuire il valore del coefficiente di deflusso, sia perché è maggiore in questi casi il volume d'acqua disperso per traspirazione dalle piante, sia perché la vegetazione tende ad ostacolare il deflusso superficiale, rallentandolo e favorendo quindi l'infiltrazione.

- Permeabilità media del bacino:

E' evidente che un'elevata permeabilità media favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche, riducendo di conseguenza il deflusso superficiale.

- Fattori climatici (piovosità e temperatura).

Il valore del coefficiente di deflusso C_f del bacino calcolato secondo la metodologia di Kennessey è pari a 0,182, come mostrato in dettaglio negli allegati.

Partendo dai dati pluviometrici forniti da una stazione di misura, è possibile eseguire le elaborazioni necessarie per ottenere le curve che descrivono l'altezza delle precipitazioni (h) in funzione della loro durata (t).

L'equazione che collega queste due variabili ha la seguente forma:

$$h \text{ (mm)} = at^n$$

dove

a = variabile funzione del tempo di ritorno;

n = costante per un dato valore di t;

e prende il nome di curva o linea segnalatrice di possibilità climatica o pluviometrica.

I dati pluviometrici necessari al calcolo sono reperibili sugli Annali Idrologici delle stazioni pluviografiche. Su tali documenti vengono generalmente fornite, in forma di tabella, le massime precipitazioni registrate anno per anno, per determinate durate di riferimento.

Normalmente si distinguono i dati relativi alle precipitazioni con durata inferiore ad 1 ora (piogge di notevole intensità e breve durata), da quelle di durata superiore. Le durate di riferimento sono generalmente standard, prendendo in considerazione durate di 10, 15, 30, 45 minuti, nel caso di piogge brevi ed intense, e di 1, 3, 6, 12 e 24 ore nel caso di precipitazioni orarie. Nel caso in questione sono state elaborate le piogge con durata superiore ad 1 ora (vedi allegati).

Per il calcolo del coefficiente di afflusso è stata effettuata la stima delle precipitazioni efficaci, per le quali s'intende la frazione della precipitazione complessiva, non trattenuta dal terreno e dalla vegetazione, che partecipa alla formazione del deflusso superficiale. Il rapporto fra precipitazione efficace e precipitazione lorda prende appunto il nome di coefficiente di afflusso.

Il valore della precipitazione efficace dipende principalmente da tre fattori:

il grado di saturazione del terreno superficiale al momento del verificarsi dell'evento meteorico: maggiore è il grado di saturazione, legato ad eventi meteorici precedenti, minore è la capacità del terreno di assorbire altra acqua e di conseguenza maggiore è la frazione del volume d'acqua precipitato che va ad alimentare il deflusso superficiale;

la permeabilità delle litologie superficiali: ovviamente una maggiore permeabilità dei terreni superficiali favorisce l'infiltrazione dell'acqua

meteorica, comportando una conseguente diminuzione del deflusso superficiale;

l'uso del suolo: la destinazione del suolo influisce notevolmente sul volume del deflusso superficiale: una fitta copertura vegetale, per esempio, tende a diminuirlo, un'intensa urbanizzazione, diminuendo la permeabilità superficiale del terreno, tende viceversa ad aumentarlo.

Per questo studio il calcolo del coefficiente di afflusso è stato effettuato tramite l'applicazione del metodo di Rasulo e Gisonni (1997), ovvero un metodo semplificato, che consente di stimare il coefficiente di afflusso di un bacino in funzione del tempo di ritorno dell'evento meteorico.

La relazione è la seguente:

$$c_a = c_{ap} (1 - A_{imp}) + c_{ai} A_{imp}$$

dove:

c_a = coefficiente di afflusso;

c_{ap} = coefficiente di afflusso per le aree permeabili del bacino;

c_{ai} = coefficiente di afflusso per le aree impermeabili del bacino;

A_{imp} = rapporto fra l'area impermeabile e l'area totale del bacino.

Sia c_{ap} che c_{ai} vengono tabellati dal software utilizzato in funzione del tempo di ritorno dell'evento meteorico.

Tempo di ritorno(anni)	c_{ap}	c_{ai}
<2	0-0.15	0.60-0.75
2-10	0.10-0.25	0.65-0.80
>10	0.15-0.30	0.70-0.90

I valori calcolati del coefficiente di afflusso e delle precipitazioni efficaci per ciascun tempo di ritorno considerato sono esposti nei tabulati allegati.

5. DURATA CRITICA E CALCOLO PORTATE

Per la durata critica sono state adottate le formule empiriche suggerite in letteratura per la stima del tempo di corrivazione, già dettagliatamente descritte nel paragrafo 2.

Per questo studio sono state utilizzate due metodologie di calcolo, ovvero quella di Pezzoli e quella di Giandotti, ottenendo rispettivamente un valore di τ_c pari a 0,200 h e 0,834 h.

Metodo	Pezzoli	Giandotti	Media valori
Tempo di corrivazione τ_c (espresso in ore)	0,200	0,834	0,517

Per quanto riguarda invece il calcolo delle portate massime annuali per i diversi tempi di ritorno considerati, come già anticipato nel paragrafo 2, è stato effettuato applicando sia la formula del metodo razionale sia quella di Merlo, escludendo quella di Giandotti, non idonea per bacini di piccole dimensioni, come nel caso in questione.

I valori di portata di piena massima calcolati secondo i metodi cinematici, secondo diversi periodi di ritorno T_r , possono riassumersi come segue:

Tempo di ritorno (anni)	Q_{max} Metodo razionale	Q_{max} Metodo di Merlo	Q_{max} Media valori
$T_r = 50$	2,45 m ³ /s	0,79 m ³ /s	1,62 m ³ /s
$T_r = 100$	3,05 m ³ /s	1,07 m ³ /s	2,06 m ³ /s
$T_r = 200$	4,15 m ³ /s	1,60 m ³ /s	2,88 m ³ /s

Per i successivi calcoli sulla verifica delle sezioni d'alveo sono stati utilizzati i valori medi di Q_{max} esposti nella tabella precedente.

6. VERIFICA SEZIONI D'ALVEO

La verifica dell'altezza idrometrica relativa alla portata di piena massima per ciascun periodo di ritorno considerato (Tr50, Tr100 e Tr200), è stata svolta su n.8 sezioni topografiche. Le relative tracce e profili di quest'ultime sono mostrati nella cartografia allegata a questo studio.

Tutte le simulazioni di calcolo sono state eseguite con il supporto del software HEC-RAS.

Per tutte le sezioni è stata applicata una verifica in condizioni di moto uniforme, secondo cui la portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione:

$$Q \text{ (mc/s)} = A \times v_m$$

dove:

A (mq) = area della sezione trasversale dell'alveo;

v_m (m/s) = velocità media della corrente.

Assumendo il criterio del moto uniforme, cioè immaginando che la linea piezometrica abbia la stessa inclinazione dell'alveo nella direzione della corrente, criterio valido in corsi d'acqua a debole pendenza, la velocità media della corrente può essere espressa dalla relazione Manning- Strickler:

$$v_m \text{ (m/s)} = K_s \times R_h^{2/3} \times (i/100)^{1/2}$$

dove:

K_s ($m^{1/3}s^{-1}$) = coefficiente di resistenza di Strickler;

R_h (m) = raggio idraulico = A / Perimetro bagnato;

(%) = pendenza dell'alveo nel tratto considerato.

Per i valori del coefficiente di resistenza K_s (Strickler) in letteratura vengono proposti i valori presentati nella seguente tabella:

Natura superficie	K
Alveo in terra, rettilineo	40-50
Alveo in terra, meandriforme	20-33
Alveo in ghiaia (75-150mm) rettilineo	25-33
Canali non rivestiti, in terra, rettilinei	40-55
Canali non rivestiti, in roccia	22-40
Canali rivestiti (intonaco cementizio)	60-83

Tabella dei valori del coefficiente di Strickler K_s relativi a differenti tipologie di alveo.

Nel nostro caso sono stati considerati valori di coefficiente di resistenza K_s (Strickler) compresi in un range di 40-55 $m^{1/3}s^{-1}$ in quanto trattasi di un alveo non rivestito, con andamento rettilineo. Nello specifico si assume valore pari a 45 $m^{1/3}s^{-1}$ per il canale centrale mentre valore pari a 40 $m^{1/3}s^{-1}$ per le golene. Nel modello di calcolo coefficiente di resistenza viene inserito come coefficiente di Manning espresso in $m^{-1/3}s^1$.

Ovviamente i risultati di tale verifica dipendono non soltanto dai valori delle portate e dal coefficiente K_s , ma anche dalla pendenza dell'alveo, calcolata nei capitoli precedenti per l'asta principale.

Da come si può evincere dai risultati mostrati dai tabulati di calcolo, la verifica dell'alveo d'interesse, per tutte le sezioni considerate, ha mostrato

che l'altezza idrometrica, in relazione agli eventi di piena, è sempre compresa all'interno dell'alveo, non andando ad interessare le aree oggetto d'intervento (vedi allegati).

7. CONCLUSIONI

Il presente studio idrologico ed idraulico è stato redatto, su incarico della ditta ASCOLI SATRIANO 2 PV S.r.l., ai fini del "Progetto per la realizzazione di un impianto fotovoltaico nel Comune di Ascoli Satriano (FG) in loc. Zambaglione".

L'ungo l'alveo oggetto di studio è stata effettuata una verifica su n.8 sezioni, al fine di verificare la stabilità dei luoghi oggetto d'intervento dal punto di vista idraulico.

I risultati hanno dimostrato che, lungo tutto il tratto di alveo d'interesse, in concomitanza di eventi di piena, per differenti periodi di ritorno, si escludono fenomeni di alluvionamento nelle aree oggetto d'intervento.

Avellino, lì 08/12/2021

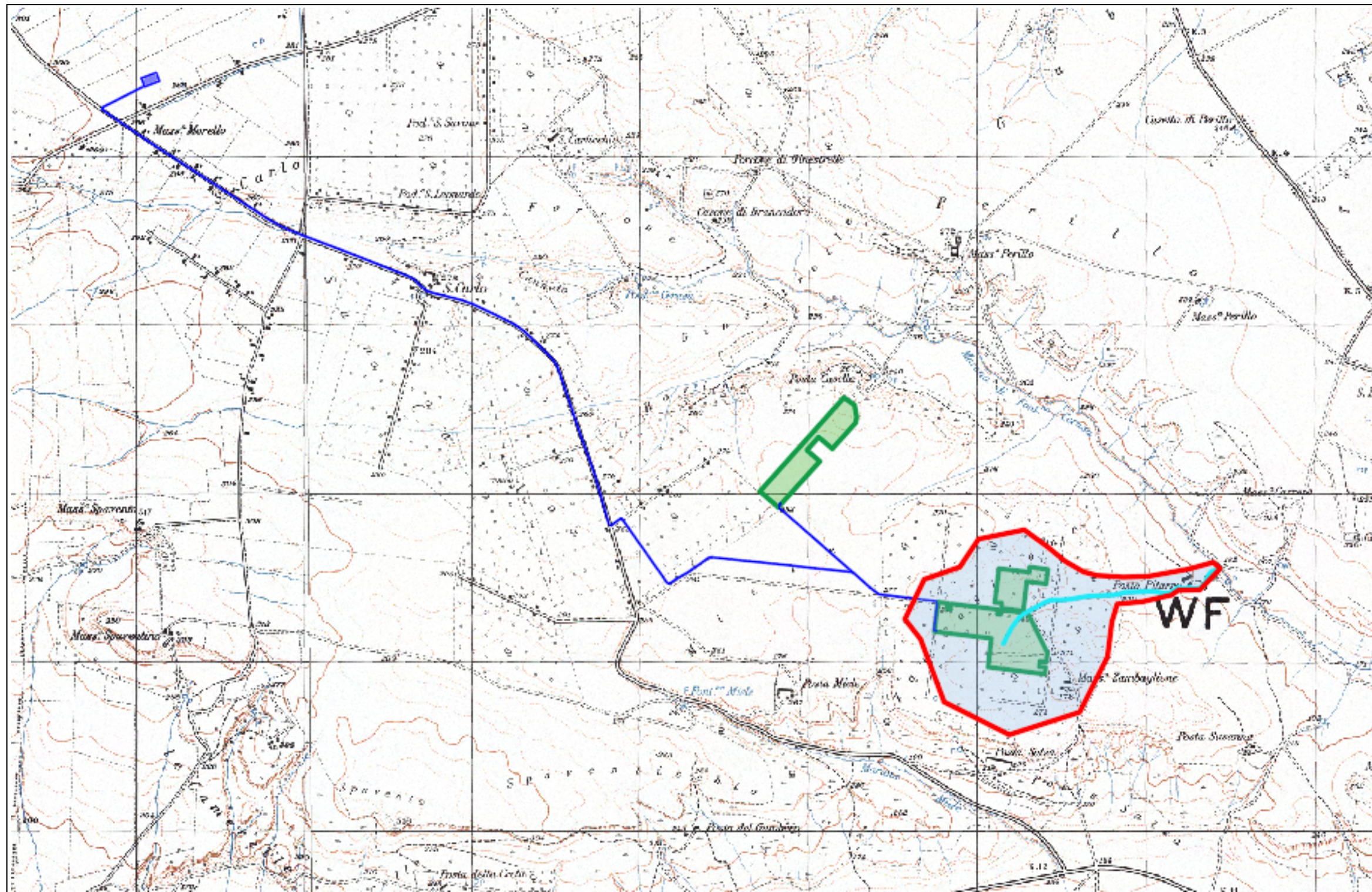
Il Tecnico








UBICAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

"Progetto per la realizzazione di un impianto alimentato da fonte fotovoltaica - Ascoli Satriano"

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA



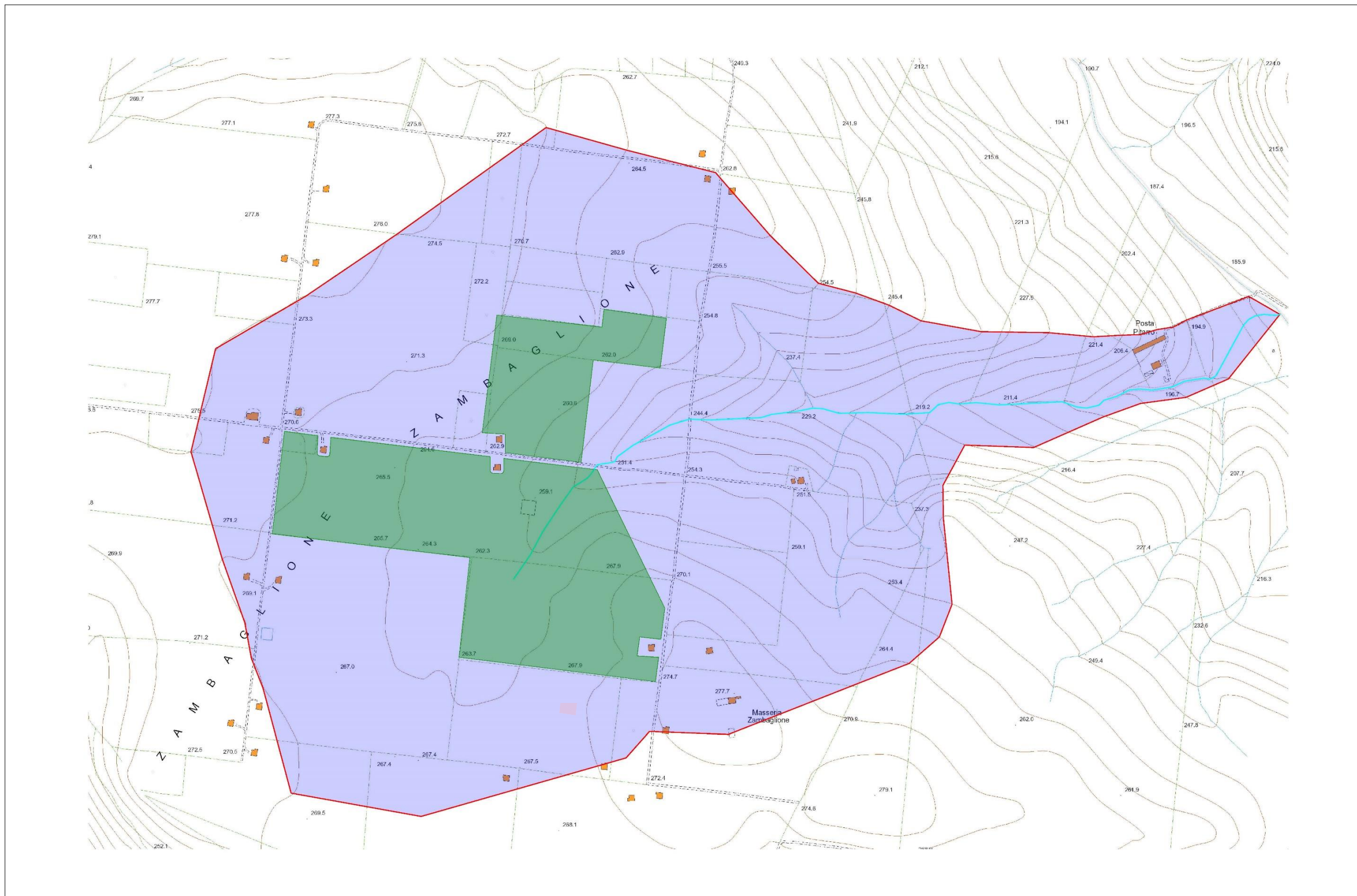
LEGENDA

-  Area impianto fotovoltaico
-  Sottostazione
-  Area Bacino
-  Elettrodo MT esterno
-  Asta Principale




IDROGRAFIA E BACINO

"Progetto per la realizzazione di un impianto alimentato da fonte fotovoltaica - Ascoli Satriano"

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA



LEGENDA

-  Area impianto fotovoltaico
-  Bacino idrografico
-  Reticolo idrografico

scala 1:10.000

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2009

Sigla: 2009

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	6,9	156,6	1
Febbraio	5,9	18,8	1
Marzo	9,4	116,4	1
Aprile	13,7	92,6	1
Maggio	20,7	14,4	1
Giugno	22,4	29,2	1
Luglio	25,9	18,6	1
Agosto	26,4	3,6	1
Settembre	21,2	30,6	1
Ottobre	14,8	82,4	1
Novembre	12,8	30,4	1
Dicembre	9,1	70,4	1

Precipitazione totale
annua(mm):664

Temperatura media
annua(°C):15,8

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2010

Sigla: 2010

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	6,1	59,8	1
Febbraio	8	54,8	1
Marzo	10,3	52	1
Aprile	13,1	75,2	1
Maggio	17,5	26,8	1
Giugno	22,2	53,6	1
Luglio	25,7	48	1
Agosto	25,6	0	1
Settembre	19,8	53,8	1
Ottobre	15	131,4	1
Novembre	12,9	131,2	1
Dicembre	7,4	29	1

Precipitazione totale
annua(mm):716

Temperatura media
annua(°C):15,3

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2011

Sigla: 2011

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	7,2	54,8	1
Febbraio	7,7	44,8	1
Marzo	9,4	98	1
Aprile	13,9	65,6	1
Maggio	17,2	45,8	1
Giugno	22,4	18,4	1
Luglio	24,7	41,2	1
Agosto	26,7	0,8	1
Settembre	23,7	47,2	1
Ottobre	15,6	28,4	1
Novembre	11,5	45,6	1
Dicembre	9,4	29	1

Precipitazione totale
annua(mm):520

Temperatura media
annua(°C):15,8

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2012

Sigla: 2012

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	6,4	31	1
Febbraio	3,7	92	1
Marzo	12	51,6	1
Aprile	13,8	53	1
Maggio	17,4	14,8	1
Giugno	25,3	0,4	1
Luglio	27,2	63,2	1
Agosto	27,4	7,6	1
Settembre	22,1	58	1
Ottobre	17,8	42,2	1
Novembre	13,3	158,4	1
Dicembre	7,4	67,4	1

Precipitazione totale
annua(mm):640

Temperatura media
annua(°C):16,1

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2013

Sigla: 2013

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	7,7	73,2	1
Febbraio	6,3	60	1
Marzo	9,8	47,4	1
Aprile	15	32,2	1
Maggio	17,2	100,4	1
Giugno	21,5	32,8	1
Luglio	24,6	55,2	1
Agosto	25,2	53,6	1
Settembre	21,1	13	1
Ottobre	18,1	50	1
Novembre	11,8	97,2	1
Dicembre	8,9	126,6	1

Precipitazione totale
annua(mm):742

Temperatura media
annua(°C):15,6

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2015

Sigla: 2015

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	7,9	109,4	1
Febbraio	7,6	56,8	1
Marzo	10,1	68,6	1
Aprile	13,7	30,6	1
Maggio	19,7	61,2	1
Giugno	22,9	35	1
Luglio	28,3	1,4	1
Agosto	26,6	19,2	1
Settembre	23,1	49,2	1
Ottobre	16,5	148	1
Novembre	12,7	28	1
Dicembre	9,5	2,6	1

Precipitazione totale
annua(mm):610

Temperatura media
annua(°C):16,6

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2016

Sigla: 2016

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	8,8	21,8	1
Febbraio	11,3	36	1
Marzo	10	135,6	1
Aprile	15,5	42,6	1
Maggio	17,4	55,4	1
Giugno	23	20,8	1
Luglio	26,7	77	1
Agosto	25	32,6	1
Settembre	20,7	188,2	1
Ottobre	16,6	70,8	1
Novembre	12,7	64	1
Dicembre	8	4,2	1

Precipitazione totale
annua(mm):749

Temperatura media
annua(°C):16,3

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2017

Sigla: 2017

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	4,5	51,6	1
Febbraio	10,4	18,4	1
Marzo	12,3	4	1
Aprile	14	32,4	1
Maggio	18,9	77,2	1
Giugno	25,7	2,6	1
Luglio	27,6	25,4	1
Agosto	28,5	0,2	1
Settembre	21	68,2	1
Ottobre	16,8	16,2	1
Novembre	11,9	89,4	1
Dicembre	8,2	41,4	1

Precipitazione totale
annua(mm):427

Temperatura media
annua(°C):16,6

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2018

Sigla: 2018

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	9,2	41,8	1
Febbraio	6,5	41,4	1
Marzo	10,4	16,2	1
Aprile	16,4	8	1
Maggio	19,5	123,6	1
Giugno	22,9	29,4	1
Luglio	27	29,8	1
Agosto	26,2	31,8	1
Settembre	22,5	61,6	1
Ottobre	17,8	114,4	1
Novembre	12,7	60,6	1
Dicembre	8,8	34,2	1

Precipitazione totale
annua(mm):593

Temperatura media
annua(°C):16,7

Committente: Ascoli Satriano 2PV S.r.l.

Località: Zambaglione - Ascoli Satriano (FG)

Descrizione: Impianto fotovoltaico

Note: Bilancio idrologico anno 2019

Sigla: 2019

Dati climatici del bacino

<i>Mese</i>	<i>Temperatura media (°C)</i>	<i>Precipitazione media (mm)</i>	<i>Fattore insolazione</i>
Gennaio	5,4	92,8	1
Febbraio	8,3	17,2	1
Marzo	12,1	25,8	1
Aprile	13,8	63,8	1
Maggio	15,2	50,2	1
Giugno	25,7	19,8	1
Luglio	26,2	94,4	1
Agosto	27,4	31,4	1
Settembre	22,9	13,4	1
Ottobre	18,6	45,4	1
Novembre	14,2	77,2	1
Dicembre	10,1	30,2	1

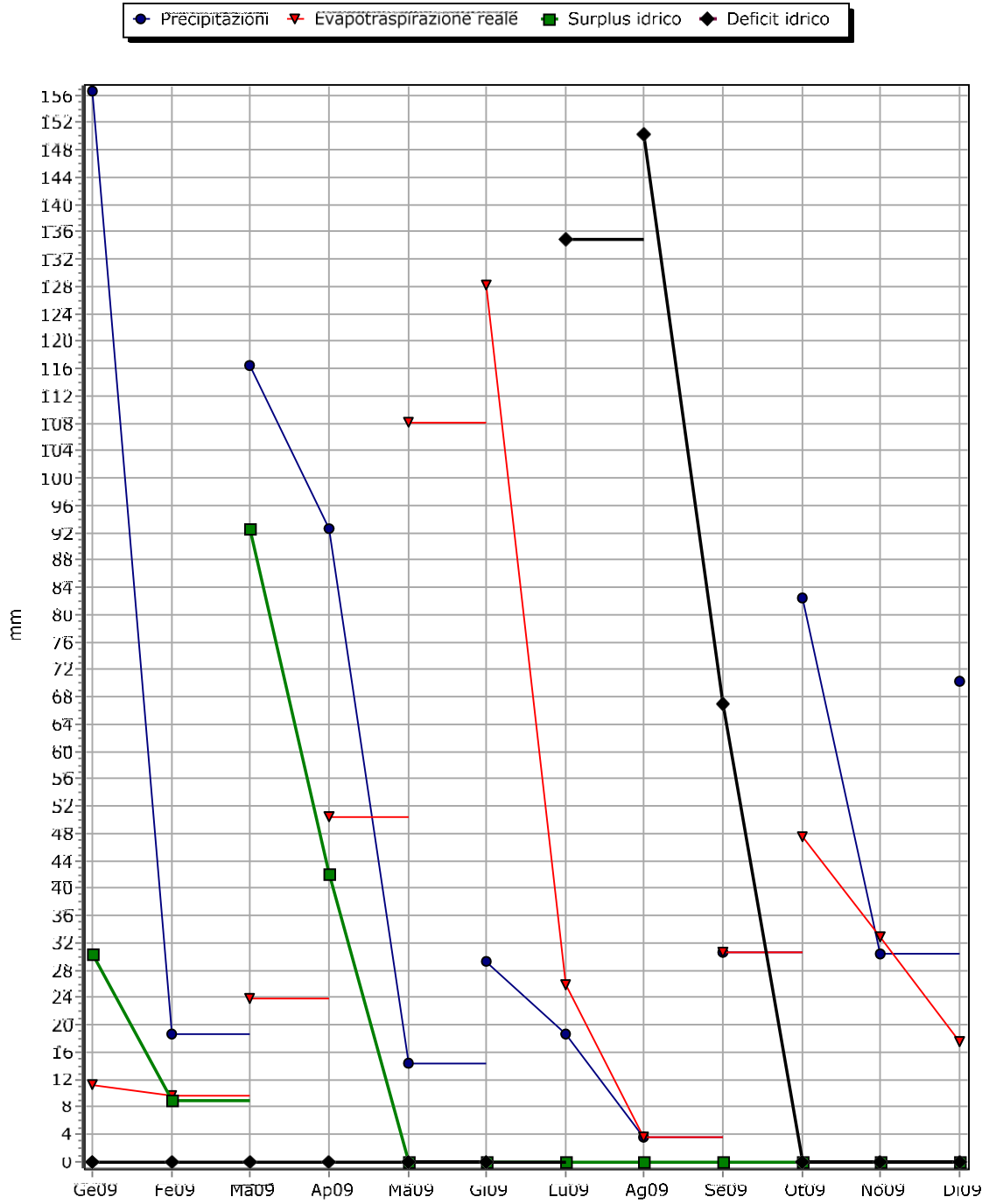
Precipitazione totale
annua(mm):562

Temperatura media
annua(°C):16,7

Bilancio idrologico di un bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2009	Gennaio	156,6	6,9	0,79	1,63	14	11	145	200	11	30	0
2009	Febbraio	18,8	5,9	0,88	1,28	11	10	9	200	10	9	0
2009	Marzo	116,4	9,4	0,99	2,6	24	24	93	200	24	93	0
2009	Aprile	92,6	13,7	1,12	4,6	45	50	42	200	50	42	0
2009	Maggio	14,4	20,7	1,21	8,59	89	108	-94	106	108	0	0
2009	Giugno	29,2	22,4	1,26	9,68	102	128	-99	7	128	0	0
2009	Luglio	18,6	25,9	1,24	12,06	130	161	-142	0	26	0	135
2009	Agosto	3,6	26,4	1,15	12,42	134	154	-150	0	4	0	150
2009	Settembre	30,6	21,2	1,05	8,91	93	98	-67	0	31	0	67
2009	Ottobre	82,4	14,8	0,93	5,17	51	48	35	35	48	0	0
2009	Novembre	30,4	12,8	0,82	4,15	40	33	-3	32	33	0	0
2009	Dicembre	70,4	9,1	0,77	2,48	23	18	53	85	18	0	0

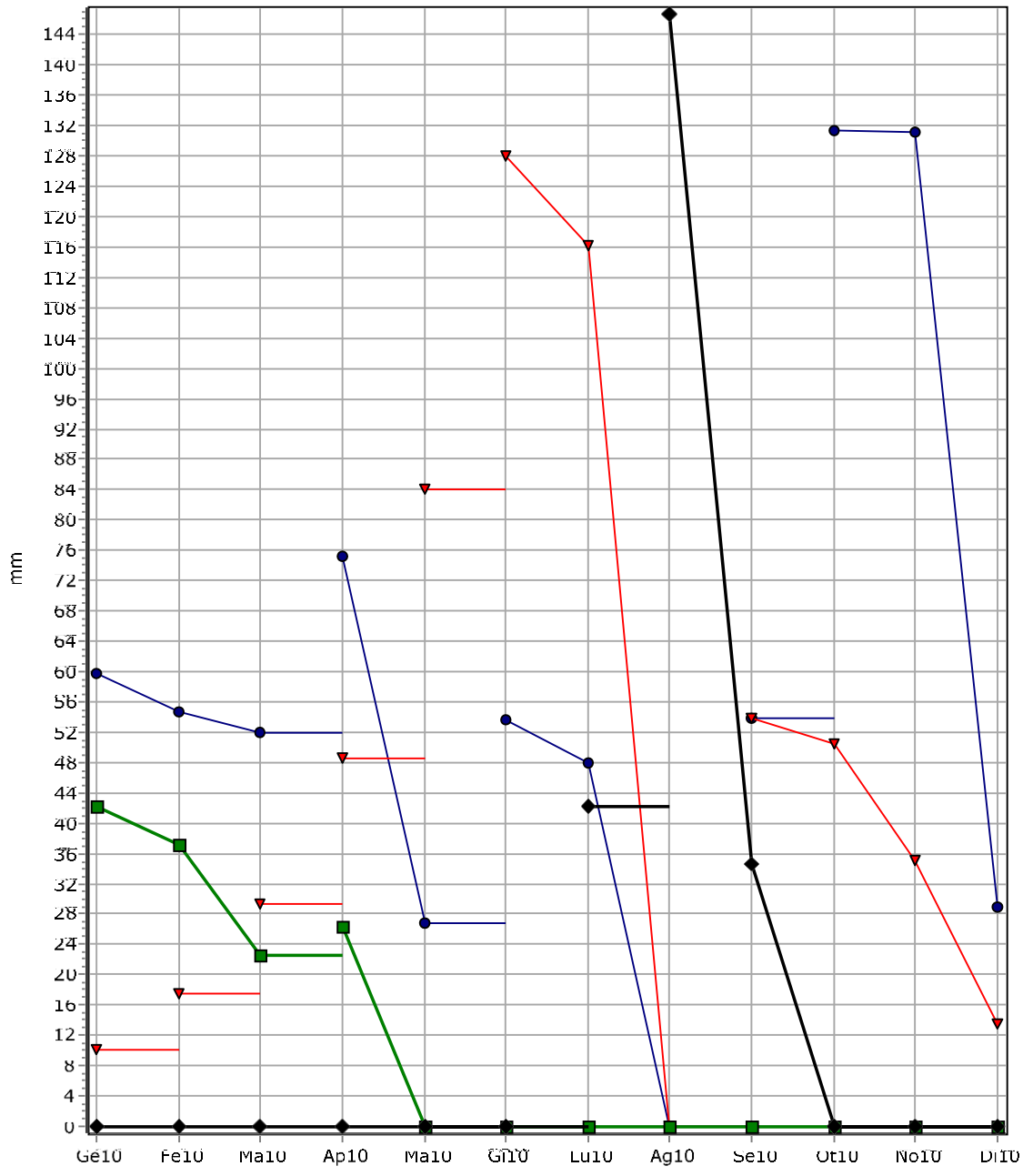
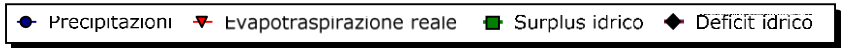
Bilancio idrologico di un bacino



Bilancio idrologico di un bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2010	Gennaio	59,8	6,1	0,79	1,35	13	10	50	200	10	42	0
2010	Febbraio	54,8	8	0,88	2,04	20	18	37	200	18	37	0
2010	Marzo	52	10,3	0,99	2,99	30	29	23	200	29	23	0
2010	Aprile	75,2	13,1	1,12	4,3	44	49	27	200	49	27	0
2010	Maggio	26,8	17,5	1,21	6,66	69	84	-57	143	84	0	0
2010	Giugno	53,6	22,2	1,26	9,55	101	128	-74	68	128	0	0
2010	Luglio	48	25,7	1,24	11,92	128	159	-111	0	116	0	42
2010	Agosto	0	25,6	1,15	11,85	127	147	-147	0	0	0	147
2010	Settembre	53,8	19,8	1,05	8,03	85	88	-35	0	54	0	35
2010	Ottobre	131,4	15	0,93	5,28	54	50	81	81	50	0	0
2010	Novembre	131,2	12,9	0,82	4,2	43	35	96	177	35	0	0
2010	Dicembre	29	7,4	0,77	1,81	17	13	16	193	13	0	0

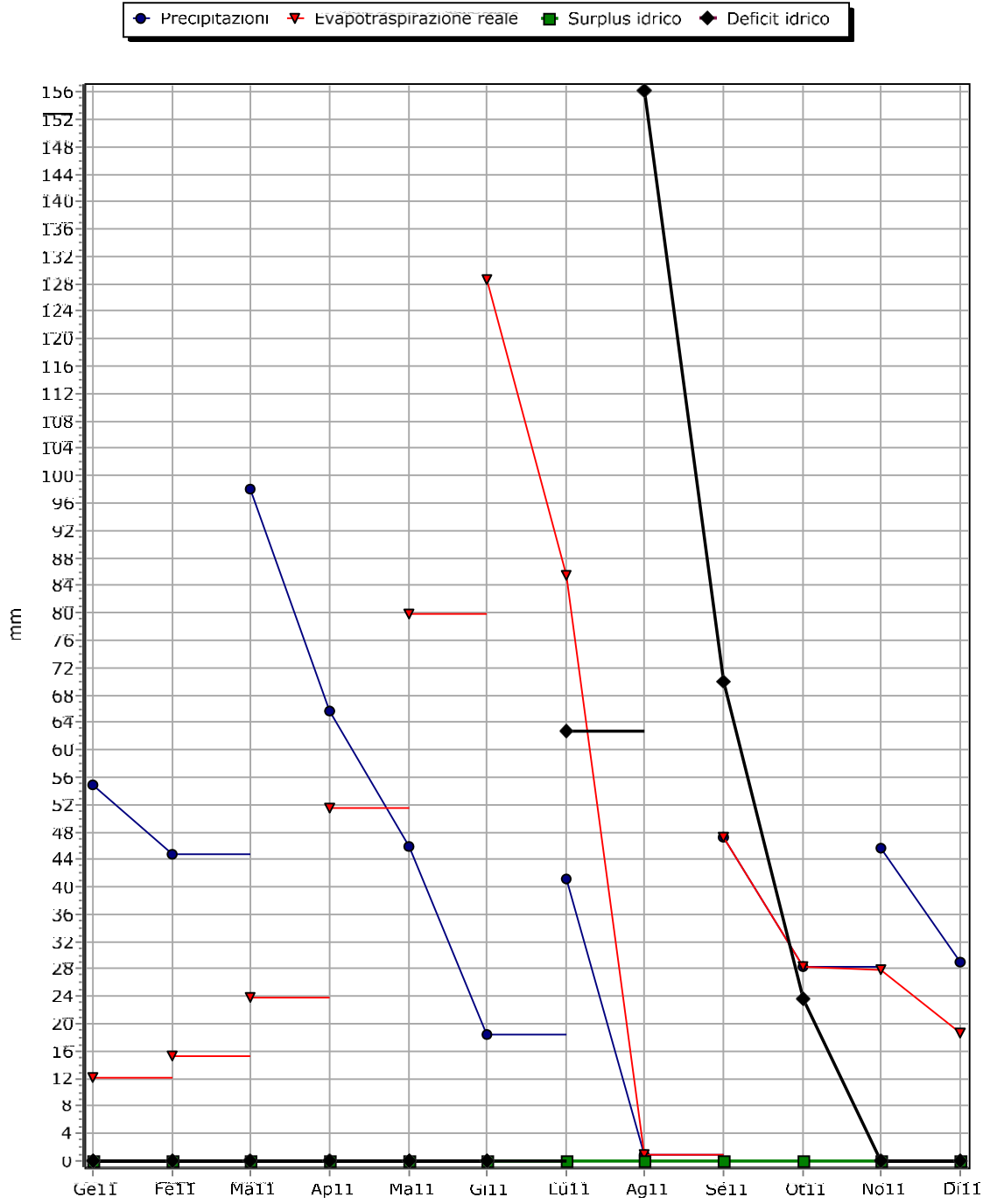
Bilancio idrologico di un bacino



Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2011	Gennaio	54,8	7,2	0,79	1,74	16	12	43	71	12	0	0
2011	Febbraio	44,8	7,7	0,88	1,92	17	15	29	100	15	0	0
2011	Marzo	98	9,4	0,99	2,6	24	24	74	174	24	0	0
2011	Aprile	65,6	13,9	1,12	4,7	46	52	14	188	52	0	0
2011	Maggio	45,8	17,2	1,21	6,49	66	80	-34	154	80	0	0
2011	Giugno	18,4	22,4	1,26	9,68	102	129	-110	44	129	0	0
2011	Luglio	41,2	24,7	1,24	11,23	120	148	-107	0	85	0	63
2011	Agosto	0,8	26,7	1,15	12,63	136	157	-156	0	1	0	156
2011	Settembre	47,2	23,7	1,05	10,55	112	117	-70	0	47	0	70
2011	Ottobre	28,4	15,6	0,93	5,6	56	52	-24	0	28	0	24
2011	Novembre	45,6	11,5	0,82	3,53	34	28	18	18	28	0	0
2011	Dicembre	29	9,4	0,77	2,6	24	19	10	28	19	0	0

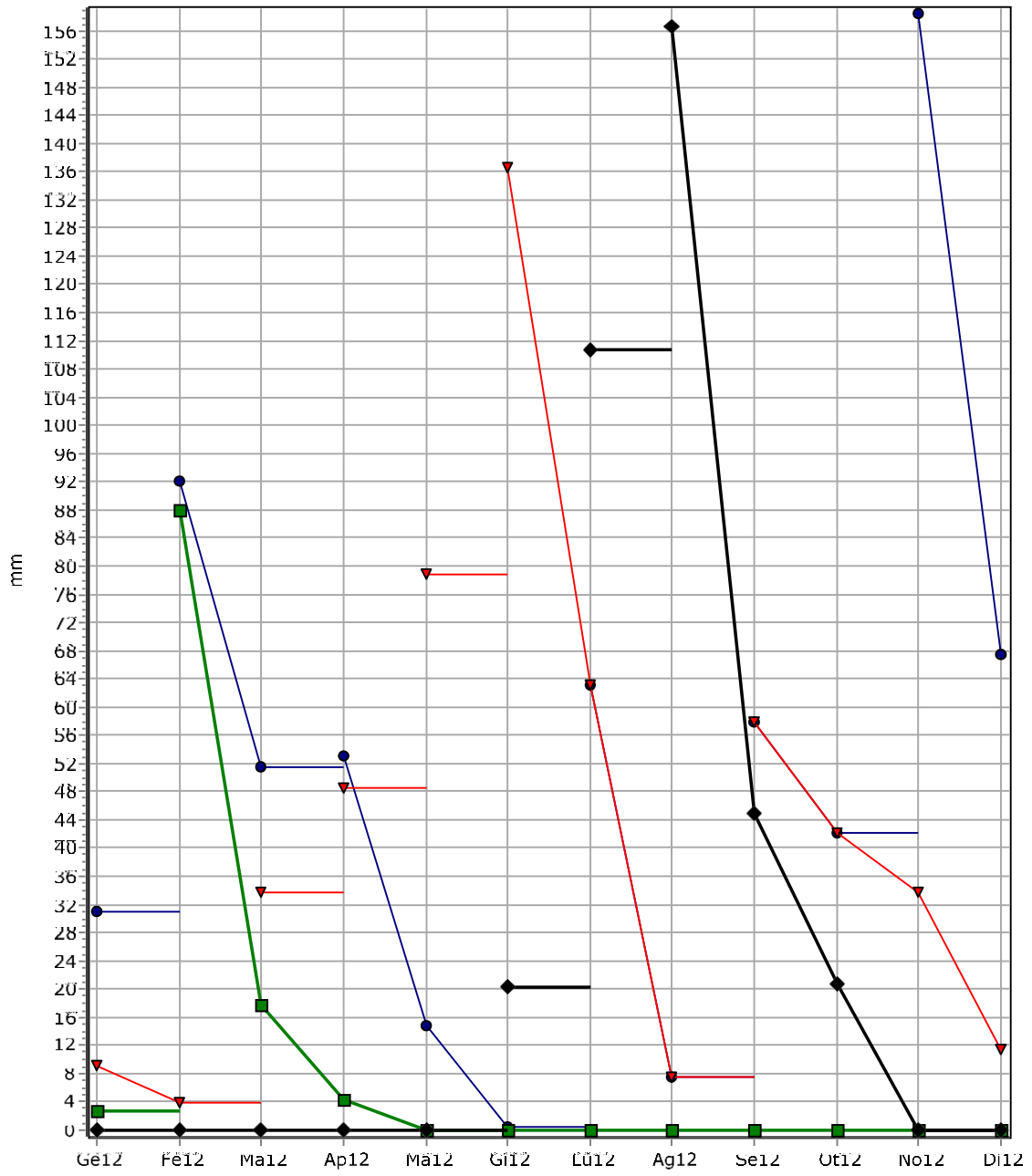
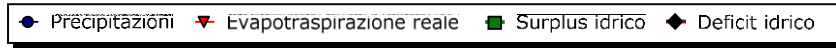
Bilancio idrologico del bacino



Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2012	Gennaio	31	6,4	0,79	1,45	12	9	22	200	9	3	0
2012	Febbraio	92	3,7	0,88	0,63	4	4	88	200	4	88	0
2012	Marzo	51,6	12	0,99	3,76	34	34	18	200	34	18	0
2012	Aprile	53	13,8	1,12	4,65	44	49	4	200	49	4	0
2012	Maggio	14,8	17,4	1,21	6,61	65	79	-64	136	79	0	0
2012	Giugno	0,4	25,3	1,26	11,64	124	157	-156	0	136	0	20
2012	Luglio	63,2	27,2	1,24	12,99	141	174	-111	0	63	0	111
2012	Agosto	7,6	27,4	1,15	13,14	143	164	-157	0	8	0	157
2012	Settembre	58	22,1	1,05	9,49	98	103	-45	0	58	0	45
2012	Ottobre	42,2	17,8	0,93	6,84	68	63	-21	0	42	0	21
2012	Novembre	158,4	13,3	0,82	4,4	41	34	125	125	34	0	0
2012	Dicembre	67,4	7,4	0,77	1,81	15	11	56	181	11	0	0

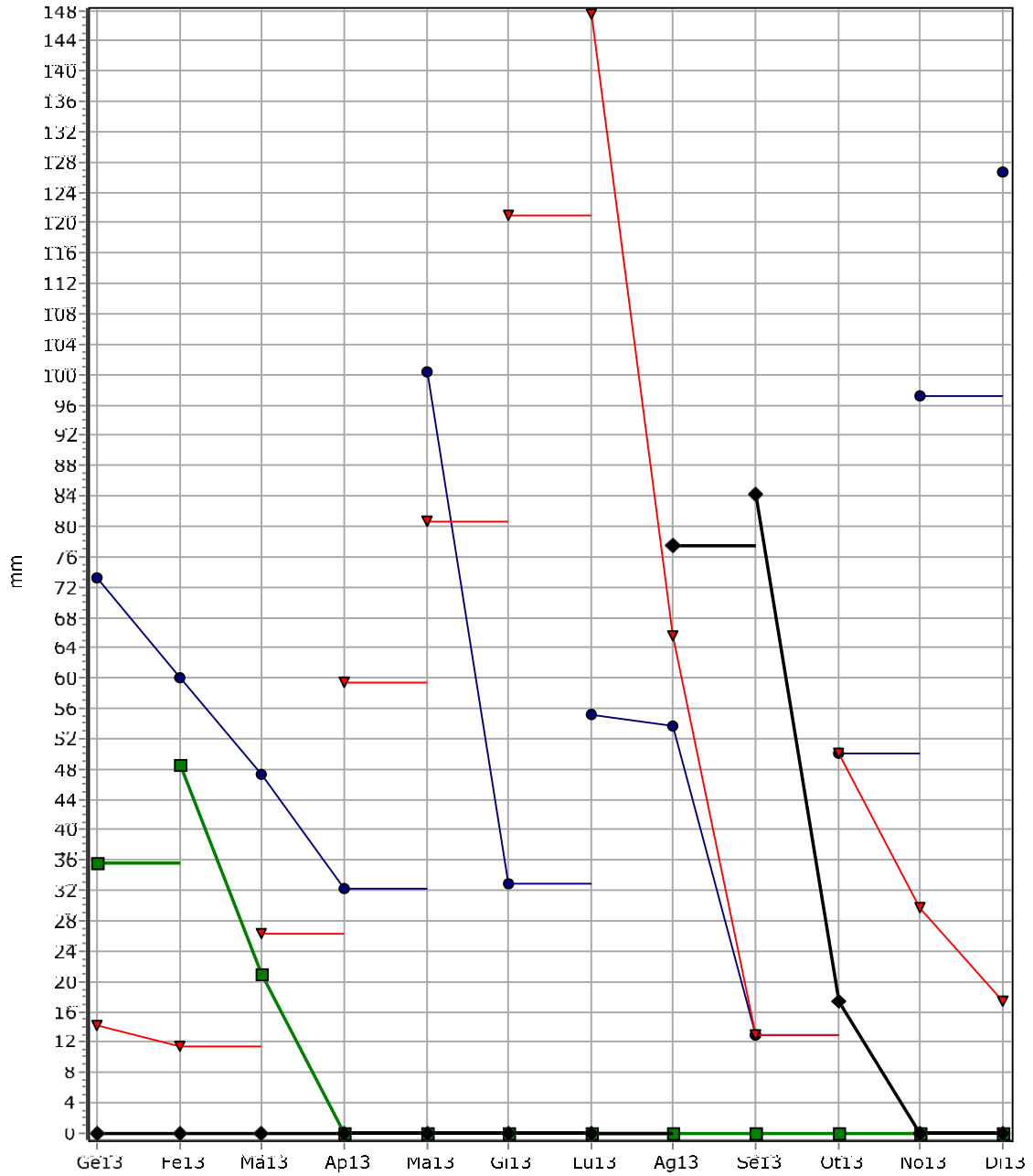
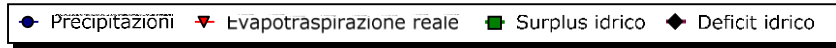
Bilancio idrologico del bacino



Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2013	Gennaio	73,2	7,7	0,79	1,92	18	14	59	200	14	36	0
2013	Febbraio	60	6,3	0,88	1,42	13	11	49	200	11	49	0
2013	Marzo	47,4	9,8	0,99	2,77	27	26	21	200	26	21	0
2013	Aprile	32,2	15	1,12	5,28	53	59	-27	173	59	0	0
2013	Maggio	100,4	17,2	1,21	6,49	67	81	20	192	81	0	0
2013	Giugno	32,8	21,5	1,26	9,1	96	121	-88	104	121	0	0
2013	Luglio	55,2	24,6	1,24	11,16	119	147	-92	12	147	0	0
2013	Agosto	53,6	25,2	1,15	11,57	124	143	-89	0	66	0	77
2013	Settembre	13	21,1	1,05	8,85	93	97	-84	0	13	0	84
2013	Ottobre	50	18,1	0,93	7,01	72	67	-17	0	50	0	17
2013	Novembre	97,2	11,8	0,82	3,67	36	30	67	67	30	0	0
2013	Dicembre	126,6	8,9	0,77	2,39	23	18	109	177	18	0	0

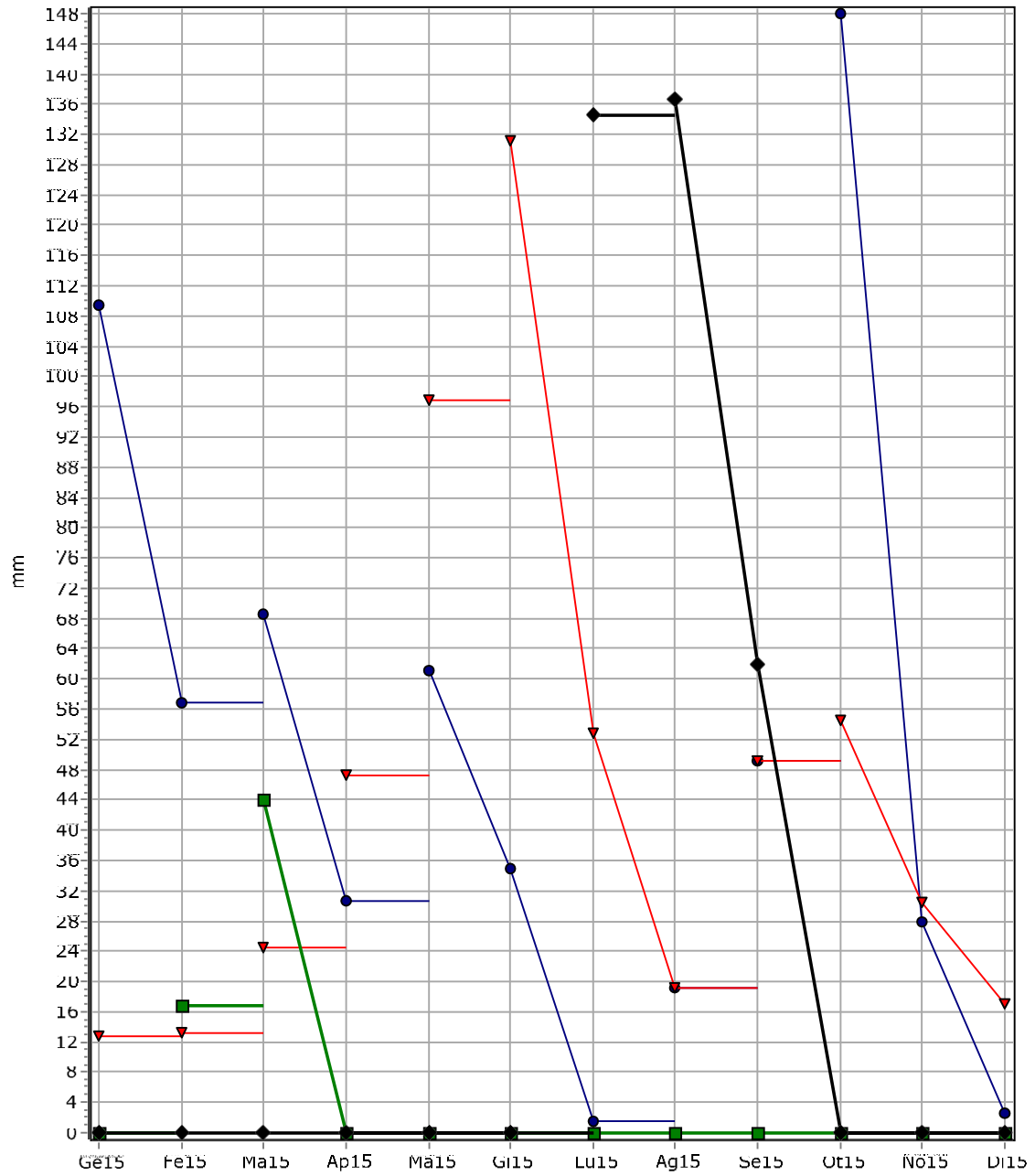
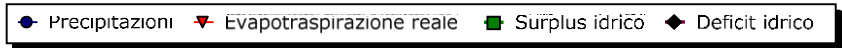
Bilancio idrologico del bacino



Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2015	Gennaio	109,4	7,9	0,79	2,0	16	13	97	173	13	0	0
2015	Febbraio	56,8	7,6	0,88	1,88	15	13	44	200	13	17	0
2015	Marzo	68,6	10,1	0,99	2,9	25	25	44	200	25	44	0
2015	Aprile	30,6	13,7	1,12	4,6	42	47	-17	183	47	0	0
2015	Maggio	61,2	19,7	1,21	7,97	80	97	-36	148	97	0	0
2015	Giugno	35	22,9	1,26	10,01	104	131	-96	51	131	0	0
2015	Luglio	1,4	28,3	1,24	13,8	151	187	-186	0	53	0	135
2015	Agosto	19,2	26,6	1,15	12,56	135	156	-137	0	19	0	137
2015	Settembre	49,2	23,1	1,05	10,15	106	111	-62	0	49	0	62
2015	Ottobre	148	16,5	0,93	6,1	59	55	93	93	55	0	0
2015	Novembre	28	12,7	0,82	4,1	37	30	-2	91	30	0	0
2015	Dicembre	2,6	9,5	0,77	2,64	22	17	-15	77	17	0	0

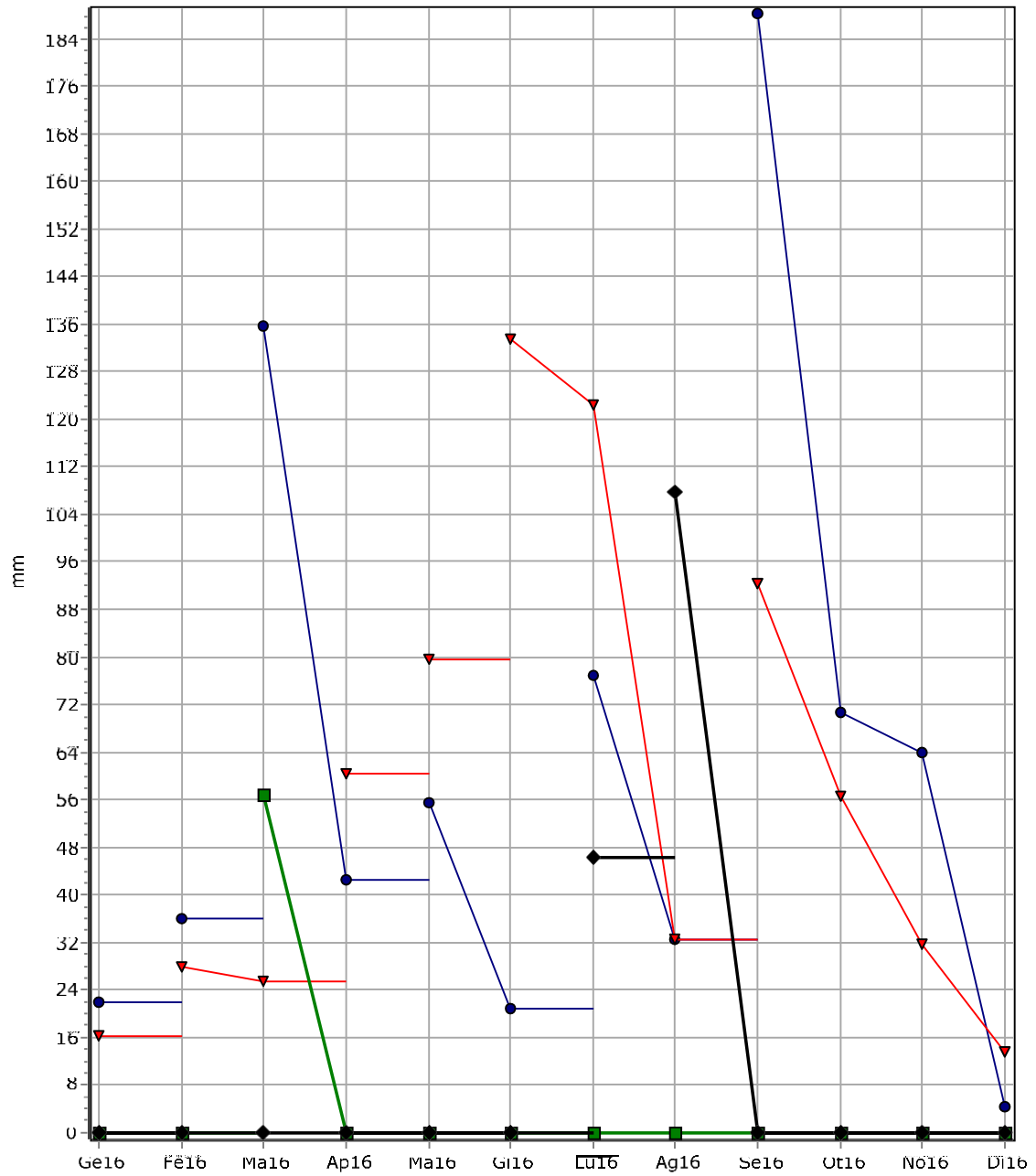
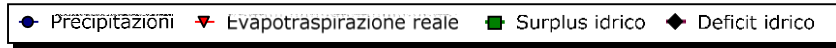
Bilancio idrologico del bacino



Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2016	Gennaio	21,8	8,8	0,79	2,35	21	16	6	139	16	0	0
2016	Febbraio	36	11,3	0,88	3,44	32	28	8	147	28	0	0
2016	Marzo	135,6	10	0,99	2,86	26	25	110	200	25	57	0
2016	Aprile	42,6	15,5	1,12	5,55	54	60	-18	182	60	0	0
2016	Maggio	55,4	17,4	1,21	6,61	66	80	-24	158	80	0	0
2016	Giugno	20,8	23	1,26	10,08	106	133	-113	45	133	0	0
2016	Luglio	77	26,7	1,24	12,63	136	169	-92	0	122	0	46
2016	Agosto	32,6	25	1,15	11,44	122	140	-108	0	33	0	108
2016	Settembre	188,2	20,7	1,05	8,59	88	92	96	96	92	0	0
2016	Ottobre	70,8	16,6	0,93	6,15	61	56	14	110	56	0	0
2016	Novembre	64	12,7	0,82	4,1	38	32	32	142	32	0	0
2016	Dicembre	4,2	8	0,77	2,04	18	13	-9	133	13	0	0

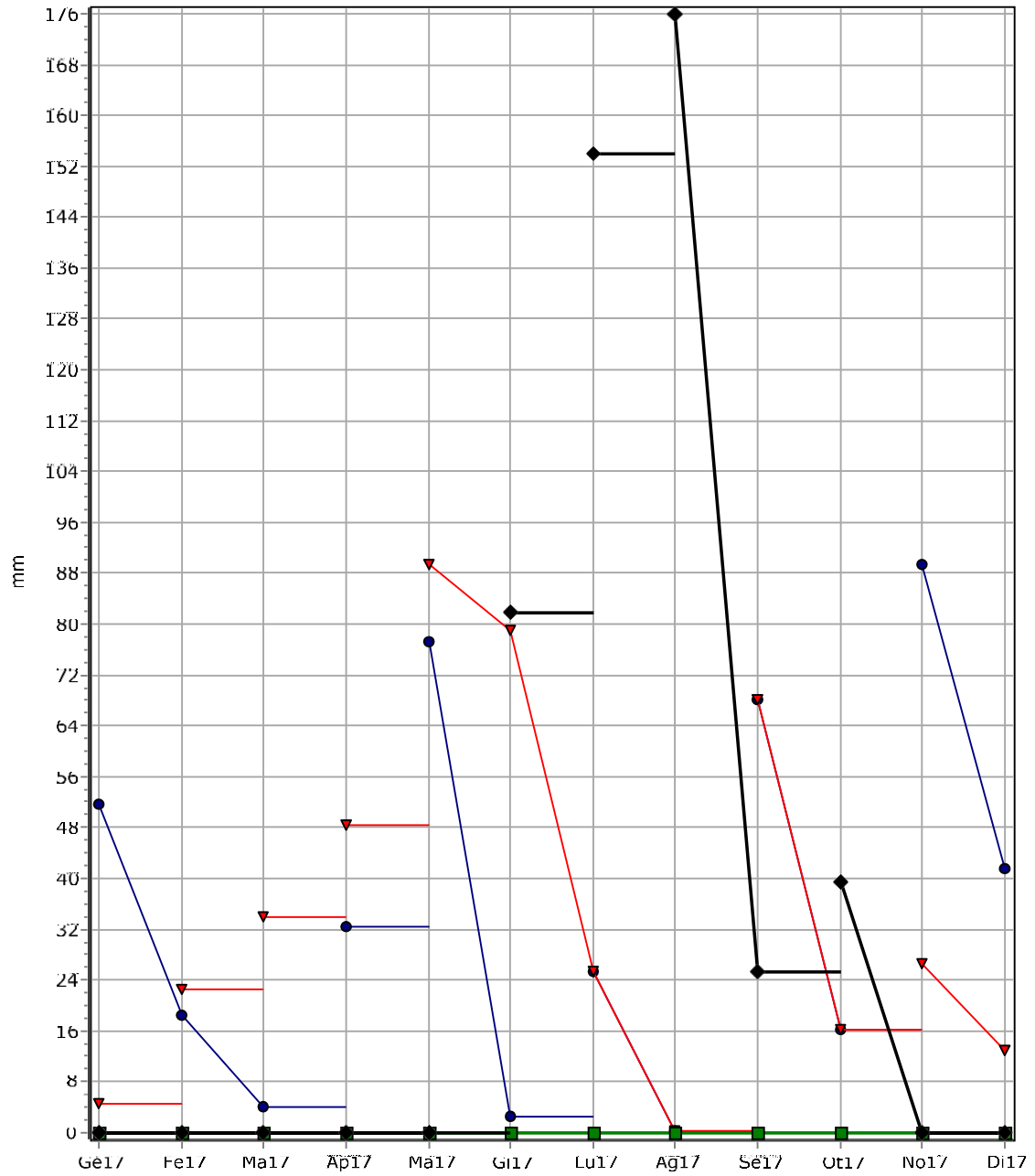
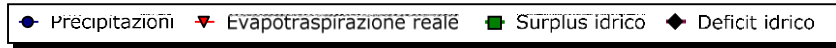
Bilancio idrologico del bacino



Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2017	Gennaio	51,6	4,5	0,79	0,85	6	5	47	138	5	0	0
2017	Febbraio	18,4	10,4	0,88	3,03	25	22	-4	134	22	0	0
2017	Marzo	4	12,3	0,99	3,91	34	34	-30	104	34	0	0
2017	Aprile	32,4	14	1,12	4,75	43	48	-16	88	48	0	0
2017	Maggio	77,2	18,9	1,21	7,49	74	89	-12	76	89	0	0
2017	Giugno	2,6	25,7	1,26	11,92	127	161	-158	0	79	0	82
2017	Luglio	25,4	27,6	1,24	13,28	145	179	-154	0	25	0	154
2017	Agosto	0,2	28,5	1,15	13,94	153	176	-176	0	0	0	176
2017	Settembre	68,2	21	1,05	8,78	89	93	-25	0	68	0	25
2017	Ottobre	16,2	16,8	0,93	6,26	60	56	-39	0	16	0	39
2017	Novembre	89,4	11,9	0,82	3,72	32	27	63	63	27	0	0
2017	Dicembre	41,4	8,2	0,77	2,11	17	13	29	91	13	0	0

Bilancio idrologico del bacino

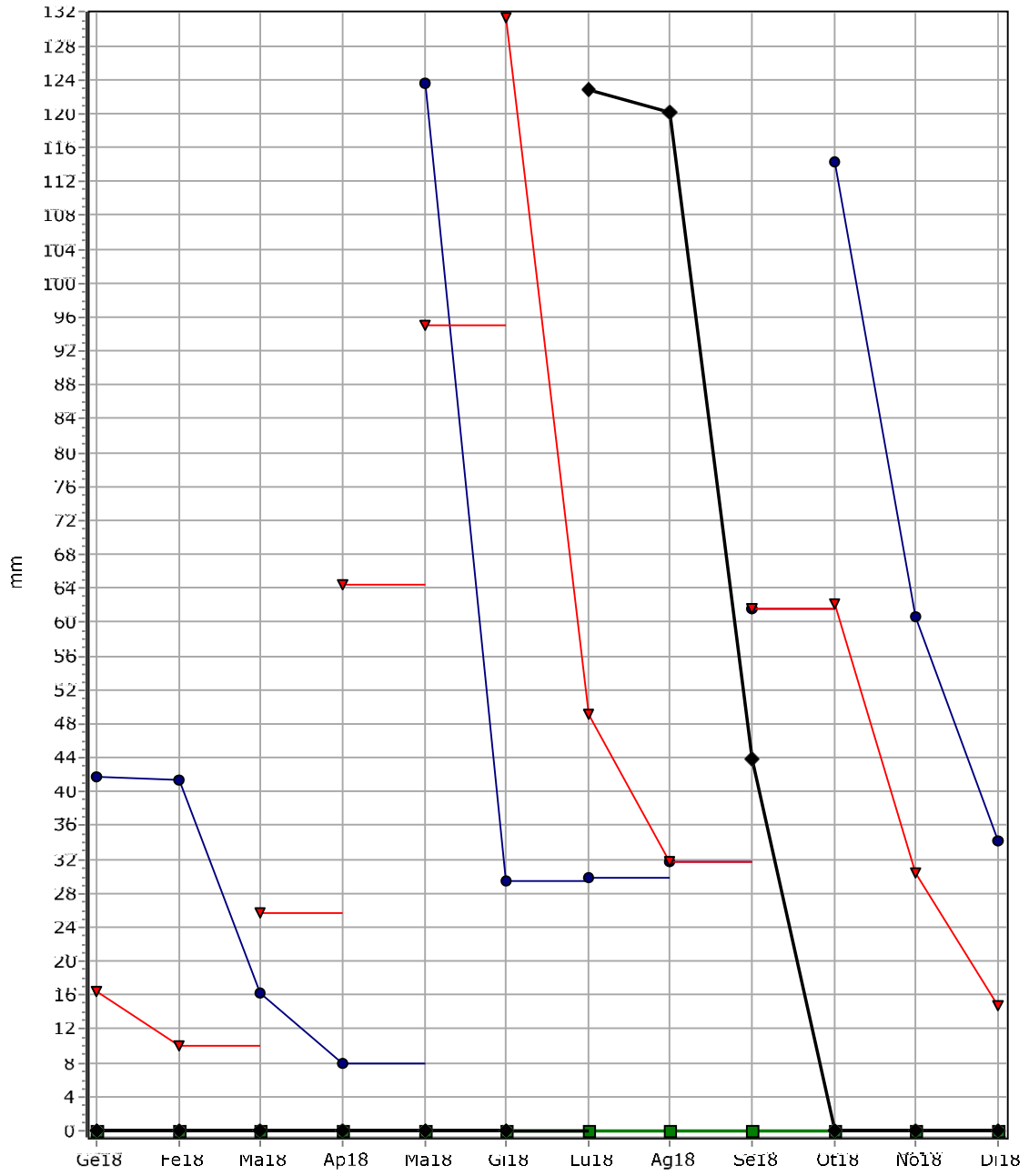


Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2018	Gennaio	41,8	9,2	0,79	2,52	21	16	25	127	16	0	0
2018	Febbraio	41,4	6,5	0,88	1,49	11	10	31	159	10	0	0
2018	Marzo	16,2	10,4	0,99	3,03	26	26	-9	149	26	0	0
2018	Aprile	8	16,4	1,12	6,04	58	64	-56	93	64	0	0
2018	Maggio	123,6	19,5	1,21	7,85	78	95	29	121	95	0	0
2018	Giugno	29,4	22,9	1,26	10,01	104	131	-102	19	131	0	0
2018	Luglio	29,8	27	1,24	12,85	139	172	-142	0	49	0	123
2018	Agosto	31,8	26,2	1,15	12,28	132	152	-120	0	32	0	120
2018	Settembre	61,6	22,5	1,05	9,75	101	106	-44	0	62	0	44
2018	Ottobre	114,4	17,8	0,93	6,84	67	62	52	52	62	0	0
2018	Novembre	60,6	12,7	0,82	4,1	37	30	30	83	30	0	0
2018	Dicembre	34,2	8,8	0,77	2,35	19	15	19	102	15	0	0

Bilancio idrologico del bacino

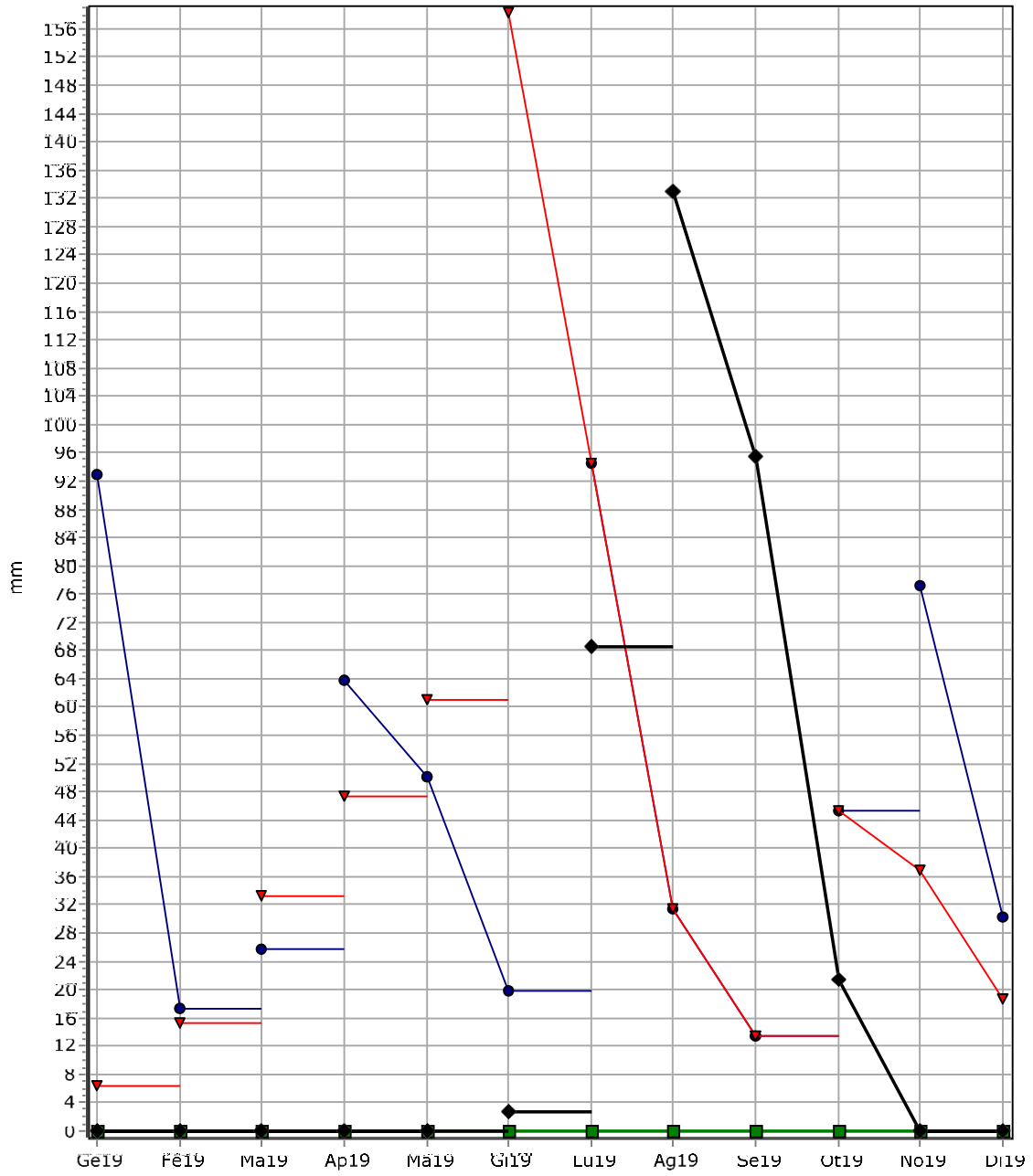
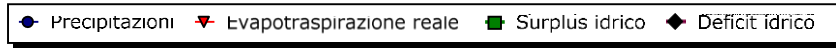
● Precipitazioni ▼ Evapotraspirazione reale ■ Surplus idrico ◆ Deficit idrico



Bilancio idrologico del bacino

Anno	Mese	P(mm)	T(°)	Fattore K	I	Ep(mm)	EpK(mm)	P-EpK(mm)	R(mm)	Et(mm)	Su(mm)	De(mm)
2019	Gennaio	92,8	5,4	0,79	1,12	8	6	86	138	6	0	0
2019	Febbraio	17,2	8,3	0,88	2,15	17	15	2	140	15	0	0
2019	Marzo	25,8	12,1	0,99	3,81	34	33	-7	133	33	0	0
2019	Aprile	63,8	13,8	1,12	4,65	42	47	16	149	47	0	0
2019	Maggio	50,2	15,2	1,21	5,38	50	61	-11	138	61	0	0
2019	Giugno	19,8	25,7	1,26	11,92	127	161	-141	0	158	0	3
2019	Luglio	94,4	26,2	1,24	12,28	132	163	-69	0	94	0	69
2019	Agosto	31,4	27,4	1,15	13,14	143	164	-133	0	31	0	133
2019	Settembre	13,4	22,9	1,05	10,01	104	109	-95	0	13	0	95
2019	Ottobre	45,4	18,6	0,93	7,31	72	67	-22	0	45	0	22
2019	Novembre	77,2	14,2	0,82	4,86	45	37	40	40	37	0	0
2019	Dicembre	30,2	10,1	0,77	2,9	24	19	11	52	19	0	0

Bilancio idrologico del bacino



Stima del coefficiente di deflusso medio annuo di un bacino (metodo di Kennessey)

Parametro	Descrizione	Ia<25	25<=Ia<=40	Ia>40	Area parz.(kmq)	Area tot.(kmq)
Permeabilità	Molto bassa	0,21	0,26	0,3	0,000	
	Bassa	0,16	0,21	0,26	0,000	
	Mediocre	0,12	0,16	0,2	0,454	
	Buona	0,06	0,08	0,1	0,537	
	Elevata	0,03	0,04	0,05	0,000	0,991
Acclività	>35%	0,22	0,26	0,3	0,003	
	10%-35%	0,12	0,16	0,2	0,170	
	3.5%-10%	0,01	0,03	0,05	0,333	
	<3.5%	0,0	0,01	0,03	0,485	0,991
Vegetazione	Assente	0,26	0,28	0,3	0,000	
	Pascolo	0,17	0,21	0,25	0,000	
	Terra coltivata,	0,07	0,11	0,15	0,991	
	Bosco di alto fusto	0,03	0,04	0,05	0,000	0,991

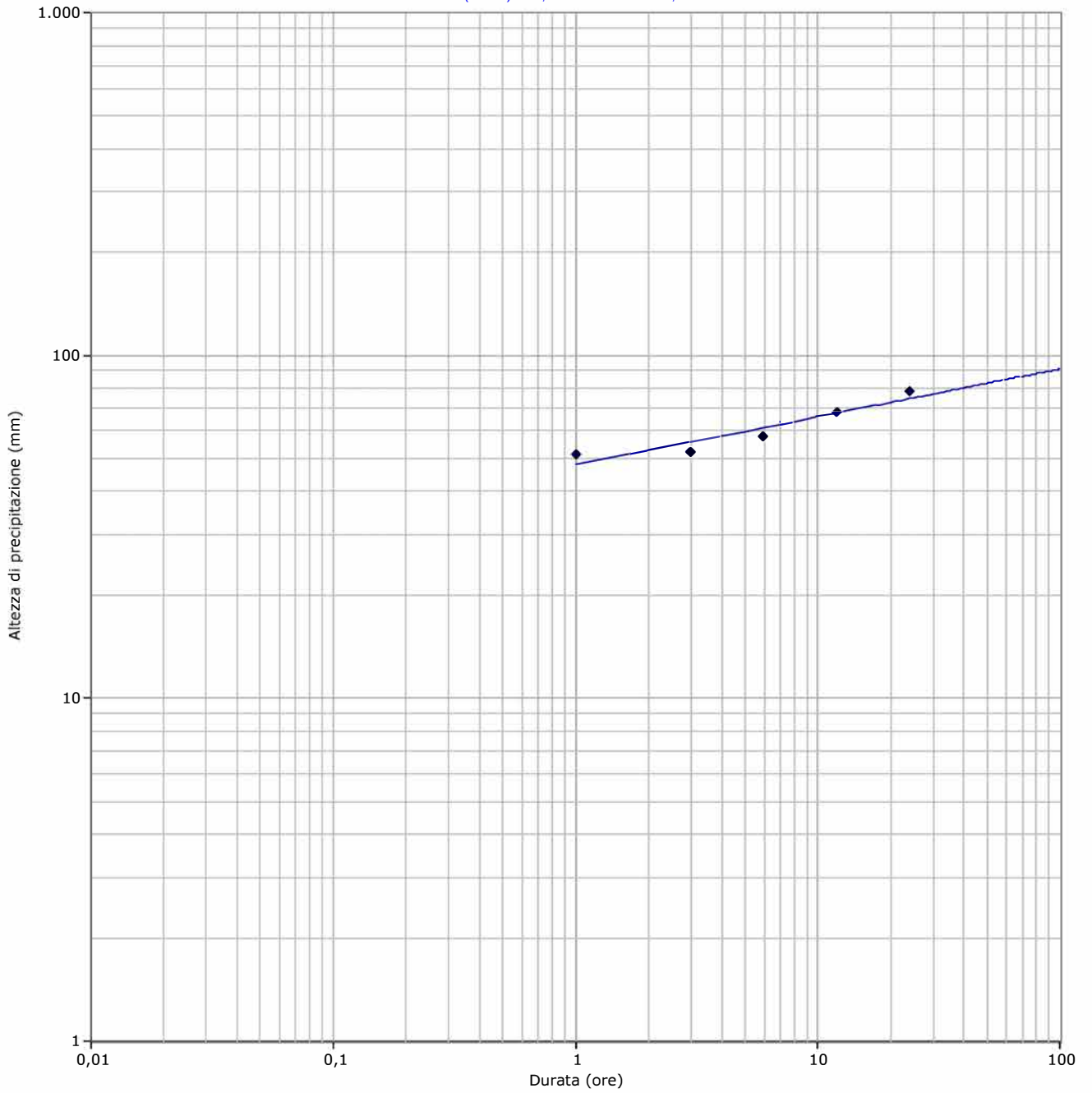
Anno	Precip. media annua	Temp. media annua	Precip. mese più arido	Temp. mese più arido	Indice di aridità	Coeff. Di deflusso
	[mm]	[C°]	[mm]	[C°]		
2009	664	15.8	3.6	26.4	13.6864	0.182
2010	716	15.3	0.0	25.7	14.1502	0.182
2011	520	15.8	0.8	26.7	10.25729	0.182
2012	640	16.1	0.4	27.4	12.34813	0.182
2013	742	15.6	13.0	25.2	17.58743	0.182
2015	610	16.6	1.4	28.3	11.76299	0.182
2016	749	16.3	4.2	26.7	15.18336	0.182
2017	427	16.6	0.2	28.5	8.068421	0.182
2018	593	16.7	8.0	27.0	12.88265	0.182
2019	562	16.7	13.4	27.4	13.45865	0.182

Curva di possibilità pluviometrica

N.	T(anno)	t=10min	t=15min	t=30min	t=45min	t=1h	t=3h	t=6h	t=12h	t=24h
1	2009					24,6	25,2	31,2	35,4	41,2
2	2010					19,4	29,2	41,4	42,8	44
3	2011					27,2	27,8	27,8	33,2	35,2
4	2012					26,4	26,8	30	33	46
5	2015					32,8	35,6	39,8	49	49,2
6	2016					46	47,2	47,2	47,6	67,6
7	2017					25,8	29,8	41,2	43,8	46,2
8	2018					37	42,8	43,4	43,4	58
9	2019					18,4	32,4	48,2	63,4	65

0

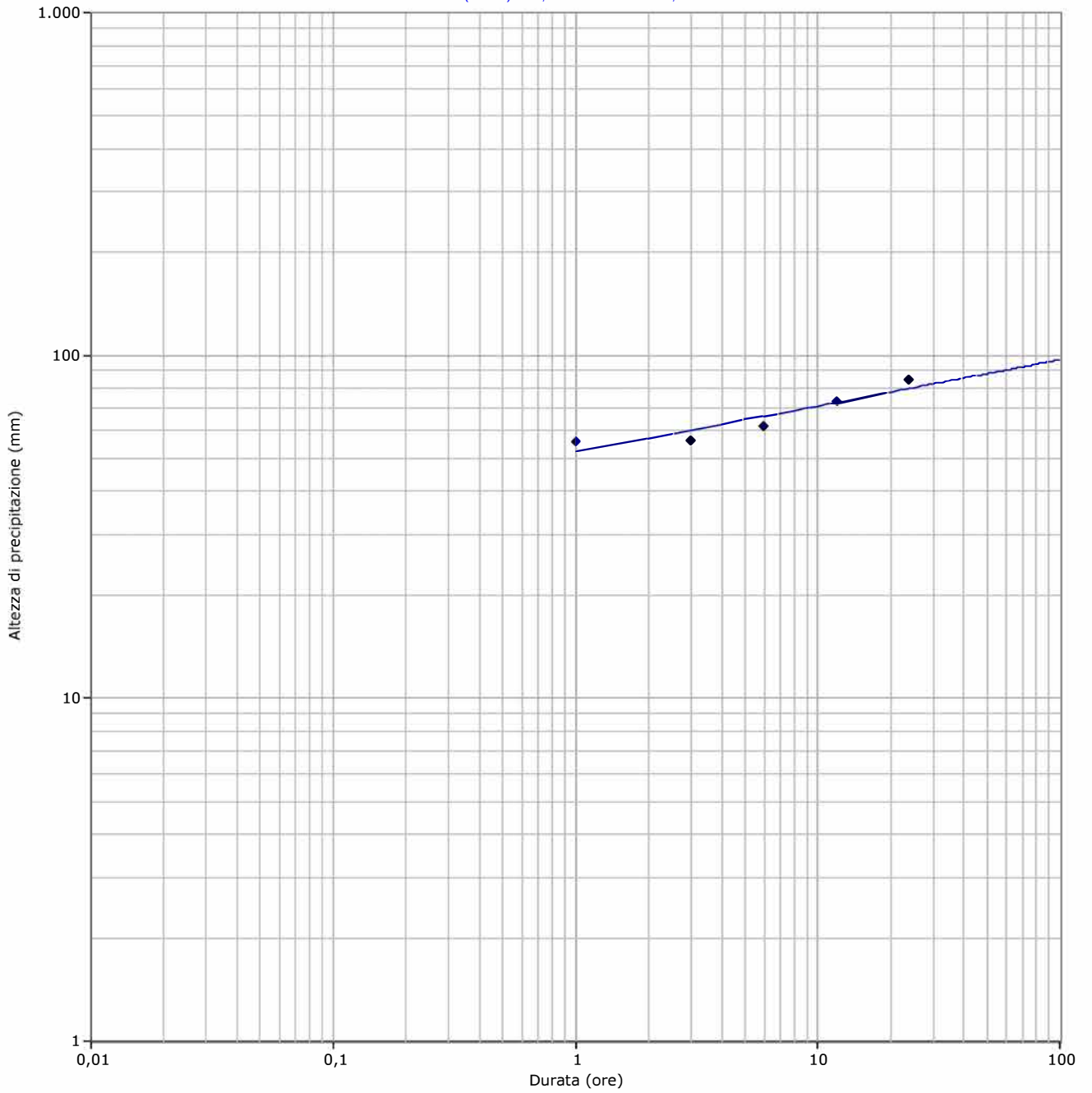
Parametro a(mm/h)= 48,03 Parametro n= 0,14



Tempo di ritorno (anni):50-precipitazioni con durata >=1h

0

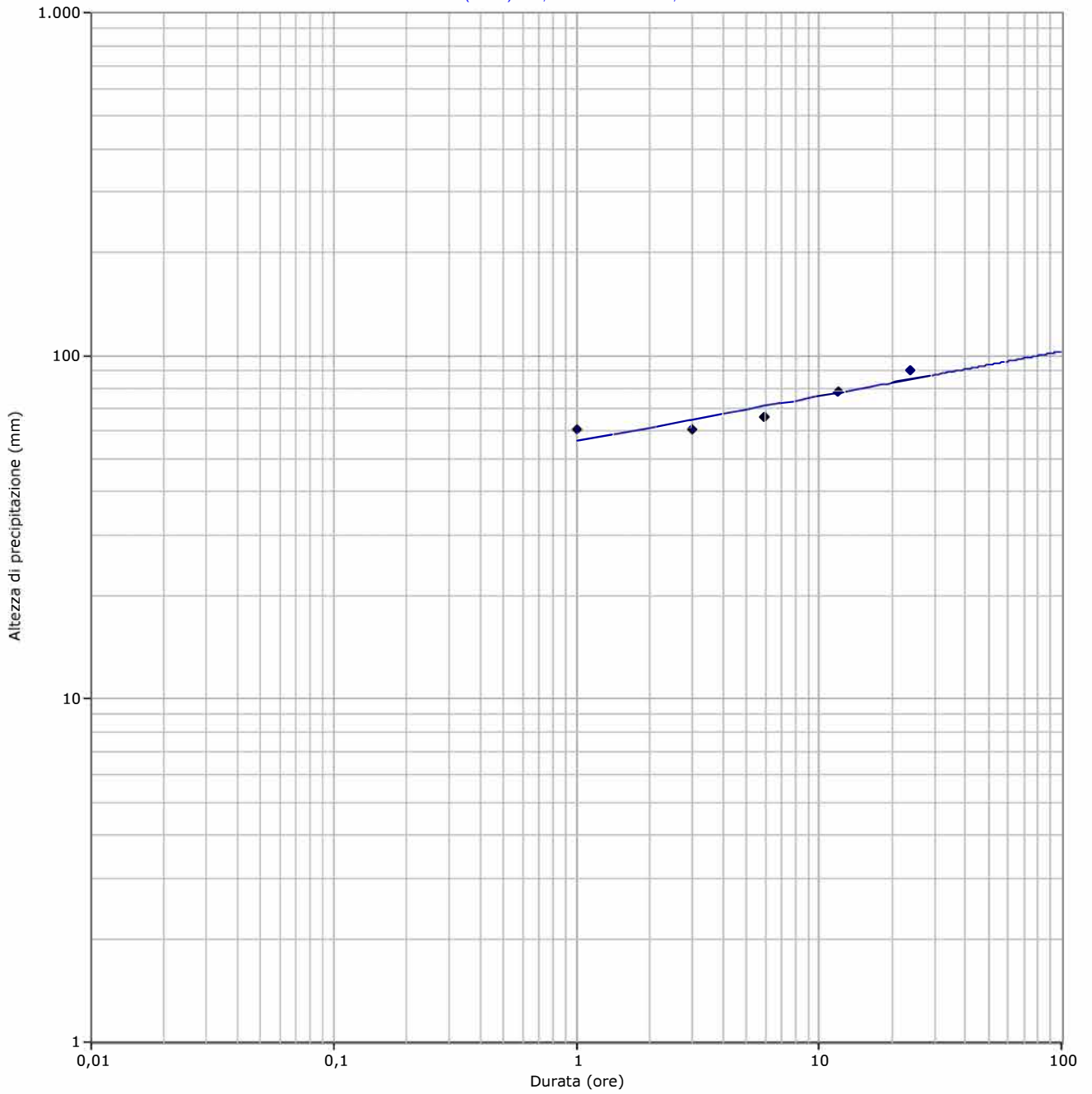
Parametro a(mm/h)= 52,22 Parametro n= 0,13



Tempo di ritorno (anni):100-precipitazioni con durata >=1h

0

Parametro a(mm/h)= 56,39 Parametro n= 0,13

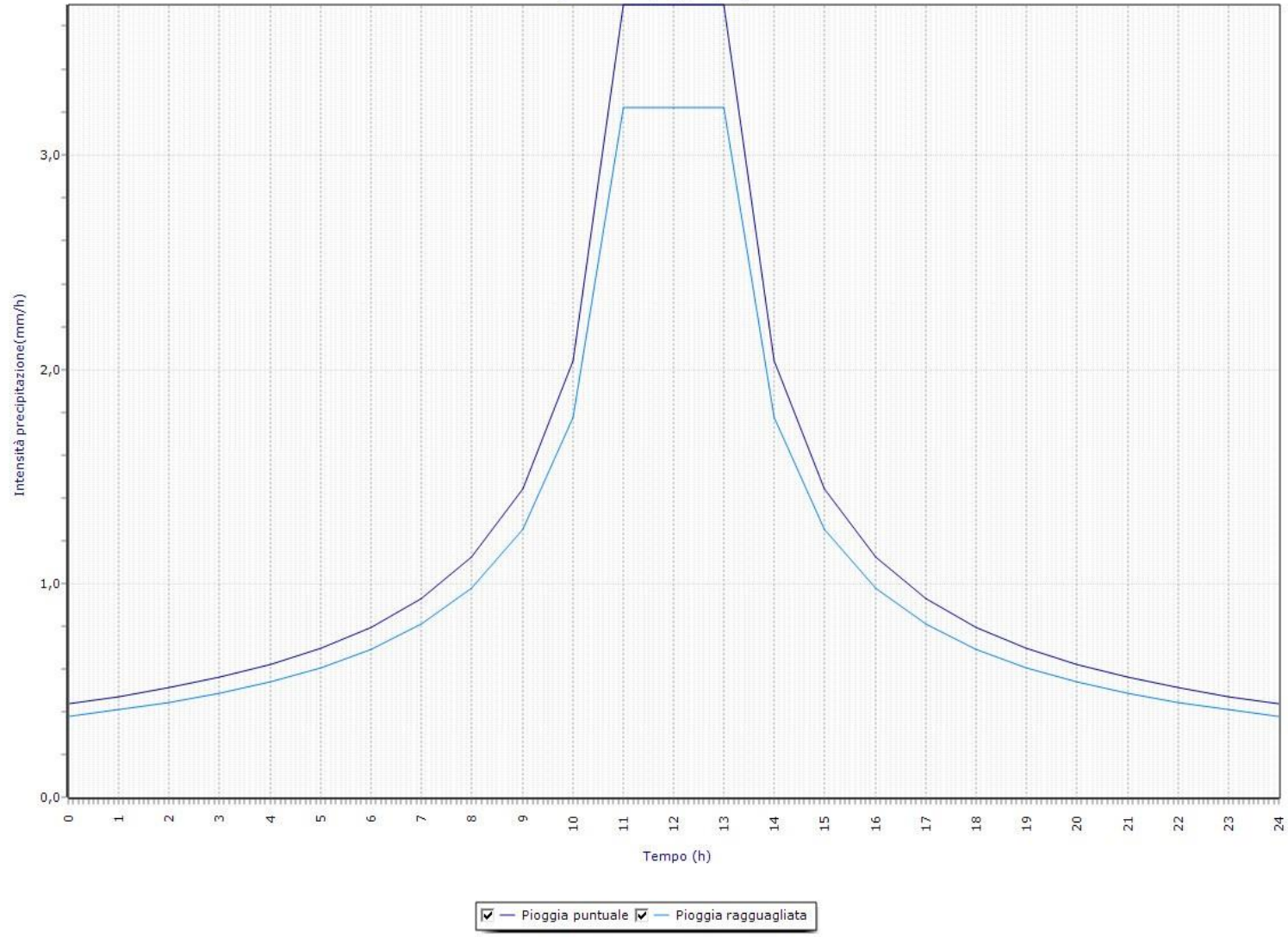


Tempo di ritorno (anni):200-precipitazioni con durata >=1h

letogramma della pioggia di progetto

N.	Tempo(ore)	intensità(mm/h)	int.ragg.(mm/h)
1	0,0	0,44	0,38
2	1,0	0,47	0,41
3	2,0	0,51	0,44
4	3,0	0,56	0,49
5	4,0	0,62	0,54
6	5,0	0,69	0,6
7	6,0	0,79	0,69
8	7,0	0,93	0,81
9	8,0	1,12	0,98
10	9,0	1,44	1,25
11	10,0	2,04	1,78
12	11,0	3,7	3,22
13	12,0	3,7	3,22
14	13,0	3,7	3,22
15	14,0	2,04	1,78
16	15,0	1,44	1,25
17	16,0	1,12	0,98
18	17,0	0,93	0,81
19	18,0	0,79	0,69
20	19,0	0,69	0,6
21	20,0	0,62	0,54
22	21,0	0,56	0,49
23	22,0	0,51	0,44
24	23,0	0,47	0,41
25	24,0	0,44	0,38

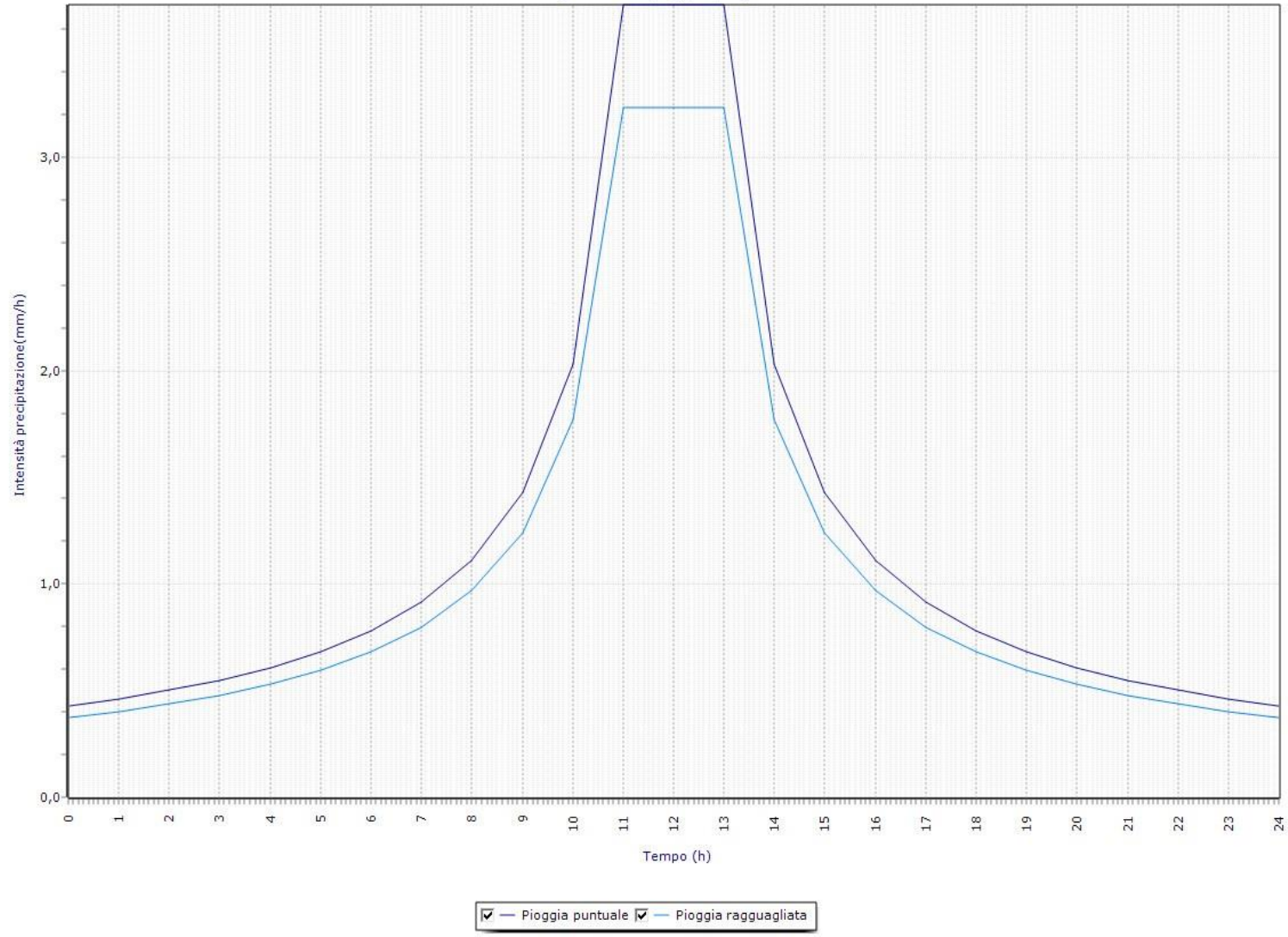
Ietogramma della pioggia di progetto



Ietogramma della pioggia di progetto

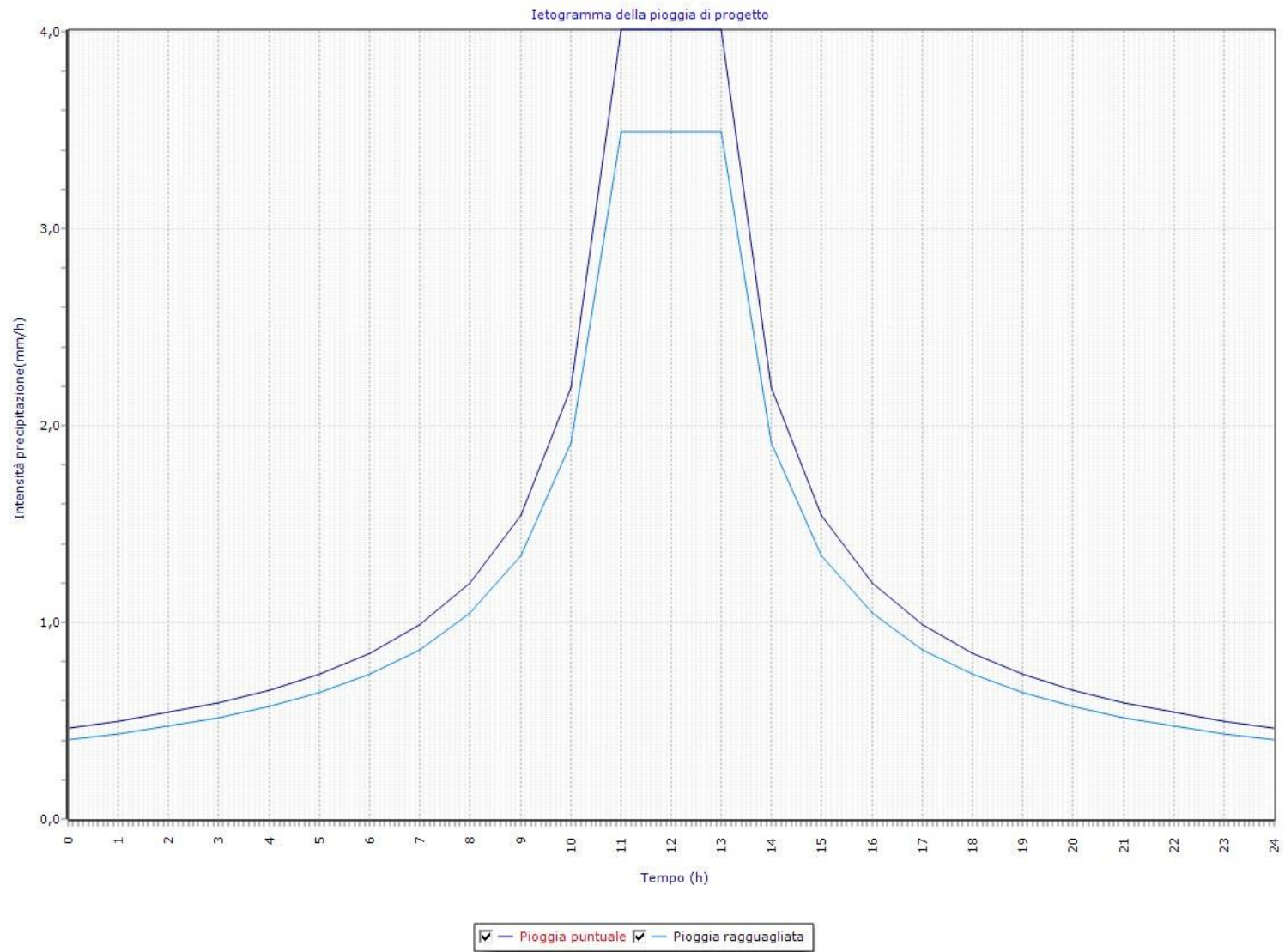
N.	Tempo(ore)	intensità(mm/h)	int.ragg.(mm/h)
1	0,0	0,43	0,37
2	1,0	0,46	0,4
3	2,0	0,5	0,44
4	3,0	0,55	0,48
5	4,0	0,61	0,53
6	5,0	0,68	0,59
7	6,0	0,78	0,68
8	7,0	0,92	0,8
9	8,0	1,11	0,97
10	9,0	1,43	1,24
11	10,0	2,03	1,77
12	11,0	3,71	3,23
13	12,0	3,71	3,23
14	13,0	3,71	3,23
15	14,0	2,03	1,77
16	15,0	1,43	1,24
17	16,0	1,11	0,97
18	17,0	0,92	0,8
19	18,0	0,78	0,68
20	19,0	0,68	0,59
21	20,0	0,61	0,53
22	21,0	0,55	0,48
23	22,0	0,5	0,44
24	23,0	0,46	0,4
25	24,0	0,43	0,37

Ietogramma della pioggia di progetto



Ietogramma della pioggia di progetto

N.	Tempo(ore)	intensità(mm/h)	int.ragg.(mm/h)
1	0,0	0,46	0,4
2	1,0	0,5	0,43
3	2,0	0,54	0,47
4	3,0	0,59	0,52
5	4,0	0,66	0,57
6	5,0	0,74	0,64
7	6,0	0,84	0,73
8	7,0	0,99	0,86
9	8,0	1,2	1,04
10	9,0	1,54	1,34
11	10,0	2,19	1,91
12	11,0	4,01	3,49
13	12,0	4,01	3,49
14	13,0	4,01	3,49
15	14,0	2,19	1,91
16	15,0	1,54	1,34
17	16,0	1,2	1,04
18	17,0	0,99	0,86
19	18,0	0,84	0,73
20	19,0	0,74	0,64
21	20,0	0,66	0,57
22	21,0	0,59	0,52
23	22,0	0,54	0,47
24	23,0	0,5	0,43
25	24,0	0,46	0,4

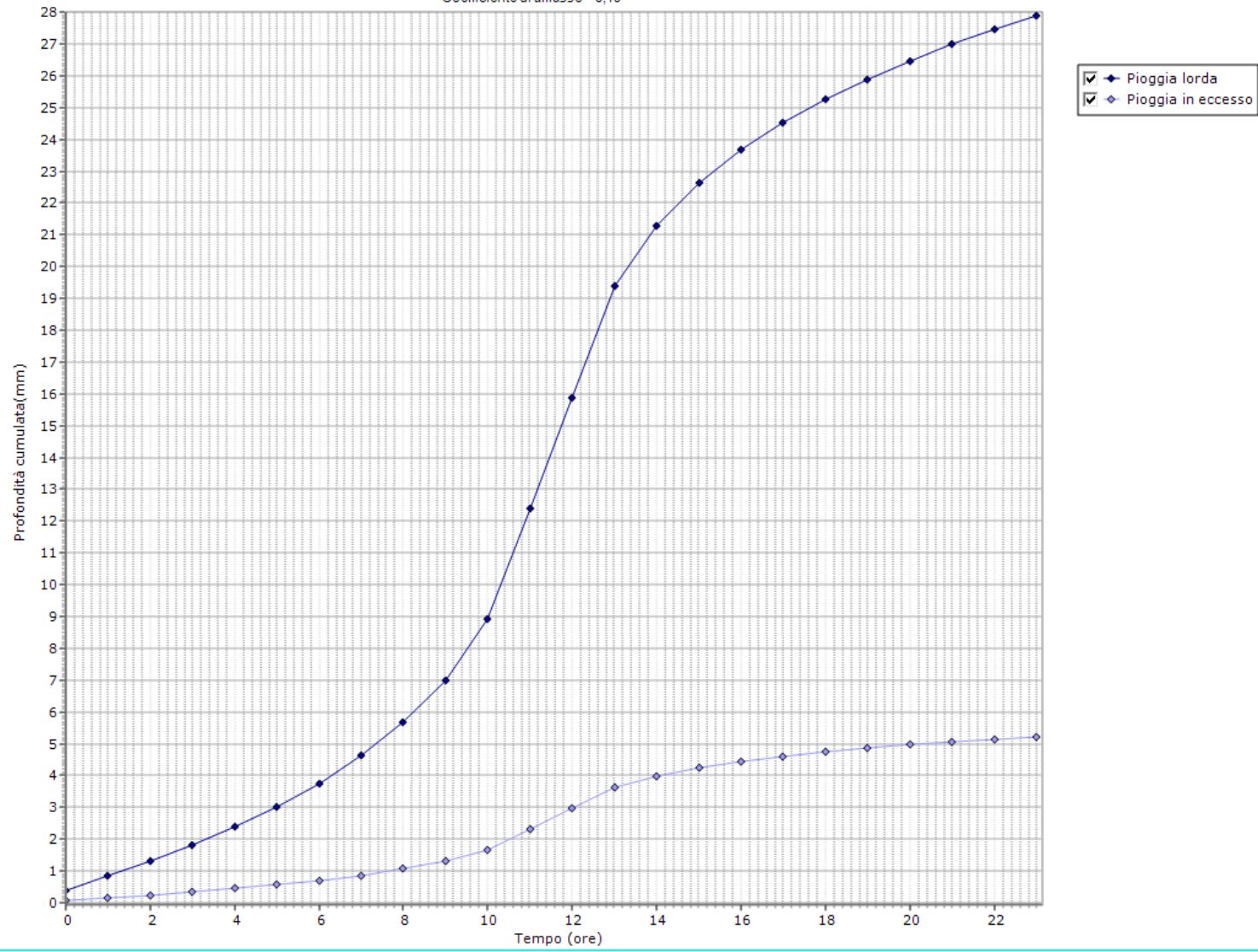


Precipitazione efficace (Rasulo e Gisonni)

N.	Tempo(ore)	Pioggia(mm/h)	Pioggia(mm)	Pioggia(mm)	P.eff.(mm)	P.eff.(mm)
1	0,0	0,4	0,4	0,4	0,08	0,08
2	1,0	0,43	0,43	0,83	0,08	0,16
3	2,0	0,47	0,47	1,3	0,09	0,24
4	3,0	0,52	0,52	1,82	0,1	0,34
5	4,0	0,57	0,57	2,39	0,11	0,45
6	5,0	0,64	0,64	3,03	0,12	0,57
7	6,0	0,73	0,73	3,76	0,14	0,71
8	7,0	0,86	0,86	4,62	0,16	0,87
9	8,0	1,04	1,04	5,66	0,19	1,06
10	9,0	1,34	1,34	7,0	0,25	1,31
11	10,0	1,91	1,91	8,91	0,36	1,67
12	11,0	3,49	3,49	12,4	0,65	2,33
13	12,0	3,49	3,49	15,89	0,65	2,98
14	13,0	3,49	3,49	19,38	0,65	3,63
15	14,0	1,91	1,91	21,29	0,36	3,99
16	15,0	1,34	1,34	22,63	0,25	4,24
17	16,0	1,04	1,04	23,67	0,19	4,44
18	17,0	0,86	0,86	24,53	0,16	4,6
19	18,0	0,73	0,73	25,26	0,14	4,74
20	19,0	0,64	0,64	25,9	0,12	4,86
21	20,0	0,57	0,57	26,47	0,11	4,96
22	21,0	0,52	0,52	26,99	0,1	5,06
23	22,0	0,47	0,47	27,46	0,09	5,15
24	23,0	0,43	0,43	27,89	0,08	5,23

Precipitazione efficace (Rasulo e Gisonni)

Coefficiente di afflusso = 0,19

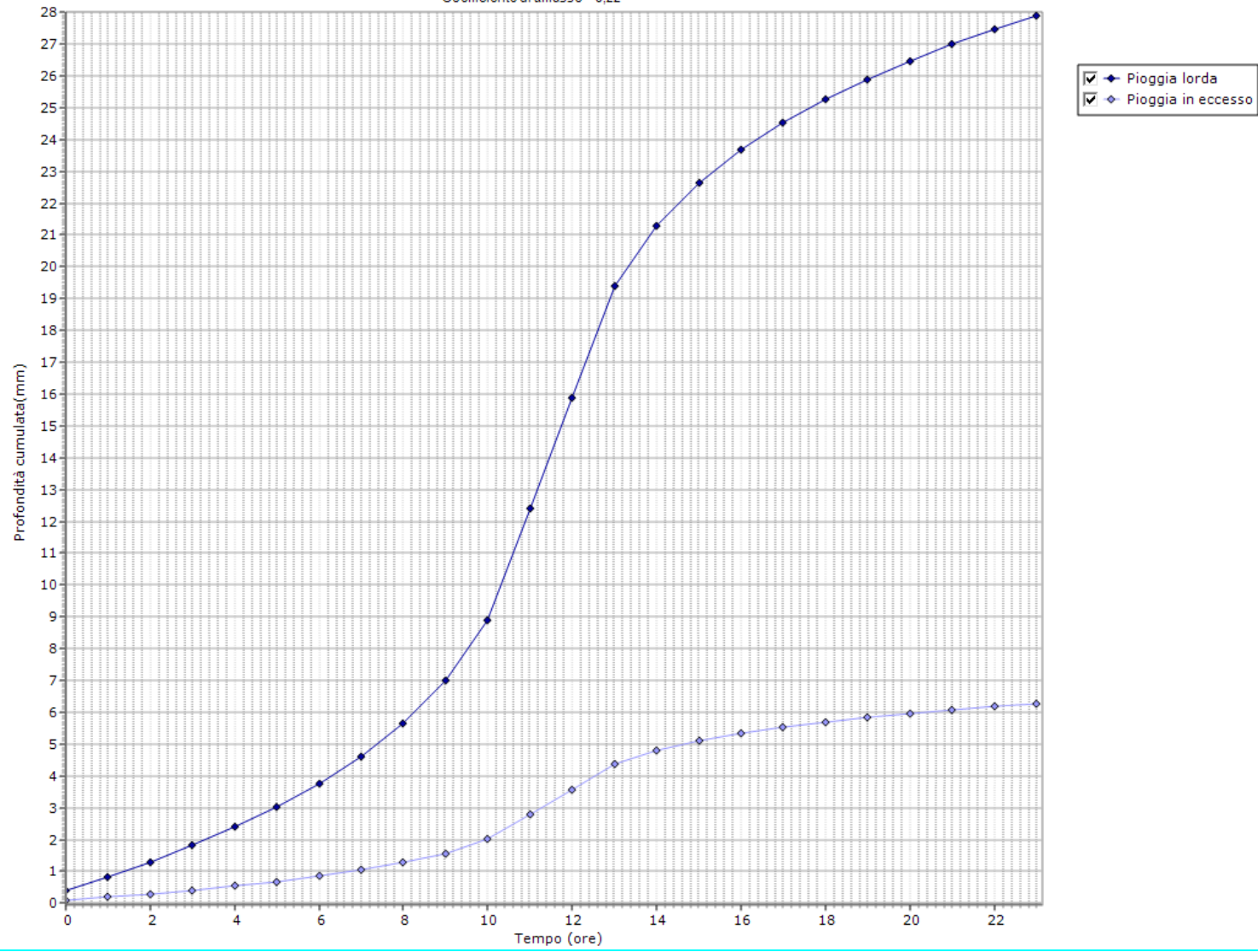


Precipitazione efficace (Rasulo e Gissoni)

N.	Tempo(ore)	Pioggia(mm/h)	Pioggia(mm)	Pioggia(mm)	P.eff.(mm)	P.eff.(mm)
1	0,0	0,4	0,4	0,4	0,09	0,09
2	1,0	0,43	0,43	0,83	0,1	0,19
3	2,0	0,47	0,47	1,3	0,11	0,29
4	3,0	0,52	0,52	1,82	0,12	0,41
5	4,0	0,57	0,57	2,39	0,13	0,54
6	5,0	0,64	0,64	3,03	0,14	0,68
7	6,0	0,73	0,73	3,76	0,16	0,85
8	7,0	0,86	0,86	4,62	0,19	1,04
9	8,0	1,04	1,04	5,66	0,23	1,27
10	9,0	1,34	1,34	7,0	0,3	1,57
11	10,0	1,91	1,91	8,91	0,43	2,0
12	11,0	3,49	3,49	12,4	0,79	2,79
13	12,0	3,49	3,49	15,89	0,79	3,58
14	13,0	3,49	3,49	19,38	0,79	4,36
15	14,0	1,91	1,91	21,29	0,43	4,79
16	15,0	1,34	1,34	22,63	0,3	5,09
17	16,0	1,04	1,04	23,67	0,23	5,33
18	17,0	0,86	0,86	24,53	0,19	5,52
19	18,0	0,73	0,73	25,26	0,16	5,68
20	19,0	0,64	0,64	25,9	0,14	5,83
21	20,0	0,57	0,57	26,47	0,13	5,96
22	21,0	0,52	0,52	26,99	0,12	6,07
23	22,0	0,47	0,47	27,46	0,11	6,18
24	23,0	0,43	0,43	27,89	0,1	6,28

Precipitazione efficace (Rasulo e Gisogni)

Coefficiente di afflusso = 0,22

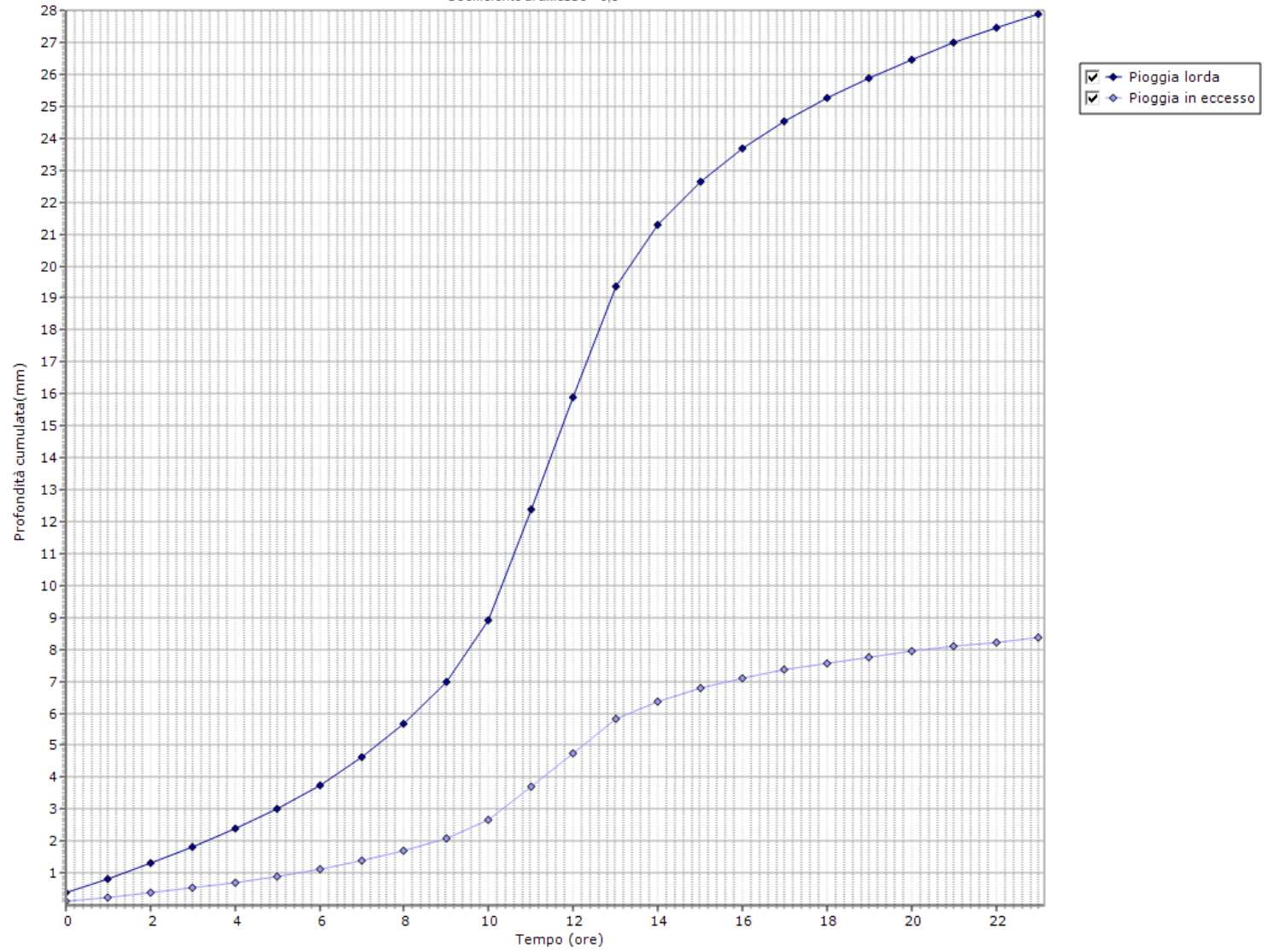


Precipitazione efficace (Rasulo e Gisonni)

N.	Tempo(ore)	Pioggia(mm/h)	Pioggia(mm)	Pioggia(mm)	P.eff.(mm)	P.eff.(mm)
1	0,0	0,4	0,4	0,4	0,12	0,12
2	1,0	0,43	0,43	0,83	0,13	0,25
3	2,0	0,47	0,47	1,3	0,14	0,39
4	3,0	0,52	0,52	1,82	0,16	0,55
5	4,0	0,57	0,57	2,39	0,17	0,72
6	5,0	0,64	0,64	3,03	0,19	0,91
7	6,0	0,73	0,73	3,76	0,22	1,13
8	7,0	0,86	0,86	4,62	0,26	1,39
9	8,0	1,04	1,04	5,66	0,31	1,7
10	9,0	1,34	1,34	7,0	0,4	2,1
11	10,0	1,91	1,91	8,91	0,57	2,67
12	11,0	3,49	3,49	12,4	1,05	3,72
13	12,0	3,49	3,49	15,89	1,05	4,77
14	13,0	3,49	3,49	19,38	1,05	5,81
15	14,0	1,91	1,91	21,29	0,57	6,39
16	15,0	1,34	1,34	22,63	0,4	6,79
17	16,0	1,04	1,04	23,67	0,31	7,1
18	17,0	0,86	0,86	24,53	0,26	7,36
19	18,0	0,73	0,73	25,26	0,22	7,58
20	19,0	0,64	0,64	25,9	0,19	7,77
21	20,0	0,57	0,57	26,47	0,17	7,94
22	21,0	0,52	0,52	26,99	0,16	8,1
23	22,0	0,47	0,47	27,46	0,14	8,24
24	23,0	0,43	0,43	27,89	0,13	8,37

Precipitazione efficace (Rasulo e Gisonni)

Coefficiente di afflusso = 0,3

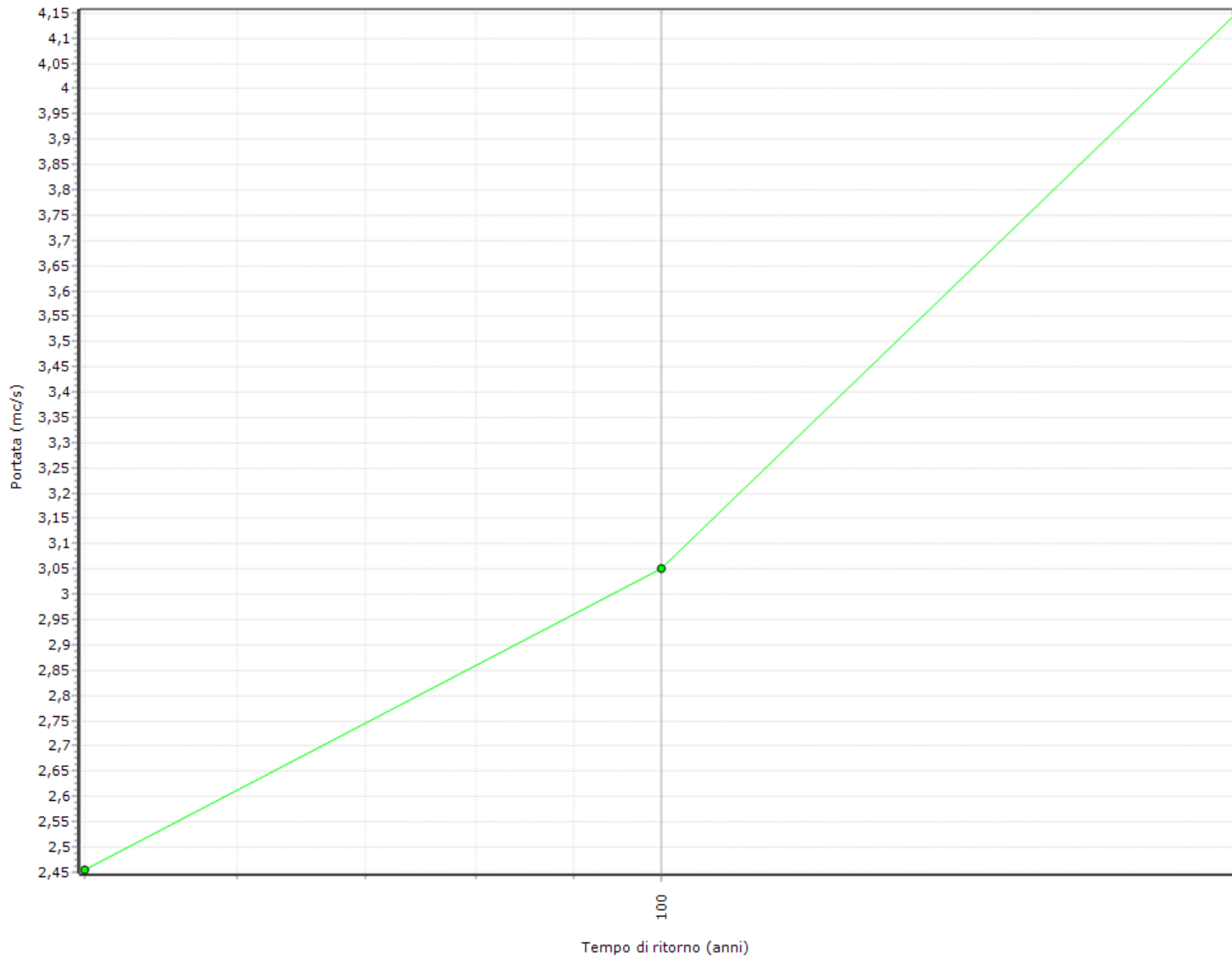


Portata di piena massima (metodi cinematici) - Metodo razionale

N.	Tempo di ritorno(anni)	H pioggia(mm)	Qmax(mc/s)
1	50	5,23	2,45
2	100	6,28	3,05
3	200	8,37	4,15

Portata di piena massima (metodi cinematici) - Metodo razionale

● Portata di piena massima

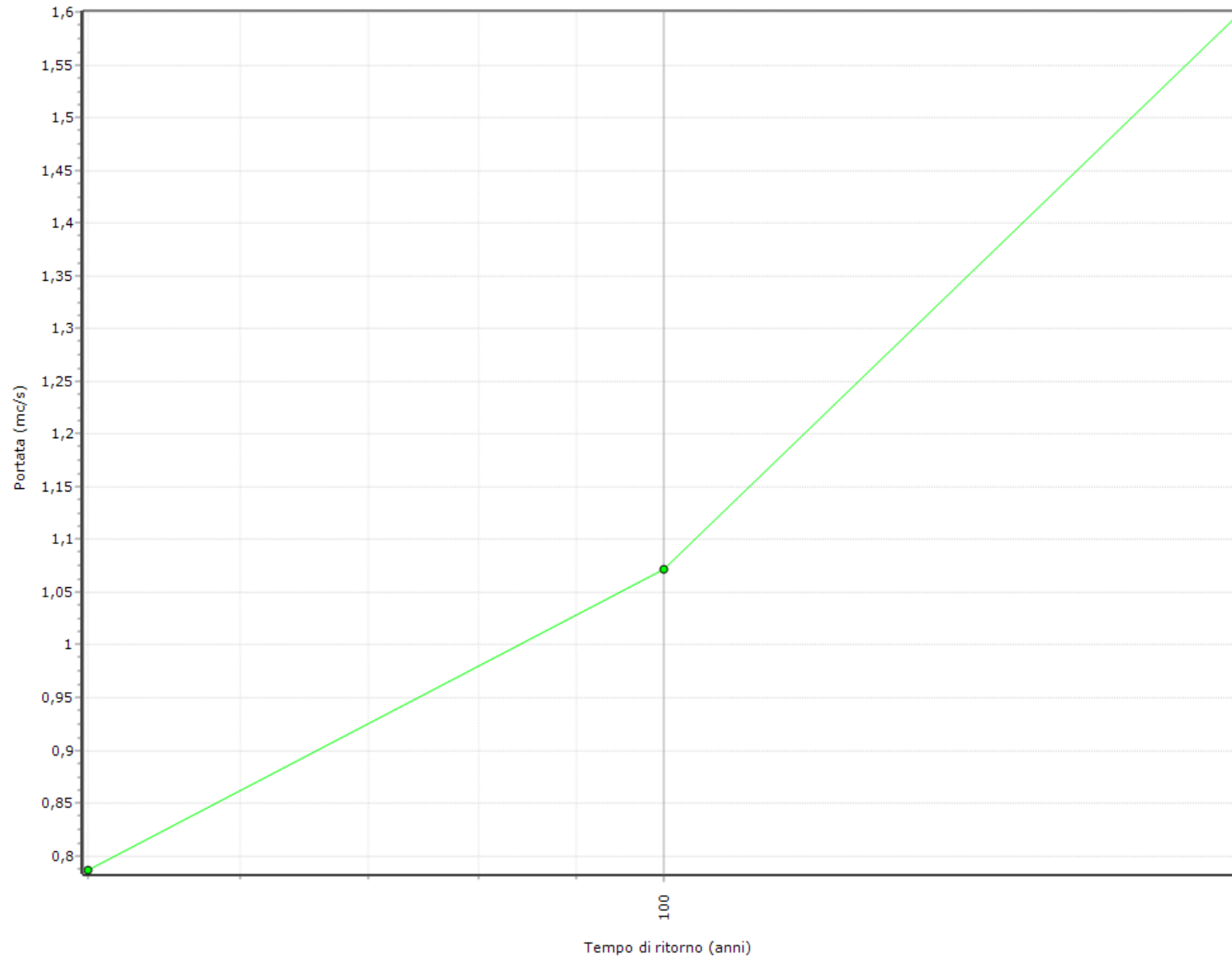


Portata di piena massima (metodi cinematici) - Formula di Merlo

N.	Tempo di ritorno(anni)	H pioggia(mm)	Qmax(mc/s)
1	50	5,23	0,79
2	100	6,28	1,07
3	200	8,37	1,6

Portata di piena massima (metodi cinematici) - Formula di Merlo

Portata di piena massima



UBICAZIONE TRACCE SEZIONI TOPOGRAFICHE

"Progetto per la realizzazione di un impianto alimentato da fonte fotovoltaica - Ascoli Satriano"

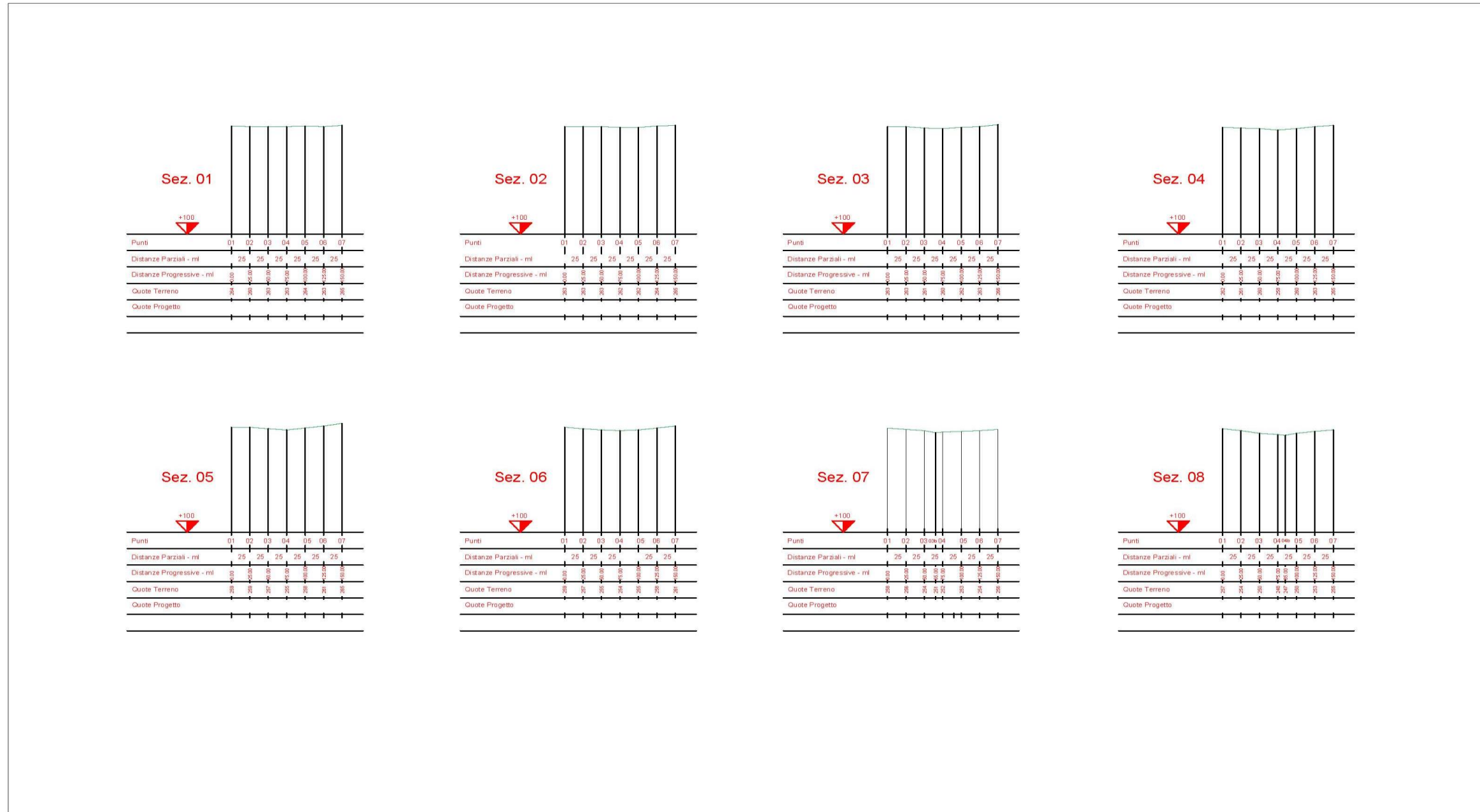
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA



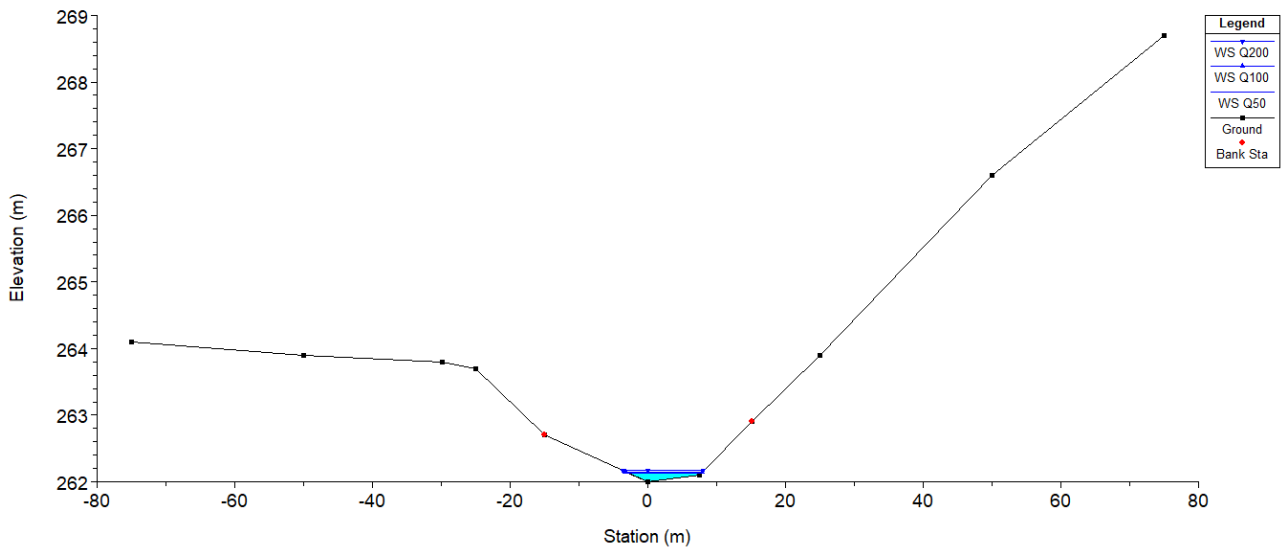
SEZIONI TOPOGRAFICHE

"Progetto per la realizzazione di un impianto alimentato da fonte fotovoltaica - Ascoli Satriano"

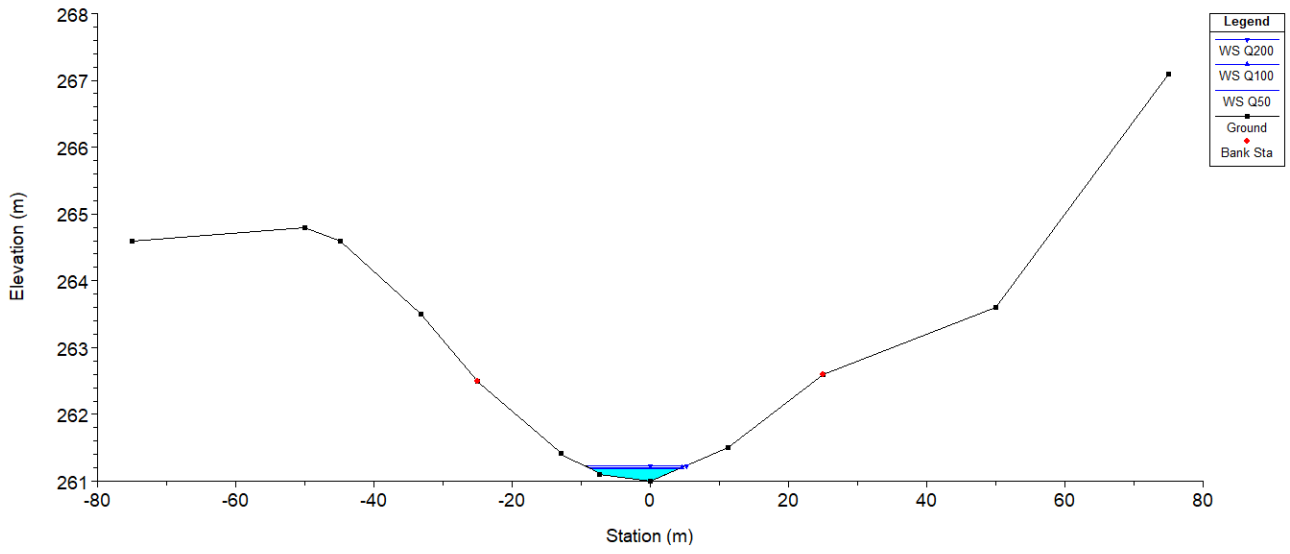
STUDIO DI COMPATIBILITA' IDROGEOLOGICA



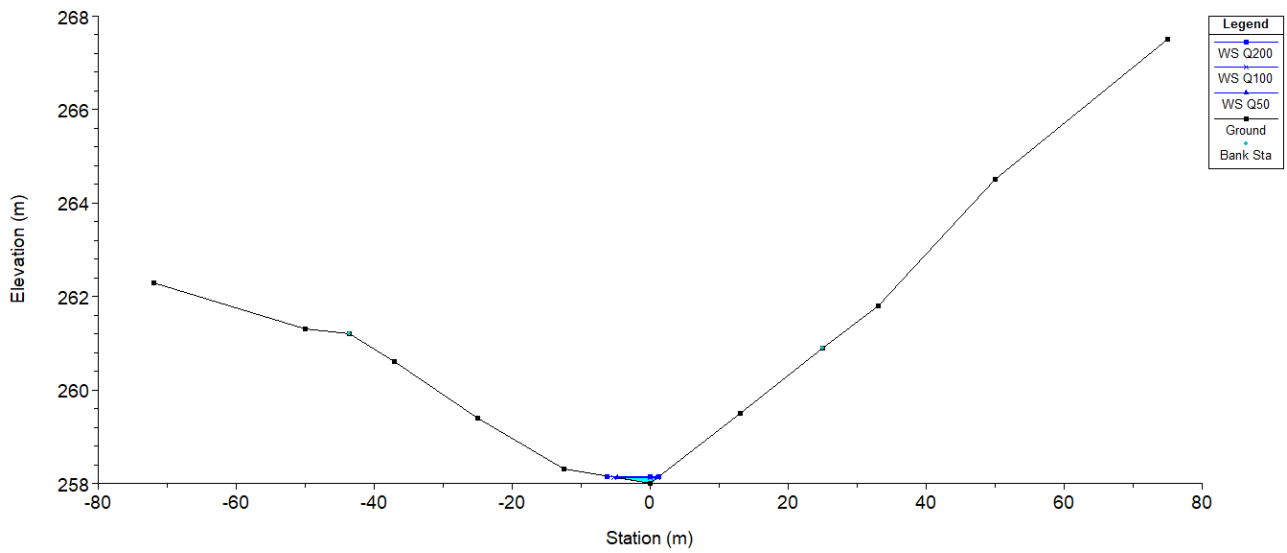
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
reach	-1	Q50	1.62	262.00	262.14	262.19	262.33	0.054011	1.94	0.84	10.67	2.21
reach	-1	Q100	2.06	262.00	262.15	262.21	262.37	0.053998	2.10	0.98	11.08	2.25
reach	-1	Q200	2.88	262.00	262.17	262.25	262.45	0.054026	2.34	1.23	11.75	2.31
reach	-2	Q50	1.62	261.00	261.19	261.19	261.24	0.011047	1.03	1.57	15.64	1.04
reach	-2	Q100	2.06	261.00	261.20	261.21	261.27	0.011244	1.11	1.86	16.88	1.07
reach	-2	Q200	2.88	261.00	261.23	261.24	261.31	0.011590	1.22	2.35	18.80	1.10
reach	-3	Q50	1.62	258.00	258.11	258.24	259.41	0.571001	5.05	0.32	5.68	6.79
reach	-3	Q100	2.06	258.00	258.13	258.27	259.44	0.494422	5.08	0.41	6.39	6.44
reach	-3	Q200	2.88	258.00	258.15	258.30	259.49	0.403773	5.12	0.56	7.52	5.98
reach	-4	Q50	1.62	255.90	256.09	256.12	256.20	0.020284	1.48	1.10	10.03	1.43
reach	-4	Q100	2.06	255.90	256.11	256.15	256.24	0.020805	1.60	1.29	10.70	1.47
reach	-4	Q200	2.88	255.90	256.14	256.19	256.30	0.021605	1.78	1.62	11.74	1.53
reach	-5	Q50	1.62	253.90	254.07	254.14	254.35	0.081278	2.37	0.68	8.71	2.71
reach	-5	Q100	2.06	253.90	254.08	254.17	254.39	0.077111	2.46	0.84	9.72	2.68
reach	-5	Q200	2.88	253.90	254.11	254.20	254.45	0.071828	2.59	1.11	11.28	2.64
reach	-6	Q50	1.62	251.00	251.19	251.24	251.35	0.040352	1.79	0.91	8.61	1.76
reach	-6	Q100	2.06	251.00	251.21	251.27	251.40	0.041778	1.95	1.06	9.08	1.82
reach	-6	Q200	2.88	251.00	251.23	251.31	251.48	0.043665	2.21	1.30	9.54	1.91
reach	-7	Q50	1.62	247.00	247.19	247.31	247.78	0.128059	3.40	0.48	4.98	3.51
reach	-7	Q100	2.06	247.00	247.21	247.35	247.84	0.119234	3.51	0.59	5.53	3.44
reach	-7	Q200	2.88	247.00	247.24	247.40	247.94	0.109379	3.70	0.78	6.37	3.38



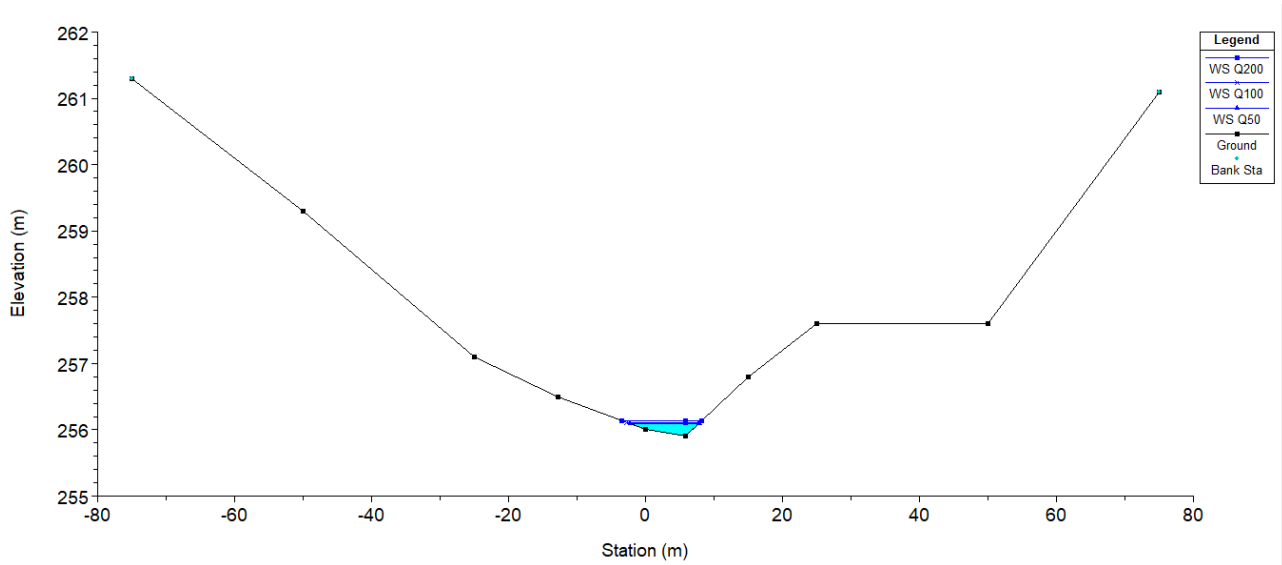
Sezione 1



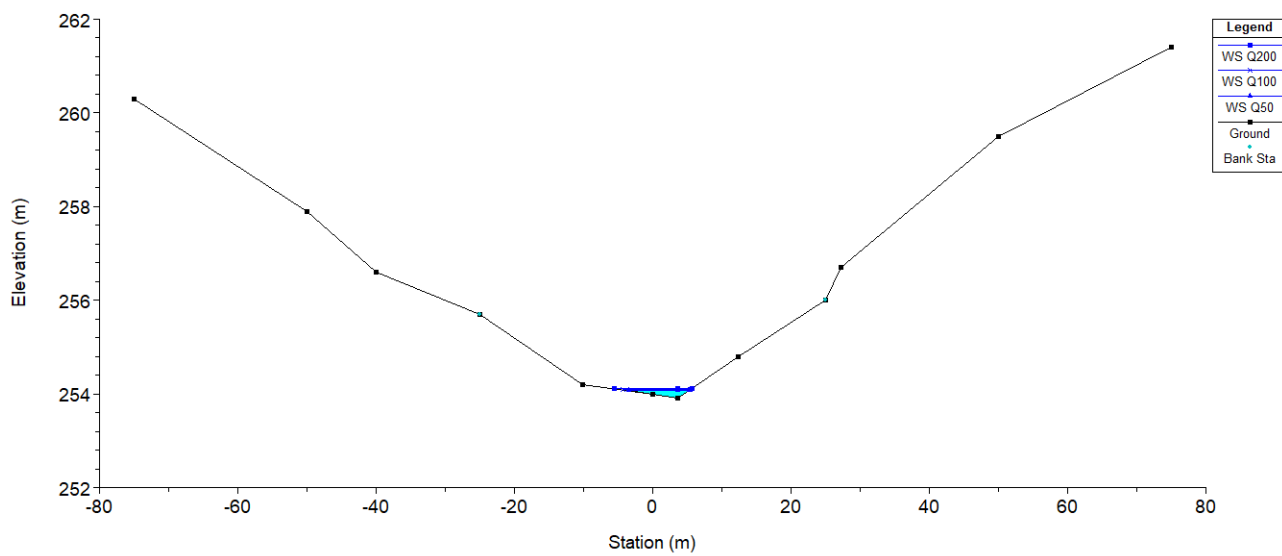
Sezione 2



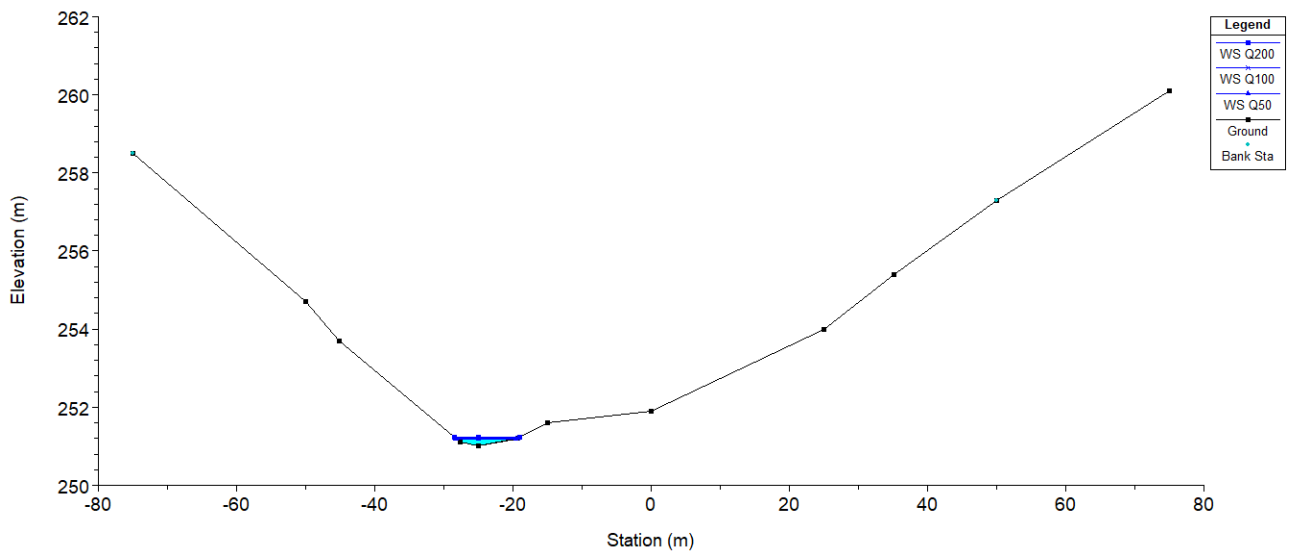
Sezione 3



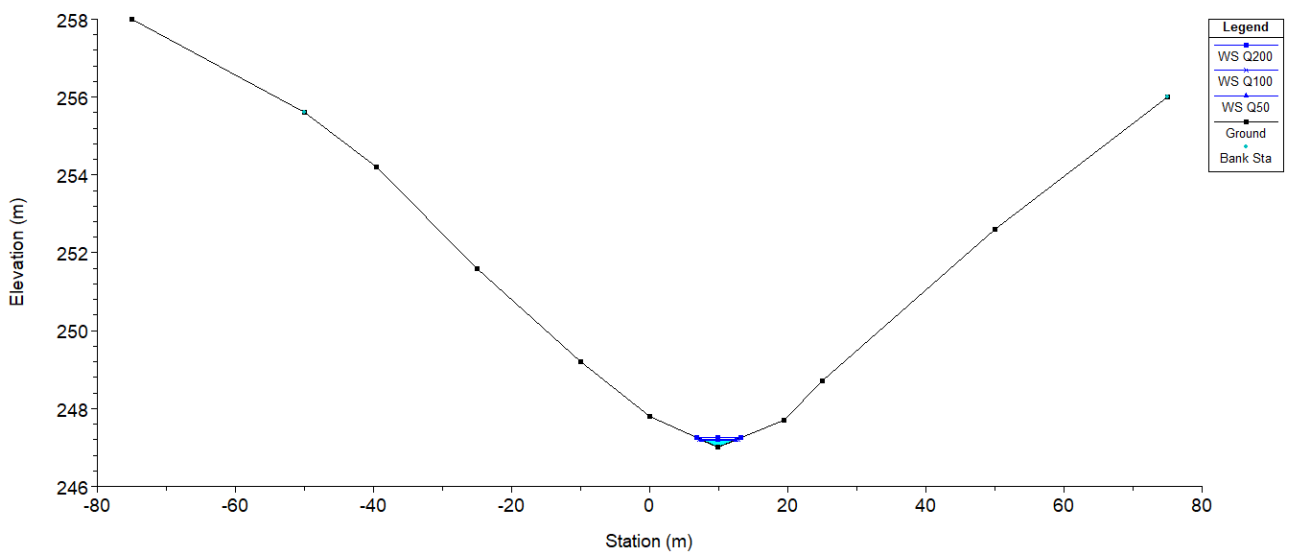
Sezione 4



Sezione 5



Sezione 6



Sezione 7