



PROVINCIA DI TRAPANI
COMUNE DI SALEMI



REGIONE SICILIA

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE
RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL
COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A
42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac)
DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"

PROGETTO DEFINITIVO

PROCEDURA DI AUTORIZZAZIONE UNICA REGIONALE di cui all'art. 12 del D.lgs 387/2003 - Linee Guida Decr. MISE 10/09/2010

PROCEDURA DI VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE PRESSO IL MITE

ai sensi dell'art. 23 del D.Lgs. 152/2006 ricompreso nell'art. 31, comma 6 del D.Lgs. 77/21.

ELABORATO:		CODICE IDENTIFICATIVO	REV
Relazione di calcolo delle opere idrauliche		A.6.2	0
Scala		Denominazione elaborato	
--		A.6.2 - Relazione di calcolo delle opere idrauliche	

COMMITTENTE:

Firma/timbro committente

X-ELIO+

X-ELIO RANCHIBILE S.R.L

Corso Vittorio Emanuele II 349 00186 ROMA Tel.+39 06.8412640 – Fax +39 06.8551726

Capitale interamente versato € 10.000,00

Partita IVA e Iscrizione Registro Imprese di Roma n° 16803061007 REA RM-1676722

Società sottoposta a direzione e controllo di X-ELIO Energy, S.L.U.

xelioranchibilesrl@legalmail.it

PROGETTAZIONE DELLE OPERE

Progettazione

**A176
LAB**
Think different project

A176LAB srl

Via Dante Alighieri n.97

91011 Alcamo (TP)

P.IVA 02812750814

Ing. Giovanni Gabellone



Consulenti specialistici

Studio agronomico – Dott. Agr. Mazzara Vito

Studio Geologico – Dott. Geol. Antonino Cacioppo

Progettista strutturale – Ing. Vincenzo Agosta

Nome file/doc		A.6.2 - Relazione di calcolo delle opere idrauliche.docx				COD. DOCUMENTO
02						A.6.2
01						
00	Giugno 2023	Prima emissione	V.AGOSTA	G.LIPARI	G.GABELLONE	FOGLIO
REV.	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA	REDATTO	APPROVATO	AUTORIZZATO	1 DI 1



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA


A.6.2

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE

1

INDICE

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO	3
3. IDROLOGIA	5
4. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI	15
5. VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE D'ARTE	17
5.1 VERIFICA DEI CANALI A CIELO APERTO	17

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.6.2	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE	2

1. PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la progettazione delle opere idrauliche per la regimentazione delle acque piovane all'interno dell'impianto agro-fotovoltaico di potenza pari a 42.670 kWp, sito in contrada Ranchibile, nel Comune di Salemi (TP), a circa 9,00 km a Nord-Ovest dal centro abitato.


Per le caratteristiche geomeccaniche dei terreni si richiama interamente la Relazione geologica redatta dal Dott. Geol. Antonino Cacioppo.

Il progetto consiste nella realizzazione di un impianto agrivoltaico, con strutture di sostegno dei moduli sia fisse che ad inseguimento monoassiale. L'impianto è composto da n. 7 campi dalla potenza complessiva di picco di 42,67 MWdc collegati fra loro attraverso una rete di distribuzione interna in media tensione, mentre la potenza in immissione dell'impianto presso la rete MT del distributore sarà pari a 33 MWac.

Sarà realizzato sia con tracker monoassiali, che consentono di massimizzare la produzione di energia fotovoltaica inseguendo la radiazione solare durante le ore del giorno, sia con strutture fisse.

Nella presente relazione, coerentemente alle previsioni dell'art. 23 del D. Lgs. 50/2016, verranno descritti gli interventi per il drenaggio, la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici interne all'impianto fotovoltaico. Inoltre, verranno esposti le metodologie di calcolo ed i risultati del dimensionamento delle opere previste in progetto.

L'obiettivo alla base dello studio, da cui scaturiscono le scelte progettuali, è quello di convogliare le acque piovane che ruscellano all'interno del parco in uno o più punti di recapito finale, rispettando il deflusso naturale delle acque, senza alterare la morfologia del terreno ed evitando zone in cui si possa verificare un ristagno di acqua. Le scelte progettuali, inoltre, sono state condotte tenendo conto dell'uso agricolo che si farà dei terreni all'interno del parco fotovoltaico, e quindi dell'inserimento di colture e della movimentazione di mezzi agricoli.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.6.2	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE	3

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Come evidenziato nello studio idrologico ed idraulico, l'impianto ricade interamente all'interno del bacino idrografico del Fiume Birgi, ponendosi in prossimità del perimetro Sud del bacino idrografico stesso.

L'impianto si svilupperà su una superficie complessiva di circa 84,0 Ha, su terreni attualmente coltivati a seminativo.


La situazione topografica del territorio comunale di Salemi è quella caratteristica di un paesaggio collinare modellato dall'azione congiunta di agenti esogeni e tettonici su un substrato con caratteristiche litologiche eterogenee. Alcune porzioni di territorio sono, infatti, caratterizzate da versanti calcareo arenacei con scarpate instabili, la cui erosione ha comportato l'accumulo di una coltre detritica sui litotipi argillosi, altimetricamente e stratigraficamente sottostanti, mentre nella zona a nord ovest del centro abitato, il substrato o il basamento roccioso su cui poggiano i terreni di riporto è caratterizzato da litotipi gessosi che possono comportare fenomeni di sprofondamento la cui causa principale è il carsismo.

L'assetto idrogeologico dell'area oggetto di studio è il risultato dell'interazione delle caratteristiche idrodinamiche delle litologie affioranti e della situazione geologica e/o tettonica. In base a tali considerazioni si può distinguere il complesso idrogeologico affiorante, caratterizzato da termini litologici simili aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente comune ed un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variazione piuttosto ristretto.

L'unità litostratigrafica individuata è un Complesso di terreni tardorogeni. Esso è composto da depositi terrigeni pelitico arenacei, in particolare da argille siltose passanti ad arenarie quarzose a grana medio-fine. Esso presenta una permeabilità da bassa (miscela di sabbie e limi) a molto bassa (argille limose), con coefficiente di permeabilità $10^{-5} < k < 10^{-6}$ cm/s. In generale questa unità rappresenta una formazione idrogeologica con permeabilità bassa. Sono presenti dei livelli lentiformi di sabbie o livelli arenacei meno argillosi, aventi una permeabilità leggermente più alta, le quali danno origine talora a formazioni idrogeologiche semipermeabili, che rappresentano il tetto di acquiferi a falda semi-imprigionata.

Dal punto di vista geologico-tecnico, l'area in oggetto è caratterizzata da:

- un primo strato di alterazione pedogenetica con spessori variabili tra 1,60 e 1,70 m;
- uno strato di argilla con limo e sabbia, con spessori variabili tra 0,60 e 1,90 m;

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.6.2	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE	4

- un substrato la cui composizione è variabile tra argille limose, argille sabbiose e areniti e sublitoareniti.

Da un punto di vista morfologico l'area in esame, come già detto, è ubicata in un contesto collinare. La porzione dell'impianto posta a Sud presenta le maggiori pendenze, con una quota massima di 308 m ed una quota minima di 210 m. Con un dislivello di circa 100 m, ne deriva una pendenza del terreno in situ pari a circa il 14%.

Nell'area posta a Nord si evidenzia, invece, una quota massima di 323 m ed una quota minima di 212 m. Con un dislivello di circa 110 m, ne deriva una pendenza del terreno in situ pari a circa l'11%.

Vista la natura geologica dei terreni interessati e la morfologia dei terreni moderatamente acclive, si deduce che le acque piovane presentano valori di energia dinamica (legata al quadrato della velocità dell'acqua stessa) con discreta capacità erosiva.

Al fine di rendere stabile l'area su cui insisterà l'impianto, si rendono necessarie delle opere di regimentazione delle acque.

Il reticolo idrografico risulta notevolmente influenzato dalle litologie attraversate; nell'intorno dell'area considerata si denota la presenza di segmenti fluviali, organizzati in valloni e canali riconducibili al primo ordine gerarchico, ossia alla prima forma di organizzazione canalizzata dei corsi d'acqua, poco ramificati, che captano le acque di deflusso.

Per tale motivo la maggior parte di queste incisioni è asciutta durante buona parte dell'anno, in particolar modo nella stagione estiva, rappresentando un impluvio solo per le acque derivanti da episodi piovosi invernali.

3. IDROLOGIA

Individuati gli impluvi ricadenti all'interno dell'area indagata, è possibile definire i diversi sottobacini, cioè le aree che non hanno afflussi e hanno solo un deflusso.

Per l'area in studio sono stati individuati 14 differenti sottobacini che insistono sull'area in esame come si può vedere in *Figura 3.1*

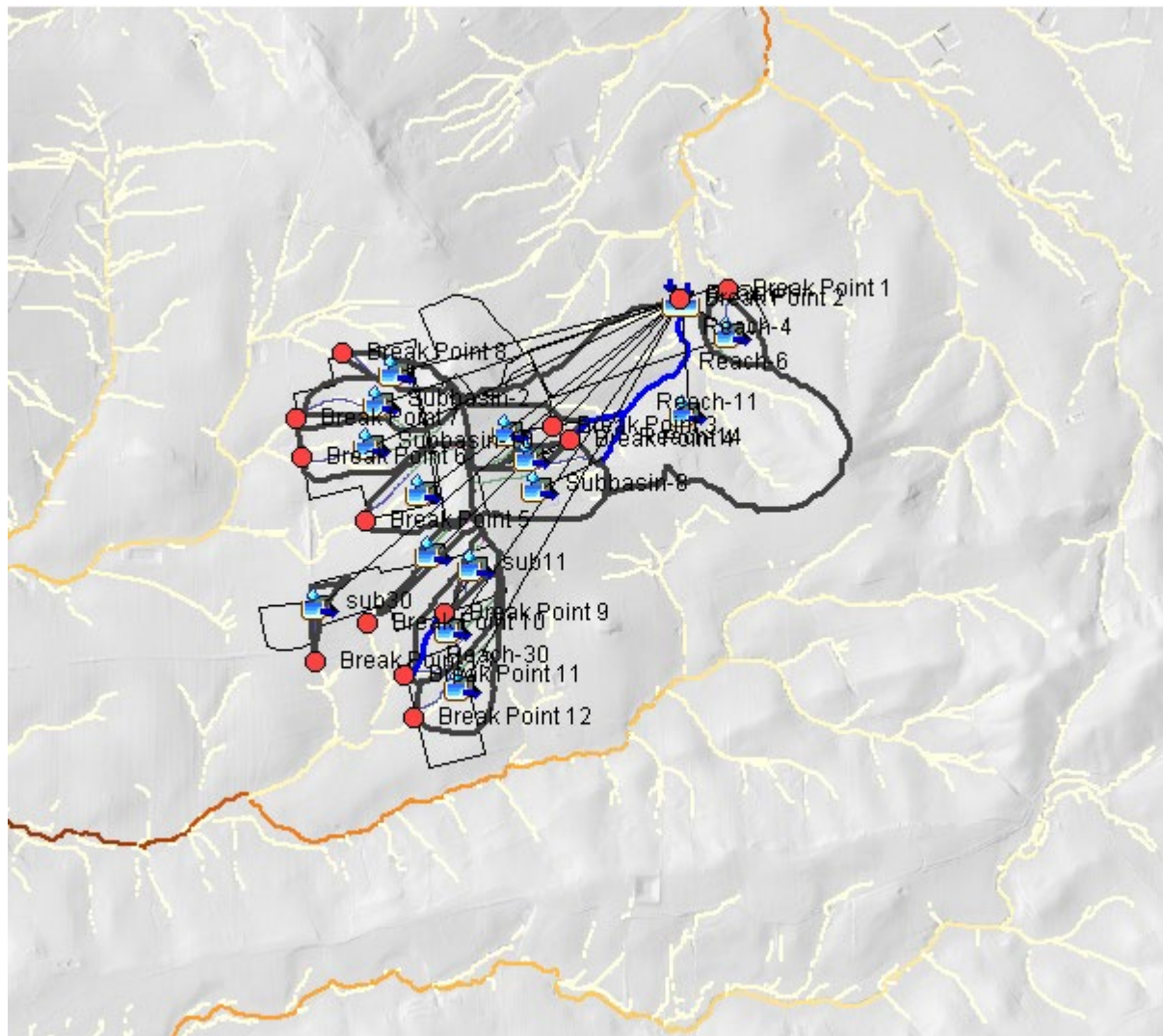


Figura 3.1- Reticolo idrografico e suddivisione dei sottobacini dell'area in studio

Nella tabella seguente si riportano le principali caratteristiche idro-morfometriche dei sottobacini analizzati.


	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.6.2	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE	6

Tabella 1- Caratteristiche idro-morfometriche dei sottobacini

Nome	Area [Km ²]	Lunghezza asta [km]	Pendenza del Bacino [%]
Subbasin-1	0.0289	0.443	16.982
Subbasin-10	0.0899	0.735	14.124
Subbasin-11	0.0849	0.511	15.399
Subbasin-2	0.0671	0.720	15.351
Subbasin-4	0.0701	0.581	15.151
Subbasin-5	0.0647	0.556	15.017
Subbasin-6	0.0713	0.716	10.38
Subbasin-7	0.5265	1.209	15.066
Subbasin-8	0.0970	0.678	11.185
sub10	0.0190	0.568	17.246
sub11	0.0203	0.370	22.97
sub17	0.0118	0.326	14.411
sub23	0.0379	0.390	11.181
sub30	0.0103	0.428	8.188

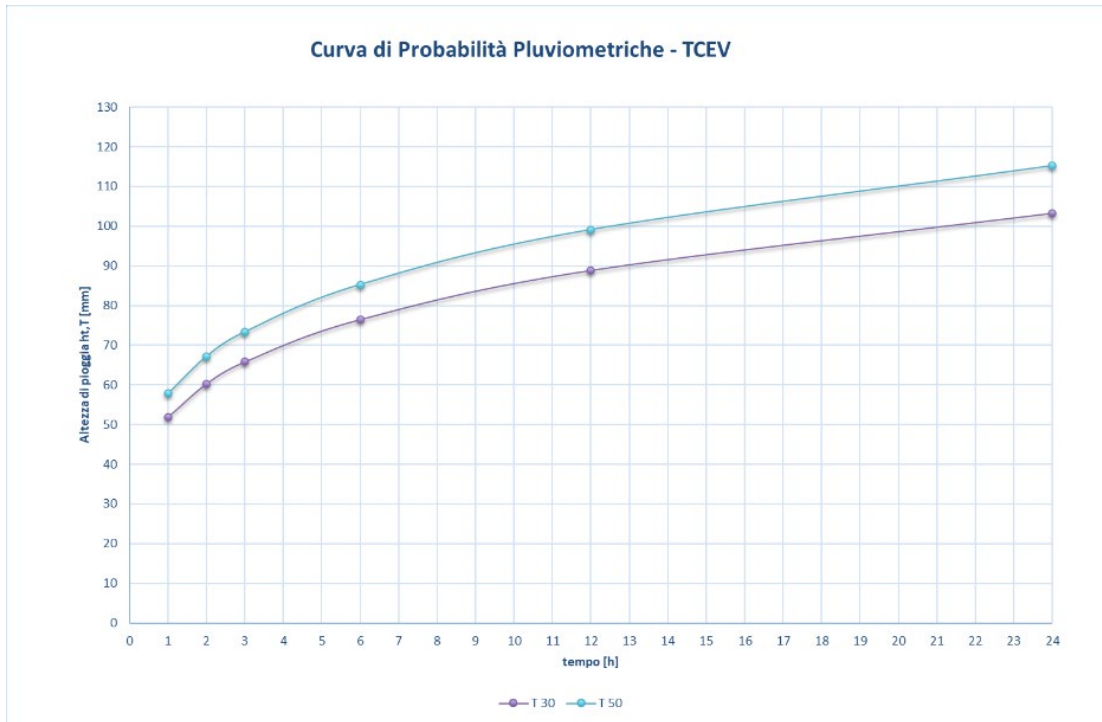
Trattandosi di bacini di modesta estensione, la risposta idrologica è condizionata da brevi tempi di corrivazione e, pertanto, le precipitazioni rilevanti sono quelle d'intensità elevata e breve durata.

La maggior parte dei metodi che l'idrologia propone per ricostruire eventi di piena sono metodi indiretti, ossia metodi che stimano l'idrogramma di piena utilizzando un modello di trasformazione piogge-portate che prevede, come input, la definizione di un particolare evento di pioggia.

In particolare, volendo stimare eventi di piena di dato tempo di ritorno, bisogna prima ricostruire l'evento di pioggia di pari tempo di ritorno (assumendo come vera l'ipotesi che un evento di pioggia di tempo di ritorno T genera un evento di piena con la stessa probabilità di non superamento).

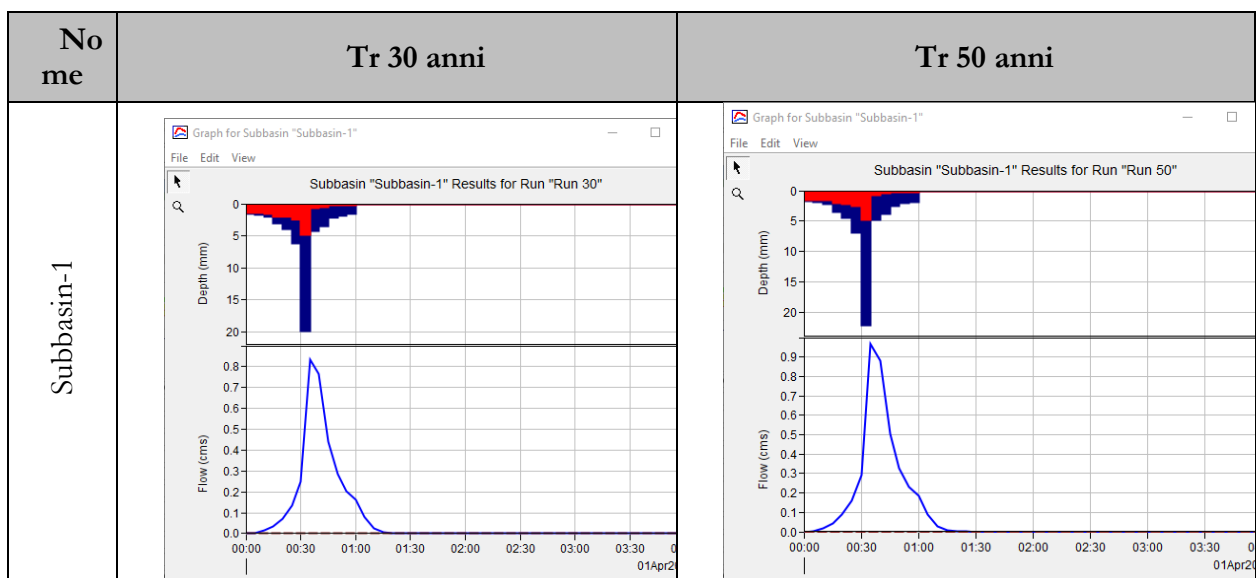
Le portate di massima piena sono state valutate, attraverso modelli matematici, a partire dall'afflusso meteorico nei sottobacini e alla successiva trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi.

Gli afflussi meteorici sono stati valutati con la metodologia TCEV, ottenendo le curva di probabilità pluviometrica di seguito riportate per tempi di ritorno pari a 30 e 50 anni:

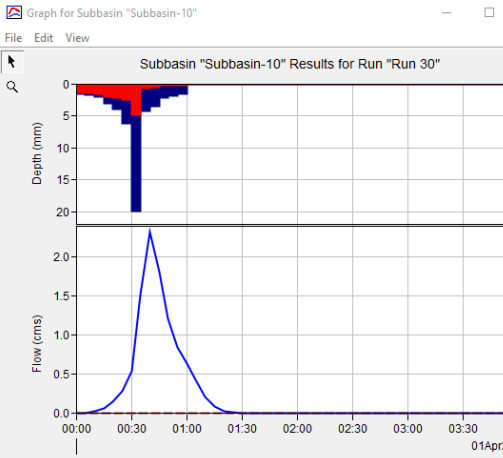
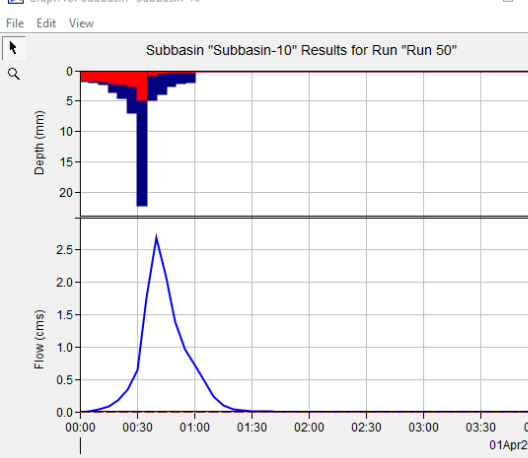
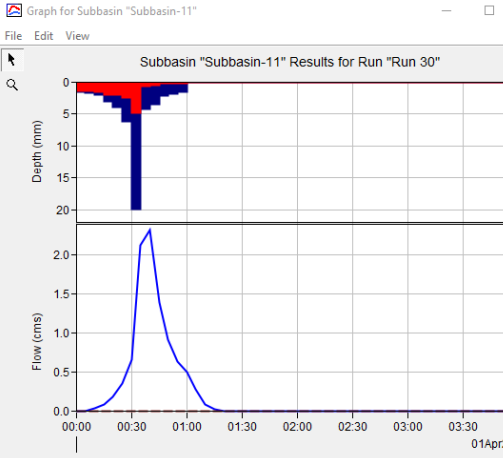
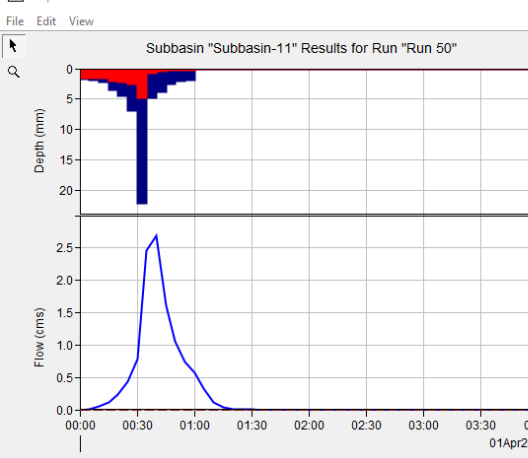
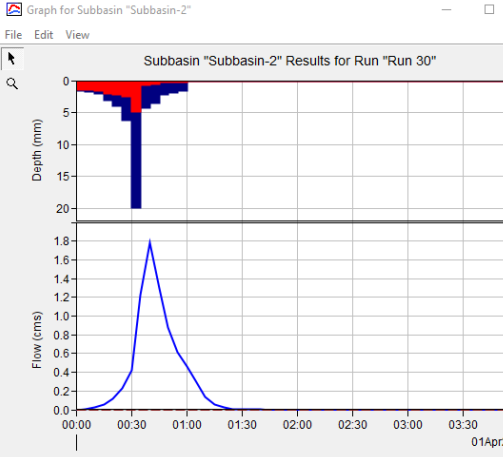
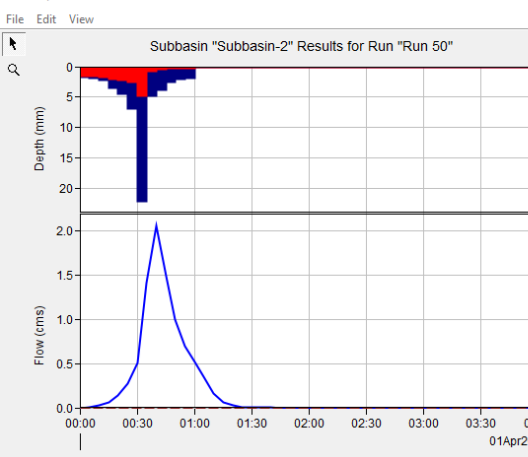


Con il Metodo dell'Idrogramma Unitario di piena del Soil Conservation Service si è potuto trasformare gli afflussi in deflussi. Il calcolo delle portate di piena alla sezione di chiusura di ciascun sottobacino per ciascun tempo di ritorno è stato eseguito considerando gli eventi di pioggia sintetici elaborati con il metodo delle TCEV (Frequency storm), considerando un evento critico pari al tempo di corrivazione.

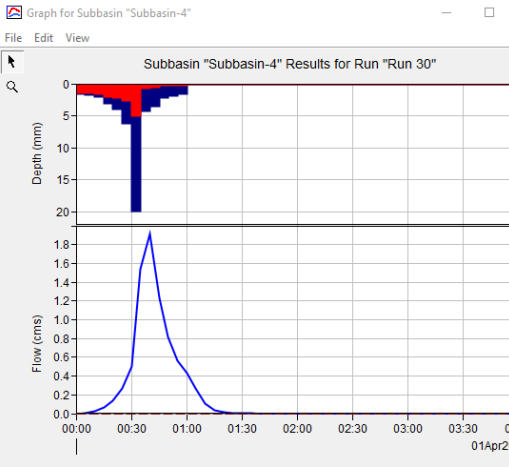
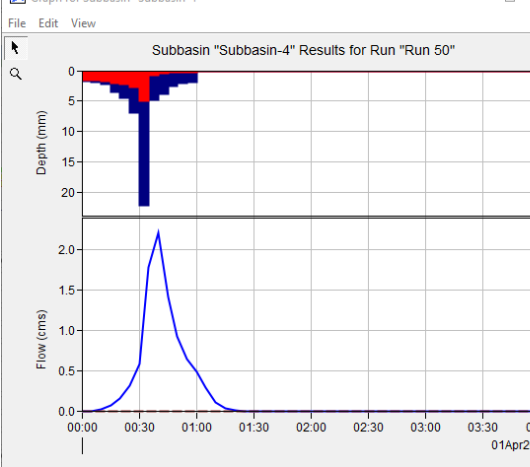
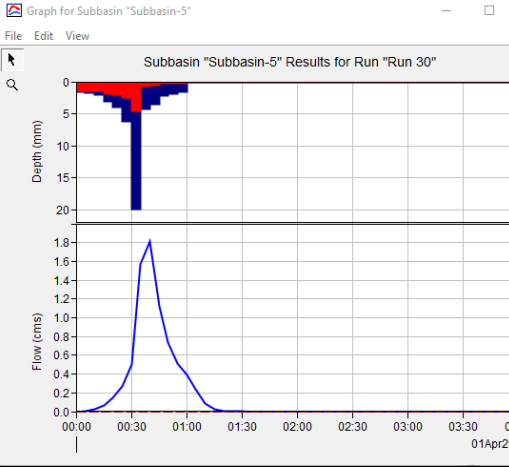
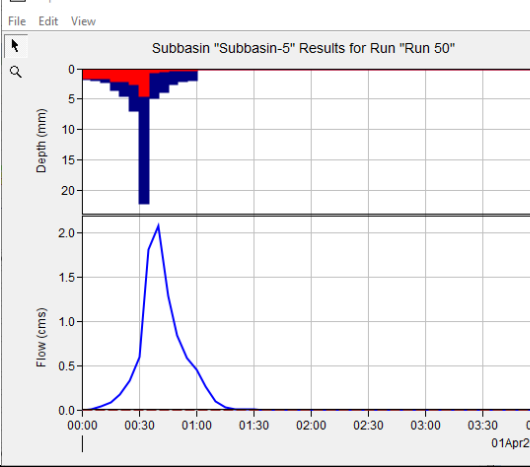
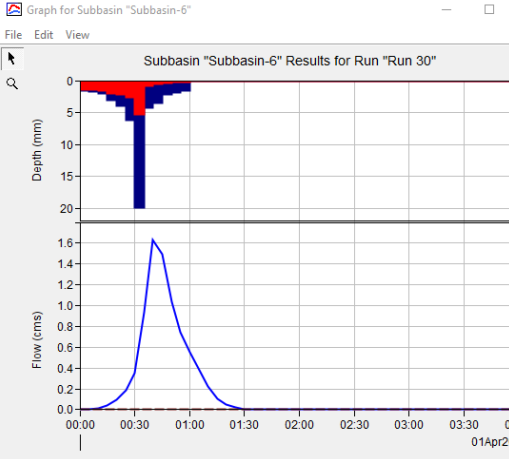
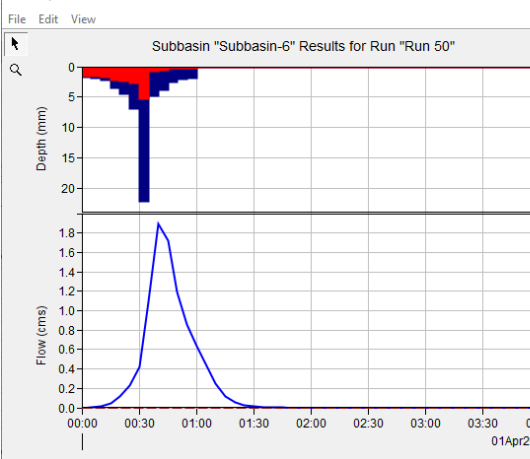
Di seguito vengono riportati i pluviogrammi calcolati per ogni sottobacino dell'area investigata:



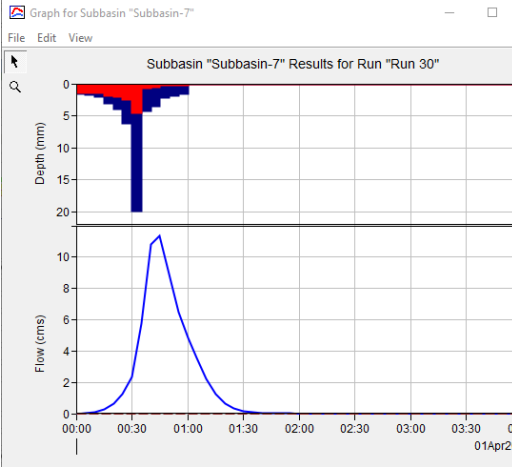
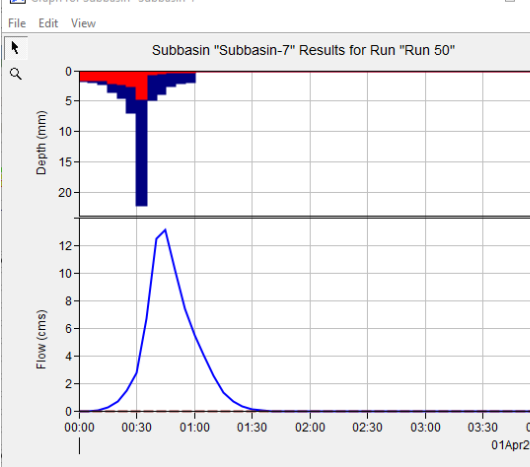
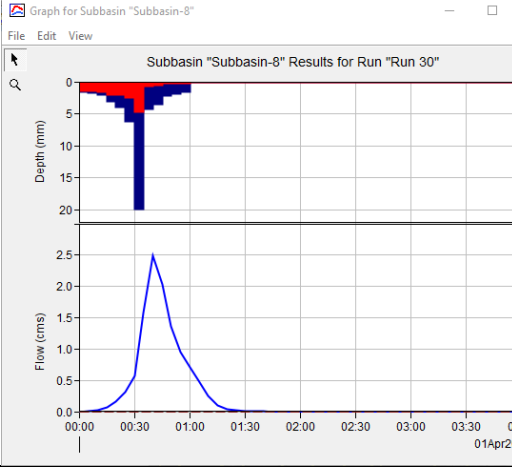
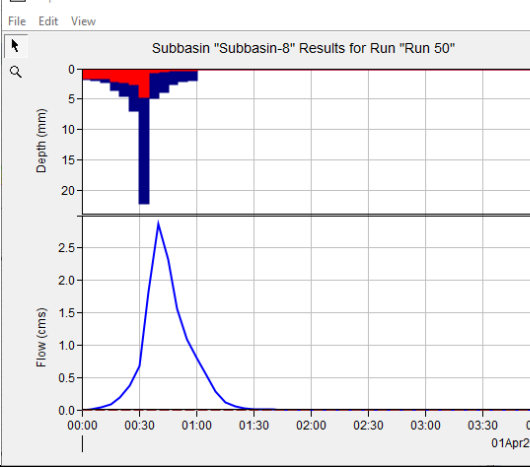
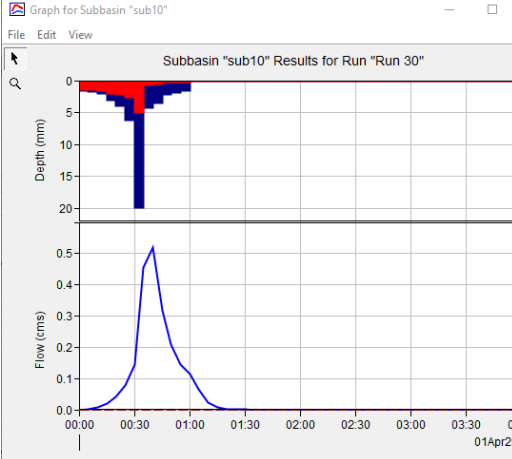
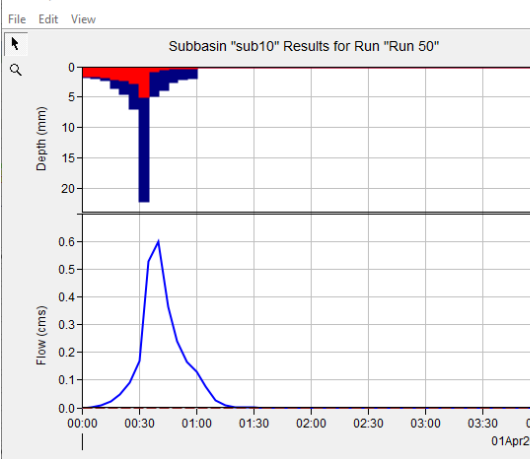


No me	Tr 30 anni	Tr 50 anni
Subbasin-10		
Subbasin-11		
Subbasin-2		

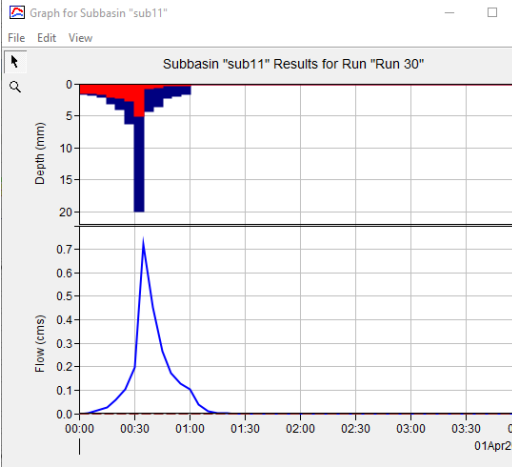
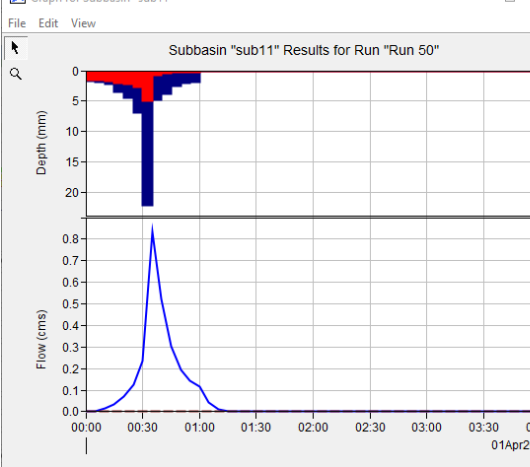
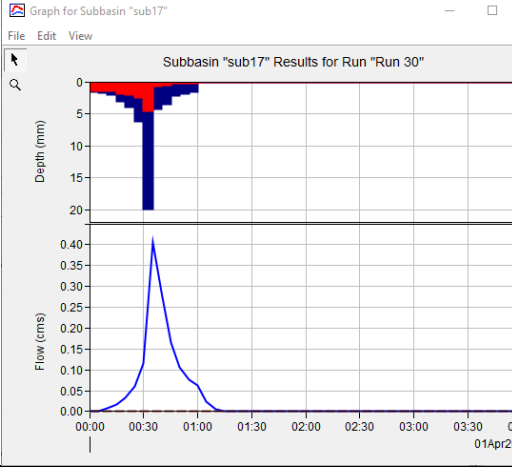
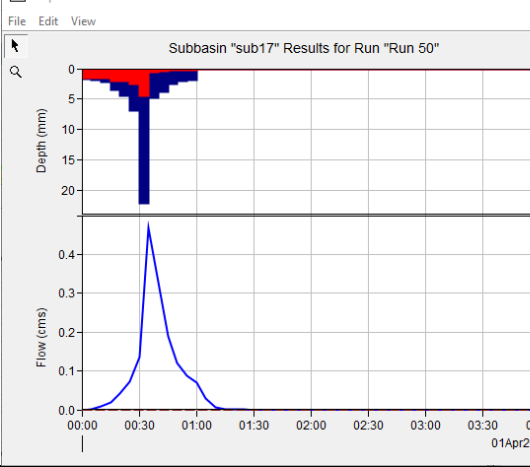
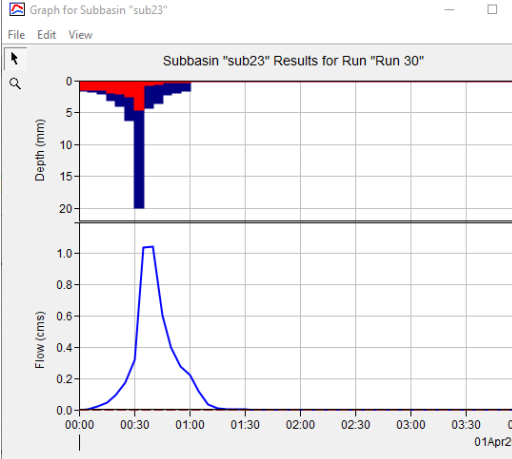
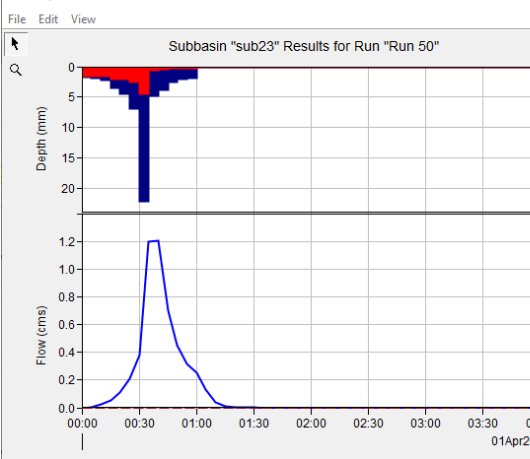


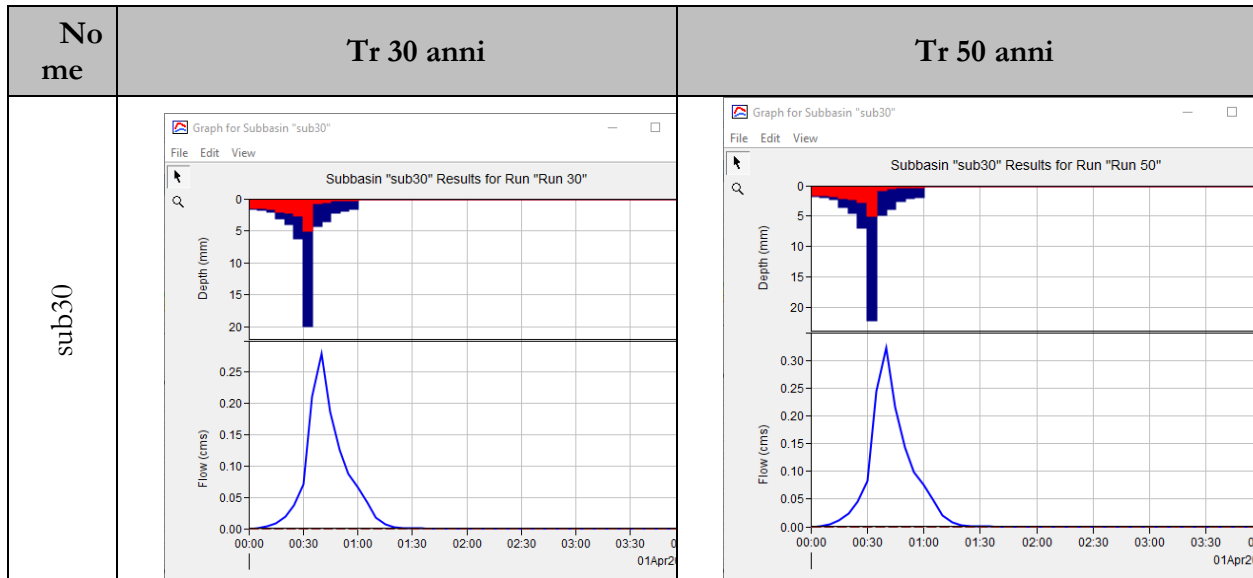
No me	Tr 30 anni	Tr 50 anni
Subbasin-4		
Subbasin-5		
Subbasin-6		



No me	Tr 30 anni	Tr 50 anni
Subbasin-7		
Subbasin-8		
sub10		



No me	Tr 30 anni	Tr 50 anni
sub11		
sub17		
sub23		



Vale la pena ricordare che il tempo di corrivazione t_c è definito come “il tempo richiesto ad una singola particella d’acqua per raggiungere, dal punto più distante, la sezione di chiusura del bacino”. Sostanzialmente esso indica l’istante nel quale tutto il bacino sotteso dalla sezione di riferimento contribuirà contemporaneamente alla formazione del deflusso; se infatti la durata della pioggia t risulta inferiore a t_c le porzioni più distanti del bacino alla fine della precipitazione (istante t) non avranno ancora contribuito al deflusso nella sezione di chiusura e quando questo avverrà le zone più vicine alla sezione di chiusura avranno già smesso di contribuire.

Di conseguenza, più piccolo sarà il bacino minore sarà il valore del tempo di corrivazione.

Per quanto sopra detto, la pioggia di durata pari al tempo di corrivazione è, quindi, quella critica.

Tale pioggia i_c , avendo la durata minima capace di determinare il contributo di tutta la superficie, è anche la più intensa. L’intensità della pioggia critica sarà, dunque:

$$i_T = \frac{h_c}{t_c}$$

dove h_c è l’altezza di pioggia dedotta dalla curva di probabilità pluviometrica per dato tempo di ritorno T proprio in corrispondenza alla durata t_c .

Minori saranno le dimensioni del bacino, minore sarà il tempo di corrivazione e, per contro, maggiore sarà il valore di i_T .

Trattandosi di piccoli bacini, la portata di piena in corrispondenza della sezione di chiusura può essere valutata tramite la formula razionale:

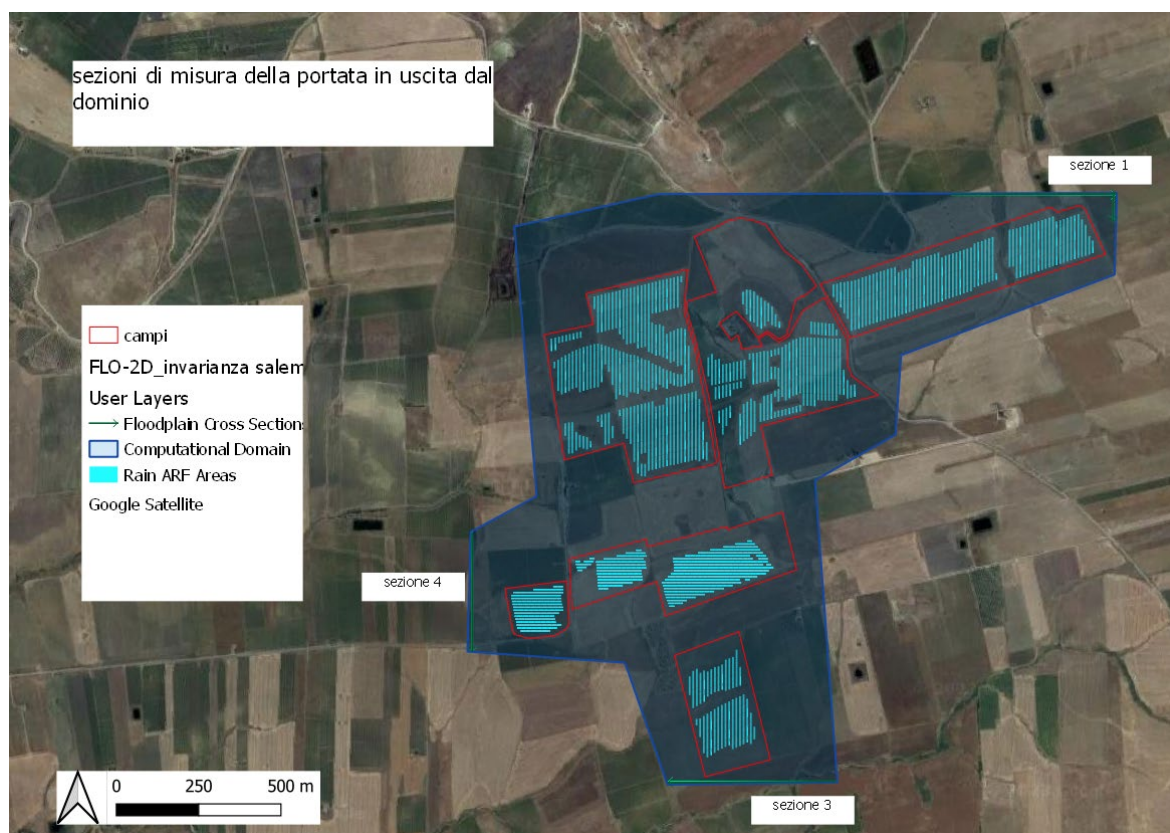
$$Q_T = \frac{C i_T A}{3,6}$$

dove:

- A è la superficie del bacino idrografico in km²;
- C è il coefficiente di afflusso, adimensionale;
- 3,6 è un coefficiente correttivo.

La valutazione della portata massima di piena permette di risalire alle quantità di acqua che le opere idrauliche devono smaltire e, di conseguenza, effettuare il loro dimensionamento.

Dallo studio del rilievo topografico di dettaglio e delle linee di massima pendenza, è stato possibile individuare tre bacini principali bacini scolanti all'interno dell'area dell'impianto, e di conseguenza tre diverse sezioni di chiusura, evidenziate nell'immagine seguente.




Per poter dimensionare le opere idrauliche, si rende necessario determinare per ognuna delle sezioni di chiusura il valore massimo di portata. Il calcolo viene, inoltre, condotto considerando tre diversi scenari: Stato di fatto, semi-impermeabilizzazione (impianto realizzato) e mitigazione (vegetazione ricostituita al di sotto delle strutture).

Assunto un tempo di ritorno pari a 50 anni e una durata dell'evento meteorico pari a 3 ore, si determinano i diversi valori di portata.

Tempo [ore]	Scenario 0 T= 50 Anni			Tempo [ore]	Scenario 1 T= 50 Anni			Tempo [ore]	Scenario 2 T= 50 Anni		
	Portata [m3/s]				Portata [m3/s]				Portata [m3/s]		
	Sezione 1	Sezione 3	Sezione 4		Sezione 1	Sezione 3	Sezione 4		Sezione 1	Sezione 3	Sezione 4
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.1	0	0	0	0.1	0	0	0	0.1	0	0	0
0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0
0.3	0	0	0	0.3	0	0	0	0.3	0	0	0
0.4	0	0	0	0.4	0	0	0	0.4	0	0	0
0.5	0	0	0	0.5	0	0	0	0.5	0	0	0
0.6	0.11	0.21	0.13	0.6	0.11	0.34	0.13	0.6	0.11	0.21	0.13
0.7	0.27	0.32	0.32	0.7	0.8	0.56	0.34	0.7	0.26	0.29	0.32
0.8	0.49	0.36	0.45	0.8	2.77	0.49	0.85	0.8	0.35	0.34	0.44
0.9	1.15	0.46	0.48	0.9	2.96	0.52	0.94	0.9	0.5	0.44	0.46
1	1.54	0.53	0.48	1	2.61	0.58	0.78	1	0.96	0.52	0.43
1.1	1.43	0.47	0.43	1.1	2.18	0.51	0.59	1.1	1.11	0.46	0.38
1.2	1.19	0.39	0.33	1.2	1.77	0.4	0.43	1.2	0.94	0.39	0.3
1.3	0.93	0.31	0.25	1.3	1.35	0.31	0.33	1.3	0.74	0.31	0.23
1.4	0.69	0.23	0.19	1.4	1.02	0.23	0.24	1.4	0.56	0.23	0.17
1.5	0.51	0.17	0.13	1.5	0.77	0.17	0.18	1.5	0.42	0.17	0.12
1.6	0.4	0.12	0.09	1.6	0.58	0.12	0.12	1.6	0.32	0.12	0.07
1.7	0.31	0.1	0.04	1.7	0.46	0.1	0.08	1.7	0.24	0.1	0.03
1.8	0.25	0.07	0.01	1.8	0.36	0.07	0.03	1.8	0.19	0.07	0.01
1.9	0.21	0.05	0.01	1.9	0.29	0.05	0.01	1.9	0.16	0.05	0
2	0.18	0.04	0	2	0.24	0.04	0	2	0.14	0.04	0
2.1	0.15	0.03	0	2.1	0.2	0.03	0	2.1	0.11	0.03	0
2.2	0.13	0.02	0	2.2	0.16	0.02	0	2.2	0.1	0.02	0
2.3	0.11	0.02	0	2.3	0.14	0.02	0	2.3	0.08	0.02	0
2.4	0.1	0.01	0	2.4	0.12	0.01	0	2.4	0.07	0.01	0
2.5	0.08	0.01	0	2.5	0.1	0.01	0	2.5	0.06	0.01	0
2.6	0.07	0.01	0	2.6	0.08	0.01	0	2.6	0.05	0.01	0
2.7	0.05	0.01	0	2.7	0.06	0.01	0	2.7	0.04	0.01	0
2.8	0.04	0	0	2.8	0.05	0	0	2.8	0.03	0	0
2.9	0.03	0	0	2.9	0.04	0	0	2.9	0.02	0	0
3	0.02	0	0	3	0.03	0	0	3	0.02	0	0

Poiché lo scenario 1 descrive una fase transitoria, che durerà per un tempo relativamente breve rispetto alla vita utile dell'impianto, nel proseguo per il dimensionamento delle opere idrauliche si farà riferimento ai valori massimi di portata dello scenario 2. Tali valori sono riassunti nella tabella seguente:

Portata massima Q [m ³ /sec]		
Sezione 1	Sezione 3	Sezione 4
1.11	0.52	0.46

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.6.2	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE	15

4. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI PROGETTUALI

La durabilità dell'area su cui sorgerà l'impianto e dell'impianto stesso dal punto di vista strutturale è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

Come già detto in premessa, l'obiettivo alla base dello studio, da cui scaturiscono le scelte progettuali, è quello di convogliare le acque piovane che ruscellano all'interno del parco in uno o più punti di recapito finale, rispettando il deflusso naturale delle acque, senza alterare la morfologia del terreno ed evitando zone in cui si possa verificare un ristagno di acqua. Le scelte progettuali, inoltre, sono state condotte tenendo conto dell'uso agricolo che si farà dei terreni all'interno del parco fotovoltaico, e quindi dell'inserimento di colture e della movimentazione di mezzi agricoli.

Il tracciato delle opere di regimazione è stato definito a partire dal rilievo topografico dell'area e dalla progettazione del layout dell'impianto fotovoltaico, individuando le vie preferenziali di deflusso, gli eventuali impluvi (ed i solchi di erosione) interferenti con le opere in progetto nonché le caratteristiche plano-altimetriche delle diverse aree di impianto.

Le opere in progetto sono tali da interferire il meno possibile con il naturale deflusso delle acque e con precedenti interventi di canalizzazione delle acque piovane. Per tale motivo, si è cercato di usare i punti di raccolta e scarico esistenti senza crearne di nuovi e mettendo ordine nel sistema di collettamento e scarico. Inoltre, le opere previste sono quasi sempre delle opere idrauliche a cielo aperto, con limitata profondità, e solo in casi particolari si è ricorso a tubazioni interrato.


Al fine di poter procedere alle più consone scelte progettuali, si è cercato di soddisfare i seguenti punti:

- Individuazione del bacino scolante nelle diverse aree dell'impianto;
- Valutazione delle portate massime convogliate nelle diverse aree, partendo dallo studio idrologico allegato;
- Verifica e progettazione delle opere idrauliche.

Le tipologie di intervento previste in progetto sono:

- Realizzazione di cunette laterali alla viabilità di progetto a sezione trapezia in terra;
- Realizzazione, laddove necessario, di trincee drenanti;
- Realizzazione di fossi di guardia a sezione trapezia in terra.
- Realizzazione di attraversamenti stradali con tubazione interrata in PEAD.

Come si evince, la maggior parte delle opere previste è in terra e non prevede messa in opera di conglomerati cementizi o tubazioni rigide, se non in alcuni brevi tratti. Tale scelta è stata fatta per una

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.6.2	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE	16

migliore gestione delle intersezioni tra i diversi manufatti nei punti in cui si vogliono raccogliere le acque.

La porzione dell'impianto posta a Sud, nei Sottocampi 4, 5 e 6, presenta le maggiori pendenze, con una quota massima di 308 m ed una quota minima di 210 m. Con un dislivello di circa 100 m, ne deriva una pendenza del terreno in situ pari a circa il 14%.


È, quindi, plausibile ritenere che le acque meteoriche scorrono sul terreno seguendo la pendenza naturale del terreno senza provocare fenomeni di ristagno. Per tale motivo, si prevedono unicamente dei canali esterni (canaletta Tipo C1) che permetteranno di convogliare le acque raccolte negli impluvi naturali esistenti. Si prevedono, inoltre, delle trincee drenanti che seguono la pendenza naturale del terreno aventi il fine di per captare e convogliare le acque ruscellanti in profondità al fine di arricchire la falda idrica e ridurre il dilavamento superficiale.

Nell'area posta a Nord si evidenzia, invece, una quota massima di 323 m ed una quota minima di 212 m. Con un dislivello di circa 110 m, ne deriva una pendenza del terreno in situ pari a circa l'11% nel Sottocampo 1.

Anche in questo caso, le acque piovane non daranno luogo a fenomeni di ristagno. Considerata anche la orografia del terreno e la presenza di punti recettori esistenti, si prevede di realizzare dei fossi di guardia F1 paralleli ai tracker che convoglieranno l'acqua raccolta nelle canalette C1. Tale soluzione è prevista in particolare per il Sottocampo 3 con il fine di impedire che l'acqua piovana possa giungere sulla viabilità interna.

Nel Sottocampo 2 si prevedono unicamente delle cunette stradali e una canaletta C1, mentre nel Sottocampo 1 oltre alla cunetta stradale si prevedono delle trincee drenanti.

Laddove si è reso necessario attraversare la sede stradale ed in corrispondenza di alcuni tratti terminali in prossimità dello scarico delle acque all'esterno dell'impianto, si sono previste delle tubazioni interrate in PEAD DN300.

	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"		
	CODICE DOCUMENTO	TITOLO ELABORATO	PAGINA
	A.6.2	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE	17

5. VERIFICA IDRAULICA DELLE OPERE D'ARTE

5.1 VERIFICA DEI CANALI A CIELO APERTO

Il progetto prevede la realizzazione di fossi di guardia e canalette di dimensioni diverse: quelli con sezione maggiore saranno posti prevalentemente lungo il perimetro esterno dell'impianto, in quanto aventi la funzione di captare le acque che scorrono sul terreno e convogliarle verso il più vicino corpo idrico recettore, mentre quelli con sezione minore saranno posti all'interno dell'impianto, in prossimità dei trackers, per meglio convogliare le acque verso un canale di maggiori dimensioni.

Non essendo le pendenze all'interno dell'impianto elevate, si ritiene che non si verificheranno fenomeni erosivi dei fossi stessi e per tale motivo non si prevede il loro rivestimento.

Poiché le acque che scorrono in essi saranno a pelo libero, il dimensionamento di tali opere verrà condotto facendo riferimento alla formula di Chezy:

$$Q = \chi * A * \sqrt{R * i}$$

dove:

- Q è la portata che defluisce attraverso il fosso di guardia;
- χ è il coefficiente di scabrezza di Chezy;
- A è l'area della sezione bagnata;
- R è il raggio idraulico, dato dal rapporto tra la sezione bagnata ed il perimetro bagnato;
- i è la pendenza del canale.

Per il valore del coefficiente χ , nell'ipotesi di moto puramente turbolento, si è scelto di usare la formula di Gauckler-Strickler:

$$\chi = k_s R^{1/6}$$

in cui k_s è l'indice di scabrezza di Gauckler-Strickler che si assume pari a $37 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$ (corrispondente a canali in terra con erba corta e pochi cespugli).

Per quanto riguarda la pendenza del canale, al fine di non modificare l'orografia del terreno e limitare anche le attività di scavo, si pone in prima approssimazione pari all'1%.

Si considera un fosso di guardia realizzato in terra, avente larghezza alla base pari a 40 cm e sponde inclinate di 70° rispetto all'orizzontale.



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE AT, SITO NEL COMUNE DI SALEMI (TP), LOCALITA' RANCHIBILE, AVENTE POTENZA DI PICCO DC PARI A 42,67 MWp (potenza in immissione pari a 33 MWac) - DENOMINAZIONE IMPIANTO "RANCHIBILE"

CODICE DOCUMENTO

TITOLO ELABORATO

PAGINA

A.6.2

RELAZIONE DI CALCOLO DELLE OPERE IDRAULICHE

18

h [m]	A [m ²]	P [m]	R [m]	k_s	Φ [m ^{1/3} s ⁻¹]	i [%]	Q [m ³ /sec]
0.1	0.044	0.613	0.071	37	23.821	0.01	0.028
0.2	0.095	0.826	0.115	37	25.784	0.01	0.083
0.3	0.153	1.039	0.147	37	26.882	0.01	0.157
0.4	0.218	1.251	0.174	37	27.656	0.01	0.252
0.5	0.291	1.464	0.199	37	28.265	0.01	0.367
0.6	0.371	1.677	0.221	37	28.775	0.01	0.502
0.7	0.458	1.890	0.243	37	29.219	0.01	0.660
0.8	0.553	2.103	0.263	37	29.616	0.01	0.840
0.9	0.655	2.316	0.283	37	29.976	0.01	1.044
1	0.764	2.528	0.302	37	30.309	0.01	1.273
1.1	0.880	2.741	0.321	37	30.619	0.01	1.528
1.2	1.004	2.954	0.340	37	30.910	0.01	1.810

Come si evince dalla tabella sovrariportata, la verifica della sezione è positiva con un tirante idrico pari a 1,00 m nel caso della Sezione 1 e con un tirante idrico pari a 0,70 m nel caso delle Sezione 2 e 3.

In entrambi i casi si prevede un franco di 15 cm, pervenendo così alla profondità totale del canale. Per maggiori dettagli si rimanda alla tavola B.4.10.5.