



REGIONE
SICILIA



COMUNE DI
LICATA



LIBERO CONSORZIO
COMUNALE DI
AGRIGENTO

Proponente

DREN SOLARE 13 S.R.L.

Sede legale: Via Triboldi Pietro, 4 - 26015 Soresina (CR)

SISTEMA ENERGIA **REGRAN**

REGAN S.R.L.

Sede legale: Via M. Scelba n°4 - 97100 Ragusa (RG)

Tel. 0932 641497
E-mail: info@regran.it
Pec: info@pec.regran.it
P.IVA: 01359480884

COLLABORATORI:

Ing. Giovanni Cassarino
Ing. Juan Baglieri
Dott. Ing. Salvatore Falla

Dott.Arch. Mirko Pasqualino Re
Dott.Arch. Gaetano Di Quattro
Geom. Marco Savasta
Geom. Francesca Dinatale

Progettazione e sviluppo

IL PROGETTISTA

IL PROGETTISTA

COLLABORAZIONE



Ing. Marco Anfuso

Firma digitale
Ing. Anfuso



Ing. Paolo Grande

Firma digitale
Ing. Grande

Firma digitale
tecnico (solo per
relazioni ed elaborati
specialistici)



Opera

PROGETTO "AGV LICATA"

Progetto di un impianto agro-voltaico denominato "AGV LICATA" di potenza complessiva pari a 39,633 MW e potenza richiesta in immissione pari a 39.6 MW, da installarsi nel Comune di Licata (AG) in C.da Sconfitta, C.da Camastrella e C.da Giovine

Oggetto

Nome Elaborato:
VIA2_REL06_Invarianza Idraulica

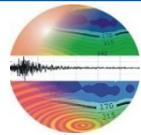
Formato:
210 x 297

Descrizione Elaborato:
Relazione di invarianza Idraulica

00	04/12/2023	Emissione per progetto definitivo	Regran	DREN SOLARE 13 SRL
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica e Approvazione

PROGETTO DI UN IMPIANTO SOLARE AGRO-FOTOVOLTAICO GRID-CONNECTED DENOMINATO "AGV LICATA" DI POTENZA DI PICCO DEL GENERATORE (MODULI) PARI A 39.633,16 kWp [DC] E POTENZA IN IMMISSIONE AI FINI DELLA CONNESSIONE PARI A 39.600 kW [AC], DA INSTALLARSI PRESSO LOTTO DI TERRENI SITO IN C.DA GIOVANE - CAMASTRELLA - SCONFITTA NEL COMUNE DI LICATA (AG).

RELAZIONE IDROLOGICA-IDRAULICA



STUDIO DI GEOLOGIA
Consulenze Geologiche Geofisiche Geotecniche
Idrogeologiche

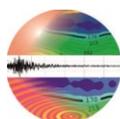
dott. Davide Ucciardo
Geologo
Via Boccaccio, 11 97016 POZZALLO (RG)
@: davide.ucciardo@virgilio.it
pec: davideucciardo@epap.sicurezzapostale.it

COMMITTENTE: DREN SOLARE 13 SRL

IL GEOLOGO
DOTT. DAVIDE UCCIARDO



PREMESSA	3
1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	4
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	8
3. MODELLAZIONE IDROLOGICA	8
4. CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	10
5. ANALISI PLUVIOMETRICA E STIMA DELLE PORTATE	10
5.1 DURATA CRITICA-TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	14
6.2 IETOGRAMMA DI PROGETTO	35
6.3 COEFFICIENTE UDOMETRICO.....	38
7. VALUTAZIONE DEL VOLUME DEI BACINI DI DETENZIONE (DETENTION BASINS).....	39
8. USO DEL SUOLO.....	41
9. MODELLAZIONE IDRAULICA.....	43
9.1 DATI DI BASE.....	43
9.2 DEFINIZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO.....	43
9.2.1 DELIMITAZIONE DEI DOMINI 2D E LORO CONDIZIONI AL CONTORNO.....	43
9.2.2 ASSEGNAZIONE CONDIZIONI AL CONTORNO	44
9.3 DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA IDRAULICA	47
9.4 RISOLUZIONE DELLE EQUAZIONI.....	48
9.5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE 2D.....	49
10. CONCLUSIONI.....	51



PREMESSA

La presente relazione descrive gli interventi per la raccolta e l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superfici interne all'impianto fotovoltaico denominato AGV LICATA e mostra sia i criteri utilizzati che le risultanze dei dimensionamenti delle principali opere previste in questa fase di progetto secondo il principio dell'invarianza idraulica.

Poiché alcuni campi fotovoltaici ricadranno in prossimità di impluvi della rete idrografica superficiale che appaiono classificabili come “impluvi con alveo a sponde incerte” (R.D. 523/1904), per valutare le possibili interferenze tra i campi e gli impluvi è stato effettuato uno studio idrologico-idraulico al fine di determinare le aree di esondazione, con tempo di ritorno pari a 5 anni - in accordo ai criteri di cui al della Regione Sicilia e il limite della sponda dei corsi d'acqua, dal quale determinare i 10 metri della fascia di pertinenza fluviale Direttive per la determinazione dell'ampiezza dell'alveo nel caso di sponde incerte (art. 94 del R.D. 523/1904) e per la determinazione della fascia di pertinenza fluviale da sottoporre alle limitazioni d'uso di cui all'art. 96, lettera f, del R.D. 523/1904

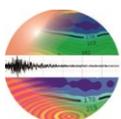
Infine, si fornisce l'esito dell'ultima verifica idraulica richiesta al par. A.4 del D.D.G. 102/2021, che cita testualmente: “... per qualsiasi valore del coefficiente di deflusso medio dell'area trasformata, dovrà essere altresì verificato che la portata scaricata dalla vasca o sistema di laminazione nel corpo idrico ricettore o nel collettore fognario, non ne pregiudichi la capacità di trasporto idraulico causandone l'esondazione (valutata per portate con tempo di ritorno di 50 anni)...”.

In sintesi, le attività svolte per la redazione del presente documento sono:

- analisi morfometrica mediante DTM e finalizzata alla delimitazione dei bacini idrografici;
- analisi morfologica di bacino mediante software SAGA GIS;
- analisi idrologica per la definizione delle curve di possibilità pluviometrica e la implementazione del modello idrologico.
- schema delle opere di regimazione idraulica.

Tutte le analisi condotte sono state riferite alla Cartografia Tecnica Regionale nel sistema di riferimento UTM33 WGS84.

La relazione descrive le metodologie adottate e le analisi svolte per l'analisi idrologica dell'area, l'esame dello stato di fatto per il dimensionamento e la verifica idraulica degli interventi.



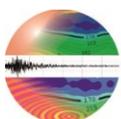
Per ulteriori dettagli in merito ai terreni sopra richiamati e alla stratigrafia presente nelle aree di impianto, si rimanda alla relazione geologica allegata al presente progetto.

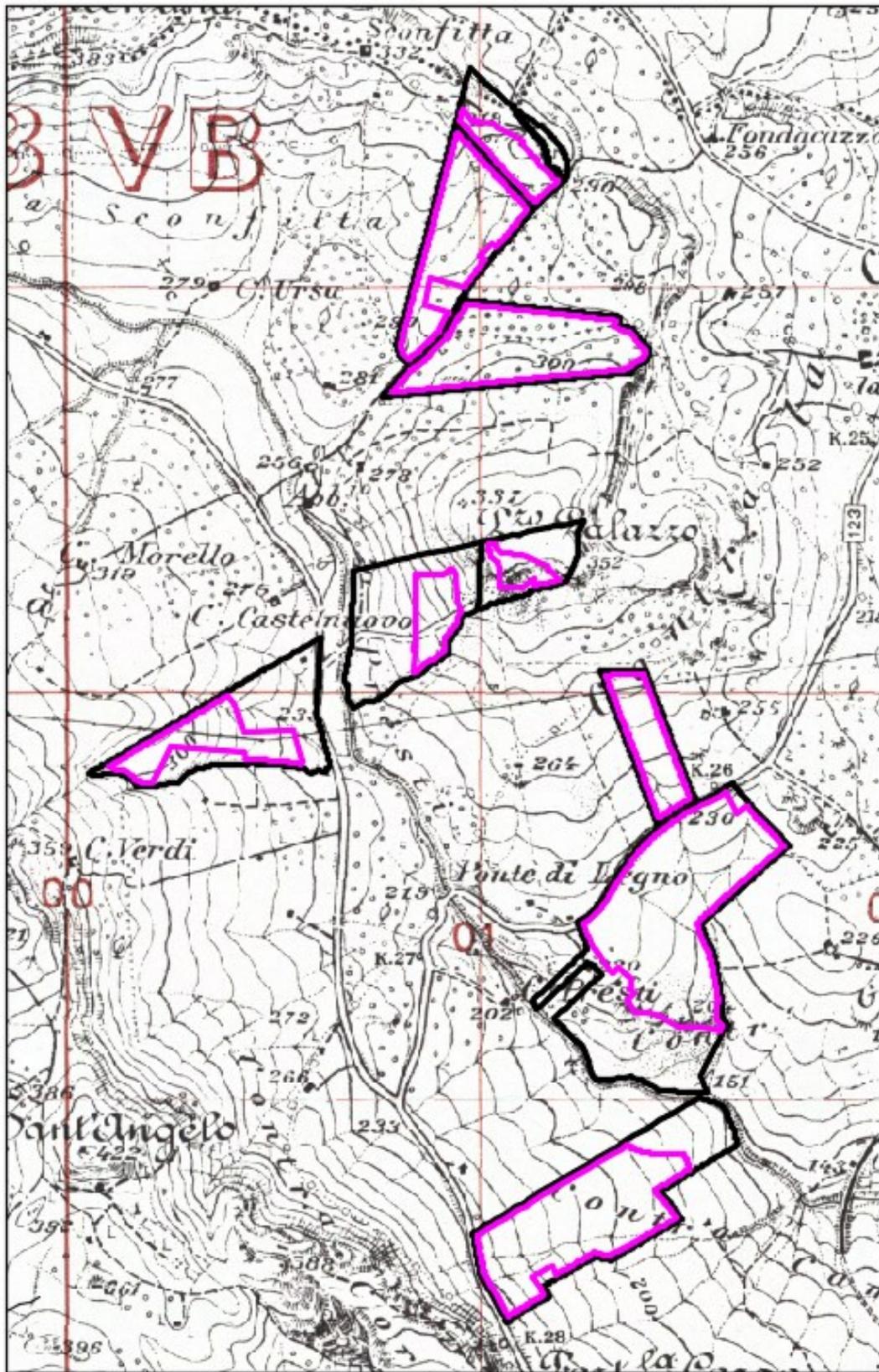
I. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il sito oggetto di studio è ubicato nel Comune di Licata ed è identificato in Catasto Terreni, con superficie catastale complessiva pari a circa 84 ha, dai seguenti fogli e particelle:

F.5 p.lla 220; F.16, p.lle 5, 8, 9, 12, 13, 14, 74, 75, 76, 79, 80, 139, 165, 167, 168, 169, 170, 172, 173, 174, 176, 177, 186, 188, 189, 190, 191, 192, 194, 332, 333, 400, 401, 402, 413, 415, 442, 443, 477; F.6, p.lle 16, 19, 58, 59, 109, 111, 113, 235, 237; F.7, p.lle 18, 19, 26, 44, 46, 51, 53, 104, 106, 143, 237, 373.

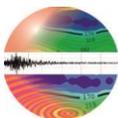
Geograficamente ricade nella tavoletta Foglio IGM N. 271 Favarotta I SE della Carta d'Italia in scala 1:25.000 dell'I.G.M, nelle C.T.R. n° 642030 sezione Monte Durrà e n°647150 sezione Masseria Grande in scala 1:10000 le cui coordinate geografiche sono ed è identificato dalle seguenti coordinate geografiche intese al centro dei lotti:



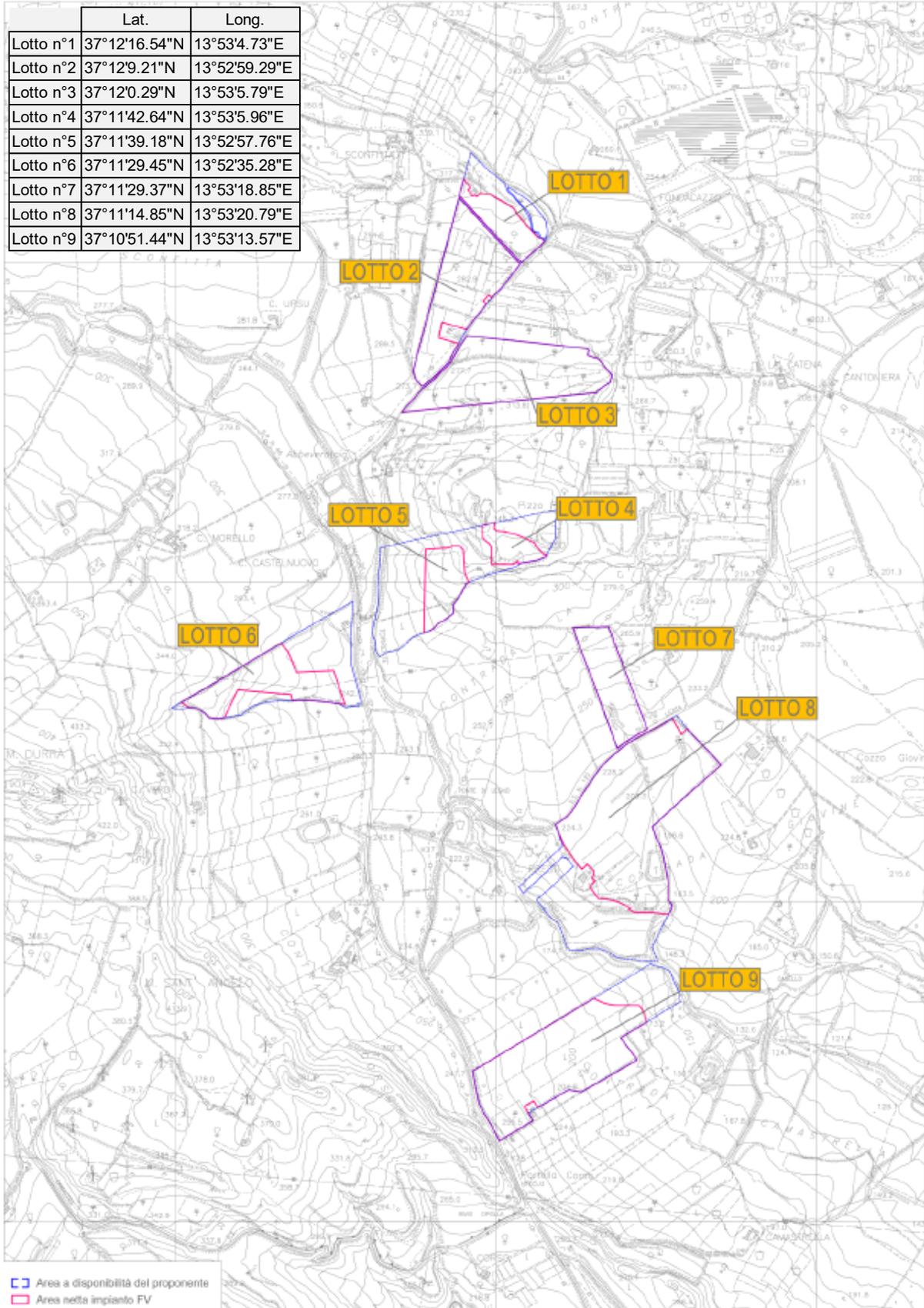


□ AREA DISPONIBILE □ AREA IMPIANTI FOTOVOLTAICI

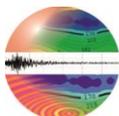
I.G.M 1:25:000 F. 271 I SE I.G.M.F. 271 I SE FAVAROTTA



	Lat.	Long.
Lotto n°1	37°12'16.54"N	13°53'4.73"E
Lotto n°2	37°12'9.21"N	13°52'59.29"E
Lotto n°3	37°12'0.29"N	13°53'5.79"E
Lotto n°4	37°11'42.64"N	13°53'5.96"E
Lotto n°5	37°11'39.18"N	13°52'57.76"E
Lotto n°6	37°11'29.45"N	13°52'35.28"E
Lotto n°7	37°11'29.37"N	13°53'18.85"E
Lotto n°8	37°11'14.85"N	13°53'20.79"E
Lotto n°9	37°10'51.44"N	13°53'13.57"E

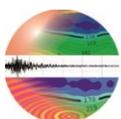


C.T.R. N° 642030 SEZIONE MONTE DURRÀ E N°647150 SEZIONE MASSERIA GRANDE IN SCALA 10000





ORTOFOTO UBICAZIONE IMPIANTI FV



3. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto solare agro-fotovoltaico grid-connected denominato “AGV LICATA” di potenza di picco del generatore (moduli) pari a 39.633,16 kwp [dc] e potenza in immissione ai fini della connessione pari a 39.600 Kw [AC] i cui moduli fotovoltaici saranno posti su strutture di sostegno in parte fisse ed in parte ad inseguitore monoassiale, montati su pali infissi nel terreno.

L’impianto sarà costituito da 1.248 tracker, così suddivisi per un numero complessivo di n° 54.292 moduli fotovoltaici.

Complessivamente l’impianto in progetto interesserà un’area di circa 133.000 mq (area interna alla recinzione) e la superficie occupata dai moduli (senza considerare lo spazio tra un modulo ed un altro) è di circa mq 31.193.

3. MODELLAZIONE IDROLOGICA

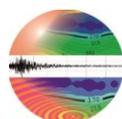
Lo studio idrologico è stato effettuato avvalendosi di tecniche proprie dei Sistemi Informativi Territoriali (G.I.S.) e di un modello di pubblico dominio, Lekan (www.reos.site/reos-project/). Lo studio è stato effettuato per i valori del tempo di ritorno di 5 e 50 anni.

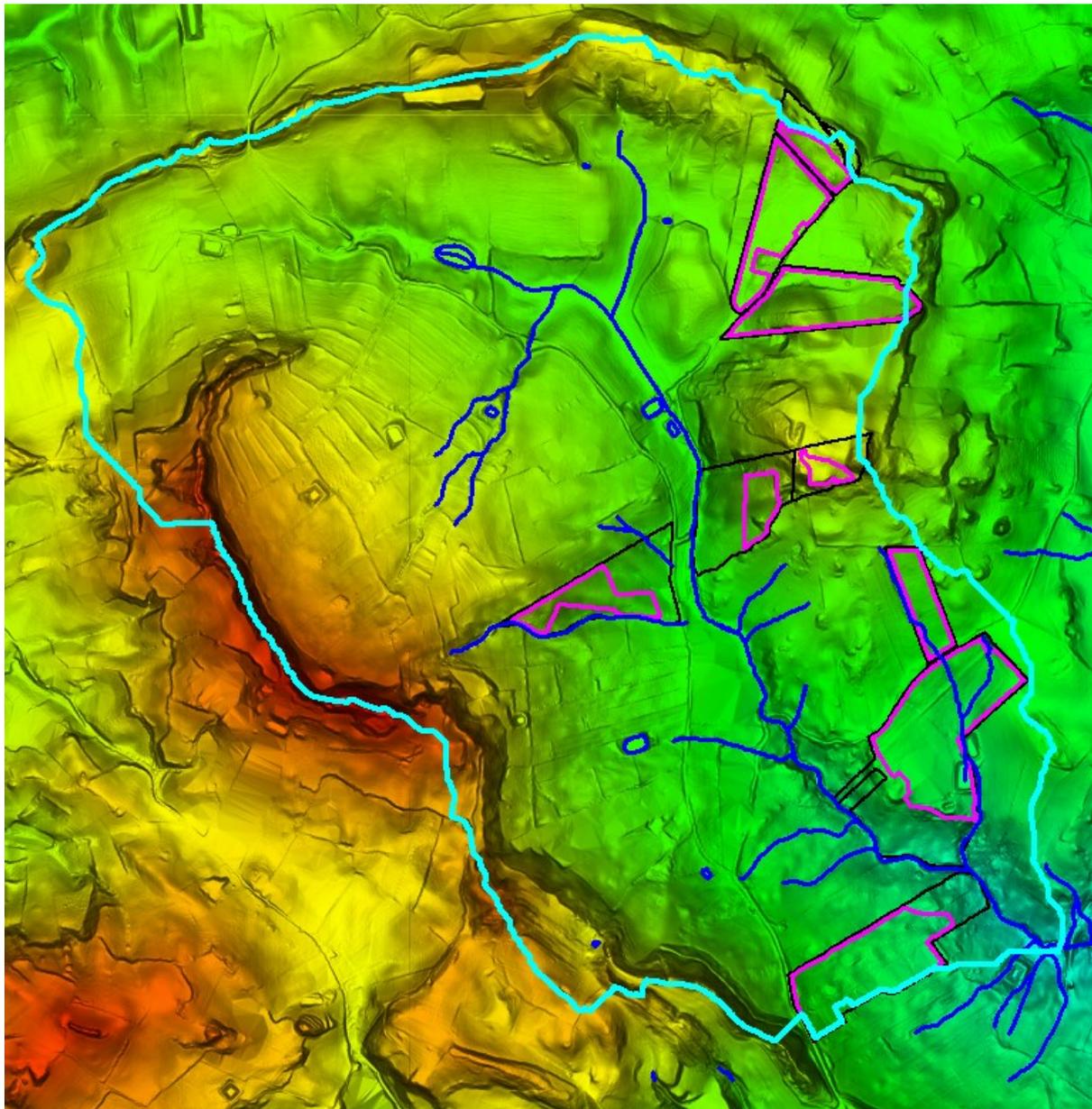
Nello specifico è stato individuato il bacino idrografico di cui è stata calcolata le massime portate al colmo di piena per gli assegnati tempi di ritorno.

Di seguito si riporta, sinteticamente, la procedura adottata ed i risultati dello studio idrologico condotto per l’area di studio.

Lo studio è stato sviluppato in due fasi successive:

- la prima fase, definita di pre-processing, ha consentito di individuare automaticamente, partendo da un modello digitale delle quote del terreno (DEM - Digital Elevation Model) il reticolo idrografico, i displuvi e, quindi, i limiti del bacino corredato dai principali parametri morfologici;
- la seconda fase, di modellazione idrologica, ha permesso di simulare mediante il modello Lekan, utilizzando come dati di input quelli ottenuti nella fase precedente, i processi di afflusso-deflusso, ottenendo, infine, i valori delle massime portate al colmo di piena per i fissati tempi di ritorno in corrispondenza della sezione di chiusura.

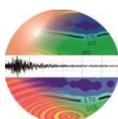


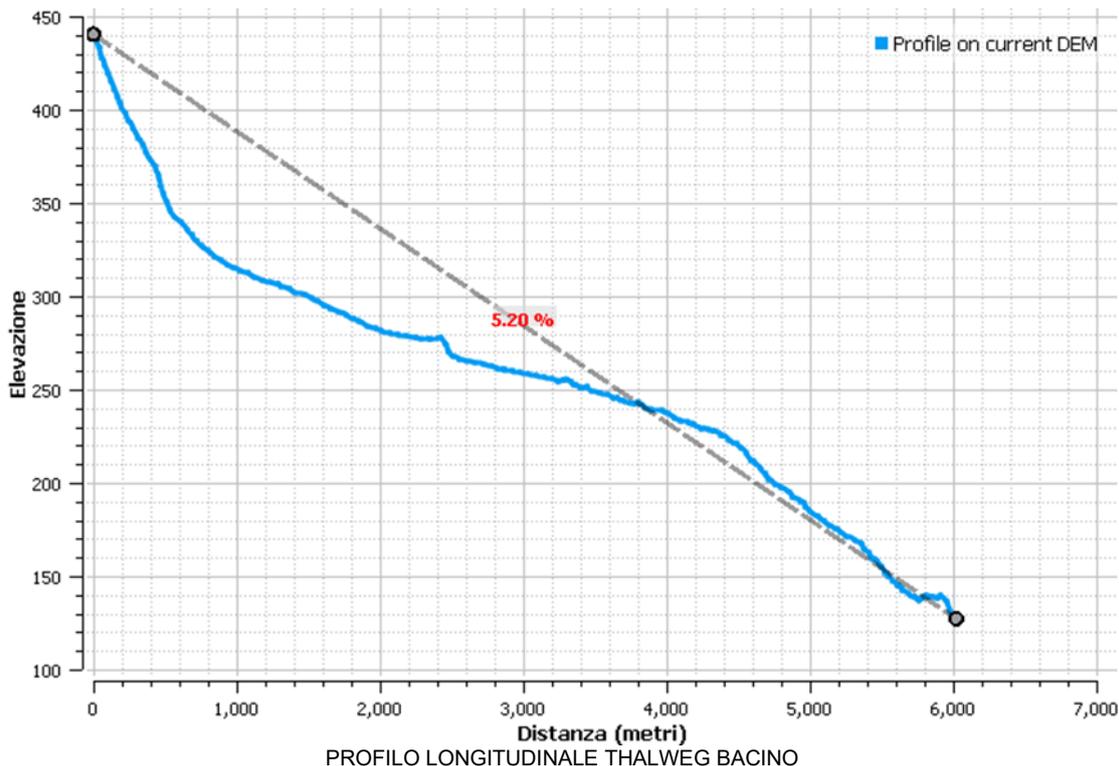


BACINO IDROGRAFICO AREA STUDIATA

PARAMETRI MORFOMETRICI BACINO

Area totale 3D (km ²)	6,62
Salto di quota (m)	313,22
Quota massima (m slm)	181,14
Lunghezza asta principale (km)	6,029
Pendenza media asta (%)	5,20
Quota media (m)	293,47





4. CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Per il coefficiente di deflusso ante operam e post operam sono stati utilizzati i valori suggeriti dal DDG 102/2021 e nello specifico trattandosi di terreni incolto e uso agricolo si adotta $\phi = 0$ per l'ante operam, mentre nel post operam per gli impianti fotovoltaici si pone $\phi = 0,3$.

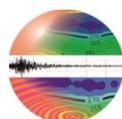
5. ANALISI PLUVIOMETRICA E STIMA DELLE PORTATE

Essendo il bacino sprovvisto di stazione pluviometrica al fine di ottenere la relazione tra altezze e durata di pioggia di assegnato tempo di ritorno si sono utilizzate le curve di probabilità pluviometrica riportate nella Relazione Generale PAI:

$$h_{t,T} = K_T a t^n$$

in cui $h_{t,T}$ è l'altezza di pioggia di durata t e tempo di ritorno T , mentre K_T è il coefficiente di scala, detto coefficiente di crescita, che dipende dal tempo di ritorno T e dal coefficiente di variazione della stazione CV attraverso la seguente relazione:

$$K_T = 1 - CV \left\{ 0,450 + 0,779 \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

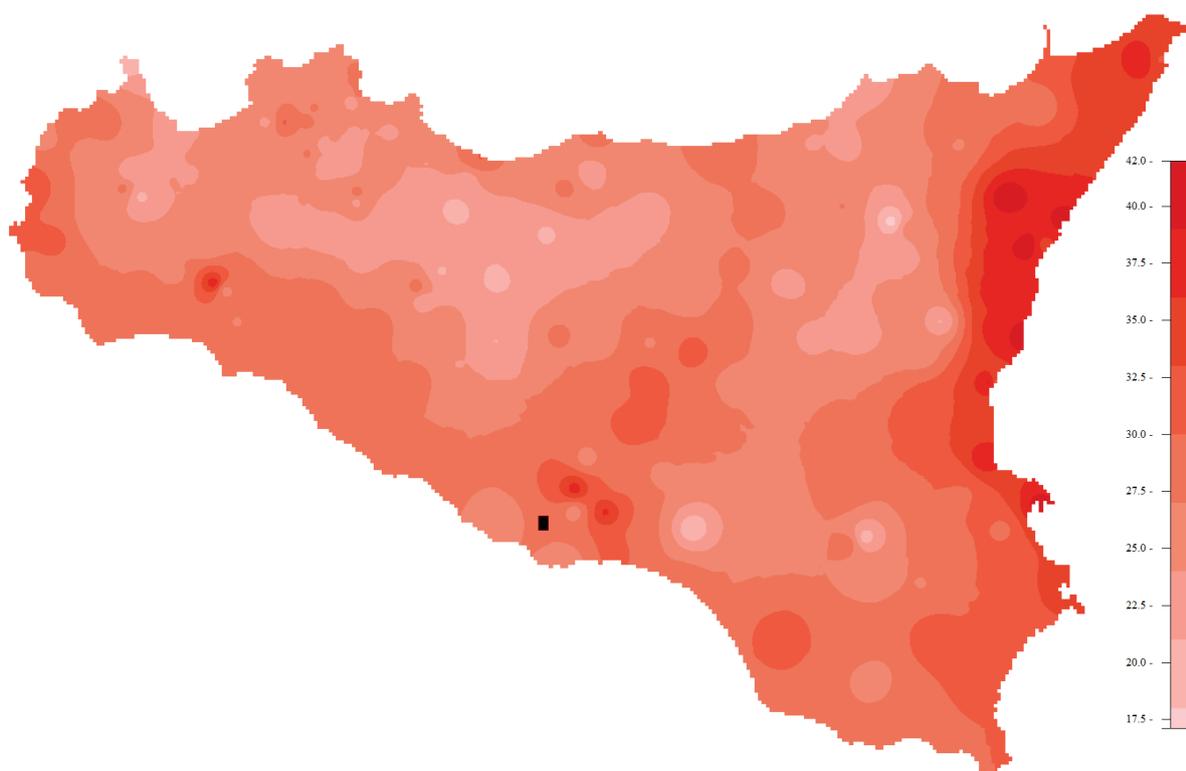


Questa fase ha condotto alla determinazione dei parametri meteorologici, “a”, “n” e “CV” relativamente alla superficie sottesa dalla sezione di chiusura.

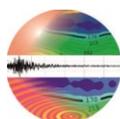
A partire dalle carte “iso-a”, “iso-n” e “iso-CV” (Tavole 4, 5 e 6 della Relazione Generale del PAI) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino:

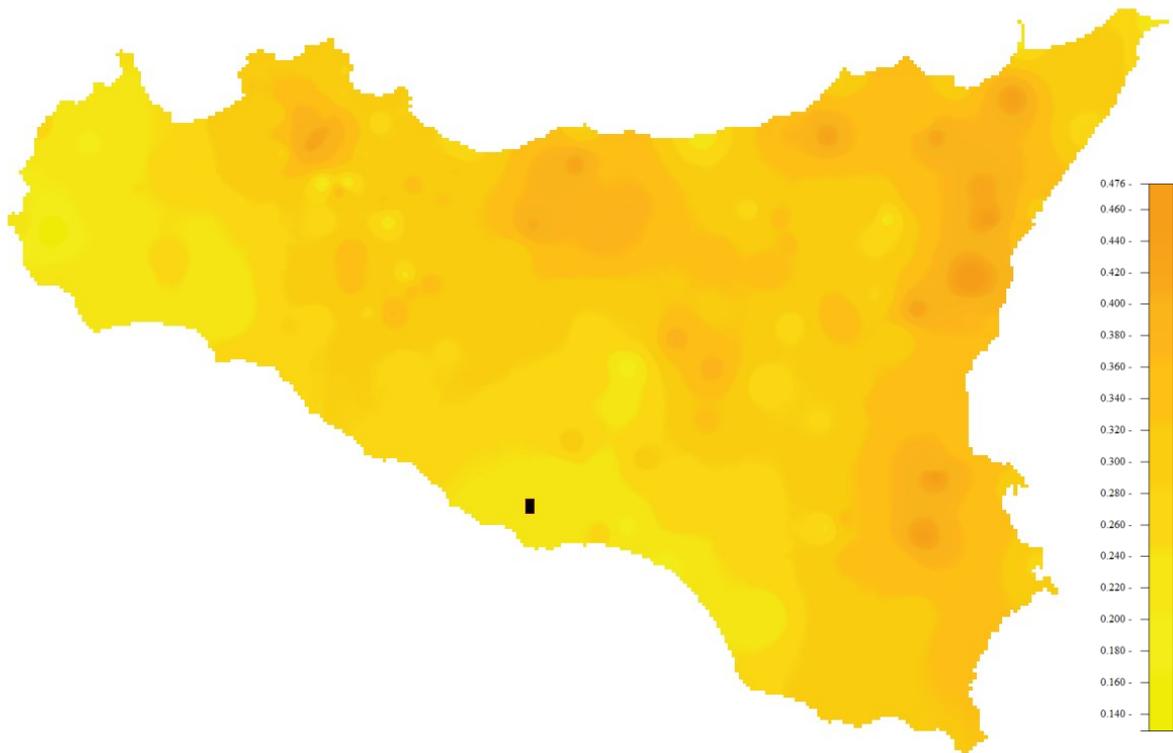
a	n	CV
30	0,33	0,46

Nelle seguenti figure sono riportate le carte “iso-a”, “iso-n” e “iso-CV” in corrispondenza del bacino in esame:

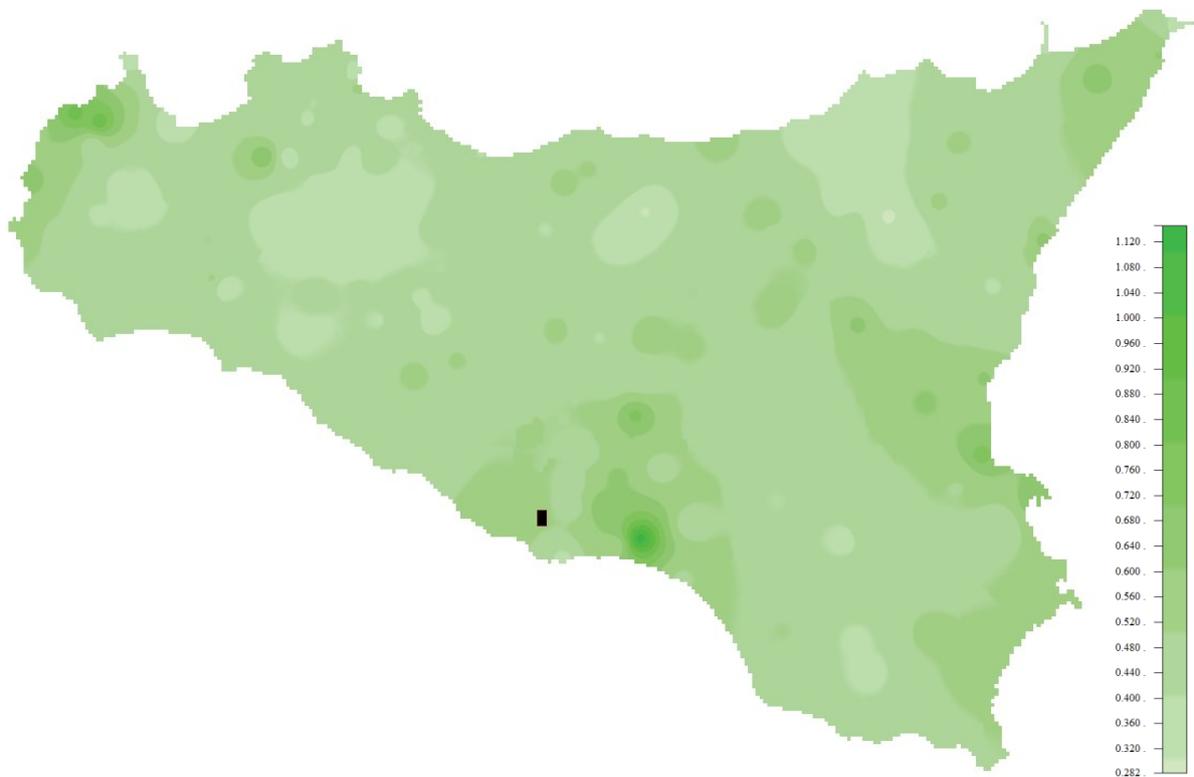


CARTA ISO a

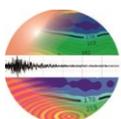


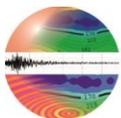
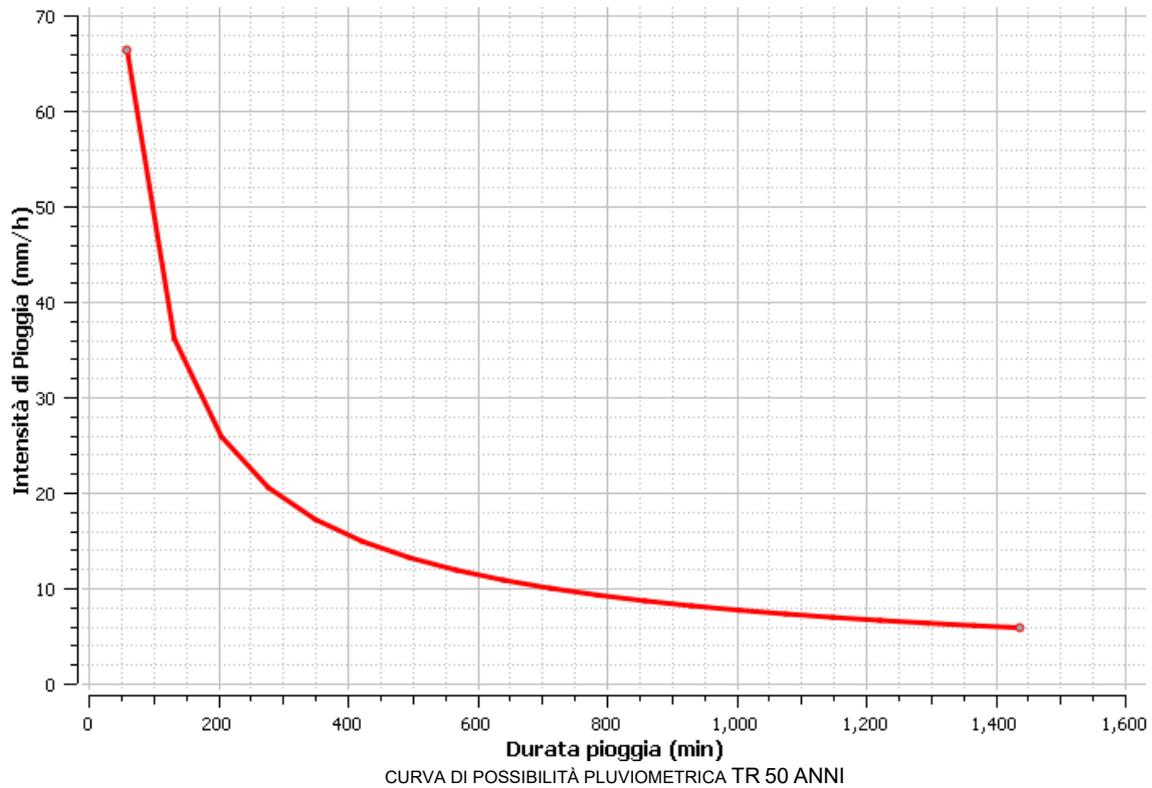
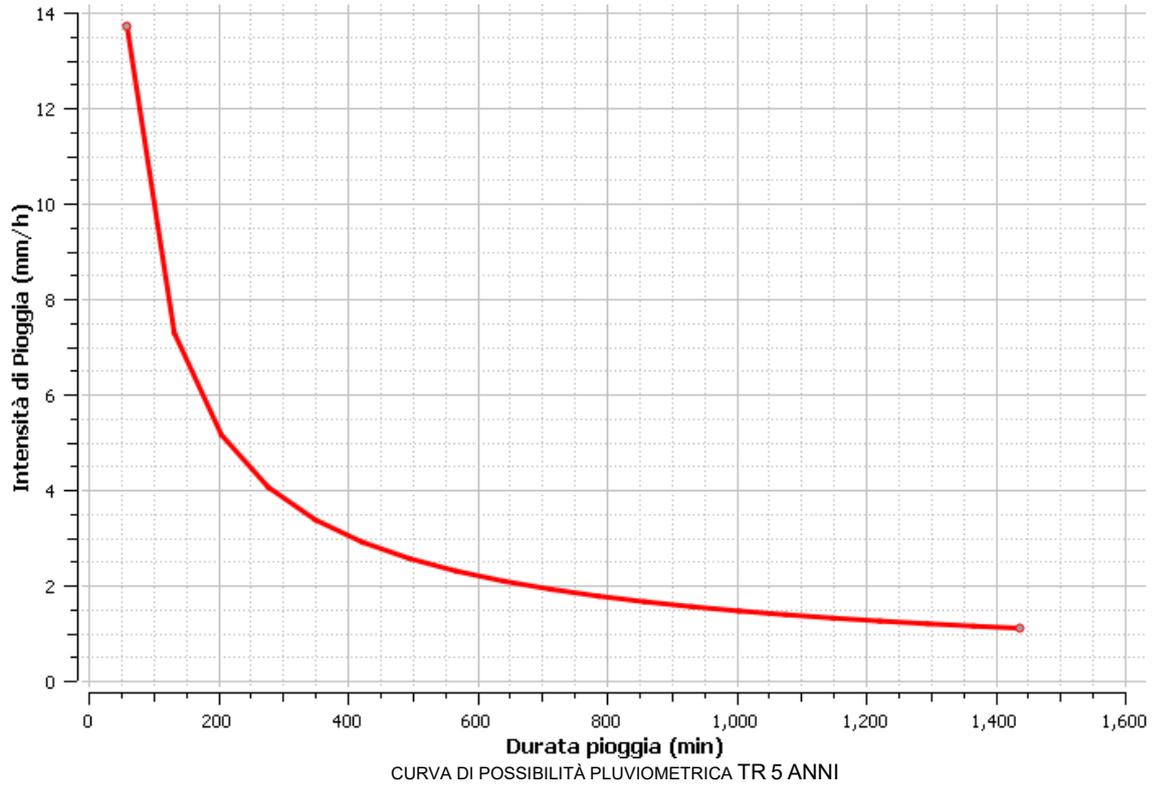


CARTA ISO n



CARTA ISO CV





5.1 DURATA CRITICA-TEMPO DI CORRIVAZIONE

Come è noto, quale tempo di corrivazione t_c si indica il tempo impiegato da un volume idrico elementare nel percorrere il percorso “idraulicamente più lungo” nel bacino e defluire alla sezione di chiusura del bacino.

Per la valutazione del tempo di corrivazione sono presenti in letteratura numerose espressioni empiriche.

Sulla base della curva di possibilità pluviometriche individuata è stata quindi calcolata, per un tempo di ritorno $T = 50$ anni, la portata di piena nella sezione d'interesse tramite la formula razionale:

$$Q = \frac{\varphi S h_{(h,T)}}{3,6 t_c \max}$$

dove le variabili del bacino sono:

φ = coefficiente di deflusso = 0,3;

$h_{(t,T)}$ = altezza di precipitazione di durata prefissata uguale al tempo di corrivazione t_c con frequenza annuale di superamento pari a $1/T$ (mm);

S = superficie del bacino (ha);

t_c = tempo di corrivazione (min).

Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo: 6,029.09

Salto di quota: 313.22

Pendenza media: 5.20 %

Area Bacino: 6.59 km²

Quota media: 293.47

Formule disponibili

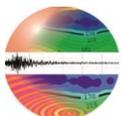
Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	1.87 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	2.38 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.83 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	1.61 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ven te Chow	1.30 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	1.43 h

Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato: Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione: 1.45 ora

BACINO PRINCIPALE



Le aree scolanti e le relative linee di deflusso, individuate nelle aree degli impianti FV, sono le seguenti:

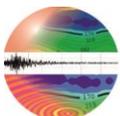
The screenshot shows a software window titled "Tempo di Concentrazione" with the following parameters and formula table:

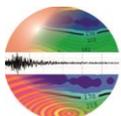
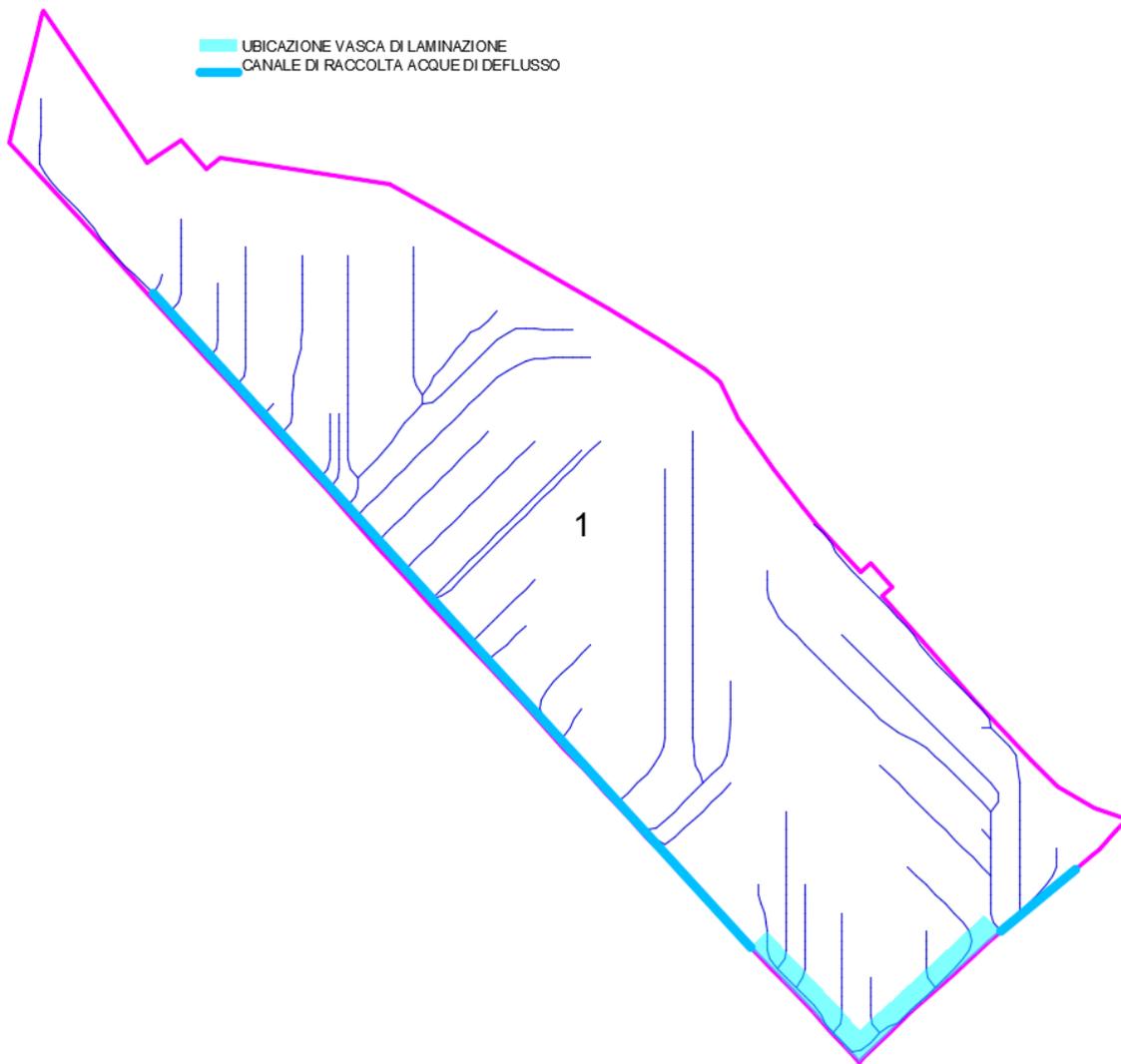
Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.28 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.29 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.03 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.04 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.09 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.05 h

Below the table, a red warning message states: "Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula".

At the bottom of the window, the "Valore Usato" section has radio buttons for "Minimo", "Massimo", "Media" (selected), and "Formula scelta". The "Tempo di Concentrazione" field is set to 0.05 with a unit dropdown set to "ora".

AREA SCOLANTE 1





DREN SOLARE 13 SRL– IMPIANTO FV– P= 39.633,16 kWp [DC] e P= 39600 kW [AC]
 C.DA GIOVANE - CAMASTRELLA - SCONFITTA– COMUNE DI LICATA

Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo 126,50

Salto di quota 12,69

Pendenza media 10,08 %

Area Bacino 1,69 ha

Quota media 296,42

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0,28 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0,29 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0,03 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0,04 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0,09 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0,05 h

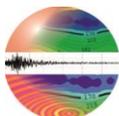
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

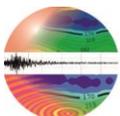
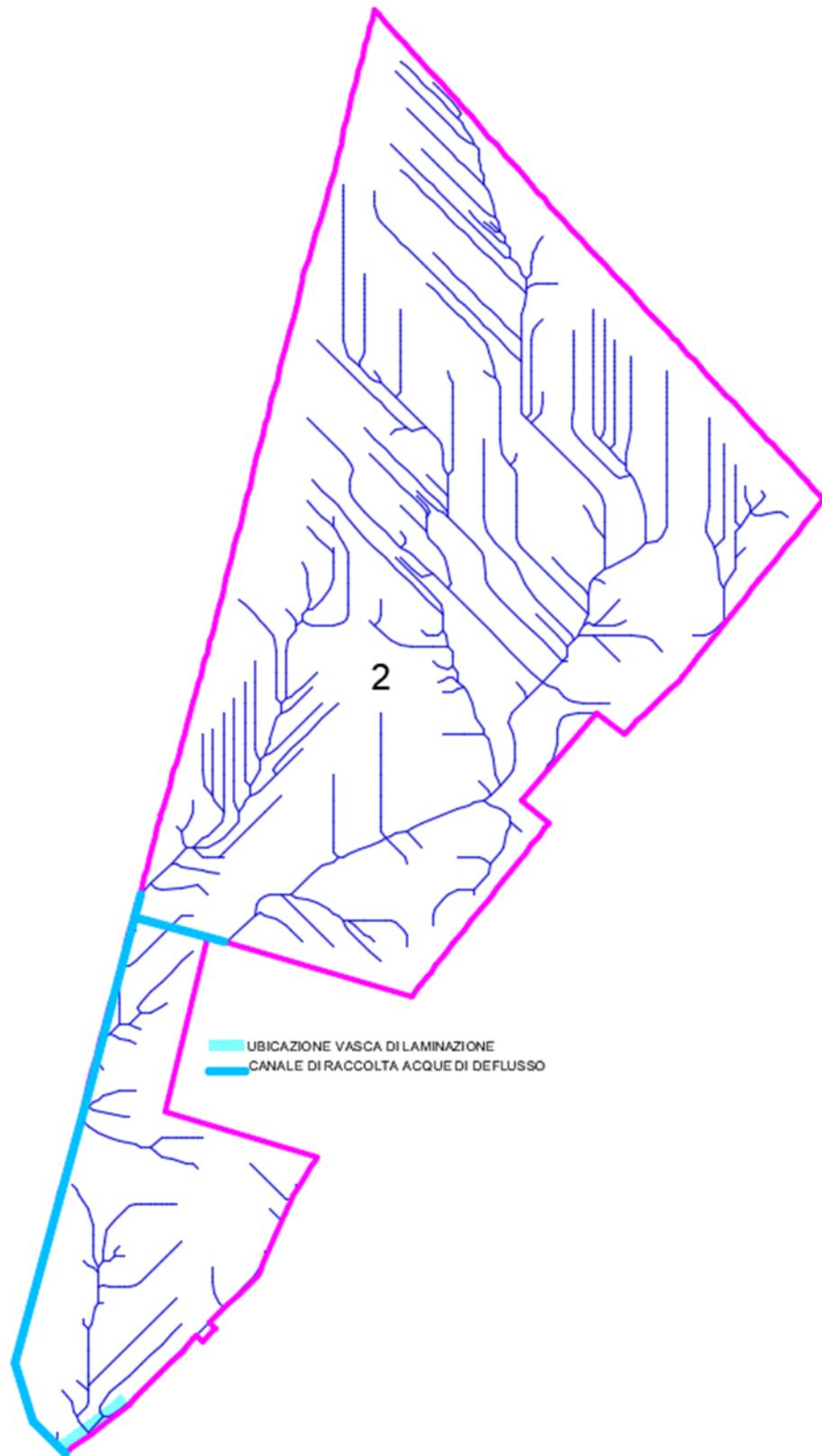
Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione 0,05 ora

AREA SCOLANTE 2





Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo 620,46

Salto di quota 32,63

Pendenza media 5,27 %

Area Bacino 6,31 ha

Quota media 275,66

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	1,49 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0,76 h
<input checked="" type="checkbox"/> Kirpich	0,14 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0,16 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ven te Chow	0,30 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0,14 h

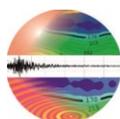
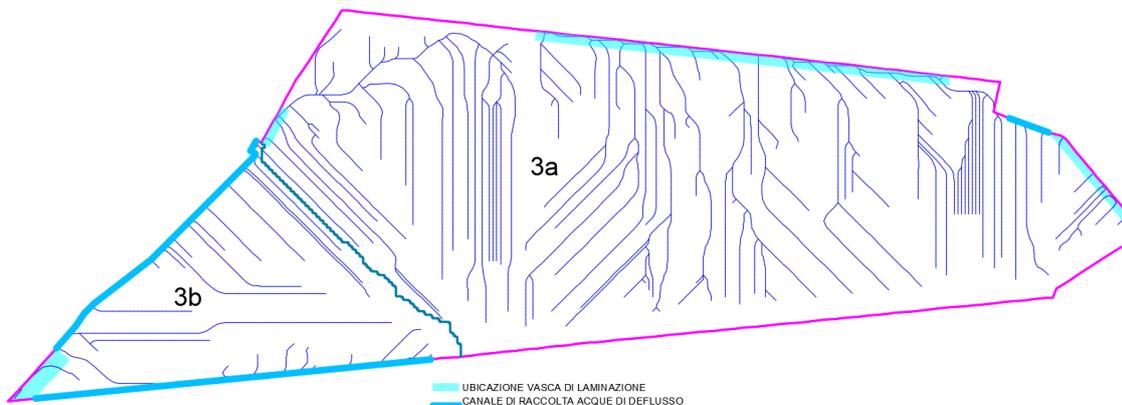
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione 0,19 ora

AREA SCOLANTE 3a



Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo

Salto di quota

Pendenza media %

Area Bacino ha

Quota media

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.36 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.46 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.07 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.05 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.16 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.04 h

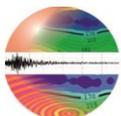
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione ora

AREA SCOLANTE 3b



Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo 176.37

Salto di quota 10.57

Pendenza media 6.01 %

Area Bacino 0.54 ha

Quota media 311.78

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	-
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.39 h
<input checked="" type="checkbox"/> Kirpich	0.05 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.04 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.13 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.04 h

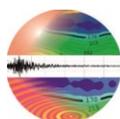
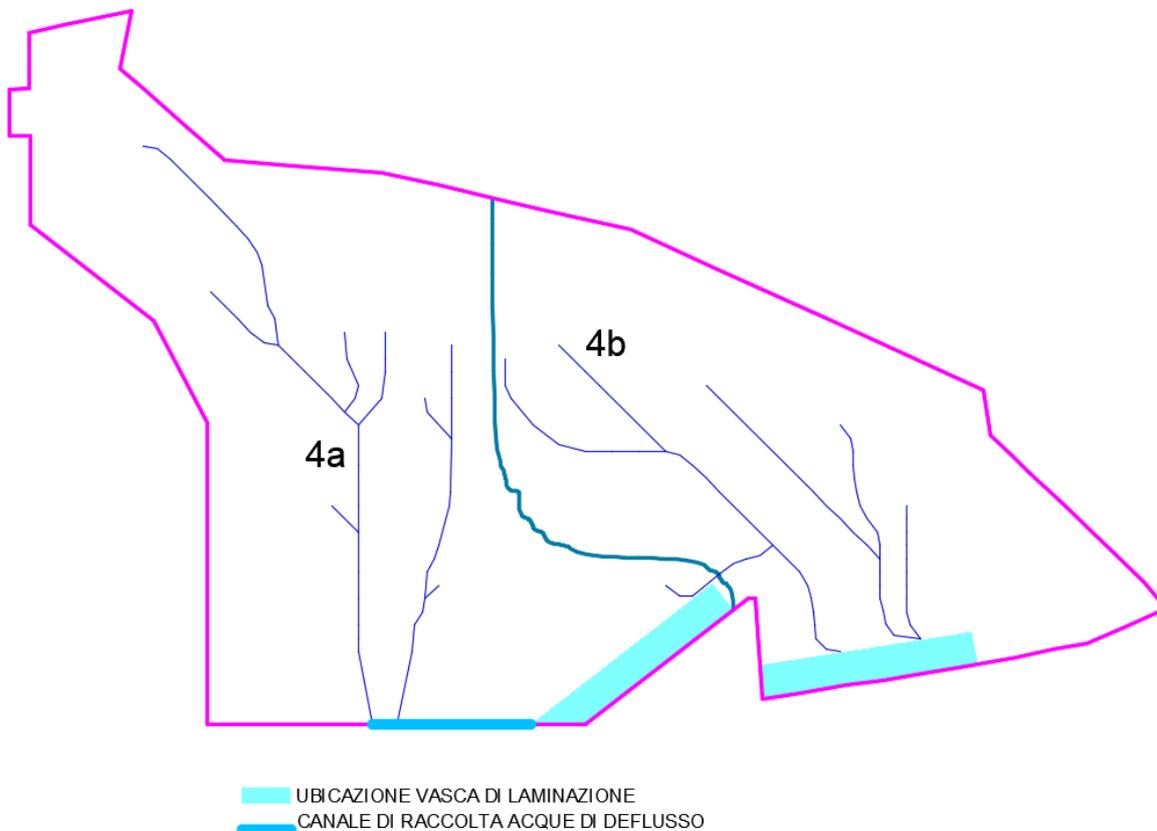
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione 0.04 ora

AREA SCOLANTE 4a



DREN SOLARE 13 SRL– IMPIANTO FV– P= 39.633,16 kWp [DC] e P= 39600 kW [AC]
 C.DA GIOVANE - CAMASTRELLA - SCONFITTA– COMUNE DI LICATA

Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo 104,96

Salto di quota 22,34

Pendenza media 21,78 %

Area Bacino 0,39 ha

Quota media 312,23

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	-
<input type="checkbox"/> Johnstone	0,22 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0,02 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0,02 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0,06 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0,02 h

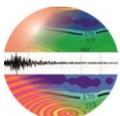
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione 0,02 ora

AREA SCOLANTE 4b



Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo

Salto di quota

Pendenza media %

Area Bacino ha

Quota media

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.11 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.19 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.02 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.01 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.05 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.01 h

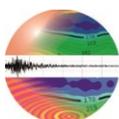
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

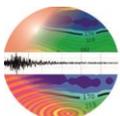
Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione ora

AREA SCOLANTE 5a





Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo

Salto di quota

Pendenza media %

Area Bacino ha

Quota media

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.18 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.29 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.03 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.03 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.09 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.03 h

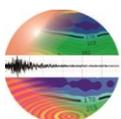
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione ora

AREA SCOLANTE 5b



Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo: 173.29

Salto di quota: 51.79

Pendenza media: 31.32 %

Area Bacino: 0.44 ha

Quota media: 282.36

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.14 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.26 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.03 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.02 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.08 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.02 h

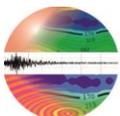
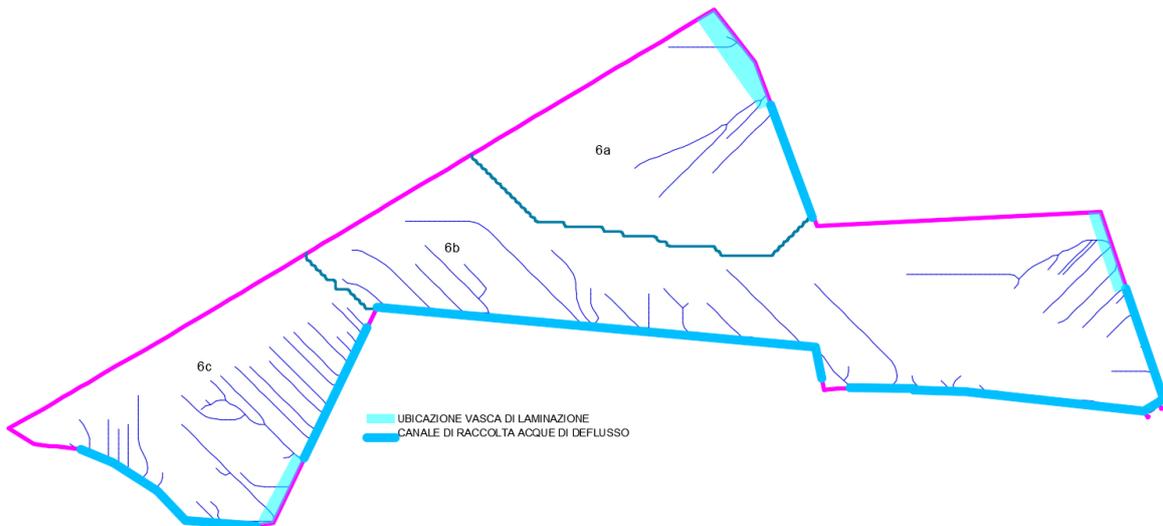
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione: 0.02 ora

AREA SCOLANTE 6a



Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo

Salto di quota

Pendenza media %

Area Bacino ha

Quota media

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.27 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.53 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.08 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.07 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.19 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.06 h

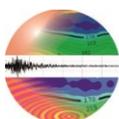
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione ora

AREA SCOLANTE 6b



DREN SOLARE 13 SRL– IMPIANTO FV– P= 39.633,16 kWp [DC] e P= 39600 kW [AC]
 C.DA GIOVANE - CAMASTRELLA - SCONFITTA– COMUNE DI LICATA

Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo 158.61

Salto di quota 29.74

Pendenza media 19.09 %

Area Bacino 0.82 ha

Quota media 308.48

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.22 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.28 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.03 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.03 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.08 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.03 h

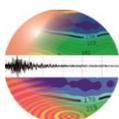
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

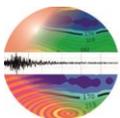
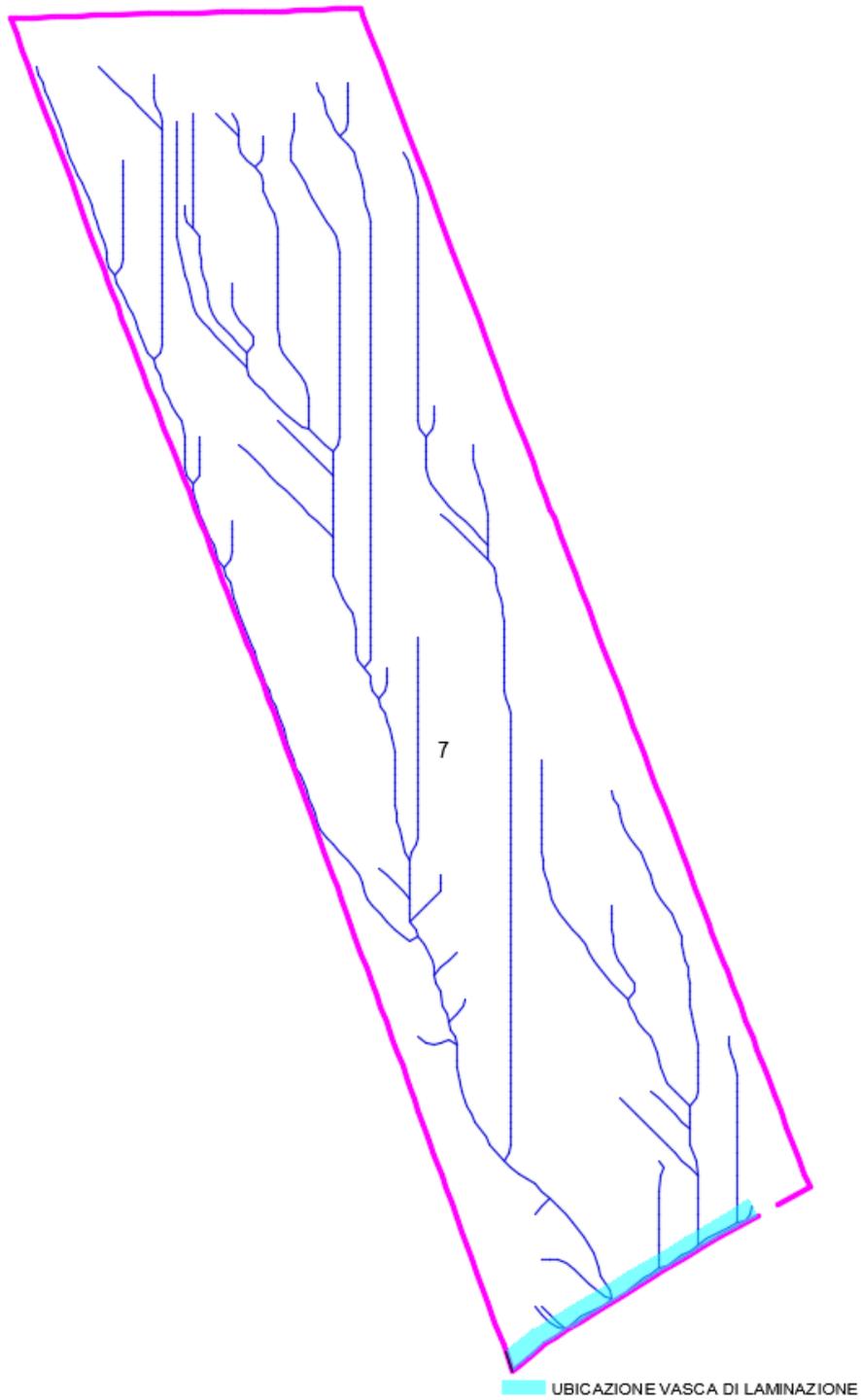
Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione 0.03 ora

AREA SCOLANTE 6c





DREN SOLARE 13 SRL– IMPIANTO FV– P= 39.633,16 kWp [DC] e P= 39600 kW [AC]
 C.DA GIOVANE - CAMASTRELLA - SCONFITTA– COMUNE DI LICATA

Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo 418.19

Salto di quota 57.10

Pendenza media 13.78 %

Area Bacino 3.01 ha

Quota media 250.34

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.36 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.49 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.07 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.07 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.17 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.06 h

Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione 0.06 ora

AREA SCOLANTE 7

Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo 367.72

Salto di quota 39.51

Pendenza media 10.81 %

Area Bacino 7.52 ha

Quota media 214.56

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.51 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.49 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.07 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.10 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.17 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.11 h

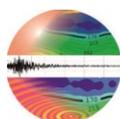
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

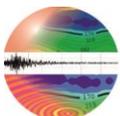
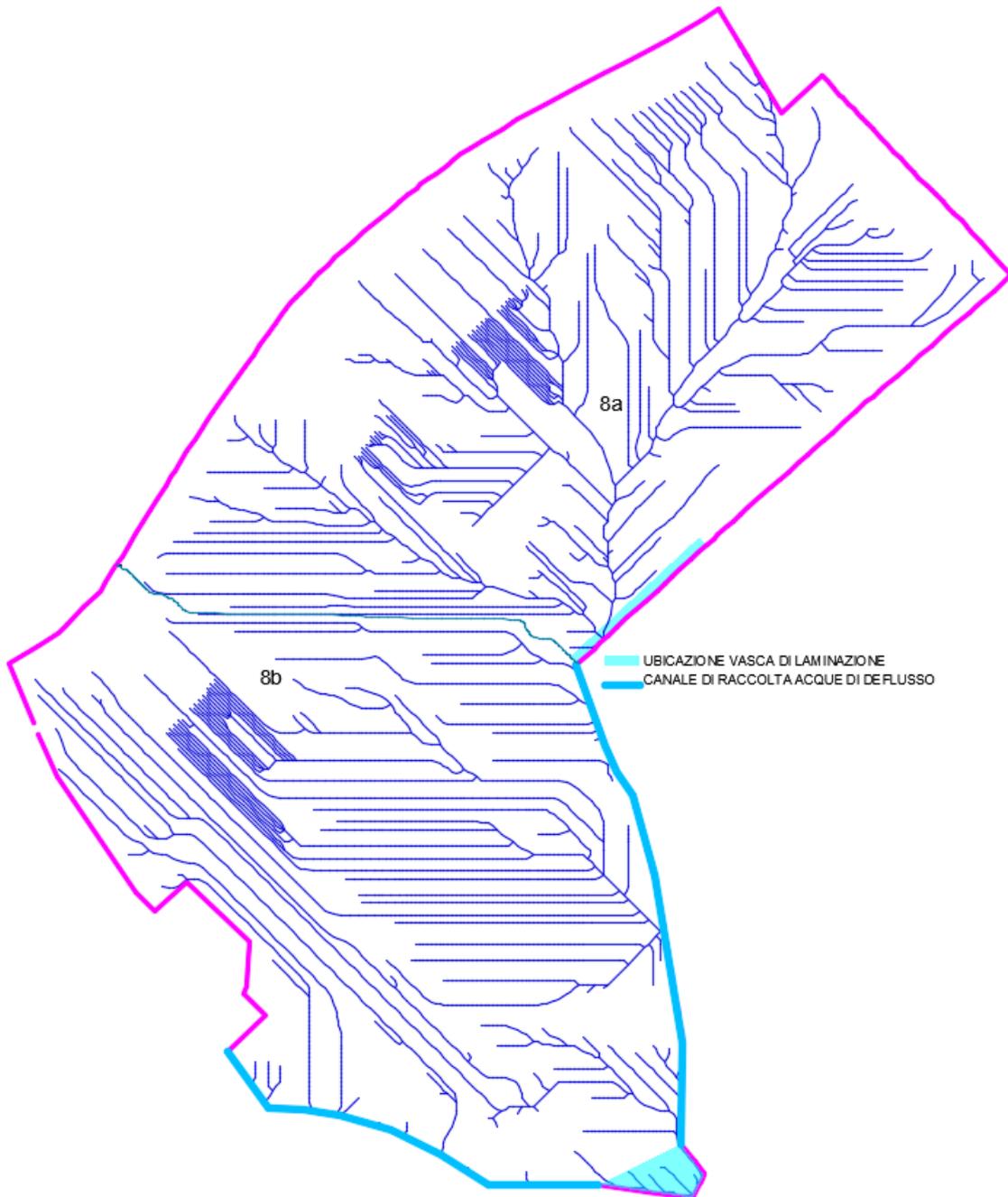
Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione 0.10 ora

AREA SCOLANTE 8a





DREN SOLARE 13 SRL– IMPIANTO FV– P= 39.633,16 kWp [DC] e P= 39600 kW [AC]
 C.DA GIOVANE - CAMASTRELLA - SCONFITTA– COMUNE DI LICATA

Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo

Salto di quota

Pendenza media %

Area Bacino ha

Quota media

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.42 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.57 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.09 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.11 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.21 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.10 h

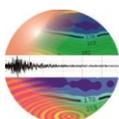
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione ora

AREA SCOLANTE 8b



Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo

Salto di quota

Pendenza media %

Area Bacino ha

Quota media

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.37 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.53 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.08 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.07 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.19 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.06 h

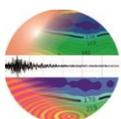
Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

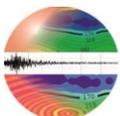
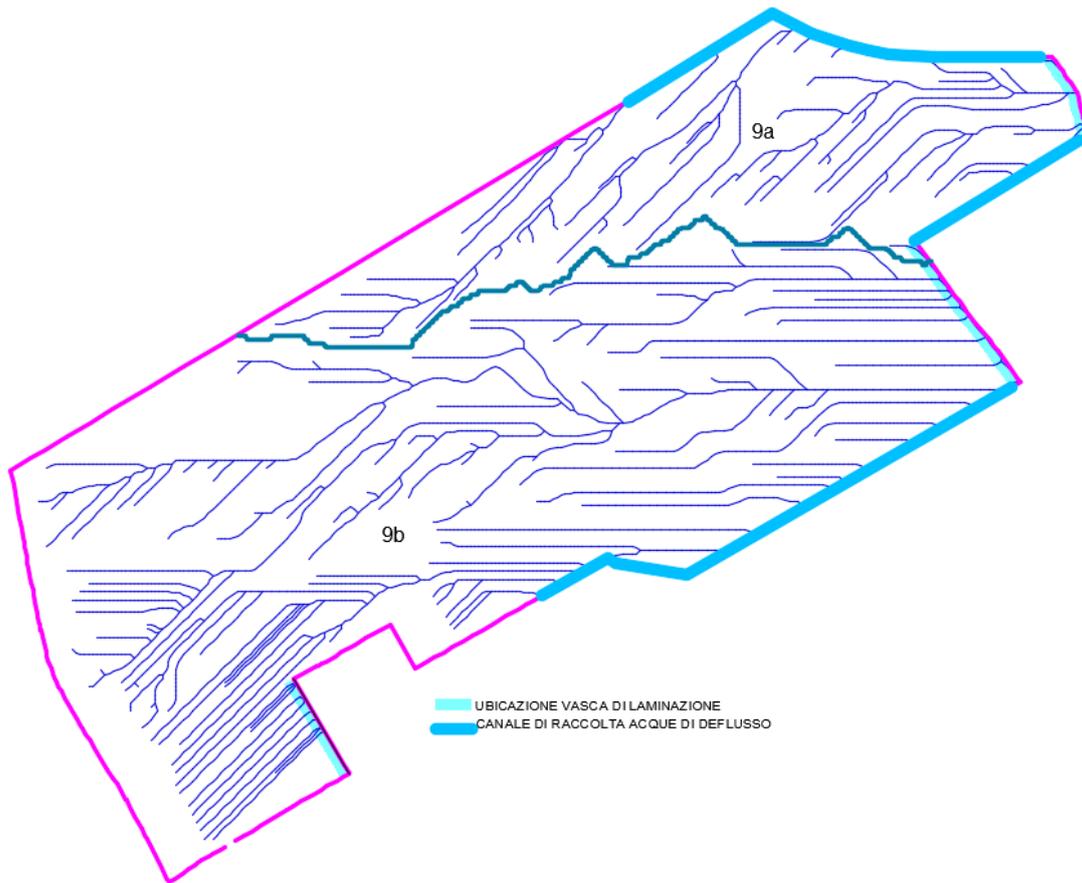
Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione ora

AREA SCOLANTE 9a





Tempo di Concentrazione

Parametri

Percorso idraulico più lungo: 575.79

Salto di quota: 76.01

Pendenza media: 13.32 %

Area Bacino: 7.19 ha

Quota media: 214.20

Formule disponibili

Nome Formula	Valore calcolato
<input type="checkbox"/> Giandotti	0.46 h
<input type="checkbox"/> Johnstone	0.58 h
<input type="checkbox"/> Kirpich	0.09 h
<input checked="" type="checkbox"/> Passini	0.10 h
<input type="checkbox"/> Ven te Chow	0.21 h
<input checked="" type="checkbox"/> Ventura	0.09 h

Valore Rosso: almeno un parametro è al di fuori del dominio di validità della formula

Valore Usato

Minimo Massimo Media Formula scelta

Tempo di Concentrazione: 0.10 ora

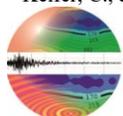
AREA SCOLANTE 9b

6.2 IETOGRAMMA DI PROGETTO

Quale pioggia di progetto, la metodologia del PAI prevede l'applicazione di un ietogramma di tipo "Chicago", centrato, con durata critica pari al tempo di corrivazione del bacino in esame. In letteratura sono disponibili diversi ietogrammi di progetto e tra questi la formulazione di tipo Chicago (Keifer and Chu, 1957)¹ sembra essere la più performante.

Questa, rispetto alle altre forme, fornisce correttamente la stima dell'intensità media di precipitazione, pari a quella indicata dalla CPP, per qualunque durata interna all'evento. Inoltre,

¹ Keifer, C., & Chu, H. (1957). Synthetic Storm Pattern for Drainage Design. Jo urnal of the Hydraulics Division, (83) 1-25.



lo ietogramma Chicago ha il vantaggio di non essere molto sensibile al variare della durata complessiva dell'evento e quindi alla definizione del tempo di evento.

L'adozione dello ietogramma Chicago presenta alcuni elementi positivi ed altri negativi. L'elemento negativo è che ha la tendenza a sovrastimare le intensità di precipitazione e di conseguenza le portate. Ciò è dovuto alla struttura logica con cui è definito, infatti esso rappresenta un evento di pioggia ideale che si manifesta con una precipitazione critica per ogni sua durata. Per cui se il tempo di corruzione è pari a sei ore, non solo la cumulata dell'evento sarà la critica per le sei ore, ma esso conterrà anche le precipitazioni critiche per un'ora, due ore, e così via. Tale caratteristica in realtà potrebbe avere un risvolto positivo, infatti l'analista è così consapevole che tale ietogramma fornisce l'estremo superiore della precipitazione possibile operando quindi in favore di sicurezza. Infine, è interessante notare che lo ietogramma Chicago rende meno influente il parametro T_c . Infatti quest'ultimo condizionerà solo il volume totale dell'evento, mentre il picco di intensità sarà sempre uguale alla precipitazione critica relativa alla risoluzione temporale dell'evento.

Tale ietogramma è caratterizzato da un andamento a due rami, il primo con intensità crescente fino all'istante di picco ed il secondo con intensità decrescente dall'istante di picco al termine della pioggia. Detto ietogramma gode della proprietà che, considerando un evento di pioggia di durata θ la cui altezza complessiva di pioggia risulti avere un assegnato valore del tempo di ritorno T^* , la massima altezza di pioggia che in una qualunque durata $d < \theta$ si verifica durante l'evento suddetto possiede lo stesso tempo di ritorno T^* che compete all'altezza complessiva indicando con:

$$t_r = r\theta \text{ con } 0 \leq r \leq 1$$

l'istante di tempo in cui si verifica il picco, con a ed n i coefficienti della curva di possibilità climatica, le equazioni che forniscono l'intensità istantanea di pioggia sono le seguenti:

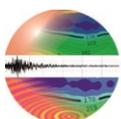
$$i(t) = n a [(t_r - t)/r]^{n-1} \text{ per } t \leq t_r$$
$$i(t) = n a [(t_r - t)/(1-r)]^{n-1} \text{ per } t \geq t_r$$

l'altezza di pioggia cumulata a partire dall'inizio dell'evento si può esprimere come:

$$h(t) = r a [(t_r/r)^n - ((t_r - t)/r)^n] \text{ per } t \leq t_r$$
$$h(t) = a [r (t_r/r)^n + (1-r) ((t - t_r)/(1-r))^n] \text{ per } t \geq t_r$$

La posizione del picco è stata fissata pari a 0,5 della durata complessiva di evento adottata.

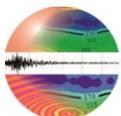
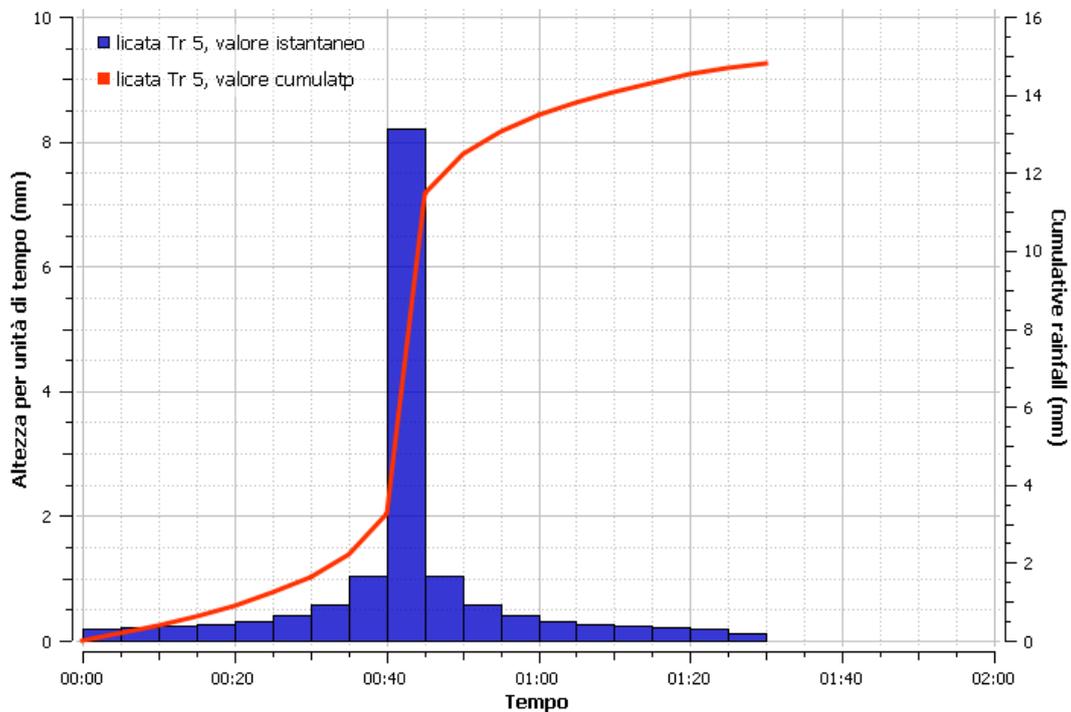
Una caratteristica importante dello ietogramma Chicago è quella di essere poco sensibile al variare della durata complessiva θ . Infatti, l'aumento di quest'ultima non influisce sulla parte

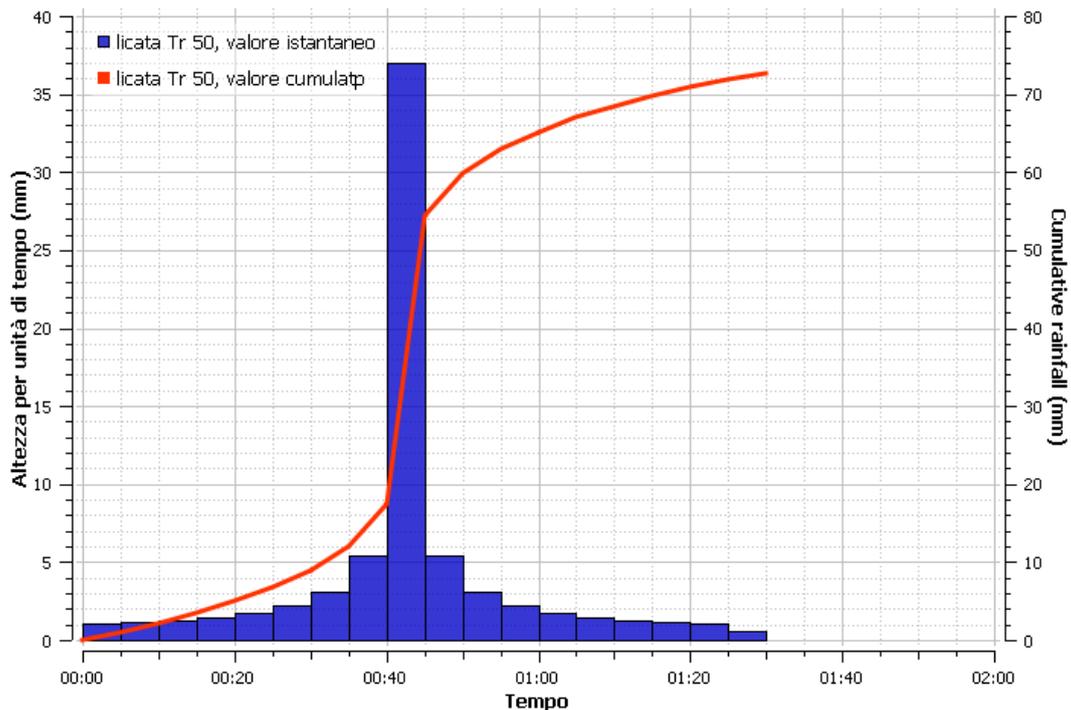


centrale dello ietogramma, quella attorno al picco, che rimane immutata, ma solo sull'allungamento delle code estreme prima e dopo il picco.

L'adozione dello ietogramma Chicago presenta alcuni elementi positivi ed altri negativi. L'elemento negativo è che ha la tendenza a sovrastimare le intensità di precipitazione e di conseguenza le portate. Ciò è dovuto alla struttura logica con cui è definito, infatti esso rappresenta un evento di pioggia ideale che si manifesta con una precipitazione critica per ogni sua durata. Per cui se il tempo di corrivazione è pari a sei ore, non solo la cumulata dell'evento sarà la critica per le sei ore, ma esso conterrà anche le precipitazioni critiche per un'ora, due ore, e così via. Tale caratteristica in realtà potrebbe avere un risvolto positivo, infatti l'analista è così consapevole che tale ietogramma fornisce l'estremo superiore della precipitazione possibile operando quindi in favore di sicurezza. Infine, è interessante notare che lo ietogramma Chicago rende meno influente il parametro θ . Infatti quest'ultimo condizionerà solo il volume totale dell'evento, mentre il picco di intensità sarà sempre uguale alla precipitazione critica relativa alla risoluzione temporale dell'evento.

Nel caso in esame si è considerata una durata dell'evento pari al tempo di corrivazione del bacino.



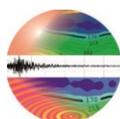


6.3 COEFFICIENTE UDOMETRICO

Il coefficiente udometrico, inteso come la portata massima che defluisce dall'unità di superficie di un comprensorio generalmente espressa in $l/(s*ha)$, è funzione del coefficiente di deflusso dell'area colante per cui è possibile distinguere un coefficiente udometrico ante e post trasformazione d'uso del suolo.

In caso di variazione della destinazione d'uso del suolo, il concetto dell'invarianza idraulica prevede proprio il mantenimento del valore del coefficiente udometrico dell'area post operam allo stesso valore ex ante, ovvero in termini equivalenti l'invarianza della portata defluente ante trasformazione.

Area scolante	Superficie m ²	Portate m ³ /s	coefficiente udometrico l/s*ha
1	0,59	1,69	349,11
2	0,95	6,18	153,72
3a	0,97	1,5	646,67
3b	0,64	6,31	101,43
4a	0,21	0,54	388,89
4b	0,24	0,39	615,38
5a	0,35	0,38	921,05
5b	0,76	1,6	475,00
6	0,93	0,86	1081,40
7a	0,27	0,82	329,27



7b	1,1	1,79	614,53
7c	0,39	1,69	230,77
8	1,7	6,5	261,54
8b	1,5	7,5	200,00
9a	0,82	2,58	317,83
9b	1,61	7,32	219,95

Per quanto riguarda il bacino principale la portata risulta di 27,4 m³/s.

7. VALUTAZIONE DEL VOLUME DEI BACINI DI DETENZIONE (DETENTION BASINS)

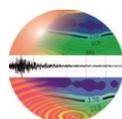
Al fine di garantire i principi dell'invarianza idrologica e idraulica, la portata in eccesso determinata dalla presenza dell'impianto fotovoltaico verrà smaltita attraverso dei bacini di detenzione (detention basins U10 NWRM). Le caratteristiche del suolo poco permeabile (categoria suolo tipo C) non permettono l'infiltrazione nel suolo delle acque meteoriche. Si prevede quindi di realizzare dei bacini di detenzione (come da stralcio planimetrico e sezione seguente e successiva immagine d'esempio di bacino di detenzione) che permetta di invasare le acque in occasione delle piogge intense. Le acque invasate saranno poi scaricate nelle ore seguenti gli eventi meteorici in un piccolo fosso con una portata limitata a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabile drenata.

I volumi complessivi a servizio dei diversi sottocampi sono stati determinati utilizzando la metodologia indicata dal D.D.G.n. 102 del Dipartimento Regionale dell'Autorità di Bacino del Distretto Idrografico della Sicilia del 23.06.2021.

In particolare, l'allegato 2 al decreto "Indirizzi tecnici per la progettazione di misure di invarianza idraulica e idrologica" indica che:

Nei calcoli idrologici, finalizzati alla determinazione degli idrogrammi netti, la valutazione delle perdite idrologiche può essere effettuata in via semplificata adottando i noti metodi di trasformazione afflussi-deflussi (metodo razionale, metodo SCS, metodo del CN, ecc.) per quelle trasformazioni a basso coefficiente di deflusso medio ponderale post intervento ($\phi_t < 50\%$);

Il tempo di ritorno delle piogge da adoperare nel calcolo dei volumi (laminazione/infiltrazione) è pari a 30 anni e 50 anni per la condizione limite.



Nei calcoli idraulici, lo studio dei corpi idrici superficiali e il dimensionamento dei canali di drenaggio potranno essere sviluppati in via semplificata adottando il moto uniforme nei casi più elementari mentre;

Il calcolo del volume di invaso per la laminazione delle acque meteoriche potrà essere sviluppato in via semplificata per aree impermeabilizzate a basso coefficiente di deflusso medio ponderale ($\varphi < 50\%$) adottando il metodo semplificato delle piogge secondo cui il volume di laminazione è espresso dalla seguente relazione:

$$V_{\max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{IMP} \cdot \left(\frac{Q_{IMP}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

dove: V_{\max} il volume di invaso necessario per non superare la portata limite allo scarico (in m^3),
 S superficie (in m^2) scolante a monte della vasca/invaso di laminazione;

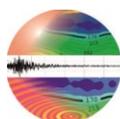
φ coefficiente di deflusso medio ponderale dell'area drenante;

a ed n parametri delle curve di possibilità pluviometrica;

Q_{IMP} portata limite ammessa allo scarico (in m^3/s) corrispondente, nel caso in esame, ad un coefficiente udometrico pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata dall'intervento di urbanizzazione.

30 ANNI

Aree scolanti	Superficie [ha]	Coefficiente deflusso [l]	Qimp [l/s]	Vmax [m3]
1	1,69	0,3	20	288
2	6,18	0,3	20	1,054
3a	1,5	0,3	20	256
3b	6,31	0,3	20	1,076
4a	0,54	0,3	20	92
4b	0,39	0,3	20	67
5a	0,38	0,3	20	65
5b	1,6	0,3	20	273
6a	0,86	0,3	20	147
6b	0,82	0,3	20	140
6c	1,79	0,3	20	305
7	1,69	0,3	20	288
8b	6,5	0,3	20	1,109
8a	7,5	0,3	20	1,279
9a	2,58	0,3	20	440
9b	7,32	0,3	20	1,249

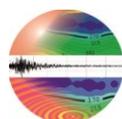


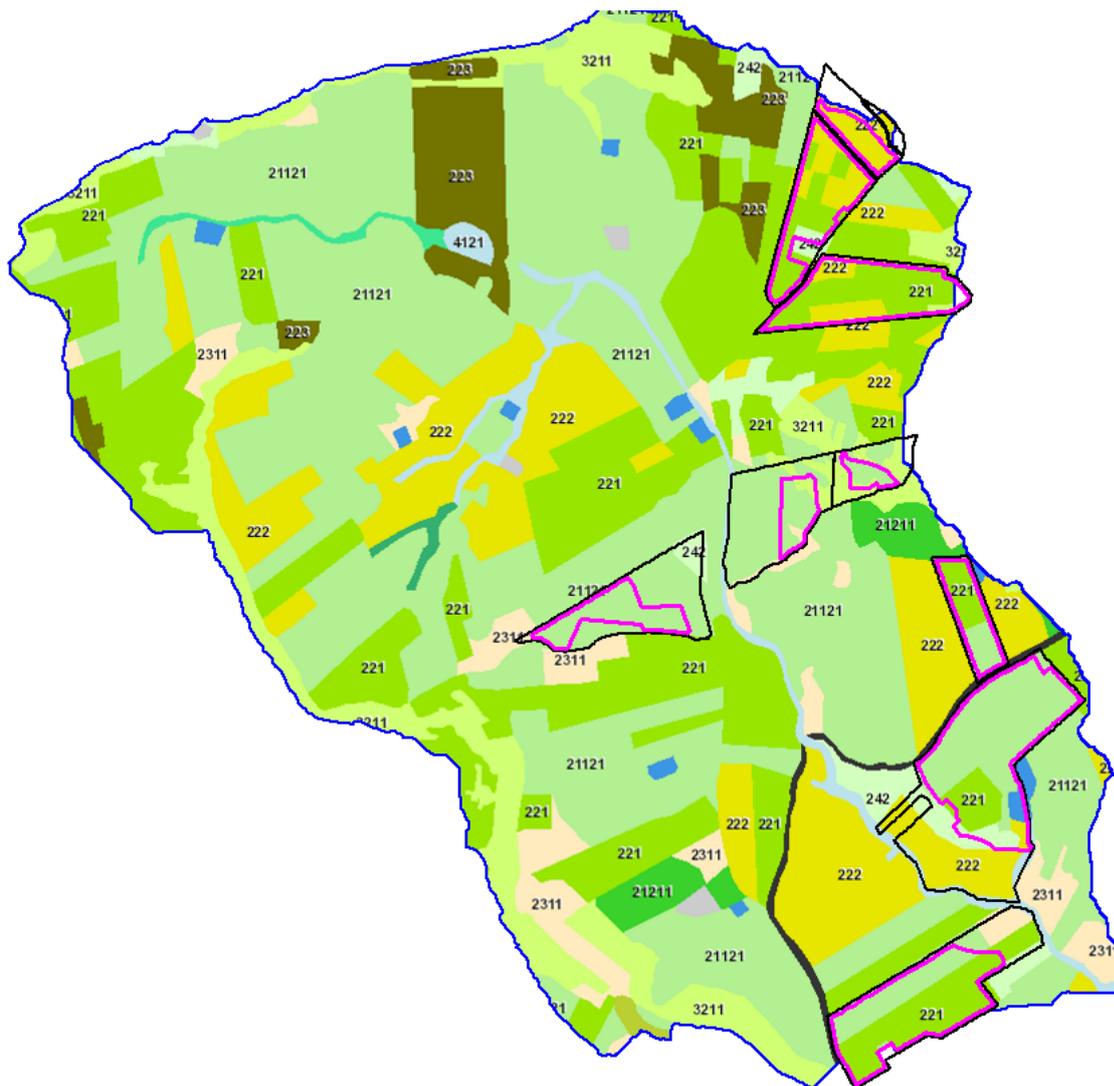
50 ANNI

Aree scolanti	Superficie [ha]	Coefficiente deflusso [l]	Qimp [l/s]	Vmax [m3]
1	1,69	0,3	20	326
2	6,18	0,3	20	1,191
3a	1,5	0,3	20	289
3b	6,31	0,3	20	1,216
4a	0,54	0,3	20	104
4b	0,39	0,3	20	75
5a	0,38	0,3	20	73
5b	1,6	0,3	20	308
6a	0,86	0,3	20	166
6b	0,82	0,3	20	158
6c	1,79	0,3	20	345
7	1,69	0,3	20	326
8b	6,5	0,3	20	1,253
8a	7,5	0,3	20	1,45
9a	2,58	0,3	20	497
9b	7,32	0,3	20	1,411

8. USO DEL SUOLO

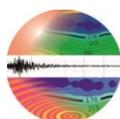
Di seguito viene riportata la tipologia di classi di uso del suolo presente nell'area del bacino idrografico studiato utilizzati al fine di assegnare un coefficiente di manning in funzione dell'uso del suolo.





CLC	NOME CLASSE
221	Vigneti
222	Frutteti
223	Oliveti
242	Sistemi colturali e particellari complessi (mosaico di appezzamenti agricoli)
1122	Borghi e fabbricati rurali
1222	Viabilità stradale e sue pertinenze
2311	Incolti
3311	Vegetazione psammofila
4121	Vegetazione degli ambienti umidi fluviali e lacustri
5122	Laghi artificiali
21121	Seminativi semplici e colture erbacee estensive
21211	Colture ortive in pieno campo
3116	Boschi e boscaglie ripariali
31122	Querceti termofili

CARTA USO DEL SUOLO



9. MODELLAZIONE IDRAULICA

Le simulazioni sono state effettuate tramite il software HecRas 6.4.1, sviluppato dal Hydrologic Engineering Center (HEC). L'utilizzo è motivato dalla sua ampia diffusione in ambito professionale tecnico oltre che essere un software free. Con riferimento al sottobacino individuato nello studio idrologico è stato sviluppato il modello (numerico) idraulico bidimensionale (2D), in regime di moto vario.

9.1 DATI DI BASE

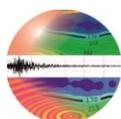
I dati cartografici e topografici a disposizione per l'implementazione dei modelli numerici sopra introdotti sono derivati dal DTM Regione. La Geometria del modello della zona di interesse (in seguito definita dominio di calcolo) è riportata all'interno del modello idraulico numerico tramite una discretizzazione del territorio attraverso elementi generalmente poligonali, nota come mesh. La mesh di calcolo possiede una risoluzione variabile spazialmente tale per cui l'andamento piano altimetrico del territorio è riprodotto con un livello di accuratezza adeguato a rappresentare il corso d'acqua, alvei e golene, sia i canali secondari e le aree ripariali potenzialmente allagabili.

La geometria del modello è stata implementata utilizzando i dati topografici disponibili per l'area di studio, precedentemente descritti. La rete di calcolo bidimensionale interessa sia l'alveo inciso sia le aree golenali di espansione esterne; questa è stata definita utilizzando le opzioni di discretizzazione automatica del dominio di calcolo presenti in Hec Ras, definendo opportune aree di infittimento, della maglia in corrispondenza di elementi morfologicamente ed idraulicamente significativi, quali strade, corsi d'acqua, rilevati, etc.

9.2 DEFINIZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO

9.2.1 DELIMITAZIONE DEI DOMINI 2D E LORO CONDIZIONI AL CONTORNO

La definizione dei domini bidimensionali rappresenta una fase fondamentale dell'implementazione del modello 2D. Il software Hec-Ras consente di inserire diverse tipologie di input in funzione dei quali va definita l'area 2D di riferimento. Qualora l'input del modello sia una pioggia il cui ietogramma è distribuito in modo omogeneo sul bacino



(approccio Rainfall on grid) è necessario considerare un dominio 2D che comprende l'intero bacino idrologico precedentemente calcolato per permettere di considerare l'effettivo e totale volume di pioggia che darà luogo all'allagamento del territorio. L'approccio "Rainfall on grid" risulta sempre più utilizzato in letteratura ed in ambito professionale (David and Schmalz, 2020; Costabile et al., 2020)

9.2.2 ASSEGNAZIONE CONDIZIONI AL CONTORNO

HEC-RAS ha permesso di inserire 2 tipologie di condizioni al contorno:

- *Precipitation;*
- *Flow Hydrograph;*
- *Normal Depth.*

La prima è stata impiegata per ipotizzare un ingresso di acqua nell'area (approccio *Rainfall on grid*) e si sono utilizzate le piogge lorde ricavate dalla modellazione idrologica per i diversi periodi di ritorno. Queste vengono trasformate in piogge nette dal software stesso mediante il metodo del Curve Number proposto dal Soil Conservation Service (U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972, vedi paragrafo sopra) dopo aver importato il layer contenente la distribuzione spaziale dei valori di CN.

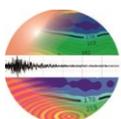
La seconda per immettere le portate laminate dalle varie aree scolanti.

L'ultima condizione al contorno è stata impiegata per simulare l'uscita dell'acqua dall'area in corrispondenza della sezione di chiusura. Per il caso in esame si è supposta una Normal Depth pari a 0,02 corrispondente alla pendenza del terreno, (si ricorda che HEC RAS richiede l'inserimento di un fattore di attrito che impiega per calcolare l'altezza critica mediante l'utilizzo dell'equazione di Manning).

Per la griglia di calcolo sono state adottate risoluzioni spaziali differenti (nested grid) per ridurre i tempi di calcolo, infittendo il numero di celle di calcolo per simulare fenomeni idraulici più complessi.

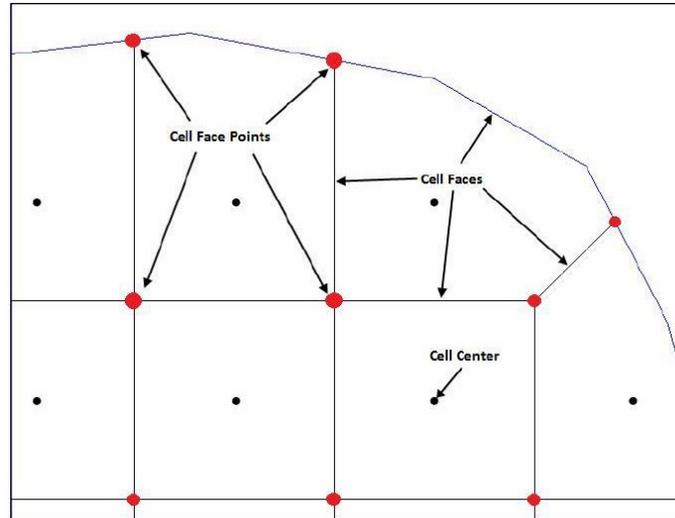
La griglia di calcolo utilizzata è stata di 3m x 3m nelle aree rurali, 1m x 1m per quanto riguarda l'alveo.

Il software comunque adatta la forma e le dimensioni delle celle di calcolo alla topografia sottostante e al contorno, per cui si possono avere celle quadrate e rettangolari (celle strutturate)



sia elementi triangolari o quadrilateri con dimensioni diverse (celle non strutturate); non si possono avere celle con più di otto lati.

All'interno della griglia ogni cella presenta le seguenti caratteristiche:

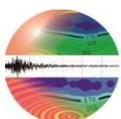
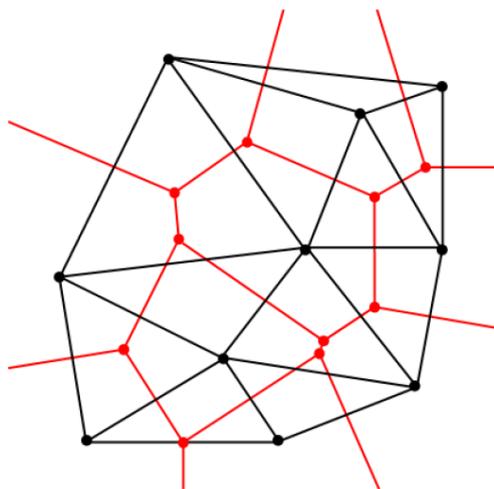


Cell Center (Centro della Cella): rappresenta il punto dove viene computato il livello idrico.

Cell Faces (Lati della Cella): rappresentano i contorni esterni della cella, generalmente sono delle linee rette, ma in corrispondenza del bordo esterno della 2D Flow Area, si adattano a questo perimetro.

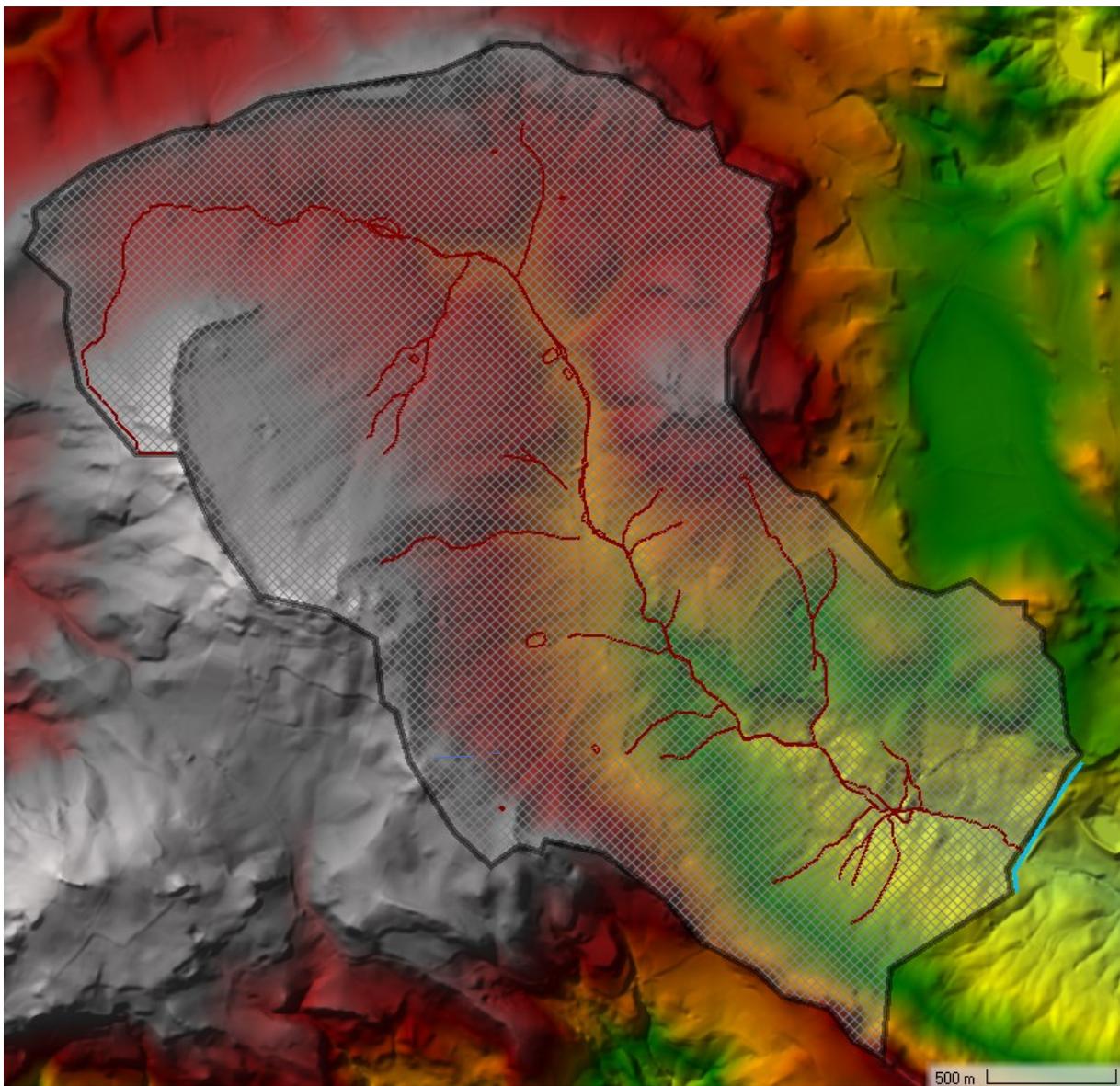
Cell Face Points (Vertici delle Celle): sono i punti che vengono utilizzati per collegare la 2D Flow Area alla Lateral Structure ed anche per collegare gli elementi 2D con elementi 1D.

HEC-RAS costruisce la rete computazionale seguendo la tecnica di triangolazione Delaunay (triangolazione di Delaunay), e quindi la costruzione di un Diagramma Voronoi (triangoli in nero nella figura sottostante).

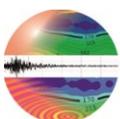


In tal modo poiché le cellule riescono a rappresentare in modo ottimale i dettagli del terreno sottostante a differenza di molti altri modelli 2D che utilizzano semplicemente una quota costante per l'intera cella che viene così ad essere modellata come “piatta”. Analogo ragionamento per le facce della cella le quali modellano il flusso seguendo il reale andamento del terreno senza interpolazioni e appiattimenti.

Per garantire maggior precisione al calcolo bidimensionale, sono state inserite nel modello opportune break lines lungo le quali si allineano le facce delle celle, per rappresentare eventuali barriere fisiche presenti sul terreno (argini, edifici), che di fatto possono costituire elementi di disconnessione interni all'area di calcolo.



DATI PLANOALTIMETRICI, DOMINIO DI CALCOLO E CONDIZIONI AL CONTORNO: IN AZZURRO USCITA DEL MODELLO (CONDIZIONI AL CONTORNO APPLICATA NORMAL DEPTH), IN NERO CONTORNO ESTERNO AREA DI FLUSSO 2D (CONDIZIONE AL CONTORNO APPLICATA PRECIPITATION) IN GRIGIO LA GRIGLIA DI CALCOLO, IN ROSSO BREAKLINES



2D Flow Area Computation Points	
Mesh contains:	881918 cells
max cell(867135) =	22.18(m ²)
min cell =	1.08(m ²)
avg cell =	8.95(m ²)

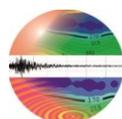
Il valore di portata con cui eseguire le valutazioni per il corpo idrico ricettore è proprio il valore atteso in uscita dal sistema di laminazione che, in accordo alla formulazione del metodo semplificato delle piogge, risulta per ogni area del sistema.

	Q(m ³ /s)
area 1	0,010
area 2	0,037
area 3a	0,009
area 3b	0,038
area 4a	0,003
area 4b	0,002
area 5a	0,002
area 5b	0,010
area 6a	0,005
area 6b	0,005
area 6c	0,011
area 7	0,010
area 8a	0,039
area 8b	0,045
area 9a	0,015
area 9b	0,044
Totale	0,286

Dal confronto tra la portata dal corpo idrico ricettore, 27,4 m³/s, e le portate laminate dalle aree scolanti, 0,286, risultano 1% della portata del corpo idrico ricettore.

9.3 DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA IDRAULICA

Con riferimento alla scabrezza da attribuire alle celle del campo del moto, deve essere valutato il coefficiente di resistenza Manning sulla base dell'uso e copertura dei suoli in conformità con quanto indicato in Chow (1959) a quelli riportati nella documentazione di Hec-RAS per l'alveo si è adottato un valore di manning di 0,05.



destinazione d'uso (clc)	Manning n (s/m ^{1/3})
1122	0,115
21121	0,043
221	0,043
222	0,043
242	0,023
3116	0,023
2311	0,023
3211	0,039
3232	0,058

9.4 RISOLUZIONE DELLE EQUAZIONI

Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda o quelle complete di Saint Venant. La modellazione è stata eseguita utilizzando le equazioni 2D in forma completa di Saint Venant (full momentum) applicabili a una gamma ampia di problemi.

Il risolutore delle equazioni di moto bidimensionale utilizza un algoritmo implicito ai volumi finiti. L'algoritmo di soluzione consente di utilizzare passi temporali di calcolo maggiori rispetto ai metodi espliciti. L'approccio ai volumi finiti fornisce anche miglioramenti in termini di stabilità e robustezza rispetto alle tradizionali tecniche differenziali di soluzione basate su metodi a elementi finiti.

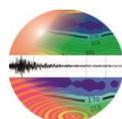
In una simulazione di moto vario, comunque, il parametro più significativo da considerare è l'intervallo computazionale ΔT , che deve essere scelto con accuratezza in modo da non influenzare negativamente l'esito delle analisi.

Generalmente questo valore viene valutato basandosi sul criterio di Courant, esprimibile nella maniera seguente:

$$C = \frac{V\Delta T}{\Delta X} \leq 1$$

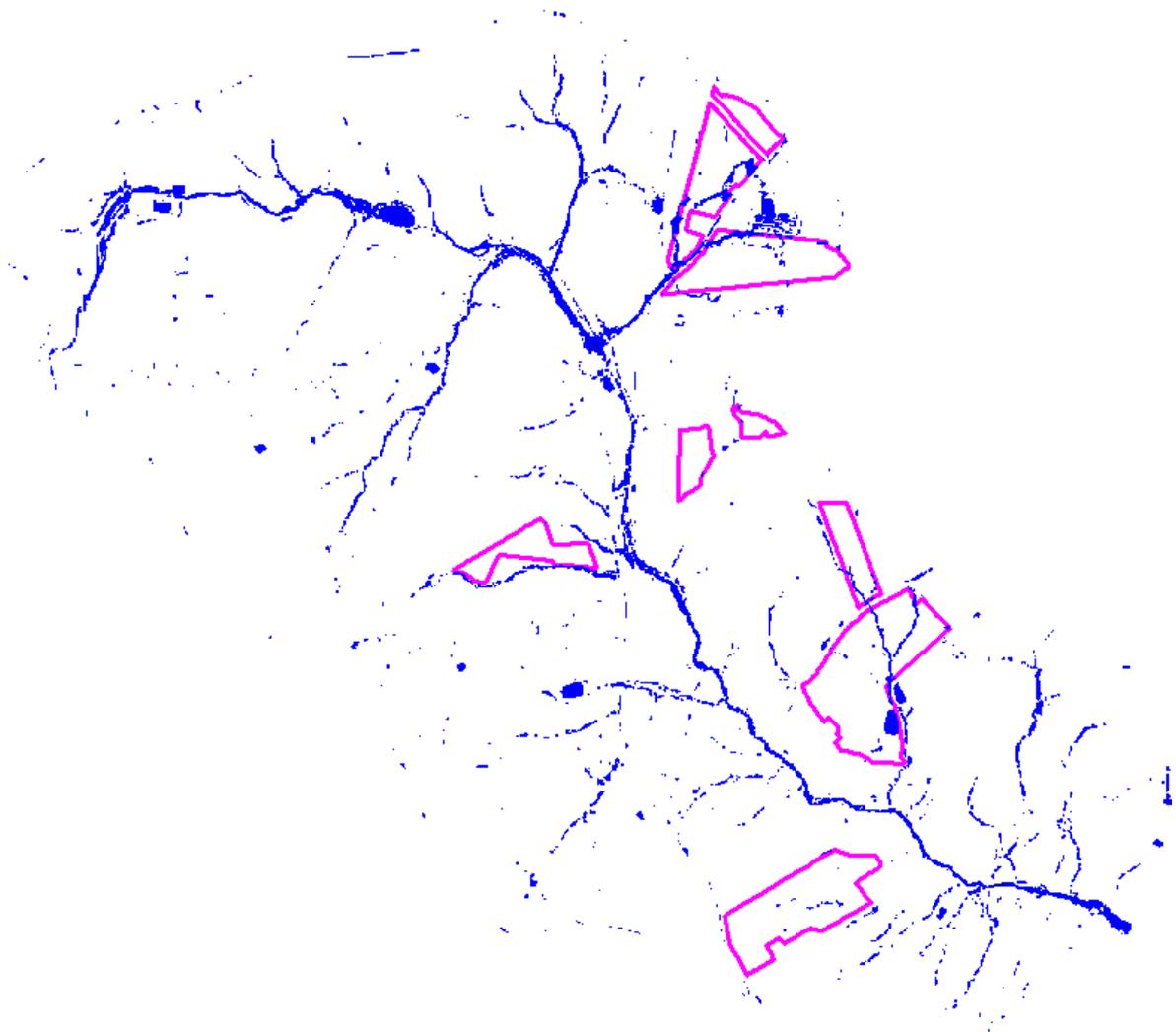
Tenendo presente che V e ΔX sono rispettivamente la velocità massima dell'acqua e la dimensione media delle celle.

Molto importante è anche sottolineare che il software computa la velocità della corrente nei nodi della griglia, mentre il livello idrico è calcolato nel cell center della griglia stessa.

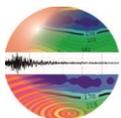


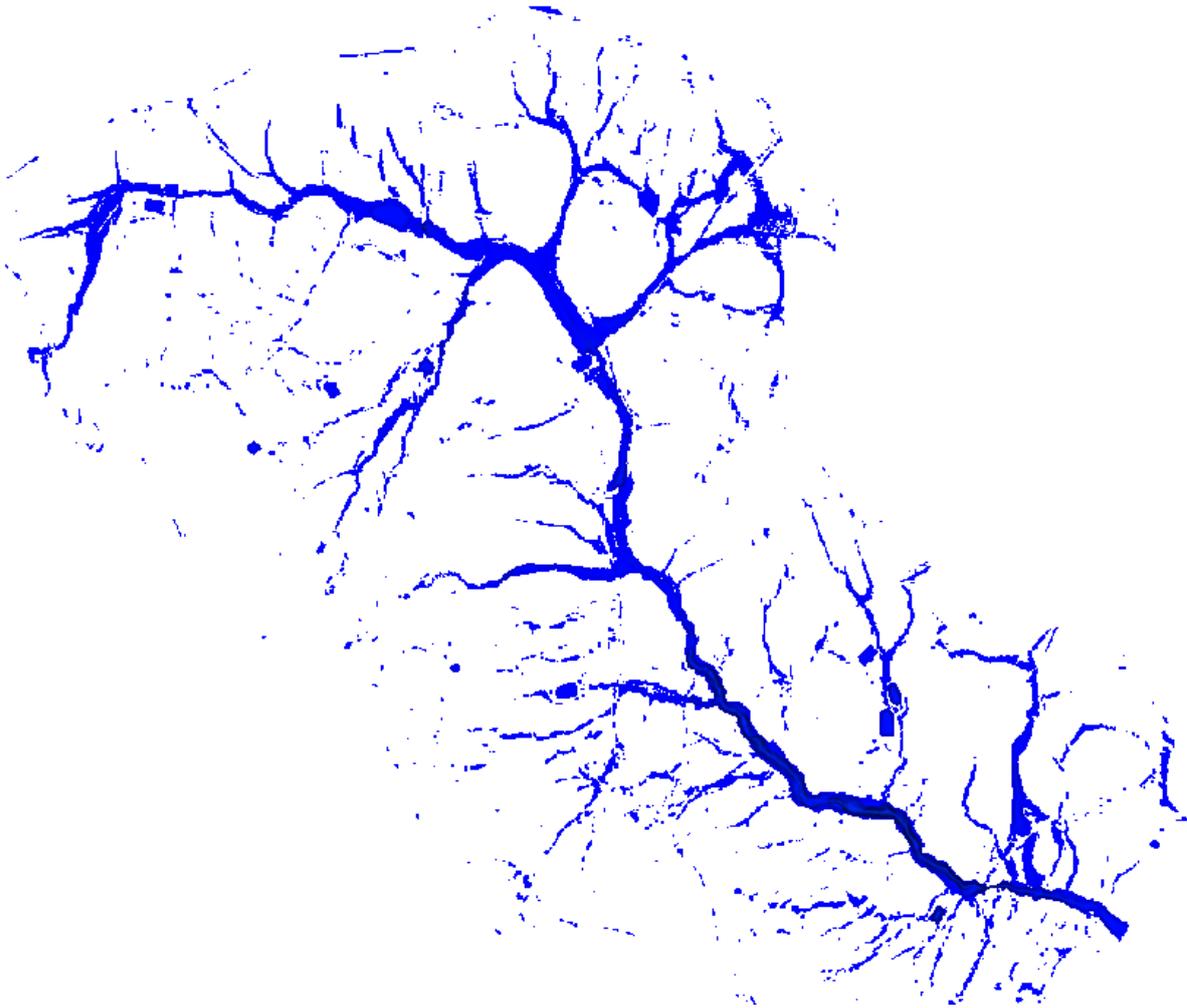
Si è scelto il passo temporale ΔT variabile tra 1 e 2s, in modo da contenere il numero di Courant tra 0,45 e 1.

9.5. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI NUMERICHE 2D

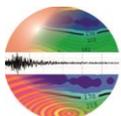


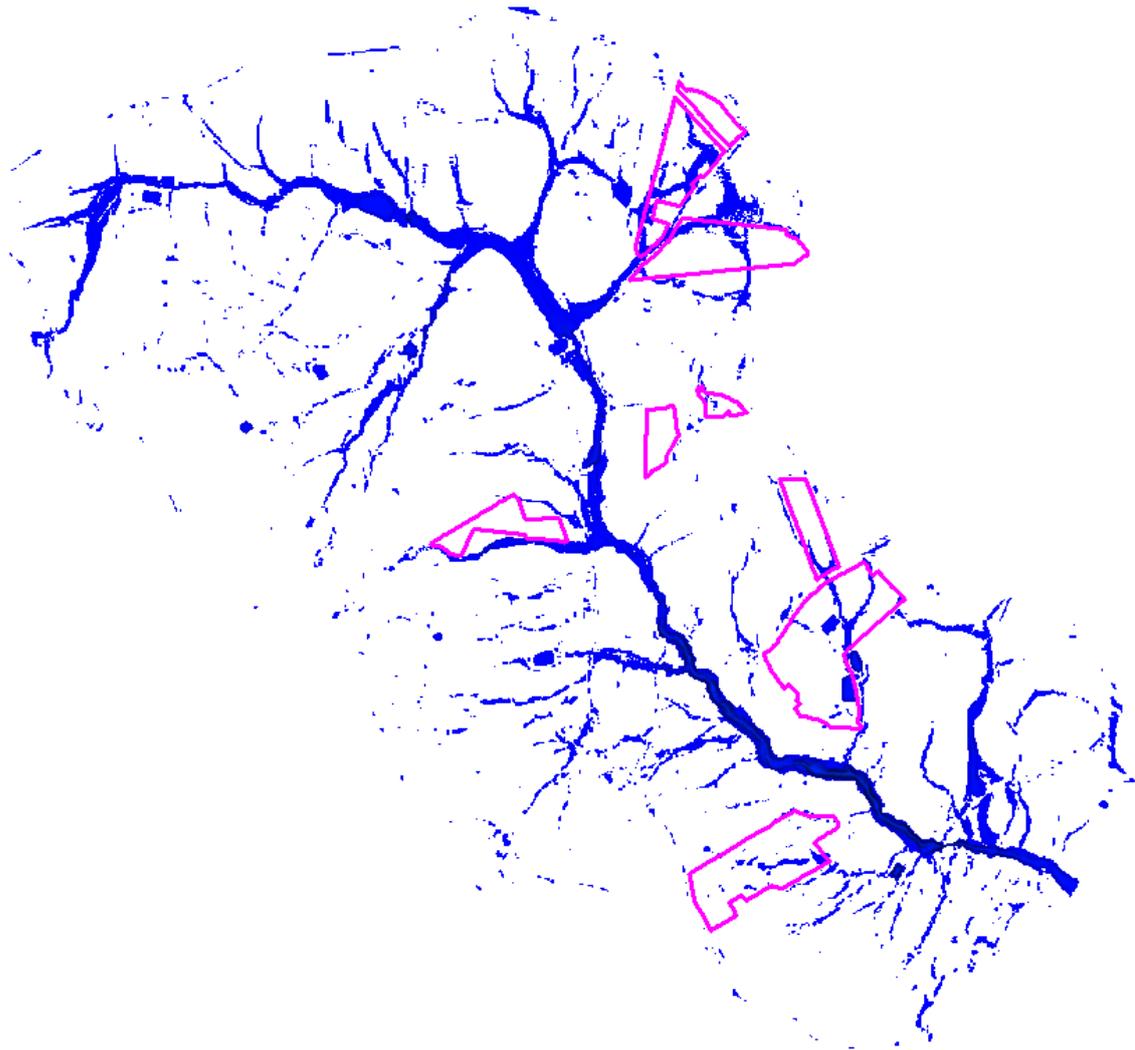
TR 5 ANNI D.S.G. N. 119/2022





TR 50 ANNI D.D.G. 102/2021 PRE-OPERA





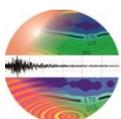
TR 50 ANNI D.D.G. 102/2021 POST-OPERA

Dai risultati forniti risulta evidente come la portata in uscita dai sistemi di laminazione di ogni singola sotto-area non possa in alcun modo alterare, significativamente, la capacità di trasporto dei corpi idrici ricettori individuati.

10. CONCLUSIONI

Lo studio condotto ha evidenziato che i campi fotovoltaici non interferiscono con corsi d'acqua e/o incisioni del terreno. Gli impianti FV in progetto ricadono in alcuni piccoli bacini idrografici e l'analisi condotta ha rilevato che si trovano in aree prive di impluvi.

Al fine di assicurare l'invarianza idraulica e idrologica, si prevede per ogni area scolante la realizzazione di bacini di detenzione posti nelle porzioni più basse delle aree scolanti individuate. I volumi dei bacini sono dimensionati per contenere la maggiore quantità di acqua

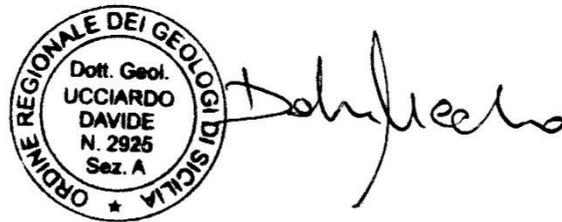


di scorrimento superficiale indotta dall'installazione dei pannelli fotovoltaici, per una pioggia corrispondente a un tempo di ritorno di 30 anni e di 50 anni per la condizione limite.

Per quanto riguarda le portate laminate dalle aree scolanti ed immesse nei corpi idrici ricettori non vi sono variazioni apprezzabili.

Pozzallo, 02/12/2023

IL GEOLOGO
DOTT DAVIDE UCCIARDO



A circular professional stamp from the 'ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA' (Regional Order of Geologists of Sicily). The stamp contains the text: 'Dott. Geol. UCCIARDO DAVIDE N. 2925 Sez. A'. To the right of the stamp is a handwritten signature in black ink.

