



REGIONE  
SICILIA



COMUNE DI  
CARLENTINI



LIBERO CONSORZIO  
COMUNALE DI  
SIRACUSA

Proponente

**Trina Solar STG S.r.l.**

Sede legale: Piazza Borromeo N.14, 20123 Milano

Trinasolar



Struttura di Progettazione e sviluppo

Progettazione

IL PROGETTISTA



Ing. Marco Anfuso

Firma digitale  
Ing. Anfuso

IL PROGETTISTA



Ing. Paolo Grande

Firma digitale  
Ing. Grande

SISTEMA ENERGIA **REGGRAN**

R.C. Ing. Alessandro Cappello

Collaboratori

Dott. Ing. Salvatore Falla  
Dott. Arch. Mirko Pasqualino Re  
Dott. Ing. Valentino Otopacca

Firma digitale  
tecnico



Opera

## PROGETTO CARLENTINI

Progetto di impianto FV a terra di potenza pari a 50,08 MW in DC e 40,26 MW in immissione e delle opere connesse da installarsi nel territorio del comune di Carlentini -SR-

Oggetto

Folder:  
**VIA\_2**

Sez.  
**R**

Nome Elaborato:  
**VIA2\_REL02\_Relazione Idrologica e Idraulica**

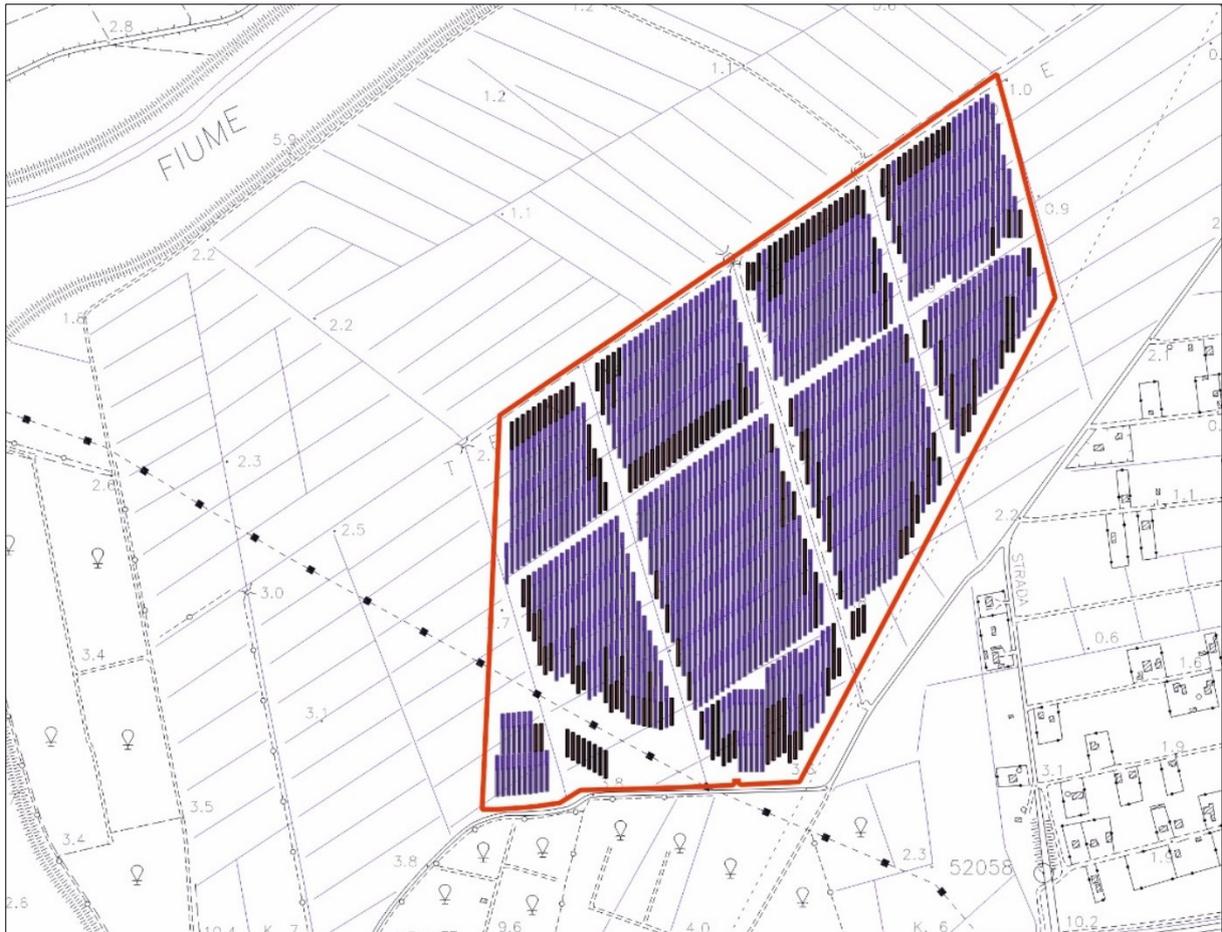
Codice Elaborato:  
**REL\_02**

Descrizione Elaborato:  
**Relazione Idrologica e Idraulica**

00	08/07/2022	Emissione per progetto definitivo	Regran	Trina Solar STG S.r.l.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica e Approvazione

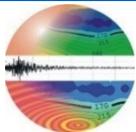
Scala: -

Formato: A4



PROGETTO DEI LAVORI DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA NOMINALE DI 50,08 KWP DA INSTALLARE SUL TERRENO SITO IN C.DA TENUTA GRANDE NEL COMUNE DI CARLENTINI

### 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](mailto:davide.ucciardo@virgilio.it)  
 pec: [davideucciardo@epap.sicurezza postale.it](mailto:davideucciardo@epap.sicurezza postale.it)

COMMITTENTE: SISTEMA ENERGIA **REGAN**

IL GEOLOGO  
 DOTT DAVIDE UCCIARDO

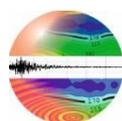


PREMESSA .....	3
1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....	4
2. MODELLAZIONE IDROLOGICA .....	8
3.1 ANALISI PLUVIOMETRICA.....	10
3.2. DETERMINAZIONE DEGLI IETOGRAMMI DI PROGETTO: SCELTA DELLA DURATA CRITICA DELL'EVENTO E DELLA DISTRIBUZIONE TEMPORALE DELLE PRECIPITAZIONI. ....	13
3.2.1 DURATA CRITICA-TEMPO DI CORRIVAZIONE.....	13
3.2.2 IETOGRAMMA DI PROGETTO .....	14
3.3 TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI .....	16
4 MODELLAZIONE IDRAULICA.....	19
MODELLAZIONE IDRAULICA .....	19
4.5 USO DI MODELLI IDRAULICI 2D .....	19
5. PREDISPOSIZIONE DEI DATI PLANO-ALTIMETRICI PER L'ANALISI IDRAULICA.....	20
6. DEFINIZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO.....	21
6.1 DELIMITAZIONE DEI DOMINI 2D E LORO CONDIZIONI AL CONTORNO.....	21
6.2 DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA IDRAULICA .....	27
6. ANALISI SULL'INVARIANZA IDRAULICA .....	29
6.1 VALUTAZIONI PRELIMINARI .....	29
6.2 VALUTAZIONI VALORE DEL CN ALLO STATO ATTUALE (ANTE OPERAM).....	30
6.3 VALUTAZIONI VALORE DEL CN ALLO STATO FUTURO (POST OPERAM).....	33
7. CONCLUSIONI.....	36

#### ALLEGATI

CARTA DELLE ESONDAZIONI

CARTA DEI TIRANTI IDRAULICI



## PREMESSA

Su incarico conferito dalla ditta REGRAN srl, viene redatta la presente relazione idrologica ed idraulica inerente il “PROGETTO DEI LAVORI DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA NOMINALE DI 50,08 KWP DA INSTALLARE SUL TERRENO SITO IN C.DA TENUTA GRANDE NEL COMUNE DI CARLENTINI”, consistente nella realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra, su strutture inseguimento monoassiale (trackers).

Dal punto di vista idrologico, con riferimento alla sola area dell’impianto, poiché ricade all’interno del Consorzio di Bonifica “10” Siracusa, è apparso opportuno procedere con uno studio idrologico-idraulico per l’identificazione delle aree sottoposte alle limitazioni d’uso relativi ai corsi d’acqua superficiali (fascia di pertinenza fluviale) di cui agli art. 93, 94 e 96 lettera f, del R.D. 523/1904 in accordo con i criteri di cui al D.S.G. n.119/2022 della Regione Sicilia, al fine di determinare le aree di esondazione con tempo di ritorno pari a 5 anni; il D.S.G. 119/2022 infatti stabilisce le modalità per la definizione della Fascia di pertinenza fluviale in 10 metri, da computare a partire dal limite dell’eventuale area di allagamento.

Contestualmente, in ottemperanza a quanto previsto dalla Direttiva dell’Autorità di Bacino (AdB) del 11/10/2019 (Prot.6834) inerente la “Attuazione delle misure della Pianificazione distrettuale relativa all’applicazione dei principi di invarianza idraulica”, sono state effettuate le considerazioni di merito relativamente ad eventuali incrementi delle portate di deflusso meteorico, rispetto a quelle esistenti, ed alle eventuali opere di mitigazione messe in atto, nel rispetto del principio dell’Invarianza Idraulica.

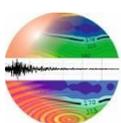
Tutte le analisi condotte sono state riferite alla Cartografia Tecnica Regionale nel sistema di riferimento UTM33 WGS84.

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.

## 1. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

DSG 119/2022: 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.



D.D.G. n. 102 del 23-06-2021: Approvazione delle modifiche alla Relazione generale - Piano stralcio di bacino per l'assetto idrogeologico della Regione siciliana - redatta nel 2004 e Tabella Elementi a rischio – Allegato 1;

DPCM 7 marzo 2019 Piano di Gestione del rischio Alluvioni (PGRA).

## 1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

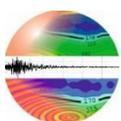
L'area di studio, in cui ricade l'impianto in progetto, fa parte del comune di Carlentini (SR), e nello specifico l'impianto fotovoltaico ricade nel terreno agricolo ubicato in C.da Tenuta Grande così come indicato nelle seguenti ortofoto:



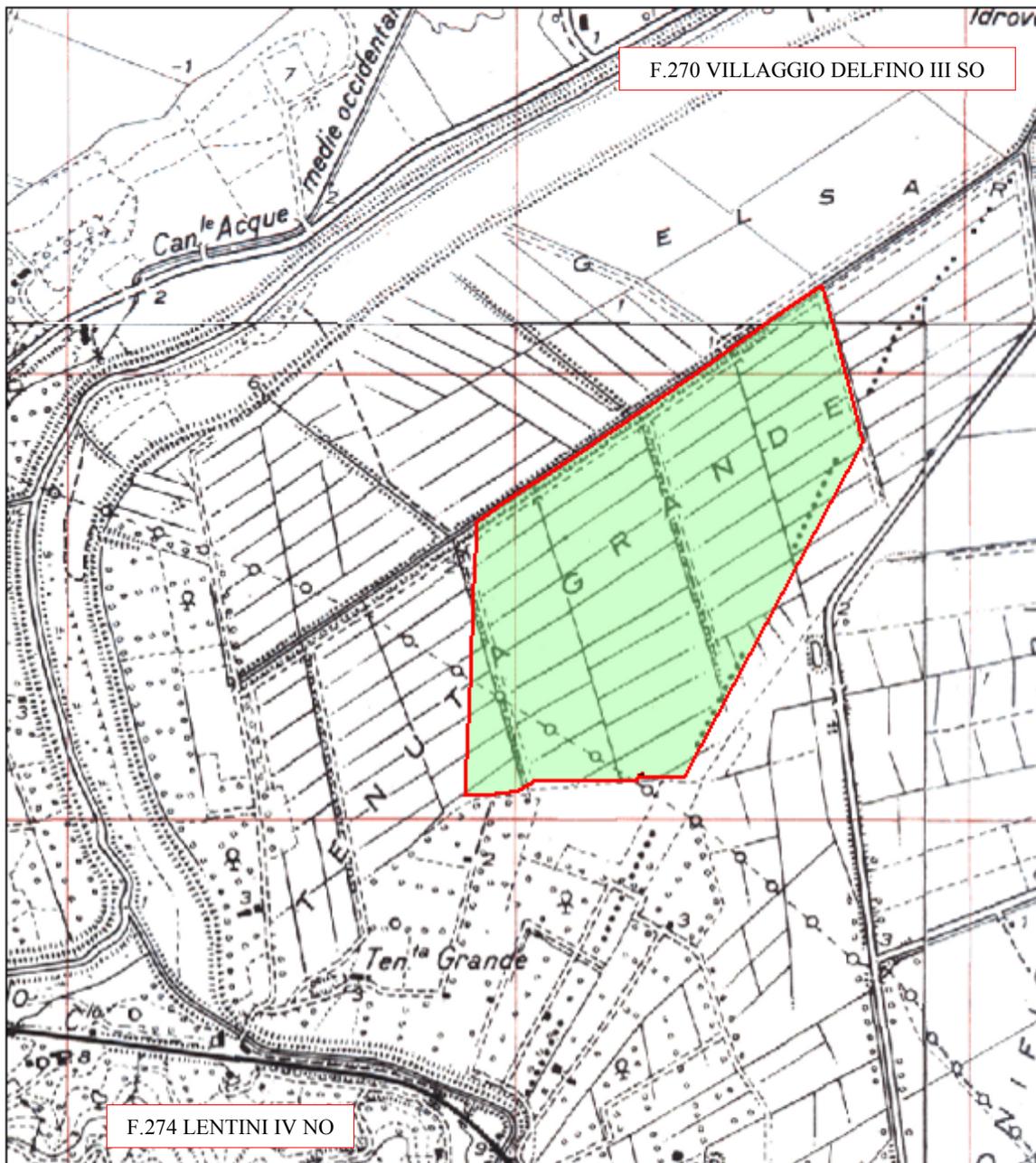
ORTOFOTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO C.DA TENUTA GRANDE

Il sito indicato fa parte dell'area territoriale tra il bacino idrografico del fiume San Leonardo e il bacino del fiume Anapo (092) così come indicato nel Piano di Assetto Idrogeologico (PAI) della regione Sicilia.

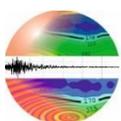
Geograficamente il sito ricade nelle tavolette LENTINI IV NO del Foglio 274 e VILLAGGIO DELFINO III SO del Foglio 270 della Carta d'Italia in scala 1:25.000 dell'I.G.M e nella C.T.R. n° 641050 sez. Stazione di Agnone in scala 1:10.000.



PROGETTO DEI LAVORI DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA NOMINALE DI 50,08 KWP DA INSTALLARE SUL TERRENO SITO IN C.DA TENUTA GRANDE NEL COMUNE DI CARLENTINI.



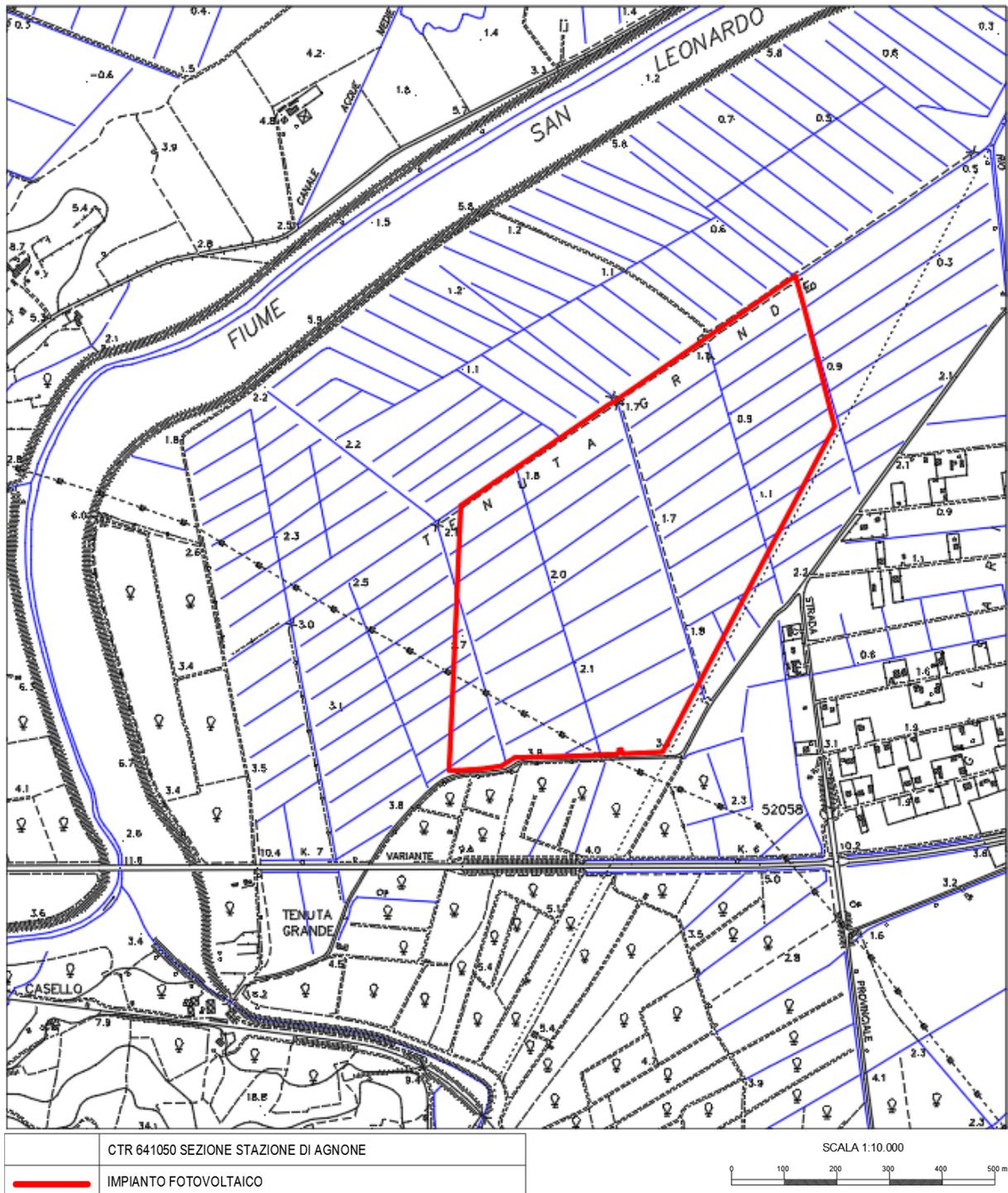
STRALCIO IGM 1:25.000



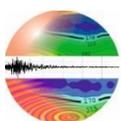
STUDIO di GEOLOGIA  
Consulenze Geologiche  
Geofisiche e Geotecniche

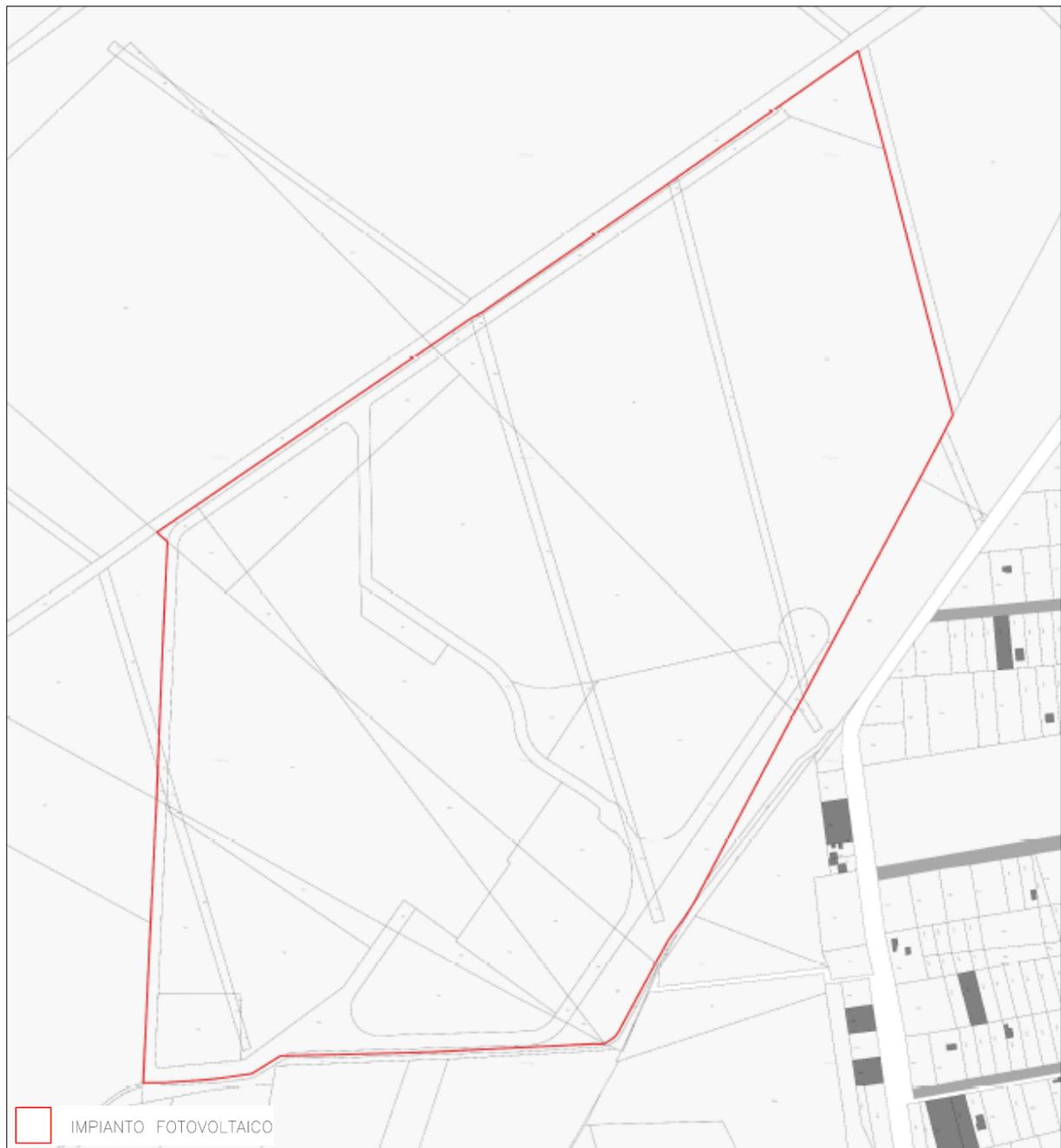
dott. Geol. Davide Ucciardo  
Via Boccaccio 11 97016 Pozzallo (RG)  
C.F. CCR DVD 66E11 F943V P.Iva 01387440884

tel. 335/5317159  
@: davide.ucciardo@virgilio.it



L'impianto in progetto in catasto terreni del Comune di Carlentini è identificato dal F.6 e dalle particelle n° 218, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312 e 313 con un'estensione totale di ha 61.34.66.



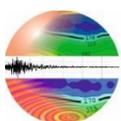


STRALCIO CATASTALE F.6

I siti sono identificati dalle seguenti coordinate (sistema geografico di riferimento WGS84):

lat. 37,329530°; long. 15,070653°

La rete idrografica dell'area di studio è rappresentata dal fiume San Leonardo e dai canali di bonifica presenti nell'area.



## 2. MODELLAZIONE IDROLOGICA

La caratterizzazione della rete idrografica superficiale è stata condotta facendo riferimento alla cartografia IGM 1:25.000, cartografia tecnica regionale 1:10.000, Modello digitale del terreno (DTM) 1mx1m dati LIDAR, foto aeree ed utilizzando software GIS, ottenendo così il reticolo idrografico, i displuvi e quindi i limiti dei bacini idrografici le cui acque confluiscono nell'area oggetto di installazione dell'impianto fotovoltaico.

Per la corretta individuazione del bacino di riferimento, è necessario preliminarmente identificare la sezione di chiusura lungo le linee di scorrimento del flusso potenzialmente attivabile.

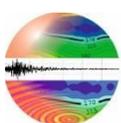
La caratterizzazione della rete idrografica superficiale è stata condotta in prima battuta facendo riferimento alla cartografia tecnica regionale in formato digitale a scala 1:10.000 e foto aeree, per poi approfondire lo studio tramite un modello digitale delle quote del terreno (DTM) avente dimensione delle celle di 1mx1m derivato da dati LIDAR. Si è fatto riferimento, inoltre, alla carta dell'uso del suolo Corine Land Cover (CLC) del 2012 e al substrato geologico dell'area in esame.

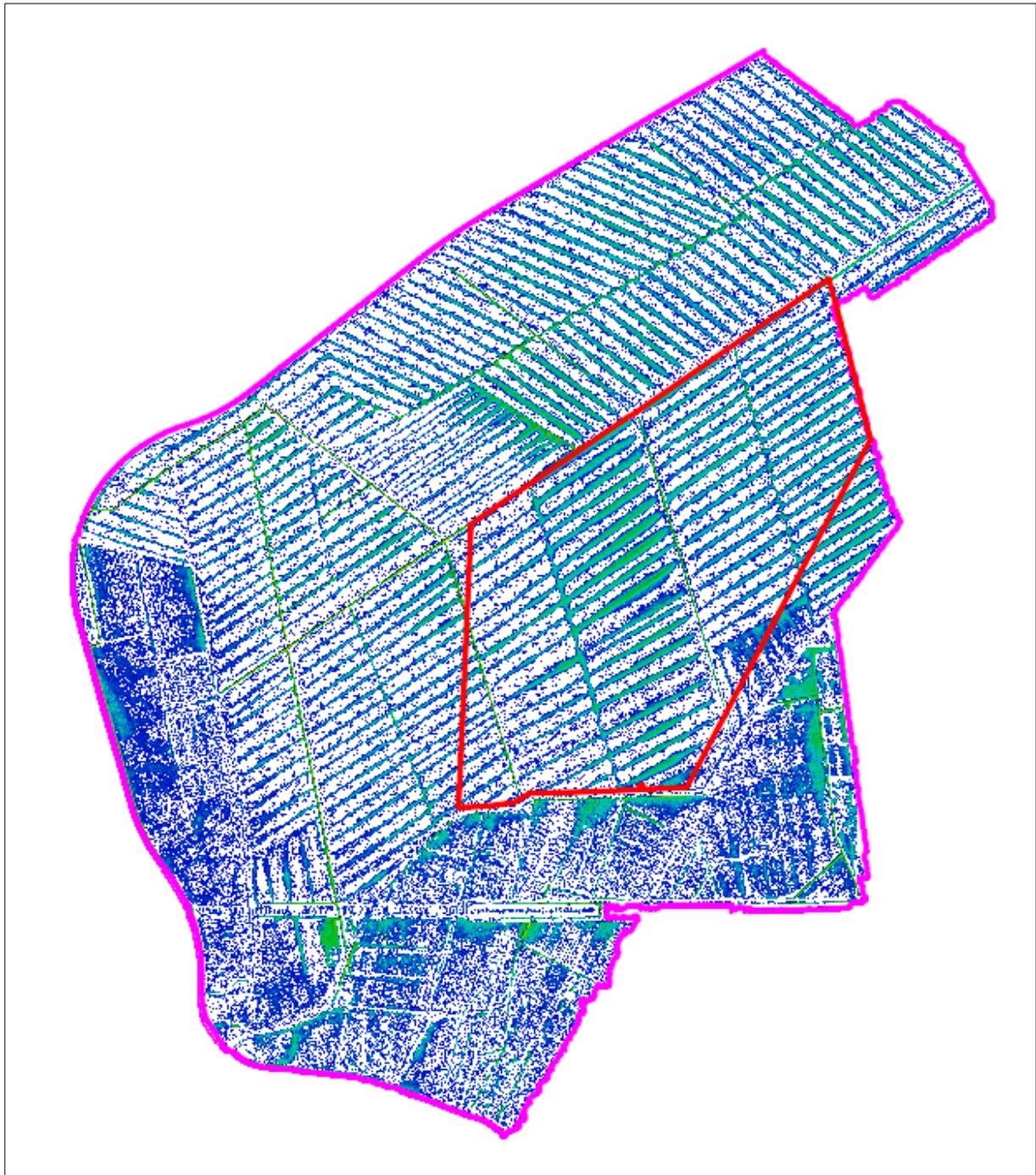
Si è ottenuto così, mediante l'impiego di procedure implementate con strumenti GIS, la delineazione delle linee di drenaggio le quali possono essere criticamente confrontate con il reticolo idrografico eventualmente disponibile o residuale rispetto alla trasformazione operata dalla progettazione.

La delimitazione delle aree contribuenti ha permesso di quantificare le grandezze morfometriche utilizzate per la stima del tempo critico del deflusso nel bacino.

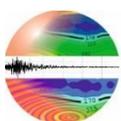
L'analisi idrografica non ha evidenziato alcuna interferenza diretta tra l'area dell'impianto e gli elementi del reticolo idrografico (naturali o artificiali) rappresentati nelle cartografie C.T.R. della Regione Sicilia 2012-2013.

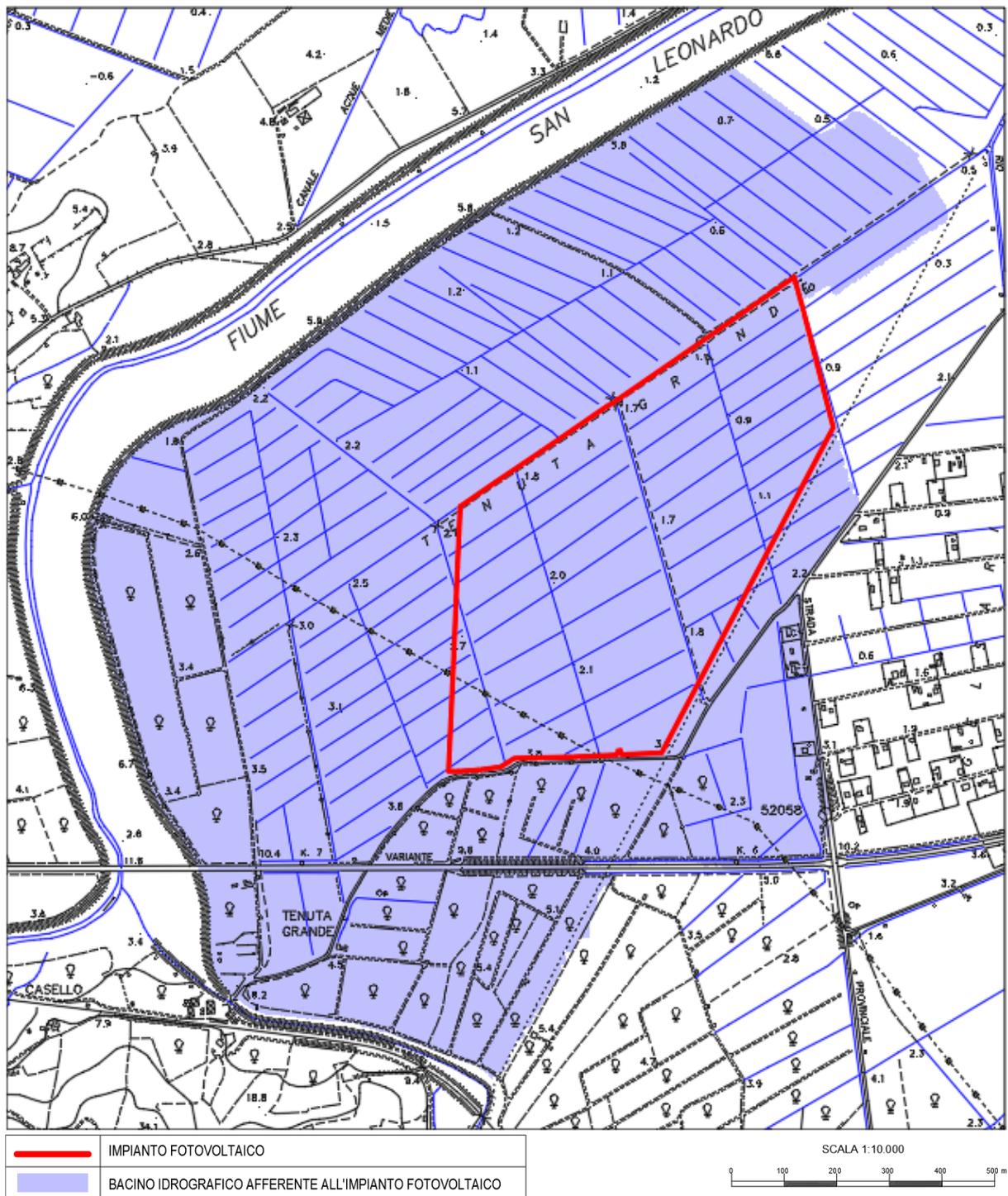
Sono stati, successivamente, definiti i principali parametri morfologici e le principali caratteristiche idrologiche.





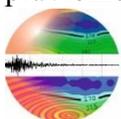
	IMPIANTO FOTOVOLTAICO
	DTM BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO





### 3.1 ANALISI PLUVIOMETRICA

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:



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

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:

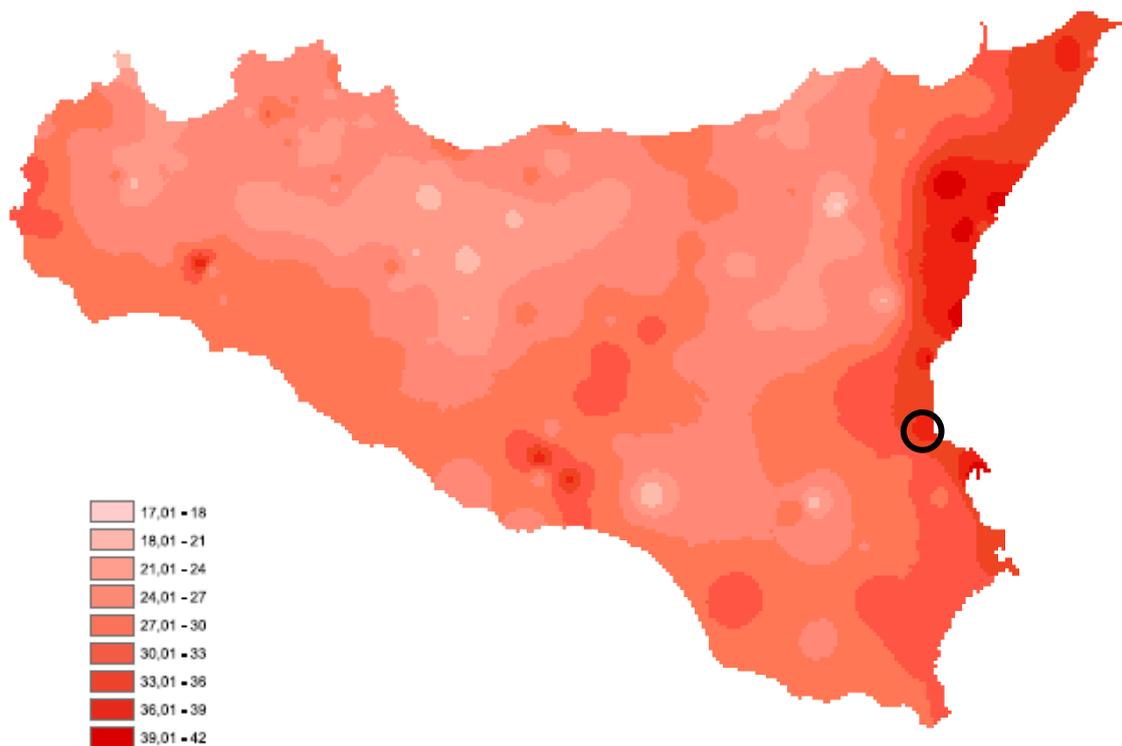
$$K_T = 1 - CV \left\{ 0,450 + 0,779 \ln \left[ \ln \left( \frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$

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

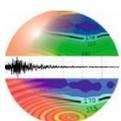
A partire dalle carte "iso-a", "iso-n" e "iso-CV" (Tavole 4, 5 e 6 della Relazione Generale del PAI) a scala regionale, sono stati ottenuti i valori medi a scala di bacino:

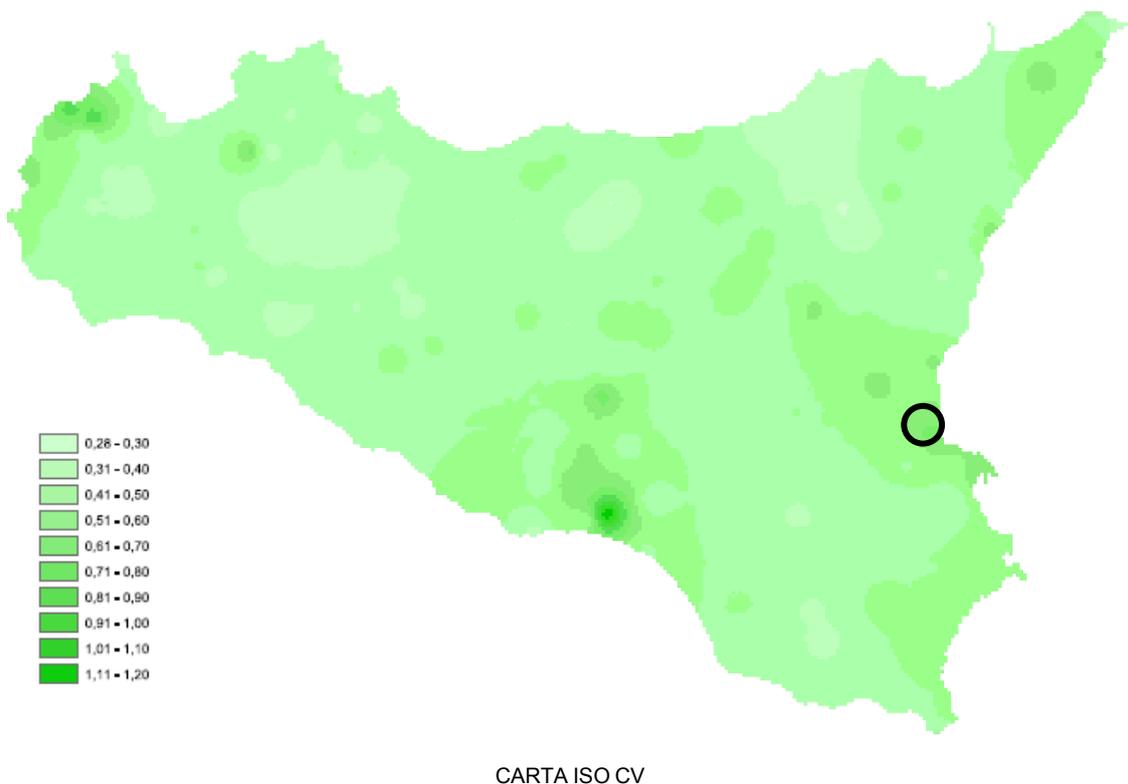
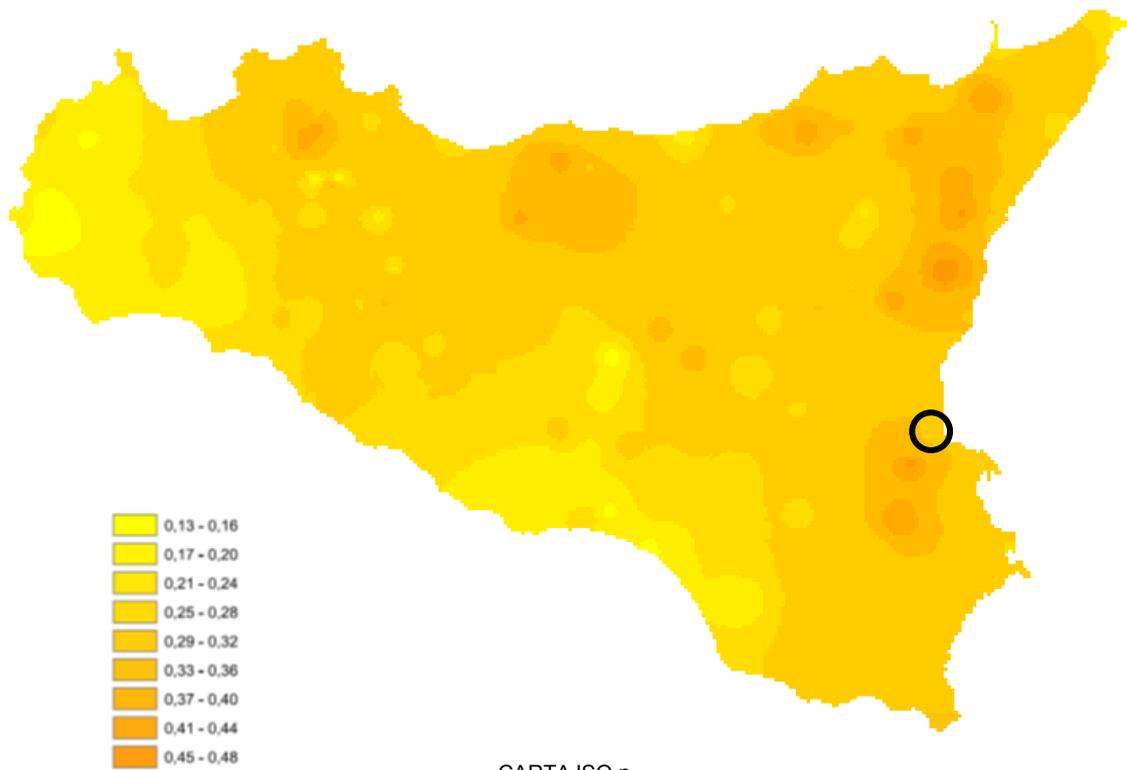
a	n	CV
39	0,36	0,8

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

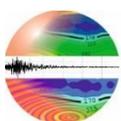


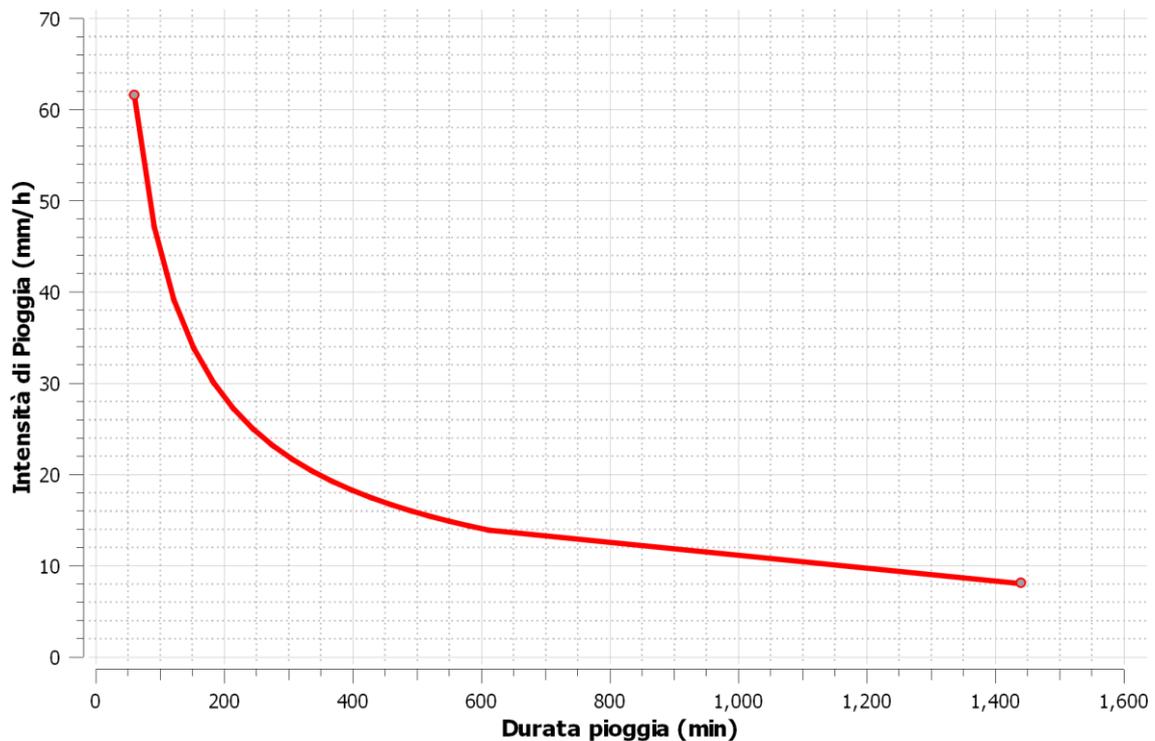
CARTA ISO a





Si riportano di seguito i valori delle altezze di pioggia (mm) ricavati dai parametri prima calcolati e le curve di probabilità pluviometrica (CPP), per i tre tempi di ritorno considerati





### 3.2. DETERMINAZIONE DEGLI IETOGRAMMI DI PROGETTO: SCELTA DELLA DURATA CRITICA DELL'EVENTO E DELLA DISTRIBUZIONE TEMPORALE DELLE PRECIPITAZIONI.

#### 3.2.1 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:

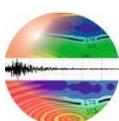
Per i canali di pianura si adotta la formula di Pasini ricalibrata da Brath, 2002

$$t_c = 0,8 \cdot \frac{0.108 \cdot \sqrt[3]{A_{tot} \cdot L}}{\sqrt{i_{tot}}}$$

$t_c$  = tempo di corrivazione (ore)  
 $L$  = lunghezza dell'asta principale estesa allo spartiacque (Km)  
 $A_{tot}$  = estensione bacino idrografico (Kmq)  
 $i_{tot}$  = pendenza media dell'intera asta principale (m/m)

Tipologia bacino (m/p): **p**  
 $A_{tot}$  = **3.40 kmq**  
 $L$  = **3.71 Km**  
 $i_{tot}$  = **0.00560 m/m**  
 $t_c$  = **2.69 ore**

Il tempo di corrivazione adottato è stato di 2,69 ore.



### 3.2.2 IETOGRAMMA DI PROGETTO

In letteratura sono disponibili diversi ietogrammi di progetto e tra questi la formulazione di tipo Chicago (Keifer and Chu, 1957)<sup>1</sup> 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, 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 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  $T_c$ . 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.

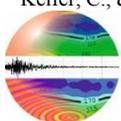
Tale ietogramma è caratterizzato da un andamento a due rami, il primo con intensità crescente fino all'istante di picco ed il secondo con intensità decrescente dall'istante di picco al termine della pioggia. Detto ietogramma gode della proprietà che, considerando un evento di pioggia di durata  $\theta$  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:

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

<sup>1</sup> Keifer, C., & Chu, H. (1957). Synthetic Storm Pattern for Drainage Design. Journal of the Hydraulics Division, (83) 1-25.



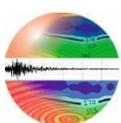
L'altezza di pioggia cumulata a partire dall'inizio dell'evento si può esprimere come:

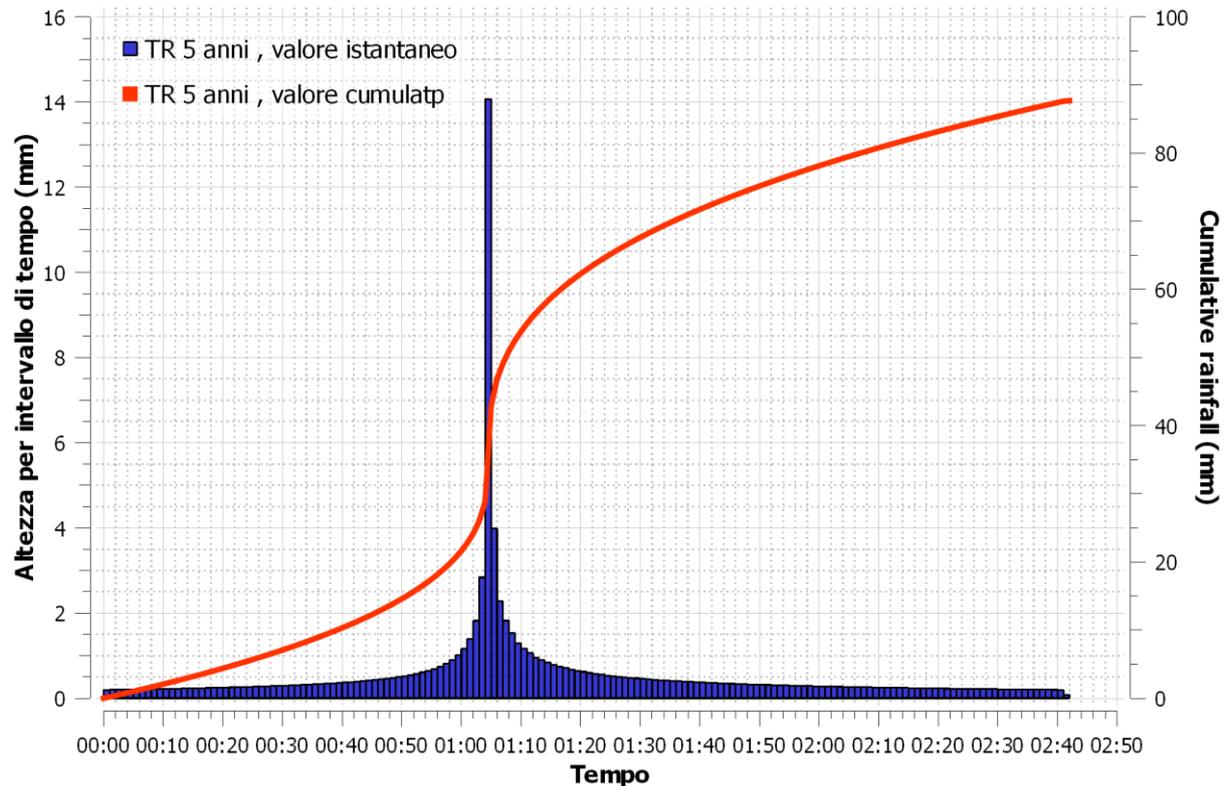
$$h(t) = r a [(t_r/r)^n - ((t_r - t)/r)^n] \text{ per } t \leq t_r$$
$$h(t) = a [r (t_r/r)^n + (1-r) ((t - t_r)/(1-r))^n] \text{ per } t \geq t_r$$

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  $\theta$ . 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  $\theta$ . 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. Il passo temporale utilizzato per la discretizzazione dello ietogramma di pioggia è stato assunto pari a 1 minuto.





### 3.3 TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI

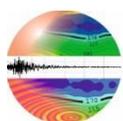
Per la stima delle perdite e della pioggia netta o effettiva, che rappresenta il volume d'acqua che raggiunge per ruscellamento superficiale la rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura, è stato applicato il metodo del Curve Number proposto dal Soil Conservation Service (U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972).

Il metodo scelto assume che, in un evento di piena, il volume specifico del deflusso superficiale  $P$ , sia proporzionale a quello precipitato  $I$ , depurato dall'assorbimento iniziale  $I_a$ , in ragione del rapporto tra volume specifico infiltrato  $F$ , e un volume specifico  $S$ , che caratterizza la massima ritenzione potenziale del terreno.

Dalla formula  $P = (I - I_a) F / S$  si ottiene la relazione che fornisce il deflusso superficiale:

$$P = \frac{(I - I_a)^2}{I - I_a + S}$$

Il parametro  $S$  dipende fondamentalmente dalla combinazione di due fattori: la natura geopedologica del terreno e l'uso/copertura del suolo. L'effetto combinato di questi due fattori viene rappresentato globalmente dal parametro adimensionale  $CN$  ( $0 < CN < 100$ ), legato a  $S$  dalla relazione:



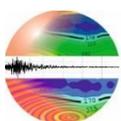
$$S = 254 \left( \frac{100}{CN} - 1 \right)$$

L'altro parametro da stimare è  $I_a$  che rappresenta il volume specifico di pioggia sottratto, a priori, al bilancio idrico. Dati sperimentali (U.S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, 1972) indicano che questo parametro è sempre proporzionale a S, per cui si è stabilito di porlo pari a  $\lambda S$  con  $\lambda$  pari a 0,2.

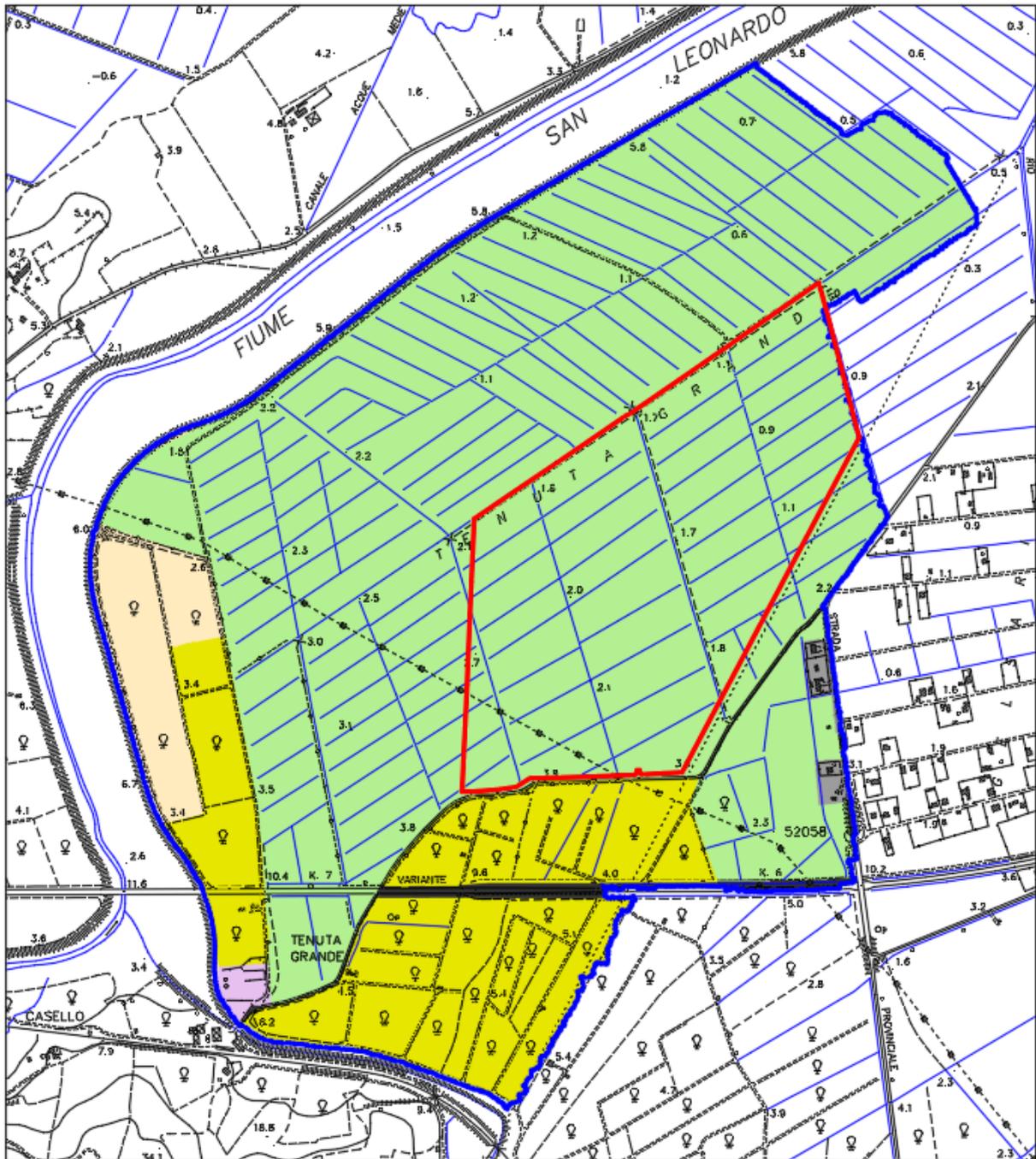
La stima del CN presuppone inizialmente la determinazione del gruppo idrologico di ciascun suolo ricadente nel bacino e, all'interno di ciascun gruppo, l'individuazione di aree omogenee per destinazione d'uso, sistemazione e condizione idrica. A ciascuna area omogenea, di nota superficie, viene attribuito l'appropriato CN-II; il valore di CN-II dell'intero bacino si ottiene come media pesata, con peso la superficie, dei valori stimati per le singole aree omogenee.

Tipo di suolo	Descrizione
<p style="text-align: center;">C</p> <p>deflusso superficiale potenziale moderatamente alto</p>	<p>I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) moderatamente alto, e l'acqua attraversa il suolo con qualche limitazione. Sono caratterizzati da avere tra il 20% e il 40% di argilla e meno del 50% di sabbia e la tessitura è prevalentemente franca, franco-limoso, franco-argilloso-sabbioso, franco-argilloso, e franco-argilloso-limoso. La conducibilità idraulica (Ksat) varia tra 0,36 e 3,6 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell'orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm.</p> <p>Appartengono a questo gruppo anche le rocce con bassa e medio-bassa permeabilità per fratturazione e/o carsismo</p>

Dalla mappa dell'uso del suolo della Regione Sicilia (Corine Land Cover 2012) per l'area oggetto del presente studio, sono state ricavate le tipologie, codifiche ed estensioni delle superfici.



PROGETTO DEI LAVORI DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA NOMINALE DI 50,08 KWP DA INSTALLARE SUL TERRENO SITO IN C.DA TENUTA GRANDE NEL COMUNE DI CARLENTINI.



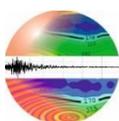
	IMPIANTO FOTOVOLTAICO
	BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

CARTA USO DEL SUOLO

SCALA 1:10.000



CLC	NOME CLASSE
	121 INSEDIAMENTI INDUSTRIALI, ARTIGIANALI, COMMERCIALI E SPAZI ANNESSI
	222 FRUTTETI
	1112 ZONE RESIDENZIALI A TESSUTO DISCONTINUO E RADO
	1222 VIABILITÀ STRADALE E SUE PERTINENZE
	2311 INCOLTI
	4121 VEGETAZIONE DEGLI AMBIENTI UMIDI FLUVIALI E LACUSTRI
	21121 SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ERBACEE ESTENSIVE



Per il bacino si è ricavato un valore Curve Number medio di 80.

Il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedente all'inizio dell'evento AMC (Antecedent Moisture Condition). La definizione di AMC richiede la determinazione della precipitazione totale caduta dei cinque giorni precedenti l'evento in esame. Operativamente si è fatto riferimento alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III.

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(III)}$$

#### 4 MODELLAZIONE IDRAULICA

##### MODELLAZIONE IDRAULICA

Con riferimento al sottobacino individuato nello studio idrologico è stato sviluppato il modello (numerico) idraulico bidimensionale (2D), in regime di moto vario.

Nel presente capitolo, saranno descritte le operazioni di predisposizione del modello idraulico bidimensionale utilizzato.

Il codice di calcolo utilizzato è Hec-RAS versione 6.2 sviluppato dal Hydrologic Engineering Center (HEC). L'utilizzo è motivato dalla sua ampia diffusione in ambito professionale tecnico oltre che essere un software free.

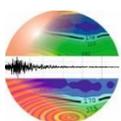
##### 4.5 USO DI MODELLI IDRAULICI 2D

Si è adottato un modello di simulazione 2D che tiene in considerazione la pioggia caduta e accumulata nell'area di studio.

L'insieme degli elementi geometrici costituenti il modello idrodinamico è una sub componente assai importante, costituita a sua volta da uno o più modelli per rappresentare i vari elementi che sono inseriti nel modello principale. Tra questi:

- il modello del terreno;
- il modello degli ostacoli presenti dell'area (manufatti, edifici, muri etc).

Il processo di implementazione del modello idrodinamico 2D ad un caso reale appare, quindi, parimenti complesso ed è ben noto come siano richieste numerose analisi e valutazione preliminare alla soluzione, tra le quali si ricordano:



- a) rappresentare adeguatamente il problema fisico inserendo nel modello gli aspetti e le proprietà più rappresentative della situazione reale;
- b) individuare correttamente il campo di flusso e la soluzione numerica da ricercare;
- c) discretizzare fisicamente l'area di studio con un adeguato numero di elementi;
- d) validare il modello sulla base di riscontri reali o altri modelli o eventi ben conosciuti;
- e) individuare aree specifiche dove dettagliare la soluzione del modello;
- f) applicare il modello per l'evento di interesse.

## 5. PREDISPOSIZIONE DEI DATI PLANO-ALTIMETRICI PER L'ANALISI IDRAULICA

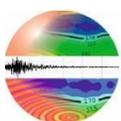
A prescindere dagli aspetti tipici dell'ambito della modellazione (fluviale, rurale o urbana), una componente basilare delle informazioni nella modellazione idraulica è costituita dal modello digitale del terreno che descrive il dominio spaziale delle variabili del moto. La predisposizione del modello digitale di terreno è una parte integrante del processo che include la modellazione idraulica e consente di individuare preliminarmente anche l'estensione più probabile del dominio del moto.

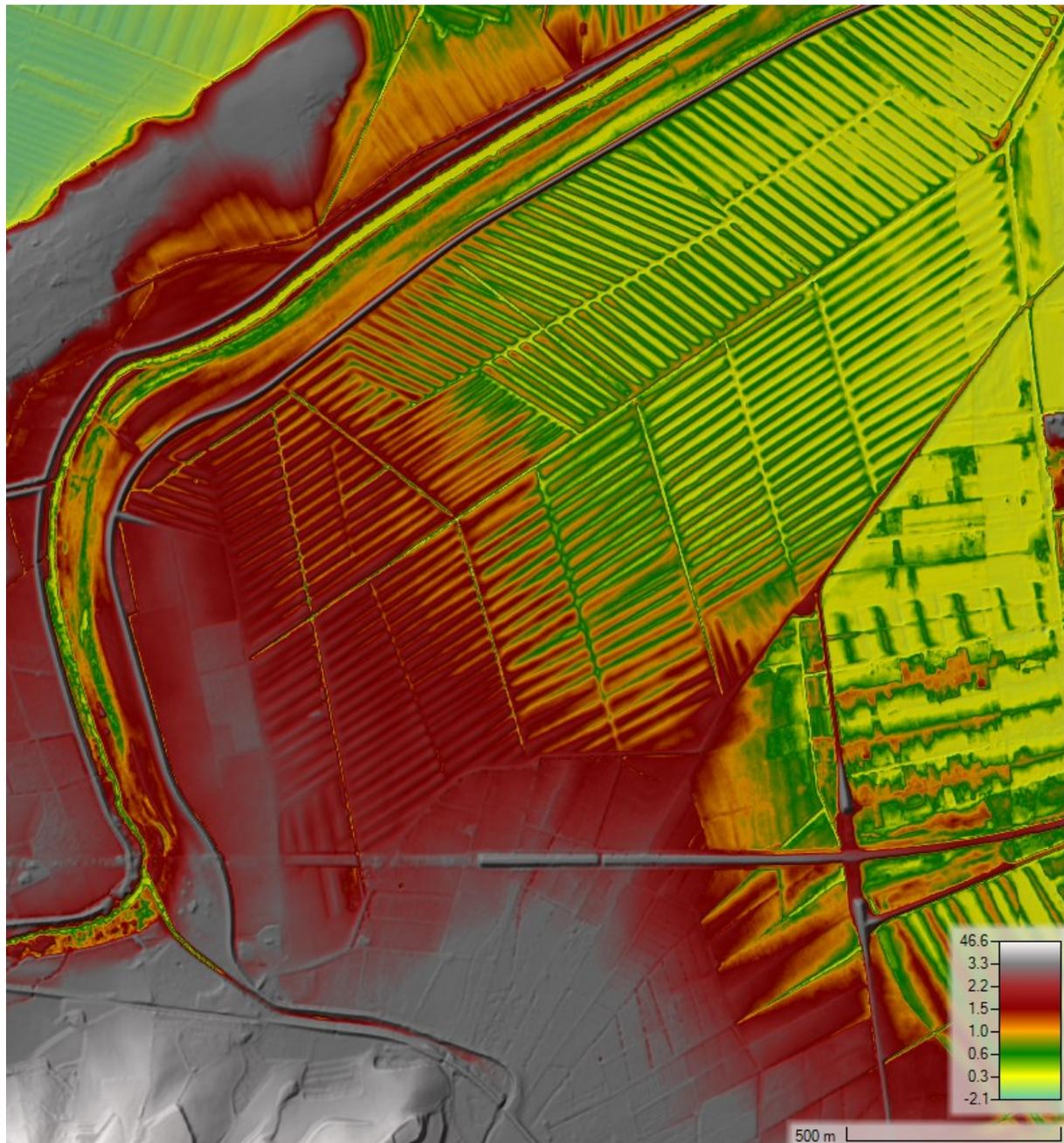
Nella fattispecie per dettagliare l'informazione topografica nel dominio di calcolo si è reso necessario reperire un modello digitale del terreno di maggiore precisione possibile in modo tale da rappresentare al meglio lo stato dei luoghi al fine delle verifiche idrauliche.

A tale scopo si è scelto di utilizzare i dati topografici rilevati con tecnica LIDAR, con cella spaziale di dimensione di 1 m, acquisito e reso disponibile dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare nell'ambito del Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale.

Il modello digitale del terreno è stato integrato con il modello digitale degli eventuali ostacoli al deflusso quali i muri e opere divisorie, così come ricavati, dalla cartografia, dalle ortofoto. Tali elementi costituiscono un'interferenza al deflusso, alle opere divisorie è stata assegnata un'altezza compresa tra 1 m-1,5 m.

Il modello di superficie ottenuto al termine di tale fase rappresenta elemento essenziale per le elaborazioni idrauliche ed è ovviamente richiesto che questo sia fornito con adeguato dettaglio. La prima fase consiste nella predisposizione dei dati plano-altimetrici utili per l'implementazione del modello, così come descritto nei paragrafi precedenti. Di seguito si riporta l'immagine del RAS Mapper di Hec-Ras dello strato informativo utilizzato.



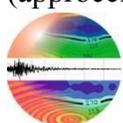


DATI PLANOALTIMETRICI DELL'AMBITO DI INTERESSE

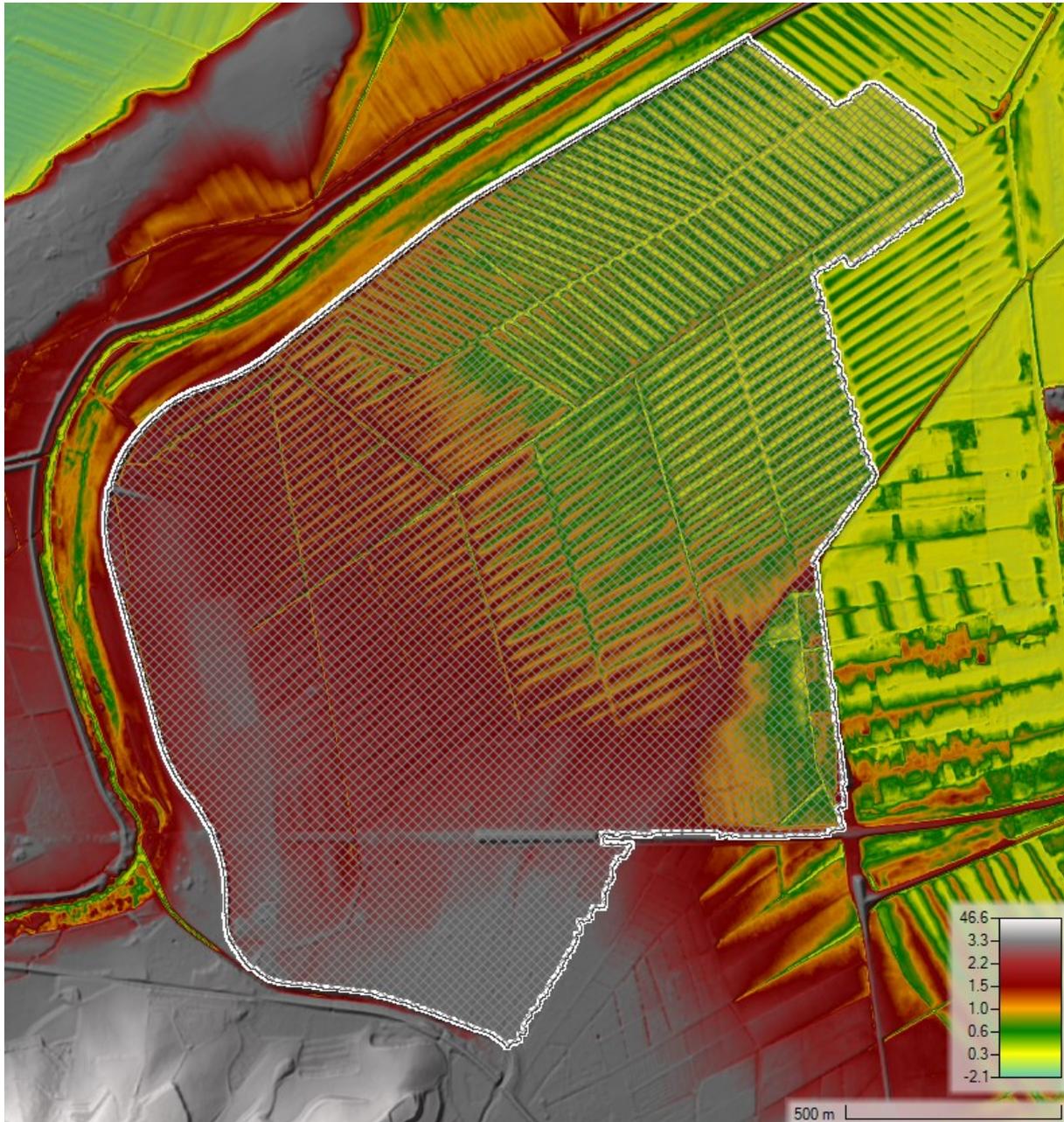
## 6. DEFINIZIONE DEL DOMINIO DI CALCOLO

### 6.1 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

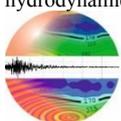


bacino idrologico precedentemente calcolato per permettere di considerare l'effettivo e totale volume di pioggia che darà luogo all'allagamento del territorio. L'approccio "Rainfall on grid" risulta sempre più utilizzato in letteratura ed in ambito professionale (David and Schmalz, 2020; Costabile et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



AREA DI CALCOLO IN BIANCO

<sup>2</sup>David, A., Schmalz, B., 2020. Flood hazard analysis in small catchments: Comparison of hydrological and hydrodynamic approaches by the use of direct rainfall. *Journal of Flood Risk Management*, 13 (4), art. no. e12639.  
Costabile, P., Costanzo, C., Ferraro, D., Macchione, F., Petaccia, G, 2020a. Performances of the new HEC-RAS version 5 for 2-D hydrodynamic-based rainfall-runoff simulations at basin scale: Comparison with a state-of-the-art model. *Water*, 12 (9), art. no. 3433.



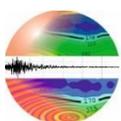
#### ASSEGNAZIONE CONDIZIONI AL CONTORNO

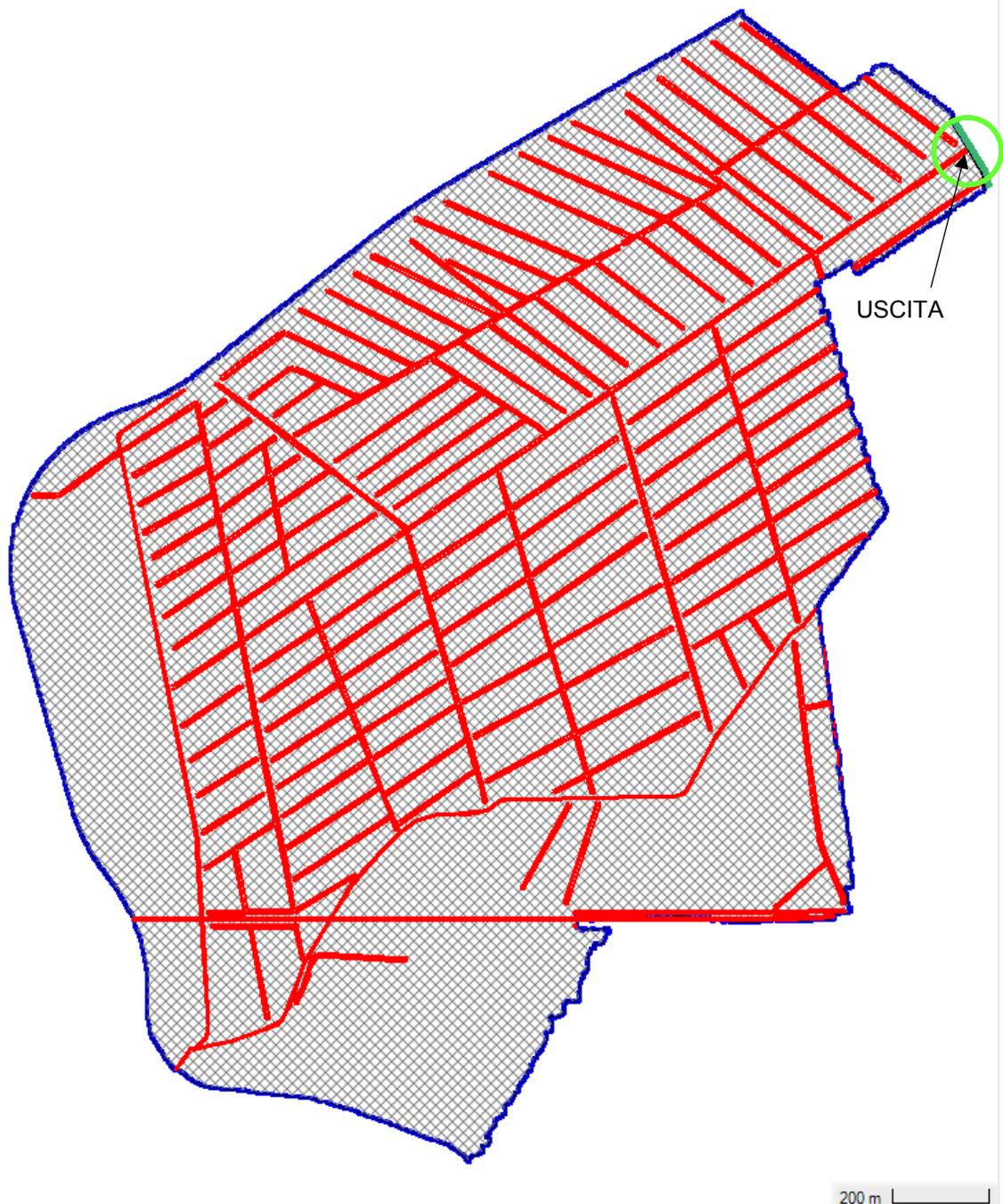
HEC-RAS ha permesso di inserire 2 tipologie di condizioni al contorno:

- *Precipitation;*
- *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.

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 0,0015 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).

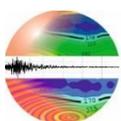




DOMINIO DI CALCOLO E CONDIZIONI AL CONTORNO: IN VERDE USCITA DEL MODELLO (CONDIZIONI AL CONTORNO APPLICATA NORMAL DEPTH), IN BLU CONTORNO ESTERNO AREA DI FLUSSO 2D (CONDIZIONE AL CONTORNO APPLICATA PRECIPITATION) IN NERO LA GRIGLIA DI CALCOLO, IN ROSSO BREAKLINES

Il contorno esterno dell'area modellata corrisponde allo spartiacque che delimita il sottobacino in cui ricade l'opera.

La sezione di chiusura del sottobacino e quindi l'uscita del modello è stata posta a valle dell'impianto.



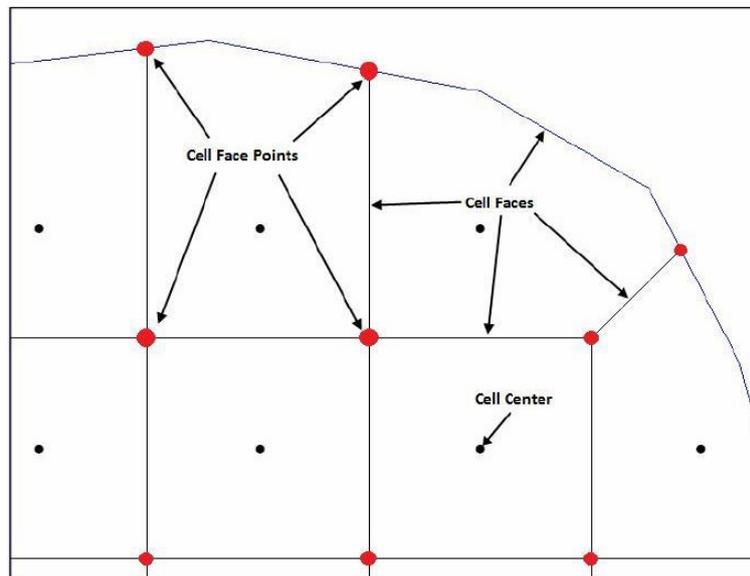
Per la griglia di calcolo sono state adottate risoluzioni spaziali differenti (nested grid) per ridurre i tempi di calcolo, infittendo il numero di celle di calcolo per simulare fenomeni idraulici più complessi (ad es. alveo).

La griglia di calcolo utilizzata è stata di 3m x 3m.

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.

La griglia di calcolo risulta costituita da 332.134 celle, di dimensione media 8,29m<sup>2</sup>, minima 0,32 m<sup>2</sup> e massima 20,35 m<sup>2</sup>.

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

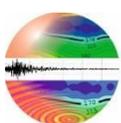


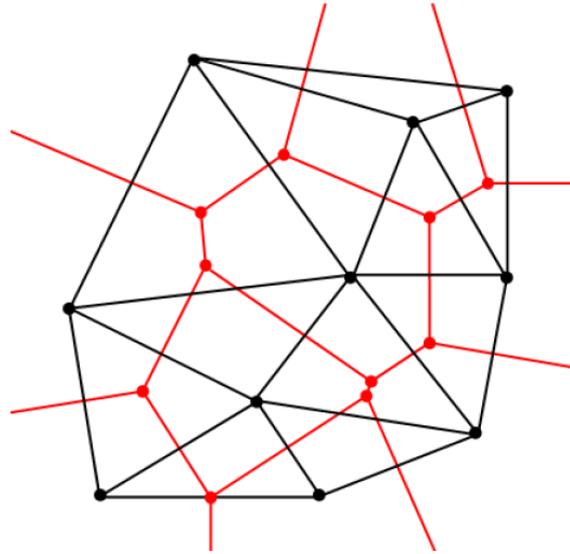
Cell Center (Centro della Cella): rappresenta il punto dove viene computato il livello idrico.

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.

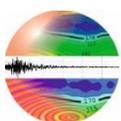
HEC-RAS costruisce la rete computazionale seguendo la tecnica di triangolazione Delaunay (Triangolazione), e quindi la costruzione di un Diagramma Voronoi (triangoli in nero nella figura sottostante).

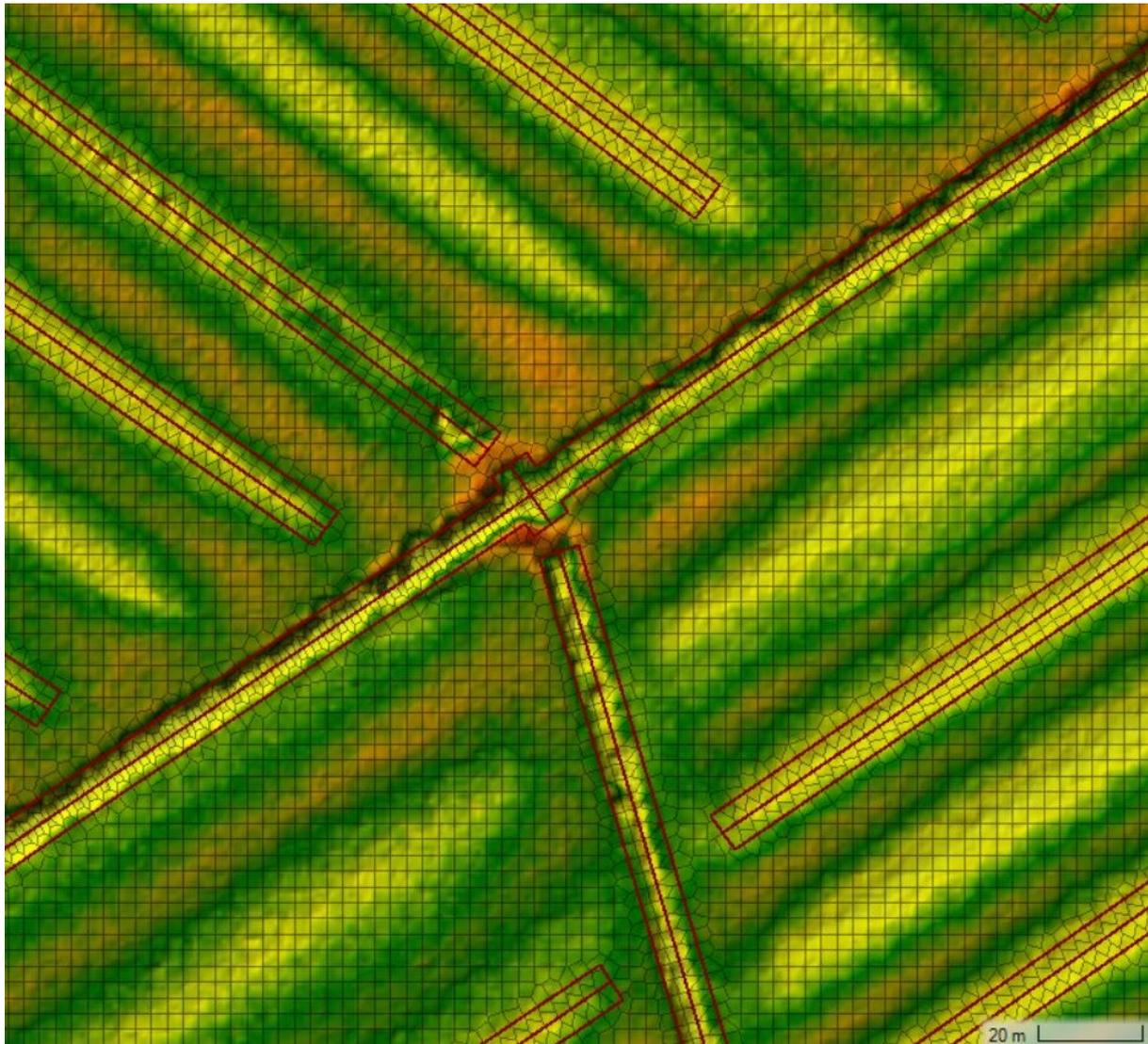




In tal modo Poiché le cellule riescono a rappresentare in modo ottimale i dettagli del terreno sottostante a differenza di molti altri modelli 2D che utilizzano semplicemente una quota costante per l'intera cella che viene così ad essere modellata come "piatta". Analogo ragionamento per le facce della 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 (muri, edifici, strade), che di fatto possono costituire elementi di disconnessione interni all'area di calcolo.





DETTAGLIO GRIGLIA DI CALCOLO

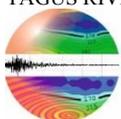
## 6.2 DEFINIZIONE DELLA SCABREZZA IDRAULICA

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) e Pestana et al. (2013)<sup>3</sup> inoltre si è fatto riferimento a quelli riportati nella documentazione di HEC-RAS.

Il valore del coefficiente N deve essere assegnato a ciascuna cella in conformità con la classificazione della copertura ed uso del suolo mediante l'analisi di orto-foto e dati sviluppando l'elaborazione dei dati territoriali. A partire dallo shapefile della carta dell'uso del suolo, e grazie alla tabella dei valori del parametro di scabrezza che l'User Manual del software

<sup>3</sup> Chow, V.T., 1959. Open Channel Hydraulics. McGraw-Hill, New York, 680 p.

Pestana et al. CALIBRATION OF 2D HYDRAULIC INUNDATION MODELS IN THE FLOODPLAIN REGION OF THE LOWER TAGUS RIVER Conference: ESA Living Planet Symposium, At: Edinburgh, United Kingdom September 2013



HEC-RAS v.6.2 propone, è stata implementata la tabella data di seguito che permette nella simulazione idraulica bidimensionale di determinare le grandezze caratterizzanti il flusso idrico nell'area di esondazione.

Per i canali si è adottato un valore del coefficiente di Manning pari a  $0,1 \text{ s/m}^{1/3}$ , per le strade pari a  $0,015 \text{ s/m}^{1/3}$  infine per gli edifici ed i muri, modellati come ostacolo al deflusso, si è assunto un valore di  $10 \text{ s/m}^{1/3}$ .

DESTINAZIONE D'USO (CLC)	MANNING N ( $\text{s/m}^{1/3}$ )
1112	0,013
1122	0,015
121	0,012
1221	0,03
1222	0,03
21121	0,035
222	0,035
242	0,035
2311	0,298
3211	0,039
4121	0,115
canali	0,1
strade	0,015

#### RISOLUZIONE DELLE EQUAZIONI

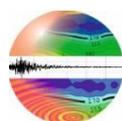
Il programma risolve sia le equazioni 2D di diffusione dell'onda o quelle complete di Saint Venant. La modellazione è stata eseguita utilizzando le equazioni 2D in forma completa di Saint Venant (full momentum) applicabili a una gamma ampia di problemi.

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  $\Delta T$ , 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  $\Delta X$  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  $\Delta T$  variabile tra 0,5s e 1s, in modo da contenere il numero di Courant tra 0,45 e 1 mentre la durata della simulazione è stata di 4 ore.

## 6. ANALISI SULL'INVARIANZA IDRAULICA

Nel presente paragrafo verrà analizzato il progetto dal punto di vista del Principio dell'Invarianza Idraulica, in accordo con quanto previsto dalla Direttiva AdB-Sicilia prot.6834 del 11/10/2019 dove, con riferimento all'art. 5 delle Norme di Attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) del Dipartimento Territorio e Ambiente della Regione Sicilia, per Invarianza Idraulica ed Idrologica si definiscono rispettivamente:

### Invarianza idraulica

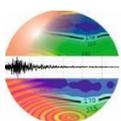
Principio in base al quale le portate di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate o di nuova urbanizzazione nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

### Invarianza idrologica

Principio in base al quale sia le portate sia i volumi di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti all'urbanizzazione.

## 6.1 VALUTAZIONI PRELIMINARI

Dalle stesse definizioni sopra riportate si evince che i concetti di invarianza idraulica ed idrologica sono esplicitamente rivolti ad aree urbanizzate, alle quali non può essere assimilabile, stricto sensu, un impianto fotovoltaico; l'installazione di un impianto fotovoltaico, ancor che su suolo agricolo, nei fatti, non porta ad un consumo di suolo essendo una trasformazione del territorio provvisoria, reversibile e senza alcuna impermeabilizzazione diretta del suolo, in ragione anche della tipologia di pannelli fotovoltaici usati, "ad inseguimento monoassiali" e quindi mobili, con un'altezza minima degli stessi dal suolo di 0,65 metri (in assetto sub-verticale  $\pm 55^\circ$ ) e con una distanza tra le strutture di sostegno dei pannelli di 8,5



metri, tale da permettere una normale aerazione del terreno, evitando che porzioni di suolo risultino perennemente in ombra e non interessate direttamente dalle acque piovane.

Essendo stato il progetto sviluppato, fin dall'inizio, anche nell'ottica del principio della massima invarianza di tutte le componenti ambientali, compresa la componente idraulica ed idrologica, tutte le aree dell'impianto resteranno perennemente inerbite.

a) L'invarianza idraulica, nello specifico, è stata sviluppata attraverso i seguenti punti:

*Invarianza dei Punti di recapito.*

Il progetto non prevede la creazione di nuove linee di corrivazione o di canali artificiali; il drenaggio delle acque meteoriche avverrà secondo le linee di deflusso naturali dell'area e tramite infiltrazione nel sottosuolo mediante trincee di infiltrazione.

b) *Invarianza delle quote altimetriche.*

La realizzazione dei manufatti in progetto avverrà secondo il naturale andamento dei terreni e quindi, ad eccezione di modesti spianamenti areali legati alla viabilità interna, non vanno previsti ulteriori scoticamenti o rimodellazioni del terreno; eventuali depressioni del terreno, fossi di campagna ecc., che funzionano da naturali sistemi di ritenzione idrica andranno quindi preservati.

c) *Invarianza nella permeabilità globale dell'areale.*

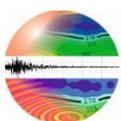
La sostanziale invarianza nella permeabilità totale dell'areale di progetto è stata ottenuta in ragione delle modeste porzioni di suolo soggette ad una effettiva diminuzione della permeabilità e delle relative misure compensative previste.

Di seguito vengono esplicitate le valutazioni effettuate che, a giudizio degli scriventi, permettono una oggettiva valutazione circa eventuali variazioni della permeabilità totale dell'impianto ante e post intervento; per tali valutazioni ci si è basati, ancora una volta, sulla metodologia SCS-CN (Soil Conservation Service – Curve Number).

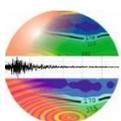
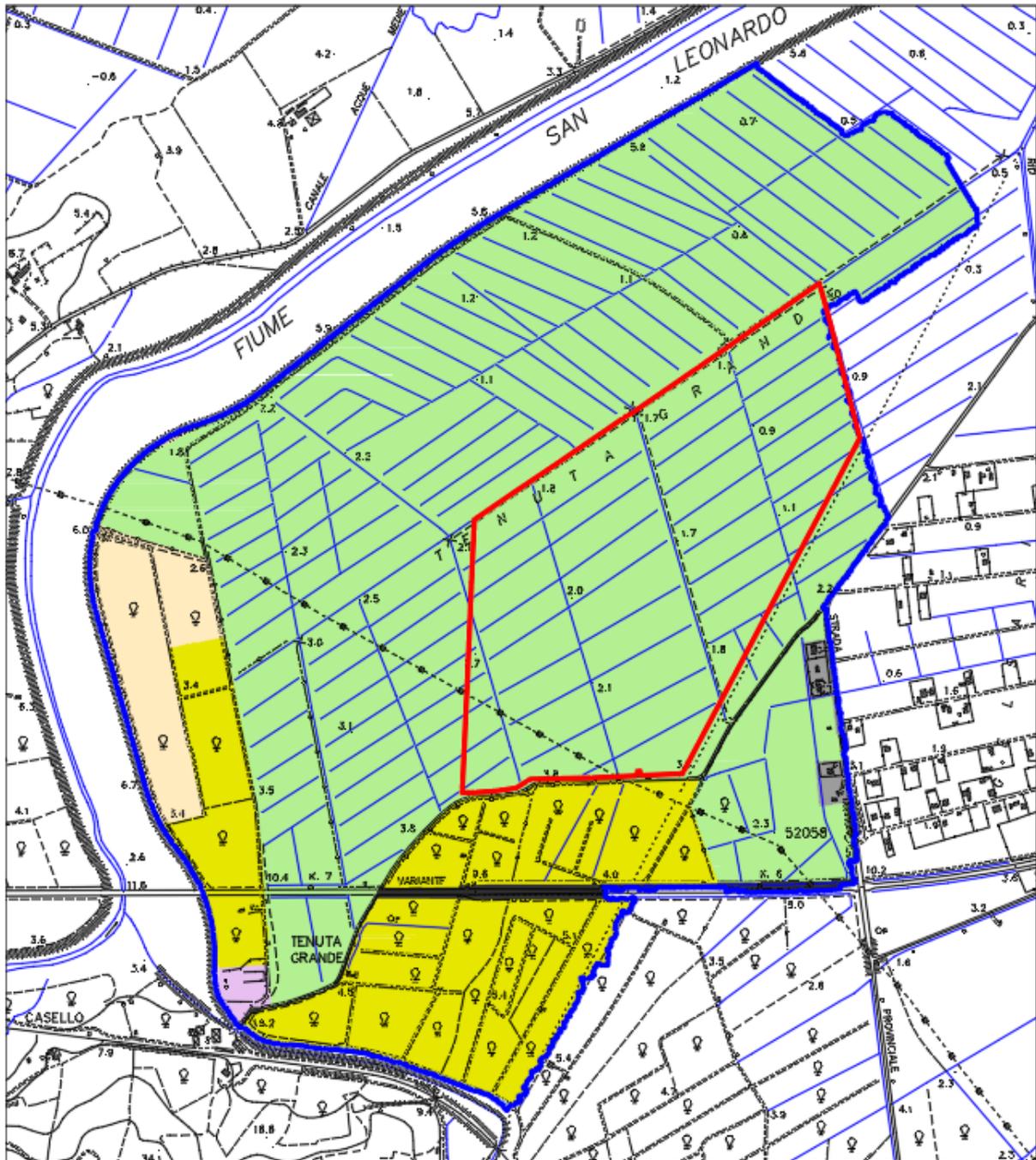
Per l'areale complessivo dell'impianto è stata pertanto effettuata una valutazione del valore del Curve Number Globale ante operam e post operam.

## **6.2 VALUTAZIONI VALORE DEL CN ALLO STATO ATTUALE (ANTE OPERAM)**

Nella tavola è riportato lo stato attuale della copertura del suolo (area Impianto), desunto dalla "Carta Uso Suolo Corine Land Cover" fornita dal servizio WMS del Portale SITR della Regione Sicilia. Tale valore evidentemente rappresenta il CN globale allo stato attuale.



Dalla mappa dell'uso del suolo della Regione Sicilia (Corine Land Cover 2012) per l'area oggetto del presente studio, sono state ricavate le tipologie, codifiche ed estensioni delle superfici.



PROGETTO DEI LAVORI DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA NOMINALE DI 50,08 KWP DA INSTALLARE SUL TERRENO SITO IN C.DA TENUTA GRANDE NEL COMUNE DI CARLENTINI.

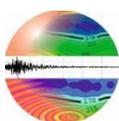
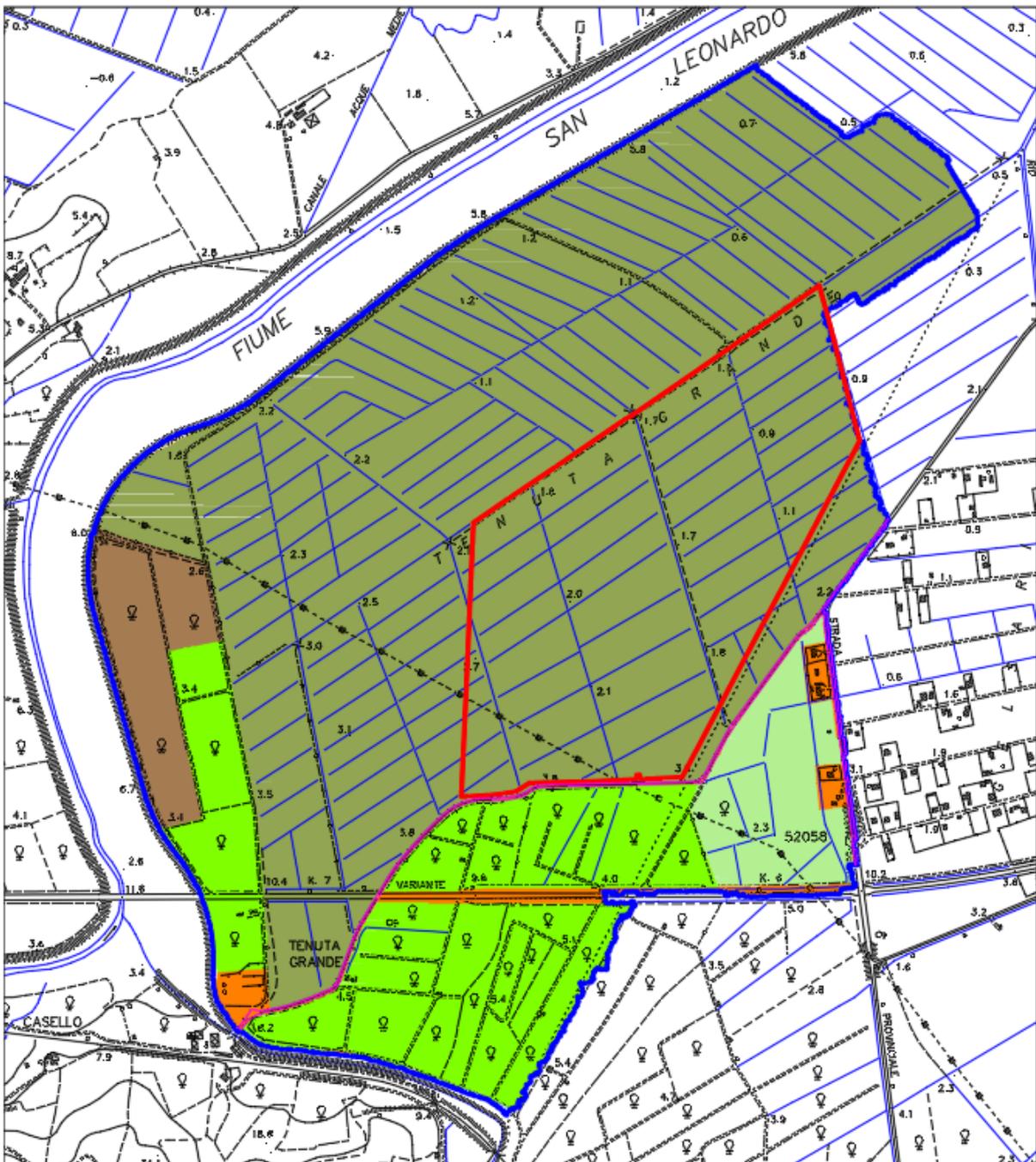
	IMPIANTO FOTOVOLTAICO
	BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

CARTA USO DEL SUOLO

SCALA 1:10.000



CLC	NOME CLASSE
121	INSEDIAMENTI INDUSTRIALI, ARTIGIANALI, COMMERCIALI E SPAZI ANNESSI
222	FRUTTETI
1112	ZONE RESIDENZIALI A TESSUTO DISCONTINUO E RADO
1222	VIABILITÀ STRADALE E SUE PERTINENZE
2311	INCOLTI
4121	VEGETAZIONE DEGLI AMBIENTI UMIDI FLUVIALI E LACUSTRI
21121	SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ERBACEE ESTENSIVE



STUDIO di GEOLOGIA  
Consulenze Geologiche  
Geofisiche e Geotecniche

dott. Geol. Davide Ucciardo  
Via Boccaccio 11 97016 Pozzallo (RG)  
C.F. CCR DVD 66E11 F943V P.Iva 01387440884

tel. 335/5317159  
@: davide.ucciardo@virgilio.it

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO
	BACINO IDROGRAFICO AFFERENTE ALL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO



	CN	SUOLO TIPO C
	91-98	ZONE RESIDENZIALI A TESSUTO DISCONTINUO E RADO, NSEDIAMENTI INDUSTRIALI, ARTIGIANALI, COMMERCIALI E SPAZI ANNESSI, VIABILITÀ STRADALE E SUE PERTINENZE, ZONE RESIDENZIALI A TESSUTO DISCONTINUO E RADO, VEGETAZIONE DEGLI AMBIENTI UMIDI FLUVIALI E LACUSTRI
	78	FRUTTETI
	71	INCOLTI
	80	SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ERBACEE ESTENSIVE

Come si può notare l'impianto fotovoltaico, per la sua intera estensione, presenta una copertura uniforme rappresentata da seminativi semplici e colture erbacee estensive; considerando che l'intero impianto è interessato da una tipologia di suolo poco permeabile di tipo C, avremo un CN = 80.

Lo studio idrologico è stato svolto sull'intero bacino idrografico che sottende una superficie di circa 2,753 Km<sup>2</sup> in corrispondenza della sezione di chiusura.

Il metodo tiene anche conto delle condizioni di umidità del suolo antecedente all'inizio dell'evento AMC (Antecedent Moisture Condition). La definizione di AMC richiede la determinazione della precipitazione totale caduta dei cinque giorni precedenti l'evento in esame.

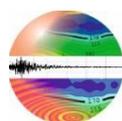
Operativamente si è fatto riferimento alla condizione AMC (Antecedent Moisture Condition) di tipo III.

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0,13CN(III)}$$

### 6.3 VALUTAZIONI VALORE DEL CN ALLO STATO FUTURO (POST OPERAM)

Per quanto riguarda la copertura futura dell'area dell'impianto, per come indicato in progetto, sarà schematicamente costituito da:

- ✓ Superficie complessiva dei moduli in pianta 60.620,43 mq;
- ✓ Viabilità di servizio 14.013,17 mq;
- ✓ Aree a verde 40.408,82 mq;
- ✓ Cabine trasformazione 126,52 mq;
- ✓ Cabina di consegna e distribuzione lato utente 29 mq;
- ✓ Cabina di consegna e distribuzione ente distributore 16,6 mq;



- ✓ Superficie inutilizzata 103.555,57 mq;
- ✓ Superficie totale 218.770,11 mq.

In funzione delle percentuali previste risulta rispettivamente:

copertura a verde: 10.288 mq tale copertura su un suolo di tipo C, fornisce un valore CN = 49.

copertura erbacea: 60.620,43 mq, nelle previsioni di progetto i terreni interessati da copertura erbacea, non più soggetti ad interventi agro-meccanici di sorta, saranno sottoposte ad inerbimento spontaneo, ossia saranno interessati dalla “flora spontanea potenzialmente esprimibile dal territorio”; tale flora sarà periodicamente sfalciata andando a costituire una sorta di “prato inglese secco”, ovvero secco nel periodo estivo ed a verde nel periodo invernale-primaverile. Tale pratica oltre ad avere benefici in termini di riduzione del rischio di erosione dovuto all’impatto diretto o di scorrimento dell’acqua piovana sul terreno nudo, presenta notevoli benefici anche in termini di ritenzione idrica. Per tale tipologia di copertura è stata considerata la voce “aree a pascolo naturale” che su un suolo di tipo C, fornisce un valore CN = 49.

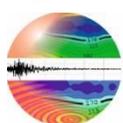
viabilità: 28.062 mq; le strade di manutenzione interne verranno realizzate con materiali grossolani permeabili e/o in terra battuta. Con riferimento alla Tabella dello USDA il valore del curve number, per il caso più gravoso di “strade in terra battuta” e substrato di tipo C in ragione del limitatissimo uso di tale viabilità, tenderà ad essere mantenuto nel tempo pur tuttavia, in via cautelativa, ipotizzando una riduzione nel tempo delle caratteristiche di permeabilità per compattazione il valore finale considerato è stato CN = 77.

Piazzali Power Station: 1.935 mq; sempre con riferimento alla Tabella dello USDA per tali aree è stata considerata la voce “aree impermeabili: parcheggi, tetti, autostrade ecc. su suolo di tipo C” per un valore pertanto di CN = 98.

Tipo di suolo	Descrizione
C deflusso superficiale potenziale basso	I suoli di questo gruppo, quando sono completamente saturi, hanno deflusso superficiale potenziale (runoff) basso, ed è alta la permeabilità. Sono caratterizzati da avere meno del 10% di argilla e oltre il 90% di sabbia e/o ghiaia e la tessitura è sabbiosa o ghiaiosa. La conducibilità idraulica (Ksat) è maggiore di 14,4 cm/h per tutta la profondità, la profondità dell’orizzonte impermeabile è maggiore di 50 cm, e la profondità della falda superficiale è superiore a 60 cm. Appartengono a questo gruppo anche le rocce con alta permeabilità per fratturazione e/o carsismo

Effettuando una media pesata delle singole coperture, che per chiarezza di esposizione sono sinteticamente riepilogate in tabella, si ottiene per lo stato futuro, post-intervento, un valore globale di CN = 59.

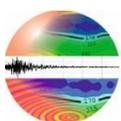
Tale valore, significativamente inferiore a quello attuale (80), unitamente alle invarianze di cui ai punti a) e b) indica una invarianza idraulica ed idrologica del progetto ai sensi della normativa vigente richiamata nel Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) della Regione Sicilia.



Tipologia di copertura	Area (mq)	Area (%)	Valore del CN	Valore pesato del CN
Area a verde	70.908,43	70,27	49	36
Viabilità	28.062	27,81	77	21
Piazzali Power Station	1.935	1,92	98	1,88
TOTALI	100.905,43			59

VALUTAZIONE VALORE DEL CN STATO FUTURO

Relativamente alla risposta idrologica di un campo fotovoltaico, in letteratura viene riportato che in caso di presenza di copertura erbacea nei terreni in cui insiste l'impianto non si apprezza un aumento dei volumi di ruscellamento né delle portate di picco o dei tempi delle portate di picco (Hydrologic Response of Solar Farms, Cook and Richard H. McCuen, Journal of Hydrologic Engineering Volume 18 Issue 5 - May 2013).



## 7. CONCLUSIONI

Nell'ambito del progetto che prevede la realizzazione di un impianto fotovoltaico per la produzione di energia elettrica della potenza nominale di 50,08 kWp e potenza in immissione ai fini della connessione pari a 40,26 kWp, compresi gli adempimenti tecnico-amministrativi necessari alla sua realizzazione, è stato effettuato uno studio di natura idrologica ed idraulica di supporto alla progettazione.

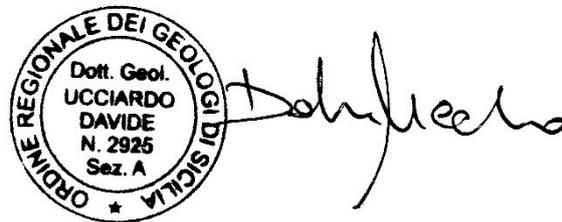
L'impianto ricade all'interno del Consorzio di Bonifica "10" Siracusa, è apparso opportuno quindi procedere con uno studio idrologico-idraulico per l'identificazione delle aree sottoposte alle limitazioni d'uso relativi ai corsi d'acqua superficiali (fascia di pertinenza fluviale) di cui agli art. 93, 94 e 96 lettera f, del R.D. 523/1904 in accordo con i criteri di cui al D.S.G. n.119/2022 della Regione Sicilia, al fine di determinare le aree di esondazione con tempo di ritorno pari a 5 anni

L'analisi qualitativa e quantitativa delle previsioni di progetto indica una effettiva invarianza idrologica ed idraulica dell'opera.

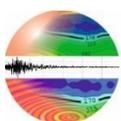
Tenendo conto dei risultati ottenuti dalla simulazione idraulica, aree soggette ad allagamento, e vista l'altezza dei tiranti idrici ottenuti, si dovrà adottare per i tracker un'altezza minima di 1 m dal p.c. e per quanto riguarda i piazzali di Power Station una sopraelevazione di 1 m rispetto al piano campagna.

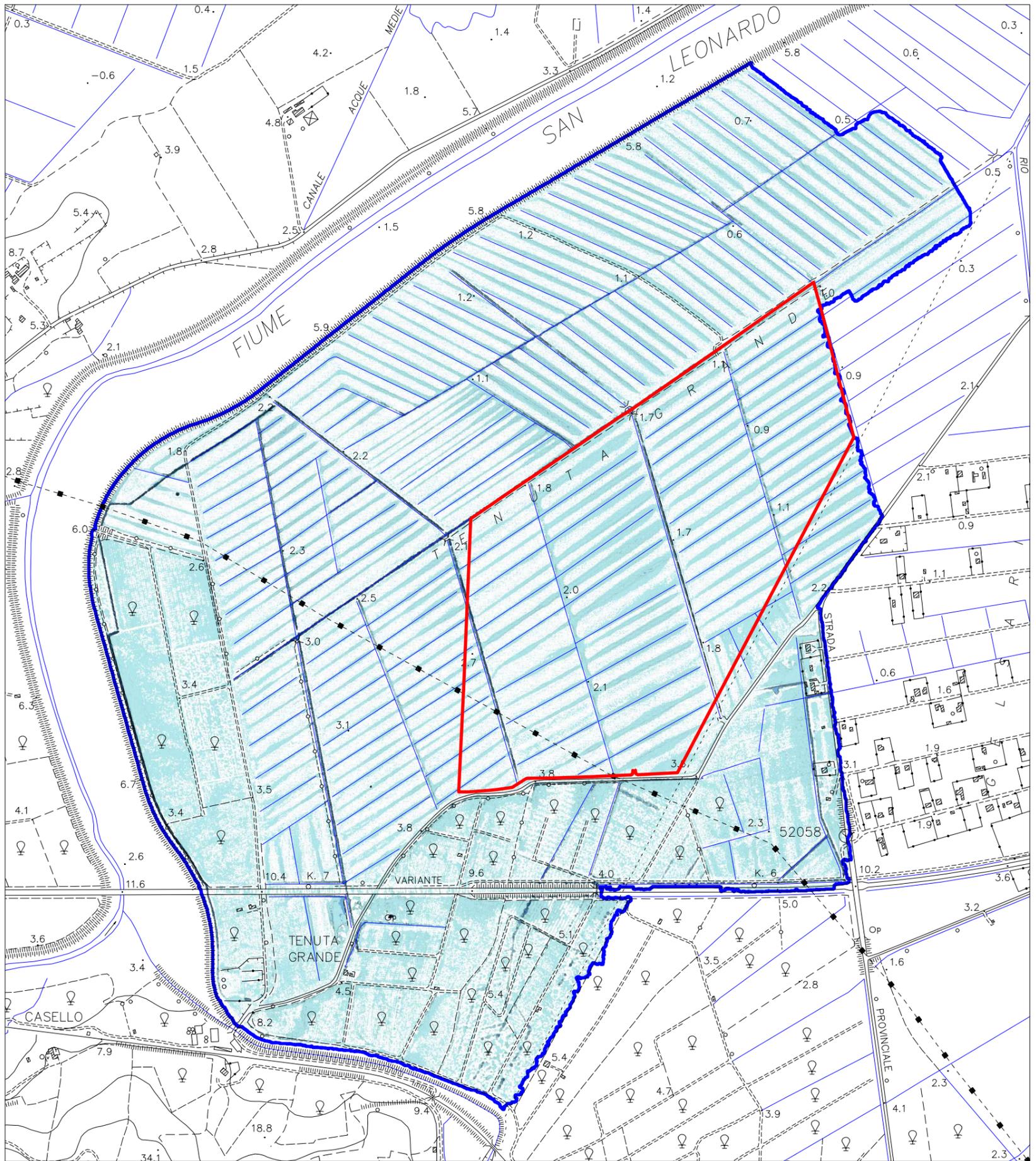
Pozzallo, 11/07/2022

IL GEOLOGO  
DOTT DAVIDE UCCIARDO



ORDINE REGIONALE DEI GEOLOGI DI SICILIA  
Dott. Geol.  
UCCIARDO  
DAVIDE  
N. 2925  
Sez. A



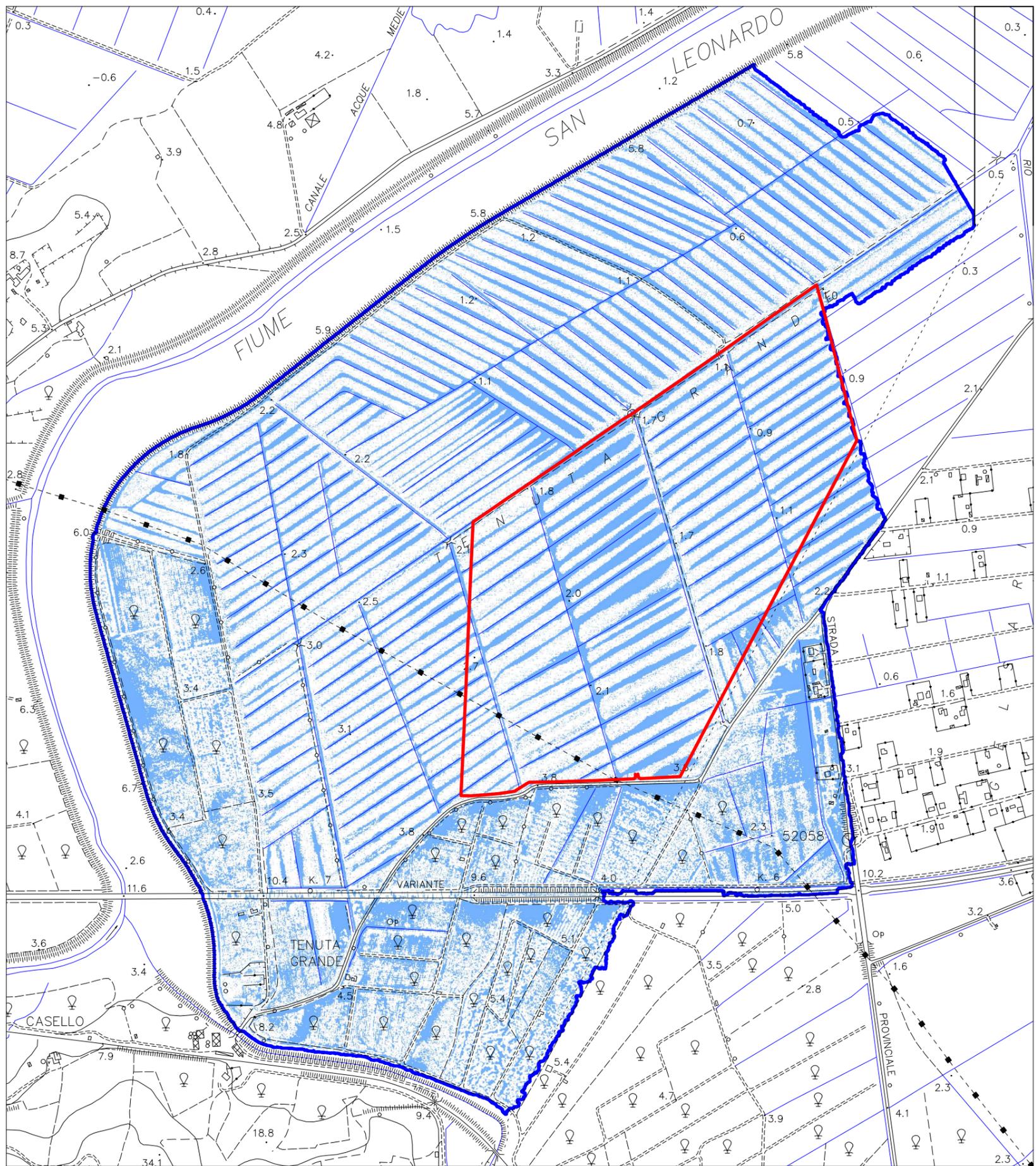


	Impianto fotovoltaico
	Bacino idrografico afferente all'impianto fotovoltaico
	$h < 0,50 \text{ m}$
	$0,5 \text{ m} \leq h < 1 \text{ m}$

CARTA TIRANTI IDRICI PER FENOMENI DI ESONDAZIONE TR 5

SCALA 1:10.000





	Impianto fotovoltaico		AREE ESONDATE TR 5 anni
	Bacino idrografico afferente all'impianto fotovoltaico		

