



# COMUNE DI ORTA NOVA



## PROGETTO DEFINITIVO

### – PROGETTO AGROFOTOVOLTAICO –

**IMPIANTO DI PRODUZIONE ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO  
FOTOVOLTAICO INTEGRATO DA PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AGRICOLA**

Committente:

**URBA-I 130108 S.r.l.**

Via Giorgio Giulini, 2  
20123 Milano (MI)



**StudioTECNICO**  
**Ing. Marco G Balzano**

Via Canello Rotto, 3  
70125 BARI | Italy  
+39 331.6794367  
[www.ingbalzano.com](http://www.ingbalzano.com)



Spazio Riservato agli Enti:

REV	DATA	ESEGUITO	VERIFICA	APPROV	DESCRIZ
R0	12/10/2023	Geol. Gigante	Geol. De Giorgio	MBG	Prima Emissione

Numero Commessa:

**SV664**

Data Elaborato:

**12/10/2023**

Revisione:

**R0**

Titolo Elaborato:

**Relazione Idraulica**

Progettista:

**ing. Marco G. Balzano**

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Bari n.9341  
Professionista Antincendio Elenco Ministero degli Interni BA09341101837  
Consulente Tecnico d'Ufficio (CTU) Tribunale Bari

Elaborato:

**V.15**

## Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE DELL'AREA .....	3
3. ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI.....	3
4. CALCOLO DELLE PORTATE .....	8
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	10

## 1. Premessa

La presente relazione idraulica, redatta dal sottoscritto dott. Geol. Giuseppe GIGANTE su incarico di STUDIO TECNICO Ing. Marco Balzano, integra la documentazione a corredo del *Progetto per la Realizzazione di impianto Agri-fotovoltaico denominato “AgroPV – San Marco”*, da realizzare su lotto posizionato nel territorio comunale di Orta Nova, provincia di Foggia.

L’iniziativa prevede la realizzazione di un impianto agrivoltaico, ossia destinato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare, integrato da un progetto agronomico studiato per assicurare la compatibilità con le caratteristiche pedo-agricole e storiche del sito.

Il sito in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici in particolare, è stato suddiviso in 2 lotti di estensione e forma differente al fine di determinare la portata di massima piena attesa per il dimensionamento delle eventuali opere di regimazione idraulica che potrebbero essere necessarie nella fase di progettazione esecutiva.

Si fa comunque presente che il terreno su cui saranno posizionati i pannelli non subirà alcun tipo di trasformazione ad eccezione delle zone perimetrali, dove saranno realizzate stradine interne di percorrenza mediante azioni di compattazione del terreno esistente e saranno posizionati ai lati di tali stradine delle piantumazioni arboree.

Sarà quindi preservata l’attuale conformazione piano altimetrica della superficie topografica e saranno conservati gli attuali coefficienti di permeabilità del suolo in quanto non sono previste opere di impermeabilizzazione delle superfici.

Nel presente documento saranno comunque calcolate e quantificate le portate delle acque meteoriche che insistono sul sito di progetto propedeutico alle eventuali opere di regimazione e canalizzazione delle stesse acque qualora se ne rendesse opportuna la realizzazione.

## 2. Ubicazione dell'area

L'area interessata dall'opera è situata nel territorio comunale di Orta Nova ed in quello di Ascoli Satriano (Fg), nell'area interna del Tavoliere delle Puglie.

Nelle seguenti immagini si riporta la cartografia di riferimento con ubicazione dell'area interessata dalle opere:

- Stralcio della Carta Topografica d'Italia IGMI: F°175 IV NE "Ortona" - F°175 IV SE "Corleto" - F°175 IV SO "Ascoli Satriano" - F°175 IV NO "Castelluccio dei Sauri": fonte: [www.pcn.minambiente.it](http://www.pcn.minambiente.it) (fig.1);
- Immagine satellitare anno 2016; fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it) (fig.2);
- Stralcio open topo map (fig.3).

Inoltre il sito ricade nel Foglio 175 "Cerignola" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

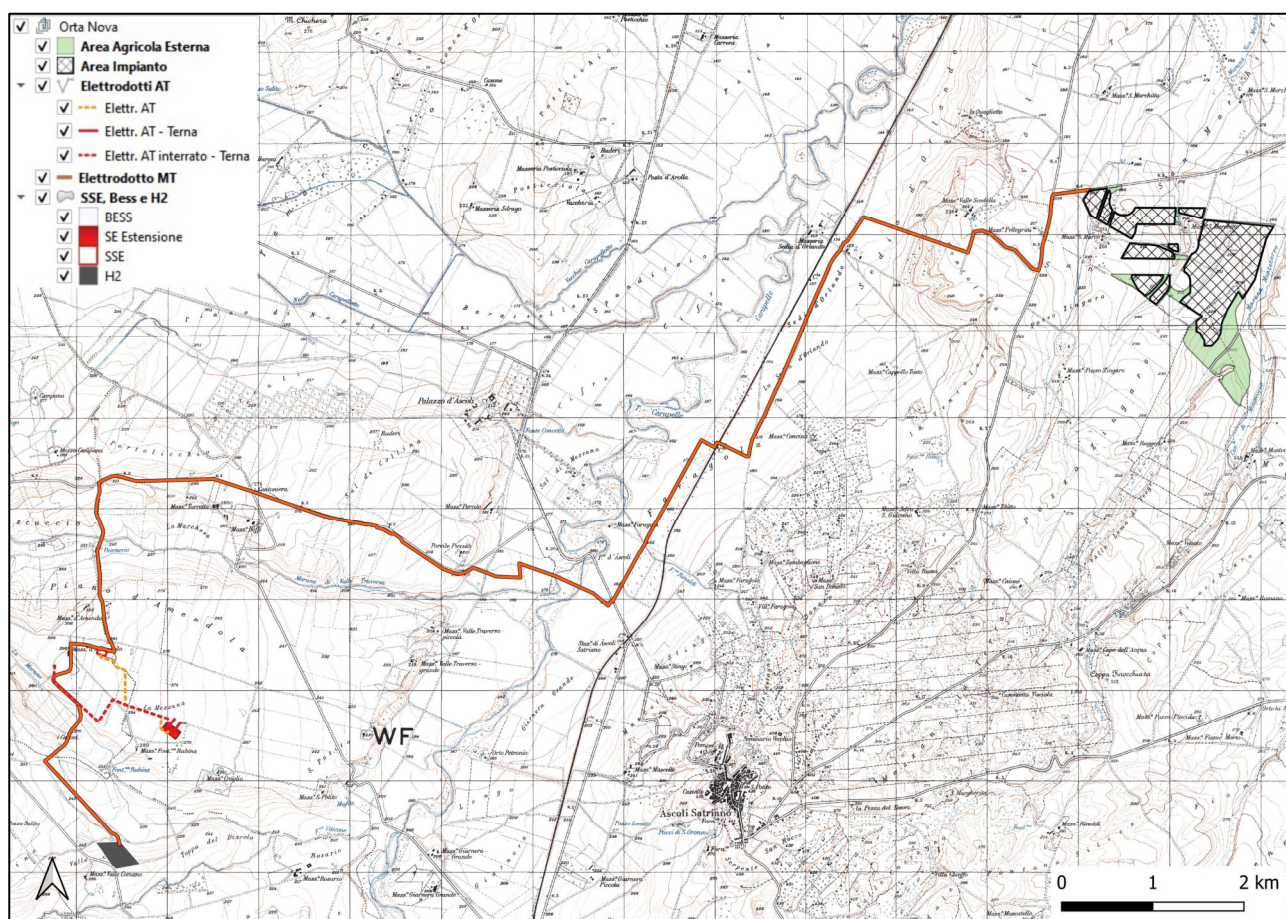


Figura 1 - Stralcio delle Tavole IGMI interessate dal progetto. Fonte: [www.pcn.minambiente.it](http://www.pcn.minambiente.it).



Figura 2 - Ubicazione del sito su Immagine satellitare del 2015. Fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it)

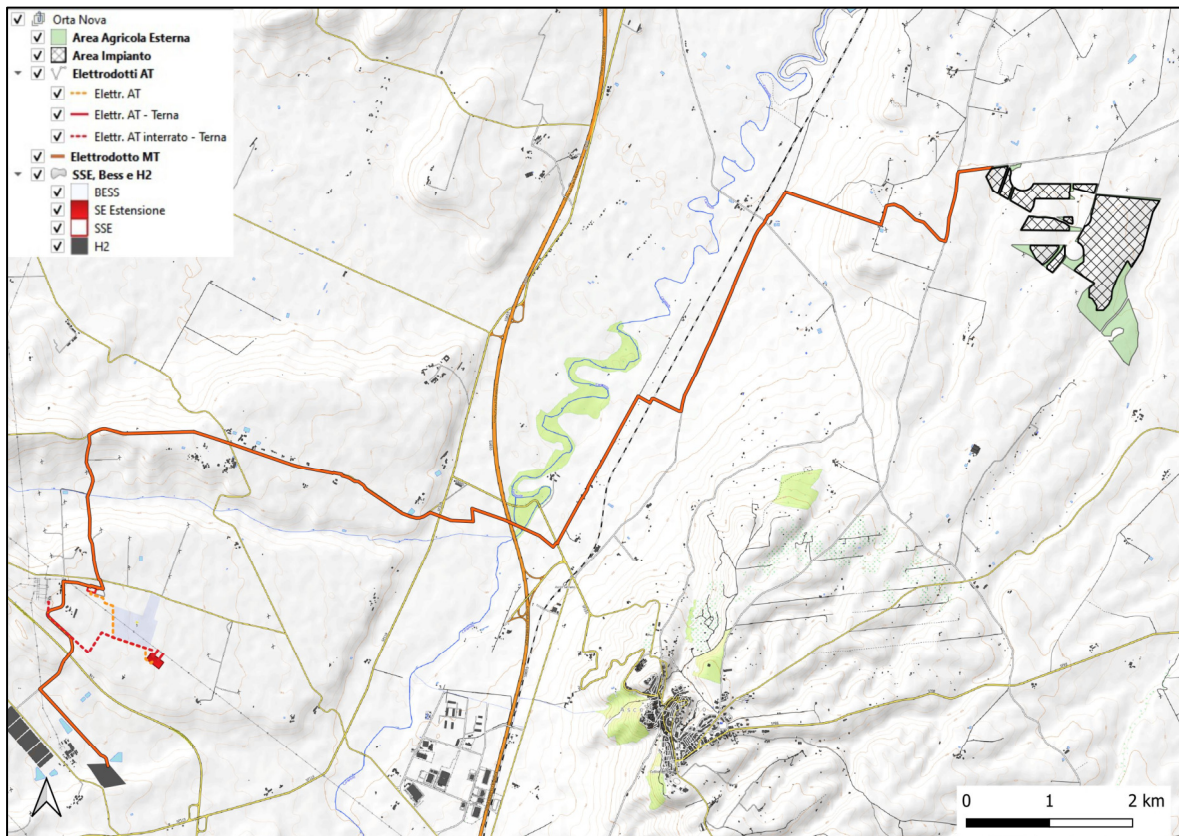


Figura 3 - Ubicazione del sito su OSM open topo MAP

### 3. Analisi dei dati pluviometrici

Per la determinazione delle altezze critiche di pioggia con il metodo di Gumbel si è provveduto alla individuazione delle altezze massime di pioggia per la durata di 1, 3, 6, 12 e 24 ore. I dati utilizzati per l'elaborazione della curva di probabilità pluviometrica, riportati in tabella 1, si riferiscono alla stazione termopluviometrica di Ascoli Satriano del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano e riguardano gli anni di osservazione dal 1929 al 2000.

Tab.1 – Dati della stazione termopluviometrica di Ascoli Satriano.

Anno	DURATA (h)				
	1	3	6	12	24
1929	>>	>>	47.8	61.0	96.2
1932	19.2	19.2	20.0	26.0	45.0
1933	14.0	14.4	24.8	33.3	116.6
1934	20.8	44.4	70.0	92.0	110.6
1941	35.0	35.0	35.0	35.0	46.0
1951	38.4	50.2	53.4	55.8	57.4
1952	20.0	30.6	32.2	40.4	62.2
1953	29.0	39.6	39.8	39.8	59.2
1954	17.2	22.4	35.2	41.4	66.6
1955	34.8	42.8	54.0	80.4	131.0
1956	37.6	48.8	55.2	56.2	70.6
1957	16.8	19.2	30.0	37.4	53.6
1958	9.0	16.2	20.0	33.6	37.4
1959	18.2	29.8	29.8	45.0	55.6
1960	16.2	22.4	30.2	31.4	32.8
1961	23.4	30.0	36.2	36.2	42.0
1962	23.0	30.2	30.2	30.2	31.2
1963	42.6	45.4	45.4	59.8	73.2
1964	39.6	40.2	41.8	41.8	45.8
1966	31.8	31.8	31.8	40.8	41.0
1967	31.0	36.6	37.8	38.0	39.4
1968	18.6	21.0	24.2	24.8	30.0
1969	17.2	21.6	28.6	40.0	41.8
1970	43.4	43.8	45.8	61.0	70.0
1971	19.6	23.6	30.0	54.4	65.6
1972	53.4	57.6	66.6	70.4	91.6
1973	30.0	60.3	70.0	13.0	73.2
1974	24.4	26.4	32.2	44.2	52.4
1975	>>	>>	39.2	57.2	65.0
1976	41.0	42.6	42.6	>>	>>
1977	10.6	21.2	23.8	24.4	27.4
1978	19.0	30.6	35.4	44.0	44.8
1979	30.4	31.4	31.4	33.2	62.4
1980	23.8	26.8	33.6	42.2	50.6
1981	20.8	20.8	20.8	25.0	29.0
1983	26.0	49.6	65.6	90.2	109.8
1984	24.0	27.4	28.6	49.8	54.2

1985	11.4	23.6	43.6	61.8	75.4
1986	28.2	29.2	29.2	29.6	37.6
1987	66.0	69.8	69.8	69.8	69.8
1988	34.6	41.2	47.0	53.2	54.2
1990	16.0	35.0	58.0	75.4	89.8
1991	20.0	20.2	23.0	35.6	56.6
1992	34.4	34.4	34.4	43.8	47.0
1993	25.0	31.2	51.2	54.0	66.4
1994	30.0	30.0	30.0	31.6	34.6
1996	8.6	18.6	22.6	24.4	31.8
1997	>>	>>	>>	33.6	46.8
1998	32.0	36.6	36.6	36.6	49.6
1999	14.0	19.2	24.6	44.8	59.0
2000	17.0	28.2	37.6	51.2	51.2

La determinazione della curva di possibilità climatica per l'area in esame è il passo successivo alla raccolta dei dati pluviometrici. Tale risultato scaturisce dalla distribuzione di probabilità per i campioni in esame, ossia le piogge massime annuali di durata pari a 1 h, 3 h, 6 h, 12 h e 24 h.

Tra tutte le distribuzioni di probabilità disponibili in letteratura è stata utilizzata quella relativa ai valori massimi di Gumbel.

### Distribuzione di Gumbel

La distribuzione di probabilità di Gumbel è espressa dalla relazione:

$$P(h) = e^w \text{ (equazione 1)}$$

dove

$$w = -e^{-\alpha(h-\beta)} \text{ (equazione 2)}$$

dove

$$\alpha = 1,283/\sigma$$

$$\beta = \mu - 0,450 \cdot \sigma$$

essendo  $\mu$  e  $\sigma$  rispettivamente media e scarto quadratico medio di ciascuna serie storica; per cui per ciascuna serie storica si ha:

Durata	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
$\mu$	26.2	32.7	38.5	45.5	59.0
$\sigma$	11.61543	12.24677	13.81355	17.11086	23.70837
$\alpha$	0.110457	0.104762	0.09288	0.074982	0.054116
$\beta$	20.96192	27.22163	32.31752	37.79612	48.354

Dalla relazione

$$P(h) = (T_r - 1)/T_r$$

dove  $T_r$  è definito tempo di ritorno e rappresenta il tempo ipotizzato nel progetto che deve intercorrere tra il verificarsi di due eventi sfavorevoli successivi, fissando un tempo di ritorno pari a 5 anni, come imposto dalla normativa vigente,

precisamente dall'art. 7, appendice A1 del Piano Direttore a stralcio del Piano di Tutela delle Acque della Regione Puglia (2009), è possibile conoscere  $P(h) = (5-1)/5 = 0,8$

Noti questi dati, dalle equazioni 1 e 2 si ricava, in corrispondenza di ciascuna durata, l'altezza della pioggia massima che ha l'80% di probabilità di essere superata 1 volta ogni 5 anni.

Durata (h)	1	3	6	12	24
h (mm)	34.55006	41.54835	48.47711	57.81302	76.08892

La curva di possibilità pluviometrica è quella che interpola i dati precedenti, ed è descritta da una funzione del tipo:

$h = a T^n$ , dove a ed n sono i parametri caratteristici della curva.

Nel caso in esame quindi, il suo andamento è graficamente riportato nella figura 6 ed analiticamente è espresso dalla seguente funzione esponenziale:

$$h \text{ (mm)} = 29.761 t^{0,267}$$

nella quale t rappresenta il tempo di pioggia in ore e h rappresenta la corrispondente altezza di pioggia che si verifica mediamente una volta ogni 5 anni.

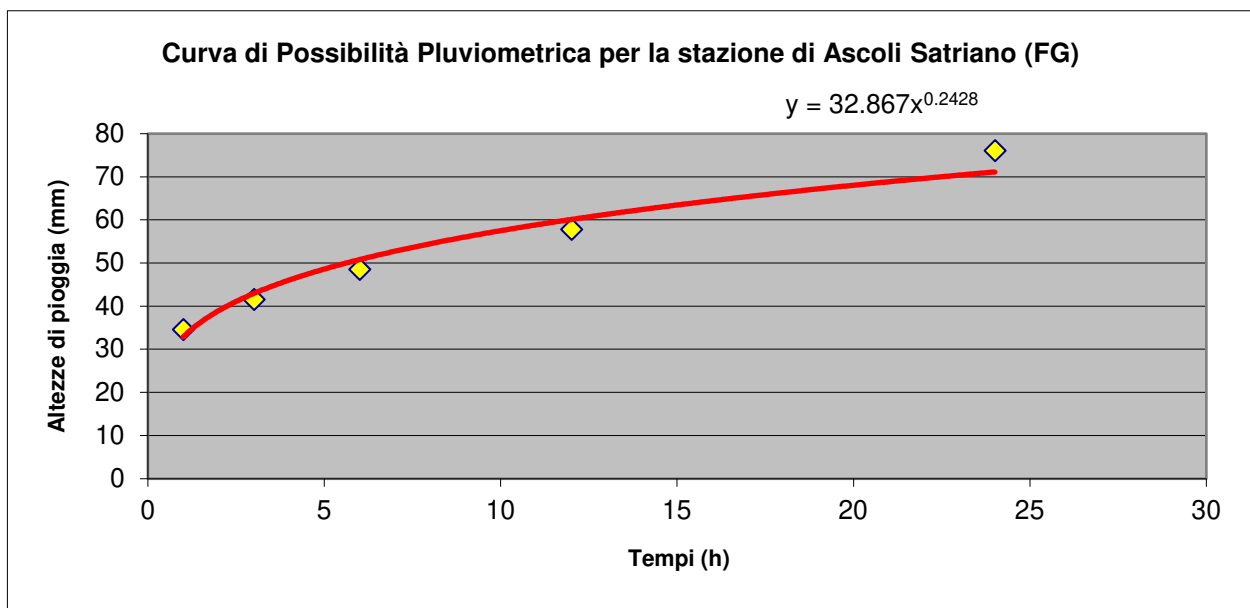


Figura 5 – Curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno  $Tr = 5$  anni



## 4. Calcolo delle portate

La determinazione della portata di piena è stata effettuata utilizzando il metodo razionale sulla base delle caratteristiche del bacino e delle precipitazioni critiche.

Il modello presuppone che la massima portata si realizzi quando l'intera superficie del bacino contribuisce alla formazione della portata di piena, ovvero quando l'evento meteorico sia di durata pari almeno al tempo di corrivazione, per cui anche le particelle d'acqua cadute sulle parti più lontane dalla sezione di chiusura raggiungano quest'ultima.

Il metodo razionale si basa sulla seguente formula:

$$Q_P = 0,28 \cdot C \cdot i \cdot A$$

dove:

$Q_P$ : portata di progetto [ $m^3/s$ ];

$C$ : coefficiente di deflusso [adim], di valore pari a "0,5" per superficie con permeabilità medio-elevata quale il terreno vegetale;

$i$ : intensità di pioggia critica [ $mm/h$ ]

$A$ : superficie del bacino [ $kmq$ ].

Il tempo di corrivazione  $t_c$  del bacino è stato calcolato utilizzando la formula empirica di Giandotti.

$$T_c = \frac{(4 \cdot \sqrt{S}) + (1,5 \cdot L)}{(0,8 \cdot \sqrt{H_m - H_0})}$$

Questo intervallo di tempo è quello teoricamente richiesto ad una goccia d'acqua per giungere dal punto idraulicamente più distante del bacino fino alla sezione di chiusura (rappresentata dalla singola caditoia con griglia) e dipende dalle caratteristiche morfologiche del bacino stesso.

Nel caso in esame l'intera area oggetto dell'intervento è stata suddivisa in quattro sottobacini ognuno dei quali è munito di griglia di captazione posta nella sezione di chiusura dello stesso sottobacino. Per ciascun sottobacino sono state calcolati il tempo di accesso alla rete di drenaggio (mediante la succitata formula empirica di Giandotti) e quindi l'intensità di pioggia critica.

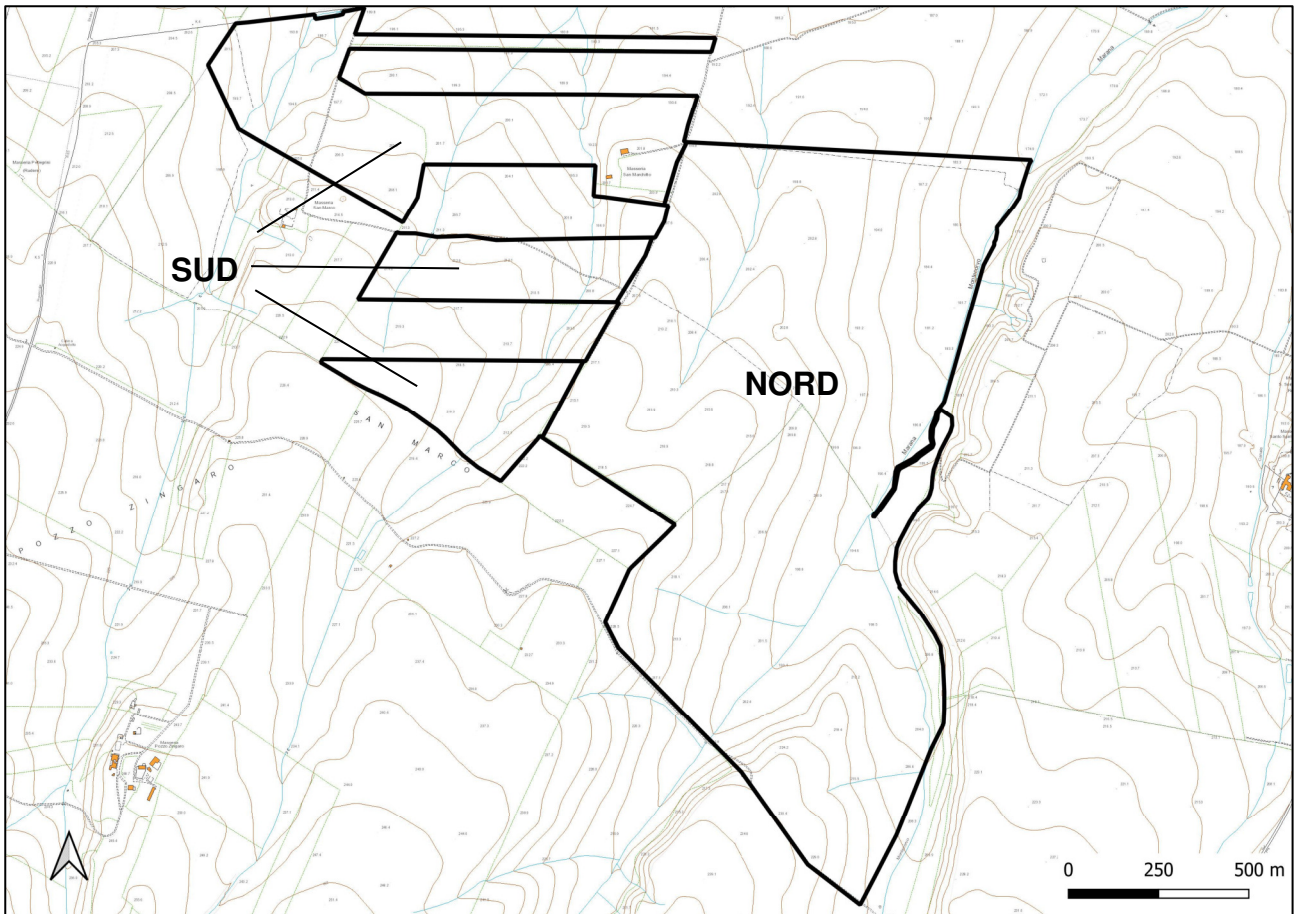
I suddetti valori di intensità sono stati poi presi in considerazione nel calcolo della portata delle acque meteoriche che insistono sulle aree di progetto.

La seguente tabella riporta i valori ottenuti:

Il coefficiente di afflusso utilizzato è  $C=0.35$  in quanto si tratta di terreni con medio grado di permeabilità.

Per ogni singolo lotto, sono state quindi calcolate tutte le caratteristiche fisiche per il calcolo della portata.

La suddivisione dei lotti è riportata nell'immagine seguente, mentre il calcolo delle portate nella tabella associata.



Lotto	Superficie (Km <sup>2</sup> )	T <sub>c</sub> (h)	i (mm/h)	h (t <sub>a</sub> ) (mm)	Lunghezza considerata (km)	dislivello (m)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)
NORD	0.652	1.19	28.71	34.32	1.088	37	1.83
SUD	1.624	1.48	24.35	36.18	1.375	45	3.87

## 5. Considerazioni conclusive

Nella presente relazione idraulica è stata calcolata la portata di massima piena relativa all'area su cui saranno installati i pannelli fotovoltaici. Le portate calcolate nello specifico, si riferiscono ad ogni singolo lotto in cui si articola il campo fotovoltaico.

Nell'area di progetto saranno realizzate stradine interne lungo il perimetro, contornate da filari di piantumazioni arboree, mentre saranno completamente conservate le attuali configurazioni plano altimetriche presenti e non saranno apportate azioni per il miglioramento tecnico del terreno mediante costipazione meccanica.

Non si prevedono inoltre opere per la raccolta e l'incanalamento delle acque meteoriche che, saranno libere di fluire assecondando le attuali conformazioni fisiografiche del versante.

Qualora si rendesse necessario realizzare tali opere per la regimazione delle acque meteoriche, si dovranno utilizzare le portate calcolate nella presente relazione idraulica, calcolate in base ai metodi esposti nei paragrafi precedenti, per ogni singolo lotto.

Alberobello, 12.10.2023

Dott. Geol. Giuseppe Gigante



A circular professional stamp from the "ORDINE DEI GEOLOGI" (Order of Geologists) is stamped over a handwritten signature. The stamp contains the text: "geologo GIUSEPPE GIGANTE N. 718". The signature is written in cursive and reads "Giuseppe Gigante".