



# COMUNE DI CERIGNOLA



## PROGETTO DEFINITIVO

### - PROGETTO AGRIVOLTAICO - IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE DI TIPO FOTOVOLTAICO INTEGRATO DA PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE AGRICOLA

Committente:

**Green Genius Italy Utility 5 s.r.l.**

Corso Giuseppe Garibaldi, 49  
20121 Milano (MI)



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

Via Cannello Rotto, 3  
70125 BARI | Italy  
+39 331.6794367

[www.ingbalzano.com](http://www.ingbalzano.com)



Spazio Riservato agli Enti:

REV	DATA	ESEGUITO	VERIFICA	APPROV	DESCRIZIONE
R0	13/09/2022	Geol. Gigante	Geol. De Giorgio	MBG	Prima Emissione

Numero Commessa:

**SV240**

Data Elaborato:

**13/09/2022**

Revisione:

**R0**

Titolo Elaborato:

**Relazione Idraulica**

Progettista:

**ing.MarcoG.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.14**

## Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE DELL'AREA .....	3
3. ANALISI DEI DATI PLUVIOMETRICI.....	5
4. CALCOLO DELLE PORTATE .....	8
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....	9

## 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 fotovoltaico Utility Scale* da realizzare su lotto posizionato nel territorio di Cerignola, provincia di Foggia, su cui verranno installati pannelli fotovoltaici e denominato “**SV240 Mezzana**”.

L’iniziativa nello specifico, prevede la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo fotovoltaico integrato da progetto di riqualificazione agricola.

Il sito in cui saranno installati i pannelli fotovoltaici in particolare, di cui si occupa la presente relazione occupa una superficie complessiva di 1.314 km<sup>2</sup>.

Il terreno su cui saranno posizionati 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 plano 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 Cerignola 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 I SO "Borgo Libertà" e F°175 II NO "San Carlo": 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).

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

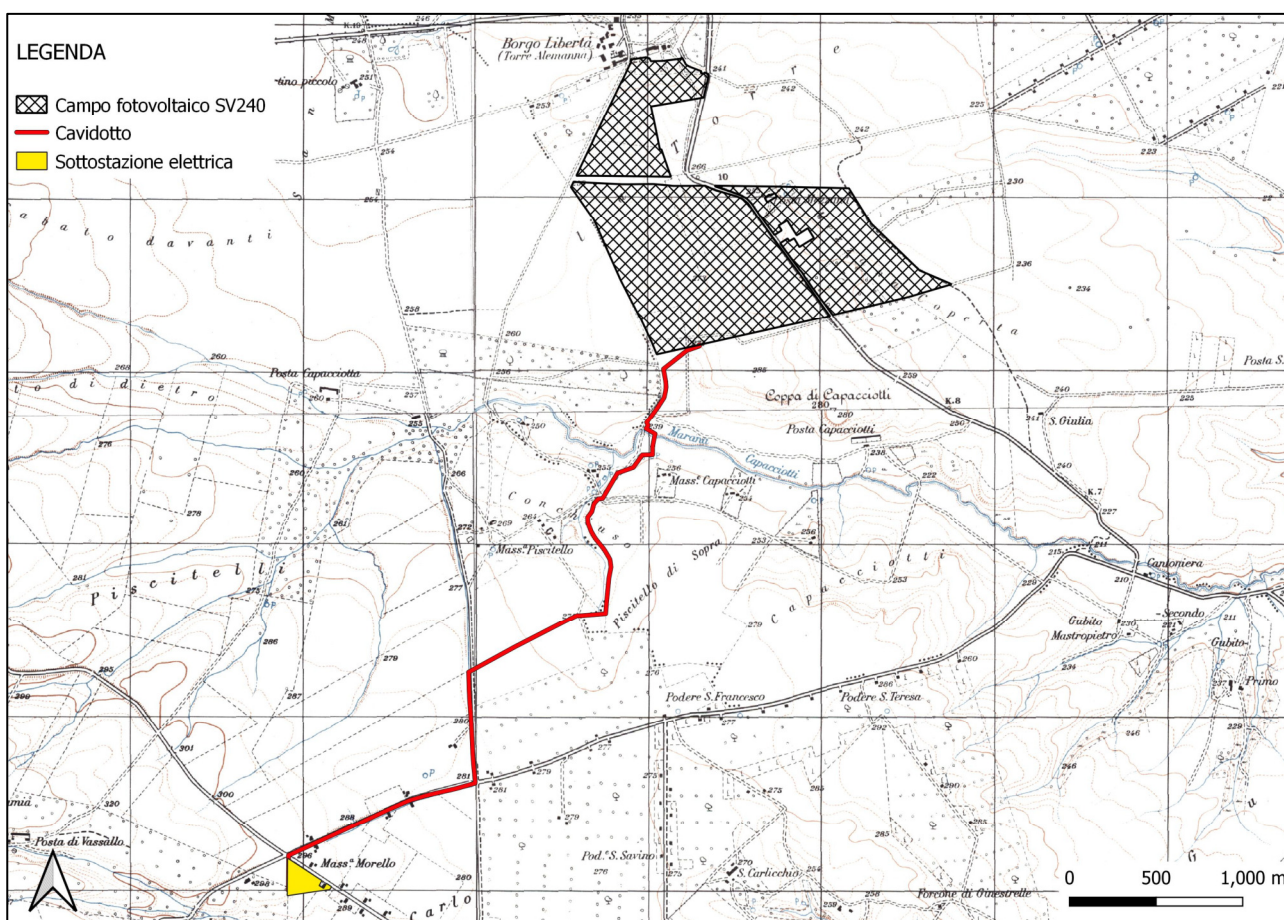


Figura 1 - Stralcio delle Tavole IGMI F°175 I SO "Borgo Libertà" e F°175 II NO "San Carlo". Fonte: [www.pcn.minambiente.it](http://www.pcn.minambiente.it).



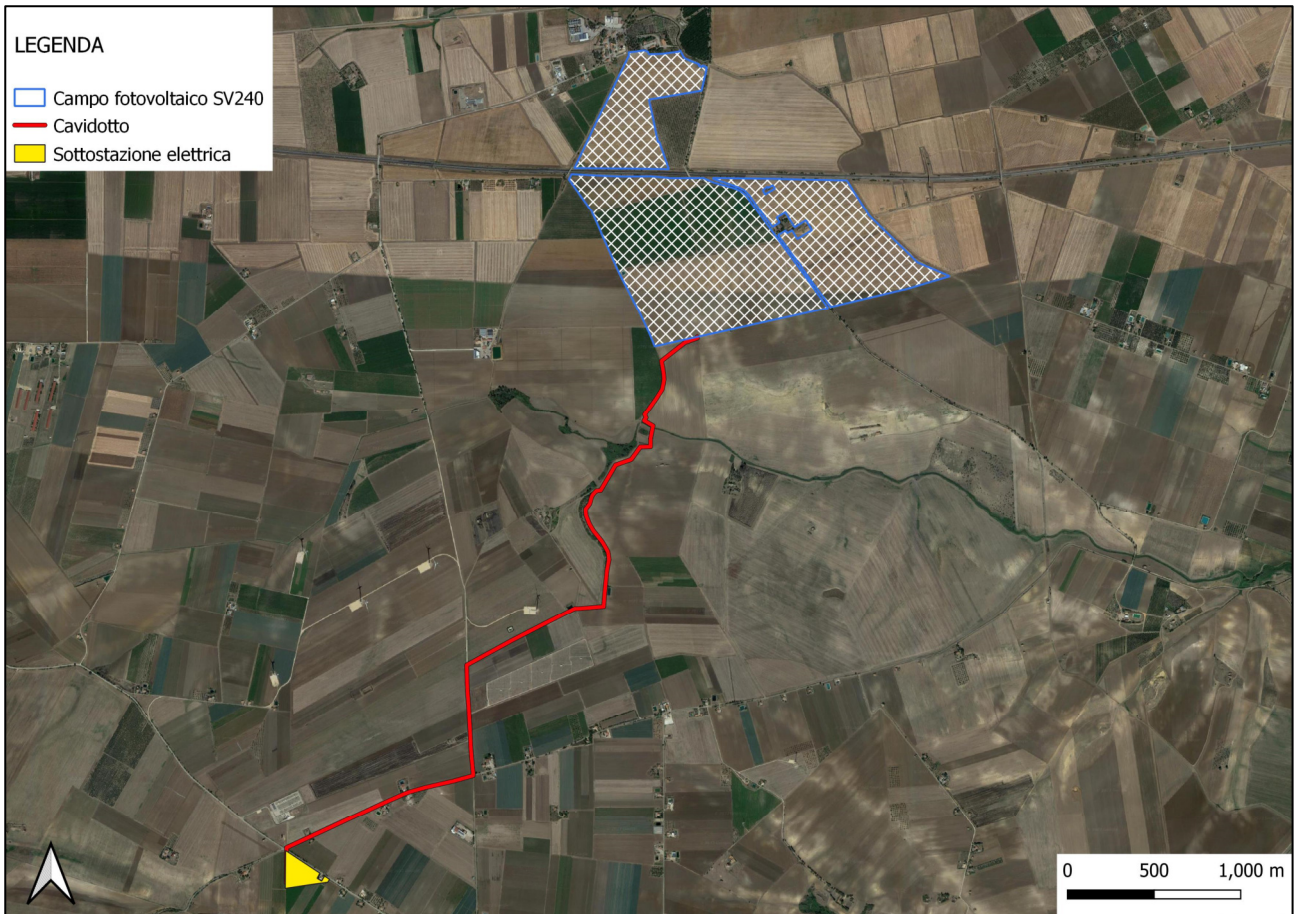


Figura 2 - Ubicazione del sito su Immagine satellitare del 2015. Fonte: [www.sit.puglia.it](http://www.sit.puglia.it)

### 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 Cerignola del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano e riguardano gli anni di osservazione dal 1932 al 2000.

Tab.1 – Dati della stazione termopluviometrica di Cerignola.

Anno	DURATA (h)				
	1	3	6	12	24
1932	9.4	13.0	21.0	24.2	27.8
1933	21.8	27.2	28.6	34.4	42.2
1937	15.4	27.4	30.0	44.6	59.8
1938	21.6	22.2	26.2	46.0	79.0
1939	32.2	38.8	56.0	65.0	81.4
1940	29.4	48.2	55.8	63.4	64.2
1941	14.6	16.4	23.4	32.4	61.8
1942	15.6	15.8	15.8	24.6	45.8
1944	18.0	23.2	33.2	53.2	72.6
1945	20.0	22.8	39.8	41.6	42.2
1946	10.6	16.0	24.8	36.0	37.0
1947	23.0	35.4	35.4	35.4	35.4
1948	13.6	22.8	28.2	37.0	46.0
1950	15.2	17.0	22.0	24.2	39.4
1951	29.8	31.0	54.4	55.6	56.0
1952	43.0	60.6	61.4	68.4	123.2
1953	50.0	54.4	59.6	59.6	59.6
1954	22.0	30.0	45.6	65.4	76.4
1955	29.0	43.4	63.2	96.0	117.6
1956	11.6	17.2	24.6	33.2	58.8
1957	11.8	21.0	30.0	33.8	43.0
1958	35.4	44.0	44.2	45.8	57.0
1959	20.0	31.0	35.0	60.0	81.4
1960	9.0	11.6	16.8	21.6	42.4
1961	15.6	19.6	22.0	24.2	35.0
1963	27.0	27.4	28.6	48.0	56.0
1964	24.8	27.6	28.0	31.2	36.8
1965	24.4	25.2	29.2	29.6	33.2
1966	17.8	23.2	23.2	26.6	28.0
1967	26.0	34.0	34.4	34.4	45.6
1968	23.0	29.0	36.8	36.8	39.0
1969	40.0	44.2	60.4	60.4	69.2
1970	28.2	43.8	79.6	107.8	118.2
1971	21.0	38.0	54.8	72.0	95.8
1972	39.4	41.0	43.2	43.4	70.2
1973	34.0	36.8	44.0	59.0	68.2
1974	11.4	18.2	20.8	28.8	28.8

1975	21.0	28.8	37.8	41.8	47.6
1976	47.6	57.0	57.0	57.2	57.6
1977	17.0	27.4	34.4	34.8	34.8
1978	14.2	21.0	21.4	34.4	25.2
1979	14.6	20.6	30.0	38.0	58.2
1981	10.4	15.2	17.0	22.0	27.4
1982	20.0	29.0	38.0	41.0	43.2
1983	21.0	28.6	38.6	73.6	86.0
1984	16.4	21.2	21.4	27.6	34.0
1985	19.8	21.6	28.4	44.4	53.8
1986	38.0	46.2	57.2	70.0	70.0
1987	14.8	21.8	25.2	44.6	50.0
1988	23.8	30.8	42.2	53.0	59.4
1989	29.4	42.2	43.4	43.4	63.4
1990	21.2	33.0	41.6	49.4	60.0
1991	19.0	24.2	25.4	32.8	49.0
1992	14.0	27.6	37.0	62.6	65.6
1993	19.6	34.8	41.0	45.2	48.4
1994	16.2	17.2	20.8	24.6	30.0
1995	62.2	70.2	71.4	71.4	71.4
1996	15.2	21.4	26.6	32.6	35.6
1997	>>	13.0	24.0	34.0	45.8
1998	13.0	17.0	25.4	35.4	42.4
1999	32.6	40.2	40.4	43.2	43.4
2000	23.4	32.8	38.0	48.2	48.6

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
$\mu$	22.9	29.7	36.5	45.3	55.2
$\sigma$	10.73708	12.42102	14.53068	17.66856	21.85553
$\alpha$	0.119492	0.103293	0.088296	0.072615	0.058704
$\beta$	18.10399	24.10877	29.97257	37.35444	45.40628

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)	30.66462	38.63932	46.97108	58.02376	70.97367

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.

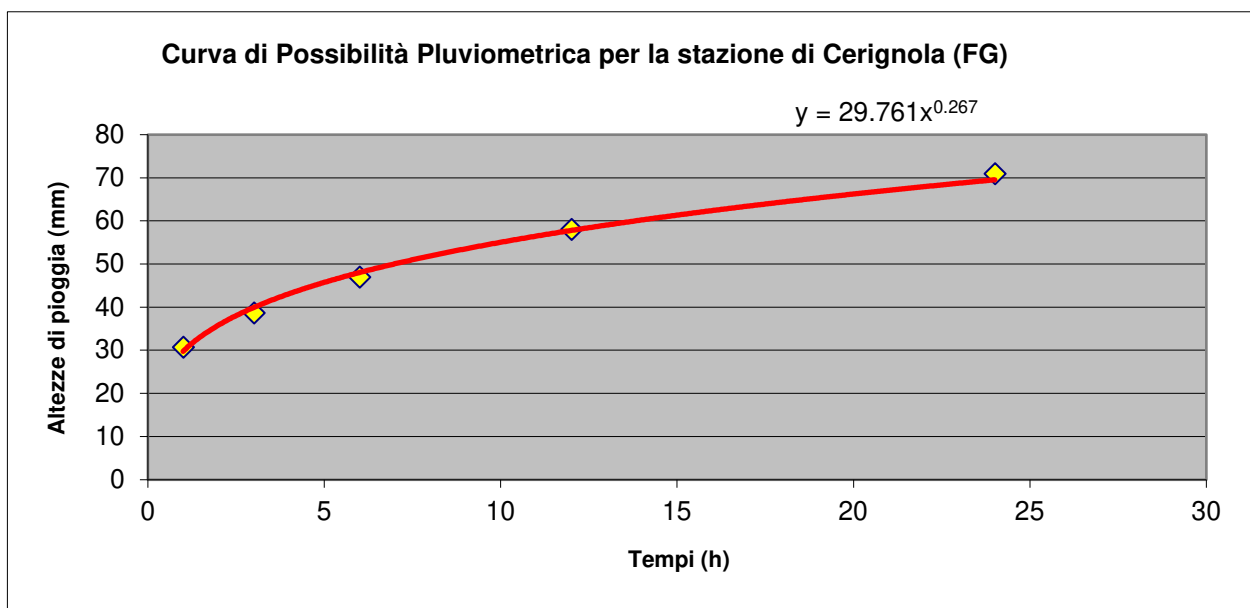


Figura 5 – Curva di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno  $T_r = 5$  anni



## 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 corrvazione, 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 corrvazione  $t_c$  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 elevata permeabilità.

Bacino	Superficie (Km <sup>2</sup> )	T <sub>c</sub> (h)	i (mm/h)	h (ta) (mm)	Lunghezza considerata (km)	dislivello (m)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> /s)
1	1.314	1.994347	17.94294	35.78445	1.05	20	2.31

## 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.

L'area in particolare si estende su una superficie di circa 1.314 kmq, con un dislivello di circa 20 metri verso la zona NE e sarà quasi completamente occupata da pannelli fotovoltaici sistemati in moduli, che saranno installati mediante paletti avvinti al terreno vegetale presente in posto.

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 verso la zona settentrionale del lotto 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, ossia di 2.31 m<sup>3</sup>/s.

---

Alberobello, 13.09.2022

Dott. Geol. Giuseppe Gigante



The image shows a circular professional stamp and a handwritten signature. The stamp is from the 'ORDINE DEI GEOLOGI PUGLIA' and identifies the geologist as 'GIUSEPPE GIGANTE' with the number 'N. 718'. The signature is written in blue ink and matches the name 'Giuseppe Gigante'.