

REGIONE: PUGLIA
PROVINCIA: BAT
COMUNI: SPINAZZOLA

ELABORATO: R IDR_01	OGGETTO: IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 99,418 MWP PROGETTO DEFINITIVO Relazione idraulica Modellazioni idrauliche
PROPONENTE:	FRV ALISEI SOCIETA' A RESPONSABILITA' LIMITATA Via Assarotti,7 10122 Torino (TO) frvalisei@pec.it
	ing. Massimo CANDEO Ordine Ing. Bari n° 3755 Via Canello Rotto, 3 70125 Bari m.candeo@pec.it ing. Gabriele CONVERSANO Ordine Ing. Bari n° 8884 Via Michele Garruba 3 70122 Bari gabrieleconversano@pec.it

Note:

DATA	REV	DESCRIZIONE	ELABORATO da:	APPROVATO da:
Giugno 2021	0	Emissione	Ing. Gabriele Conversano	ing. Massimo Candeo

PROPRIETÀ ESCLUSIVA DELLE SOCIETÀ SOPRA INDICATE,
UTILIZZO E DUPLICAZIONE VIETATE SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA

1 DESCRIZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione tecnica è l'analisi della compatibilità idrogeologica ed idraulica redatta ai sensi degli artt. 4,6,10 delle NTA del PAI, per alcune aree dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare (fotovoltaico) di potenza complessiva pari a 99,418 MWp da realizzarsi nel Comune di Spinazzola (BAT).

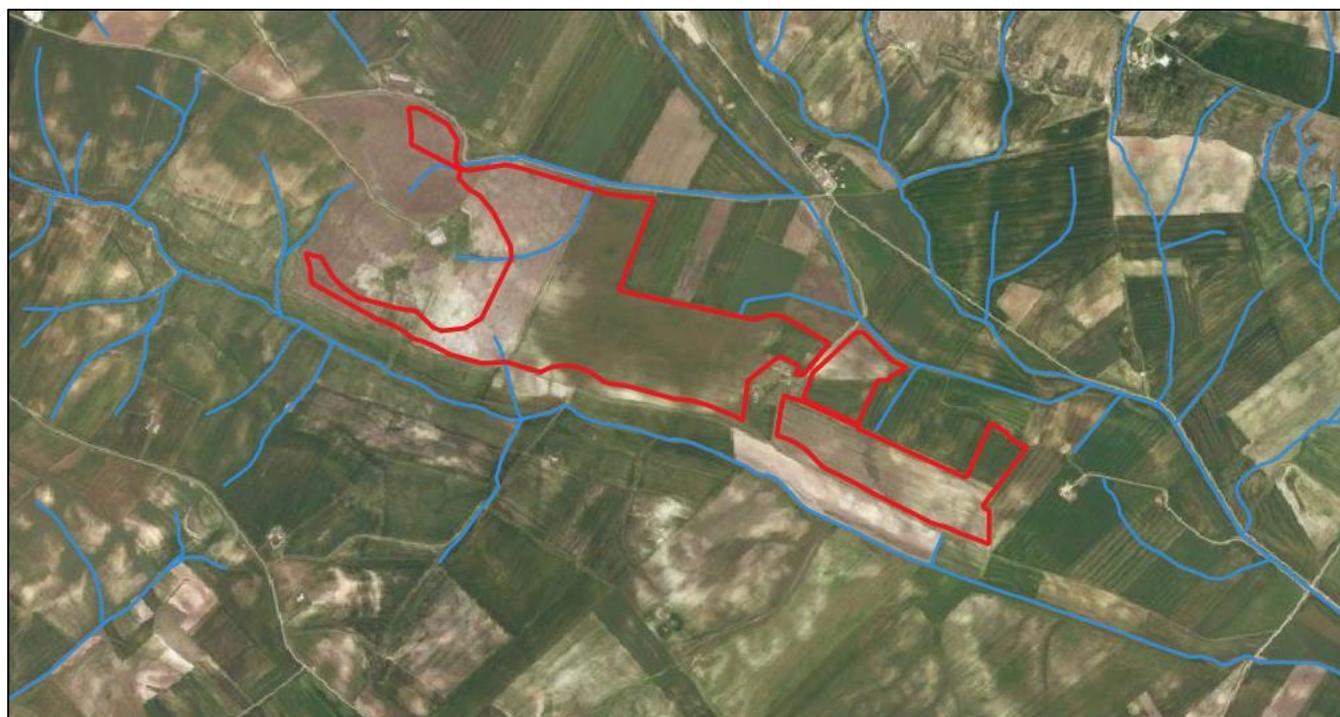


Figura 1 *Inquadramento cartografico dell'intera area di impianto rispetto al reticolo idrografico*

In particolare si analizzeranno le condizioni di sicurezza idraulica riferite ad un evento meteorico con tempo di ritorno di 200 anni, così come definito all'art.36 delle NTA del PAI per l'area NORD - OVEST di impianto, ed in particolare per il reticolo che scorre esternamente alle recinzioni di impianto sul lato ovest e nord, mostrato



Inquadramento su ortofoto della recinzione zona sud di impianto (zona sud) e del reticolo Idrografico



Ripresa fotografica con evidenza del reticolo idrografico e della posizione della recinzione



Ripresa fotografica con evidenza del reticolo idrografico (tratto parallelo alla strada), della posizione della recinzione e del canale di scolo delle acque posto sotto la strada

Nello studio idrologico sono state calcolate le altezze di pioggia critica per tempi di ritorno di 200 anni utilizzate per determinare le relative portate critiche.

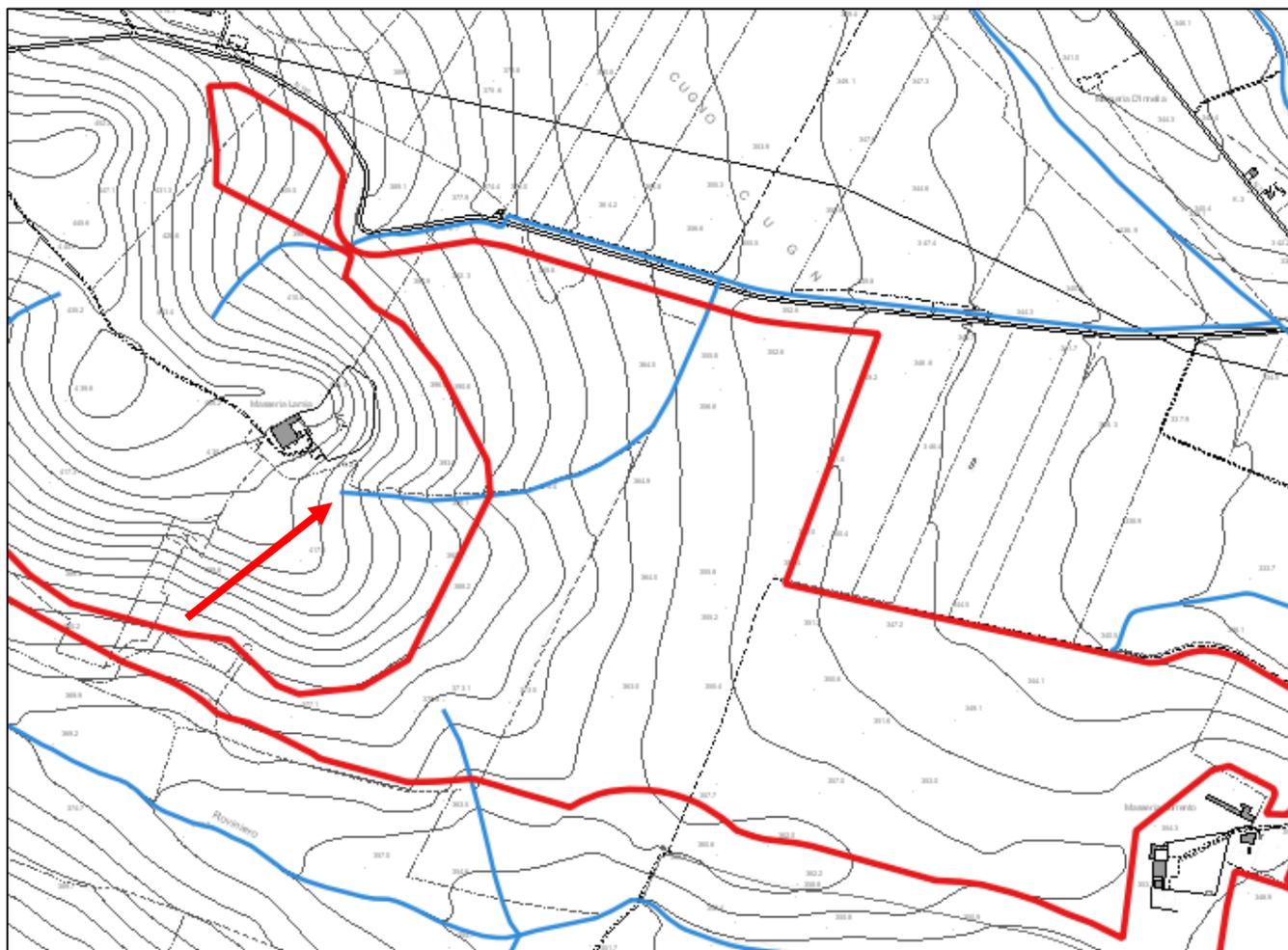
Per le verifiche idrauliche sono state utilizzate sezioni topografiche ortogonali alle linee di deflusso d'interesse.

I dati idrologici e topografici sono stati utilizzati per la creazione di un modello idraulico monodimensionale con software Hec-Ras, con il quale si è pervenuti alla definizione delle aree di alluvionamento per Tr 200 anni.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico

3 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEL BACINO INTERESSATO



Individuazione del reticolo su CTR

Come si vede dall'inquadratura appena mostrata, il reticolo idrografico considerato raccoglie l'acqua di un bacino di estensione molto limitata.

Area NORD - OVEST
n°1

	Area (kmq)	Lunghezza asta (km)	Quota massima (mt s.l.m.)	Quota minima (mt s.l.m.)	Pendenza media (%)
Bacino 1	0,1	0,7	365,00	345,00	3

L'acqua raccolta confluisce quindi in un reticolo ubicato a nord della strada provinciale tramite un canale di scolo mostrato nella immagine fotografica precedente.

A titolo di maggiore sicurezza si è modellato il reticolo come se il canale di scolo che conduce l'acqua nell' asta principale del reticolo ubicata a nord della strada sia ostruito.

In questo caso l'acqua deve scorrere, seguendo la pendenza, parallelamente alla strada, allontanandosi dall'area interessata dall'impianto.

E' questa una approssimazione in evidente vantaggio di sicurezza.

4 DATI PLUVIOMETRICI

Sulla base dei dati pluviografici (precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive) per la stazione di Spinazzola, deducibili dagli annali Idrologici della Regione Puglia, Settore Protezione Civile, si sono ricavate le caratteristiche idrologiche e le grandezze idrauliche per le aree interessate.

DATI PLUVIOGRAFICI					
<small>(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)</small>					
Stazione di :	Spinazzola				
Quota (m s.l.m.) :	438				Numero di osservazioni : N = 11
Anno	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)	h (mm)
2000	13,80	20,60	36,00	22,60	30,80
2001	25,40	30,60	31,00	31,00	35,40
2002	27,40	29,00	29,00	31,80	41,20
2003	23,60	31,80	36,00	41,60	70,80
2004	51,80	53,20	53,20	60,40	64,80
2005	18,60	26,40	26,40	33,40	33,40
2006	11,00	14,00	18,20	30,00	53,80
2007	21,60	26,60	29,80	37,80	43,60
2008	44,60	46,20	46,20	49,60	68,60
2009	26,80	27,80	30,80	35,40	41,20
2010	36,20	36,20	59,80	89,80	114,20



**ANALISI STATISTICA DEI DATI PLUVIOGRAFICI
(Metodo di Gumbel)**



Tabella 1 - Valori per ciascuna durata t , della media $\mu(h_t)$, dello scarto quadratico medio $\sigma(h_t)$ e dei due parametri α_t e u_t della legge di Gumbel (prima legge del valore estremo "EV")

N =	11	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		27,35	31,13	36,04	42,13	54,35
$\sigma(h_t)$		12,46	10,97	12,31	18,87	24,45
$\alpha_t = 1,283/\sigma(h_t)$		0,10	0,12	0,10	0,07	0,05
$U_t = \mu(h_t) - 0,45\sigma(h_t)$		21,74	26,19	30,50	33,63	43,34

Tabella 2 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	43,59	45,43	52,09	66,74	86,23
30 anni	$h_{max} =$	54,60	55,13	62,96	83,42	107,84
50 anni	$h_{max} =$	59,63	59,55	67,93	91,03	117,71
100 anni	$h_{max} =$	66,41	65,52	74,63	101,30	131,02
200 anni	$h_{max} =$	73,17	71,47	81,30	111,53	144,27

Tabella 3 -

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$	
10 anni	→	$h=39,166xt^{0,2178}$
30 anni	→	$h=48,195xt^{0,2199}$
50 anni	→	$h=52,314xt^{0,2206}$
100 anni	→	$h=57,867xt^{0,2214}$
200 anni	→	$h=63,397xt^{0,222}$

Le portate di massima piena per eventi di pioggia aventi tempo di ritorno pari a 200 anni sono calcolate applicando la formula del metodo razionale:

$$Q_{\max} = \frac{ch_{(t,T)}S}{3.6t_c}$$

c = coefficiente di deflusso
 $h_{(t,T)}$ = altezza critica di pioggia con tempi di ritorno (mm)
S = superficie del bacino (km²)
 t_c = tempo di corrivazione (ore)

Il coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 0,20 in considerazione del consistente spessore di terreno vegetale rilevato nei suoli dedicati a coltura esaminati.

Tr (anni)	a	n	t_c (ore)	$h_{(t,T)}$ (mm)	Q_{\max} (m ³ /sec)
10	39.1656	0.2178	0.61	35.17	0.32
30	48.1951	0.2199	0.61	43.23	0.39
50	52.3136	0.2206	0.61	46.91	0.43
100	57.8666	0.2214	0.61	51.87	0.47
200	63.3973	0.2220	0.61	56.81	0.52

Portate di piena in funzione del tempo di ritorno, per il reticolo considerato

5 MODELLAZIONE IDRAULICA

La metodologia adottata per la valutazione delle aree allagabili consiste in:

- stima della portata di piena ad assegnata frequenza in determinate sezioni del corso d'acqua oggetto di studio;
- definizione delle principali caratteristiche geometriche e fisiche degli alvei (forma della sezione, scabrezza del fondo e delle sponde);
- calcoli idraulici in condizione di moto permanente.

E' adottata la schematizzazione monodimensionale del flusso di moto permanente, avendo utilizzato il software HEC-RAS, basata sulle seguenti ipotesi semplificative:

- moto monodimensionale;
- moto gradualmente variato (presenti variazioni graduali di sezione e di direzione);
- distribuzione idrostatica delle pressioni nelle sezioni
- aste a debole pendenza
- perdite di carico continue mediamente costanti fra due sezioni trasversali adiacenti
- sponde e fondo delle sezioni fisse

Per conseguire una soluzione numerica di accettabile approssimazione, sono state definite sezioni trasversali poste a distanza inferiore a dieci volte la larghezza dell'alveo.

Il coefficiente di scabrezza di Manning è definito in funzione della presenza e della consistenza della vegetazione, del grado di irregolarità e della granulometria dei sedimenti dell'alveo consentono di valutare: nello specifico è stato assunto pari a 0.04.

Modellazione geometrica del reticolo

Per l'intera estensione considerata il reticolo considerato è ben visibile sul territorio, con larghezza al colmo di circa 1 metro e profondità di circa 70-80 cm.

Si riporta di seguito l'indicazione del reticolo modellato in HEC-RAS.

Per ciascuna sezione è stata riportata la sezione idraulica rispetto al profilo orografico dedotto dal modello digitale del terreno, in maniera tale da considerare il cambio di quota relativo al passaggio tra le varie sezioni.



Sovrapposizione su ortofoto del reticolo modellato in HEC-RAS

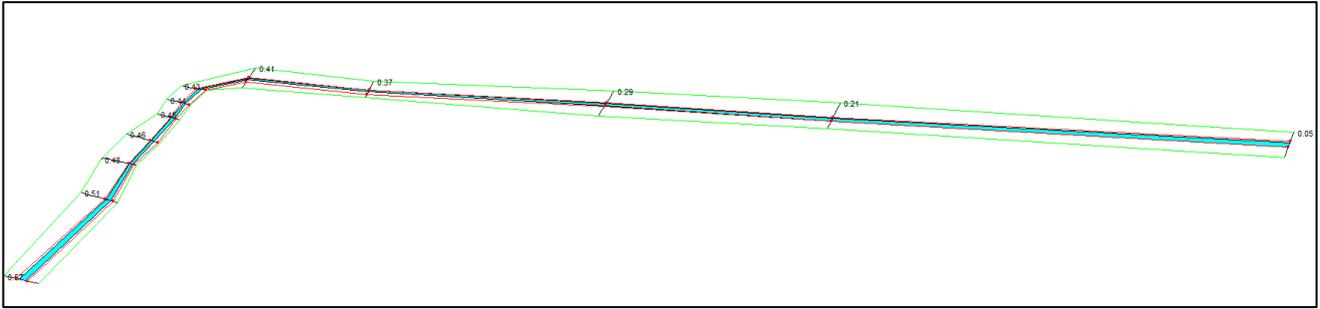
6 AREE DI ALLAGAMENTO: RISULTATI

L'analisi svolta consente di ritenere che lo smaltimento delle portate di piena possa avvenire senza problematiche particolari per le zone circostanti, risultando contenute le dimensioni delle fasce delimitanti le aree di esondazione delle aste fluviali esaminate.

Lo studio svolto nel presente lavoro è stato articolato in più fasi caratterizzate dalle seguenti operazioni:

- l'analisi idrologica, consistente nell'acquisizione ed elaborazione dei dati pluviometrici e idrometrici, al fine di definire la portata al colmo ad assegnata frequenza (periodo di ritorno) per le sezioni di interesse lungo i corsi d'acqua;
- l'analisi topografica, consistente nell'acquisizione e nell'integrazione della base cartografica esistente, con particolare riferimento alle sezioni trasversali del corso d'acqua;
- l'analisi idraulica (modello di calcolo), consistente nel valutare la capacità di smaltimento delle singole sezioni mediante l'utilizzo di un modello per il calcolo del profilo idraulico in condizioni di moto permanente;
- la definizione delle aree allagabili, mediante la propagazione dei livelli idrometrici calcolati in alveo alla piana alluvionale e loro rappresentazione grafica.

Rappresentazione grafica delle aree di allagamento con $T_r = 200$ anni



I risultati della modellazione idraulica evidenziano che, stante la portata estremamente modesta (0,5 mc/s circa), il tratto di reticolo considerato è in grado di contenere la portata di ritorno con $T_r = 200$ anni.

L'area allagabile risulta contenuta in fasce circoscritte tanto da non interessare il perimetro di installazione dei moduli all'interno delle aree di impianto.

Alla luce delle considerazioni appena svolte si ritiene che nel complesso per l'intervento proposto esistano le condizioni di sicurezza idraulica, non vengano alterate le condizioni idrometriche delle aste esaminate e restino inalterate le condizioni di deflusso naturale sia a monte che a valle dei terreni di interesse.