

LAMPINO WIND S.r.l.

Corso Venezia 37 – 20121 Milano (MI)

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI ORTANOVA (FG) IN LOCALITA' "LAMPINO"



Tecnico

ing. Danilo Pomponio

Via Napoli, 363/I - 70132 Bari - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

**AZIENDA CON SISTEMA GESTIONE
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
OHSAS 18001:2007
CERTIFICATO DA CERTIQUALITY**

Collaborazioni

ing. Milena Miglionico
ing. Antonio Crisafulli
ing. Tommaso Mancini
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli
geom. Francesco Mangino
geom. Claudio A. Zingarelli

Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
V22		RELAZIONE IDROLOGICA	19046	P	
			CODICE ELABORATO		
			DC19046D-V22		
REVISIONE		Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
00			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			DC19046D-V22.doc	12 + copertina	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	29/06/19	Emissione	Staffieri	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

Elaborato realizzato con sistema WORD. È vietata la modifica manuale.

Mod. P-19 Rev. 2 22.08.18

INDICE

1. PREMESSA	2
2. STUDIO IDROLOGICO	3
3. STUDIO IDROLOGICO CON METODO RAZIONALE	4
4. CONCLUSIONI	12

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è relativa alla redazione del progetto per la realizzazione di un parco eolico proposto dalla società **LAMPINO WIND s.r.l.** con sede legale in Milano, Corso Venezia 37.

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 19 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,2 MW per una potenza complessiva di 79,80 MW, da realizzarsi nella Provincia di Foggia, nel territorio comunale di Ortanova, mentre parte delle opere di connessione e la Sottostazione Elettrica ricadono nel territorio di Stornara.

Le turbine di progetto ricadono in località “Lampino”. L’area di progetto, intesa sia come quella occupata dai 19 aerogeneratori di progetto, con annesso piazzole e relativi cavidotti di interconnessione interna, e una parte del cavidotto esterno, interessa il territorio comunale di Ortanova, e sono censiti al NCT ai fogli di mappa nn. 2, 3, 4, 5, 7, e 32, mentre parte dell’elettrodotto esterno e la sottostazione ricade nel territorio comunale di Stornara, e sono censiti nel NCT ai fogli di mappa n. 4.

La relazione idrologica è redatta in conformità ai criteri dettati dall’Autorità di Bacino della Regione Puglia, istituita con L. R. n. 19 del 9 dicembre 2002, la quale ha approvato il Piano di Bacino per l’Assetto Idrogeologico (PAI), di cui alla Legge 183/89, il 30 novembre 2005.

In essa viene condotto lo studio idrologico dell’area di interesse necessario a definire le portate di piena transitive nei canali, per un tempo di ritorno di 200 anni.

In Figura 1 è riportato un inquadramento territoriale dell’area interessata dal parco eolico oggetto del presente studio.

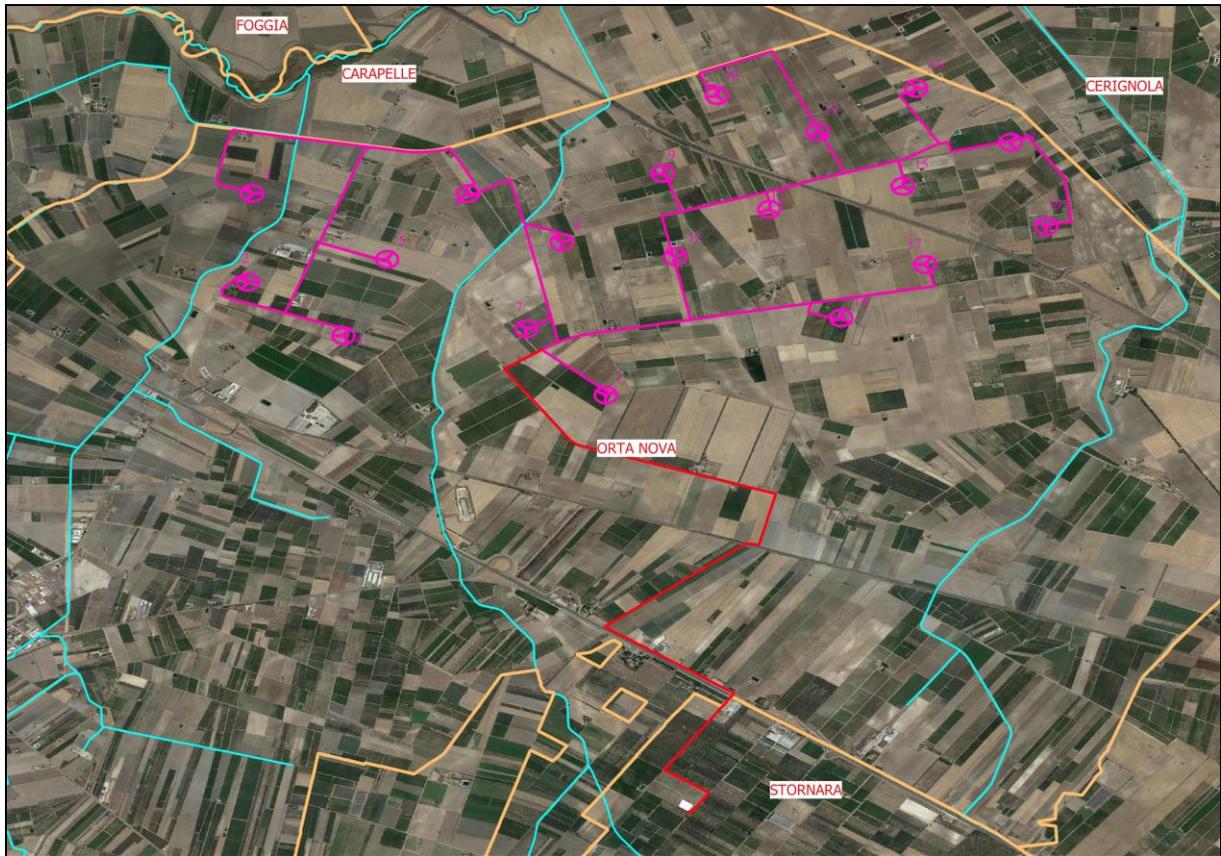


Fig. 1 Inquadramento territoriale

2. STUDIO IDROLOGICO

È stato condotto uno studio idrologico a livello di bacino, per la determinazione delle portate attese, per un tempo di ritorno di 200 anni, utilizzando le teorie ritenute più idonee in rapporto alle estensioni dei bacini.

Tali studi sono stati seguiti dalle modellazioni e valutazioni idrauliche dei rami di rete idrografica potenzialmente soggette a criticità (terza fase), ed il tutto è stato svolto in condizioni di moto permanente.

Per lo svolgimento della modellazione idraulica è stato utilizzato il software HEC- RAS River Analysis System. Le verifiche sono state condotte lungo tratti d'asta avente lunghezza giudicata sufficiente e tale da non far risentire gli effetti delle condizioni al contorno imposte, nelle sezioni di interesse. Ciò al fine di giudicare la compatibilità o le interferenze degli interventi previsti. Sono stati infine individuati gli elementi e le aree vulnerabili.

Si è quindi proceduto alla redazione degli studi idrologici individuando i bacini significativi, per

la determinazione delle portate attese con il tempo di ritorno di 200 anni.

In tutto sono stati individuati 3 tra bacini idrografici. Si è utilizzato il Metodo Razionale, per l'affluente del Canale Trionfo, di dimensione inferiore ai 20 km², si è calcolato il tempo di corrivazione con le Formula di Pezzoli e Kirpich, Watt-Chow-Pezzoli. Per il Canale la Pidocchiosa e per il Canale Trionfo, di dimensioni comprese tra circa 40 e 90 km², il tempo di corrivazione è stato calcolato con la formula di Puglisi.

Per la definizione della curva di probabilità pluviometrica, è stata utilizzata la distribuzione di Gumbel partendo dalle serie dei dati di pioggia riportati negli annali idrologici e riferiti alla stazione pluviometrica di Orta Nova, registrati nel periodo 1959-2013, per un totale di 40 osservazioni.

Per i bacini analizzati non esistono nelle sezioni terminali delle stazioni di misura idrometrica, quindi viene necessariamente utilizzato un modello indiretto per la stima della valutazione della piena media annua.

3. STUDIO IDROLOGICO CON METODO RAZIONALE

Per quanto riguarda il Metodo Razionale, esso è semplicemente una formula che sotto determinate ipotesi permette di calcolare la massima portata che una data pioggia determinerà, per un dato bacino idrologico, in una sezione idraulica di controllo. Avendo cura di scegliere l'evento di pioggia critica (più pericolosa) per un dato bacino, il metodo consente allora di stimarne la portata critica di deflusso (massima portata di deflusso dal bacino). Questo approccio al problema dà risultati tecnicamente soddisfacenti nel caso di canali di lunghezza modesta, per i quali possa ritenersi trascurabile l'effetto invaso del collettore/canale medesimo.

Tale metodo esprime la convinzione che la massima portata defluente dalla sezione di sbocco del bacino sia una parte della pioggia caduta su tutta l'area del bacino in un certo tempo (Rossi, Villani, 1994).

Alla base di tale metodologia è l'assunzione di una pioggia costante nel tempo ed uniforme nello spazio avente una durata pari ad un valore critico per il bacino, a cui consegue un idrogramma di piena standard di forma triangolare con base pari a due volte la durata della pioggia.

Si riportano i dati storici delle precipitazioni di massima intensità di durata 1, 3, 6, 12 e 24 ore, rilevati presso la stazione di misura di Orta Nova, registrati nel periodo 1959-2013, per un totale

di 40 osservazioni:

DATI PLUVIOGRAFICI					
(Precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo su 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive)					
ANNO	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
	h (mm)	mm	mm	mm	mm
1959	27.40	27.40	35.20	59.60	76.00
1960	34.60	36.40	41.00	41.20	42.80
1962	29.60	33.40	36.00	36.00	36.00
1967	16.20	24.00	28.20	29.60	40.60
1968	31.20	32.20	32.40	32.40	34.00
1973	17.20	19.00	19.60	29.00	35.40
1974	25.20	29.20	29.20	31.80	32.40
1975	49.00	57.20	58.00	59.40	59.40
1977	14.00	19.60	25.40	26.00	26.20
1980	12.40	27.40	30.20	30.40	37.00
1982	8.00	15.40	18.40	25.60	28.40
1983	21.40	27.20	27.20	35.60	42.20
1984	19.00	21.40	22.40	31.00	41.00
1986	15.40	19.60	25.20	28.20	28.80
1987	32.60	42.60	47.80	48.00	48.00
1988	23.80	37.00	50.80	56.60	56.80
1989	20.80	22.60	22.60	22.60	33.40
1990	10.80	19.40	33.20	51.20	61.60
1991	18.40	24.80	27.20	35.00	46.60
1992	21.20	26.80	32.00	32.20	32.40
1993	18.40	28.80	33.80	34.00	40.40
1994	14.60	16.20	21.60	24.40	24.40
1995	20.80	24.00	34.40	52.00	79.80
1996	16.20	25.00	25.40	30.20	34.20
1997	15.80	18.00	23.20	44.20	56.20
1998	13.40	16.00	33.00	37.80	41.60
1999	31.20	40.80	41.00	41.40	46.60
2000	12.60	21.00	27.80	41.00	42.80
2001	26.20	42.60	43.00	45.20	48.00
2002	38.00	49.80	49.80	49.80	49.80

2003	30.00	31.00	38.60	50.60	65.00
2004	27.20	28.20	28.20	31.20	39.40
2005	21.40	23.00	23.00	26.60	37.80
2006	25.20	36.20	43.60	45.00	46.80
2007	33.60	33.80	38.80	41.00	42.60
2008	23.00	23.00	28.20	37.20	39.20
2010	13.00	25.20	36.00	39.00	42.20
2011	12.80	16.20	24.80	31.80	37.20
2012	24.00	24.80	31.00	50.00	73.80
2013	30.80	40.40	48.00	69.80	91.80



Si riportano ora i dati statistici ottenuti dalla distribuzione di Gumbel, le altezze massime di pioggia regolarizzate e, le leggi di pioggia per vari tempi di ritorno:

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 "EVI")

N =	40	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		22.41	28.17	32.88	39.09	45.47
$\sigma(h_t)$		75.05	92.36	89.03	123.46	228.20
$\alpha_t = 1,283 / \sigma(h_t)$		0.1481	0.1335	0.1359	0.1154	0.0849
$u_t = \mu(h_t) - 0.45 \sigma(h_t)$		18.5100	23.8383	28.6321	34.0877	38.6643

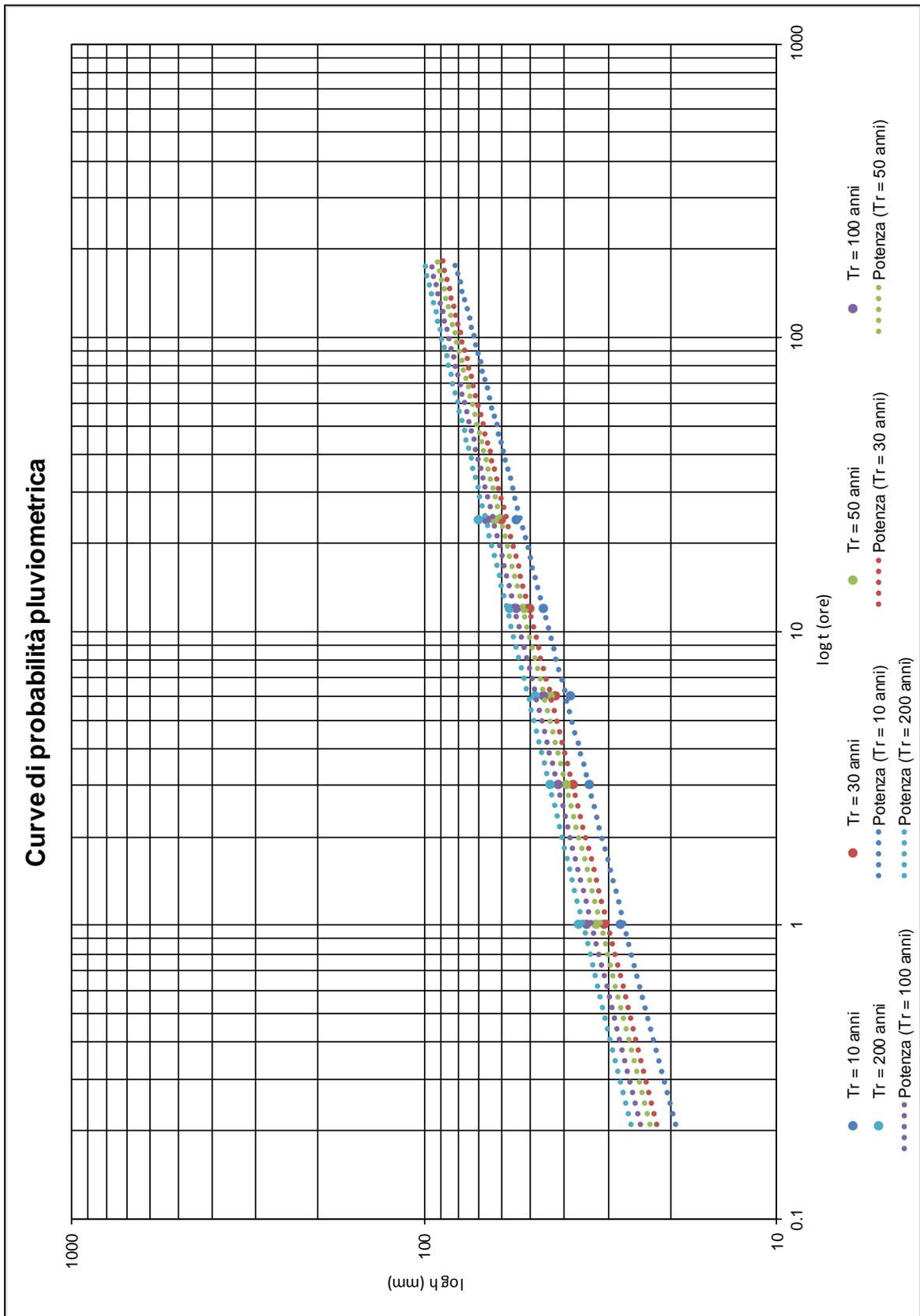
Tabella 2 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{\max} =$	27.5578	33.8760	38.4871	45.6928	54.4416
30 anni	$h_{\max} =$	30.8841	37.5662	42.1101	49.9593	60.2419
50 anni	$h_{\max} =$	32.4026	39.2508	43.7640	51.9069	62.8898
100 anni	$h_{\max} =$	34.4507	41.5230	45.9949	54.5340	66.4613
200 anni	$h_{\max} =$	36.4914	43.7869	48.2176	57.1514	70.0197

Tabella 3 – Legge di pioggia

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$
10 anni	$h = 27.036 \times t^{0.2131}$
30 anni	$h = 30.148 \times t^{0.2076}$
50 anni	$h = 31.568 \times t^{0.2054}$
100 anni	$h = 33.483 \times t^{0.2028}$
200 anni	$h = 35.591 \times t^{0.2004}$

Curve di probabilità pluviometrica:



Si ricava ora la portata avente tempo di ritorno 200 anni per ciascun bacino analizzato:

Canale la Pidocchiosa

- Lunghezza dell'asta: $L = 25.68 \text{ km}$
- Area del bacino: $A = 80.69 \text{ km}^2$
- Coefficiente di deflusso: $C^* = 0.4$ per terreni coltivati e mediamente permeabili
- Pendenza media dell'asta: $i_a = 0.009$
- Coefficiente di riduzione areale: $K_a = 1$
- Quota massima del bacino: $H_{\max} = 280 \text{ m}$
- Quota minima alla sezione di chiusura del bacino: $H_{\min} = 39 \text{ m}$
- Tempo di corrivazione secondo la formula di Puglisi:
 $t_c = 6 * L^{2/3} * (H_{\max} - H_{\min})^{-1/3} = 6 * 25.68^{2/3} * (280 - 39)^{-1/3} = 8.39 \text{ h}$
- Altezza massima di pioggia con $tr = 200$ anni:
 $h_{200} = 35.591 * t_c^{0.2004} = 54.51 \text{ mm}$
- Portata avente tempo di ritorno 200 anni:
 $m(Q_{200}) = C^* * K_a * h_{200} * A / (3.6 * t_c) = 0.4 * 1 * 54.51 * 80.69 / (3.6 * 8.39) = 58.24 \text{ m}^3/\text{s}$

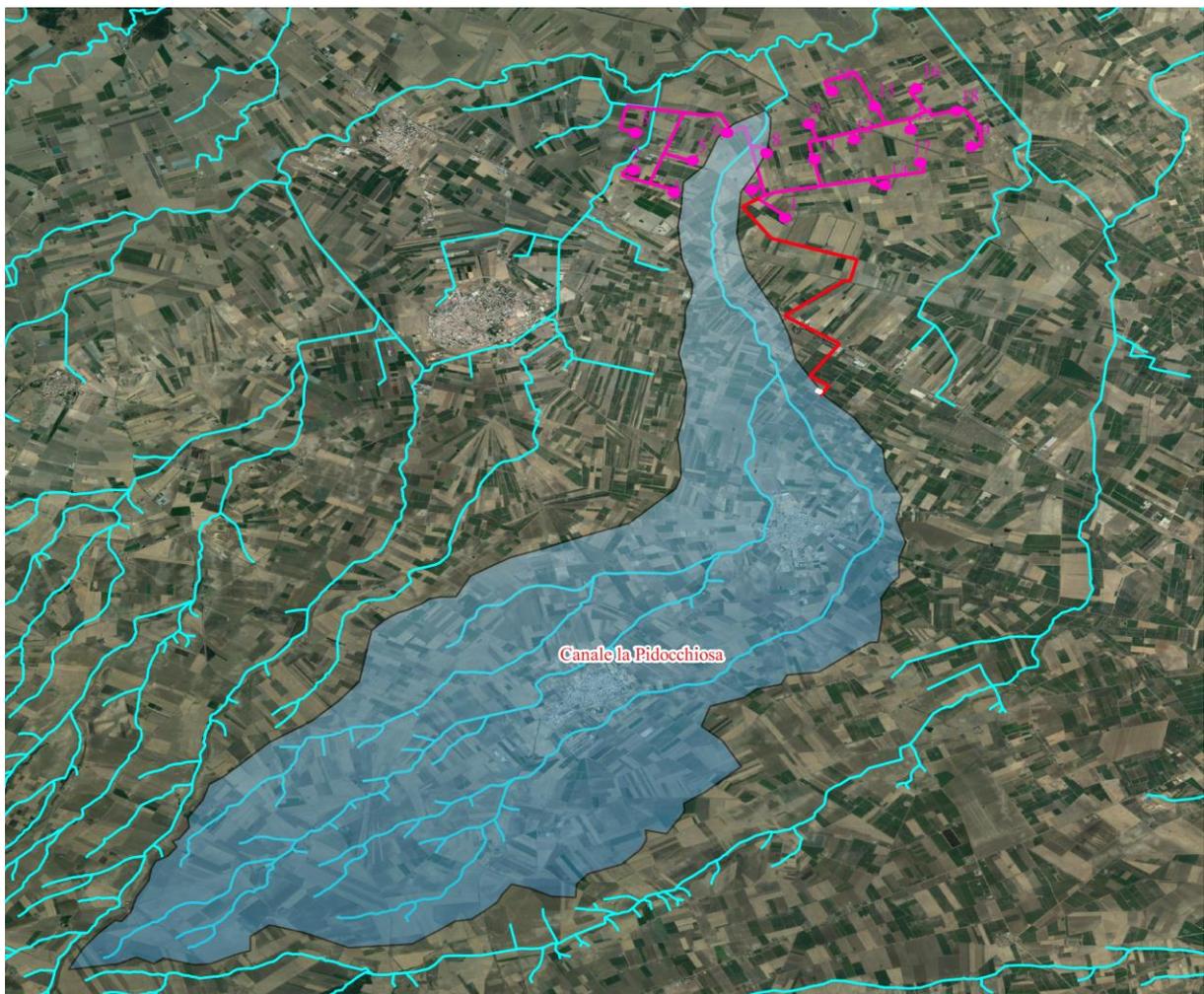


Figura 2. Canale la Pidocchiosa

Canale Trionfo

- Lunghezza dell’asta: $L = 16.78 \text{ km}$
- Area del bacino: $A = 50.78 \text{ km}^2$
- Coefficiente di deflusso: $C^* = 0.4$ per terreni coltivati e mediamente permeabili
- Pendenza media dell’asta: $i_a = 0.009$
- Coefficiente di riduzione areale: $K_a = 1$
- Quota massima del bacino: $H_{\max} = 193 \text{ m}$
- Quota minima alla sezione di chiusura del bacino: $H_{\min} = 42 \text{ m}$
- Tempo di corrivazione secondo la formula di Puglisi:

$$t_c = 6 * L^{2/3} * (H_{\max} - H_{\min})^{-1/3} = 6 * 16.78^{2/3} * (192 - 42)^{-1/3} = 7.39 \text{ h}$$
- Altezza massima di pioggia con $tr = 200$ anni:

$$h_{200} = 35.591 * t_c^{0.2004} = 53.13 \text{ mm}$$
- Portata avente tempo di ritorno 200 anni:

$$m(Q_{200}) = C^* * K_a * h_{200} * A / (3.6 * t_c) = 0.4 * 1 * 53.13 * 50.78 / (3.6 * 7.39) = 40.59 \text{ m}^3/\text{s}$$

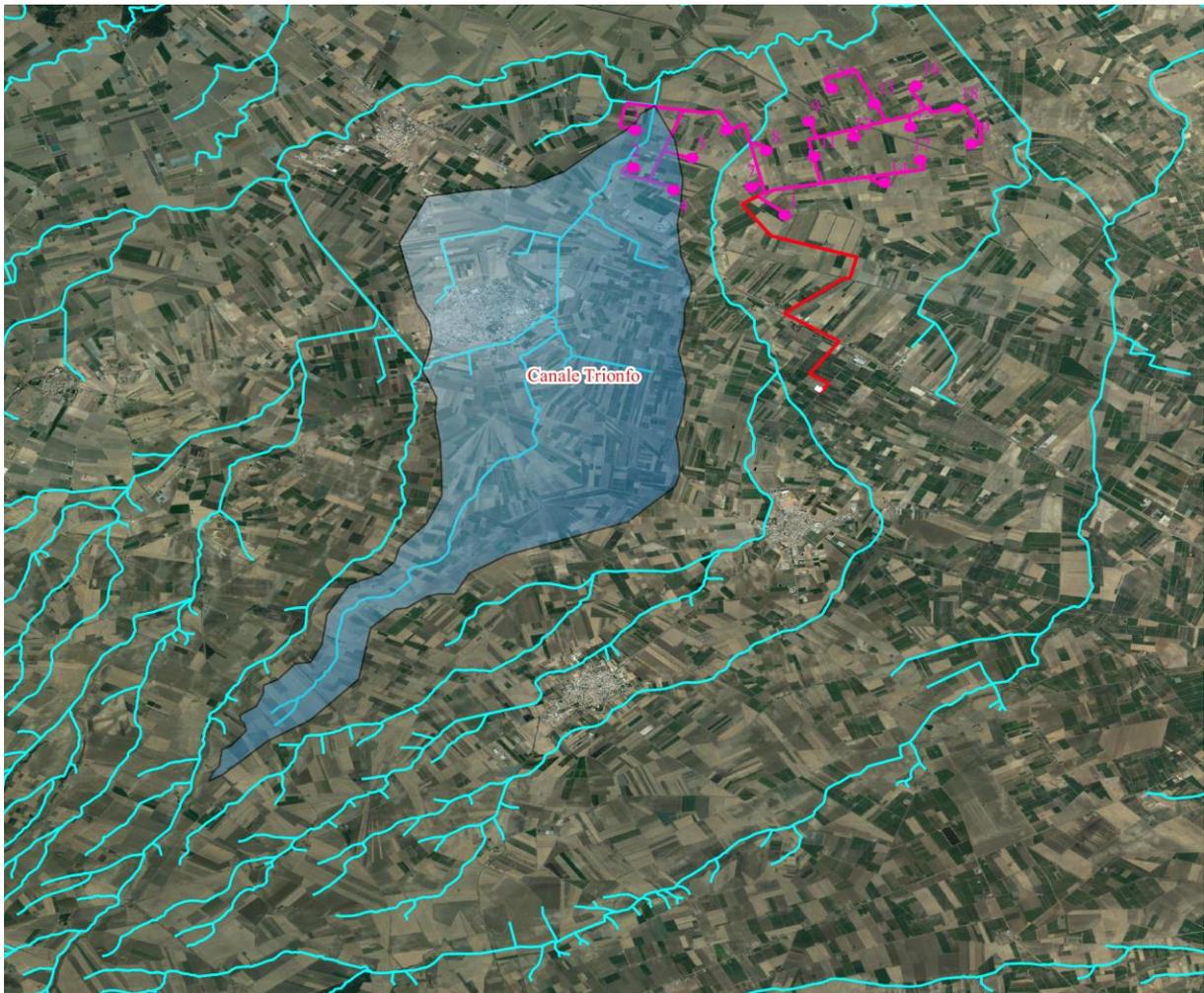


Figura 3. Canale Trionfo



Affluente Canale Trionfo

- Lunghezza dell’asta: $L = 3.64 \text{ km}$
- Area del bacino: $A = 7.52 \text{ km}^2$
- Coefficiente di deflusso: $C^* = 0.4$ per terreni coltivati e mediamente permeabili
- Pendenza media dell’asta: $i_a = 0.003$
- Coefficiente di riduzione areale: $K_a = 1$
- Tempo di corrivazione secondo la formula di Pezzoli:
 $t_c = 0.055(L/\sqrt{i_a}) = 0.055(3.64/\sqrt{0.003}) = 3.66 \text{ h}$
- Tempo di corrivazione secondo la formula di Kirpich, Watt-Chow-Pezzoli:
 $t_c = [0.02221(L*10/\sqrt{i_a})^{0.8}] / 0.60 = [0.02221(3.66*10/\sqrt{0.003})^{0.8}] / 0.60 = 2.67 \text{ h}$

assumendo la seconda in quanto quella più gravosa si ha:

- Altezza massima di pioggia con $tr = 200$ anni:
- $h_{200} = 35.591 \times t_c^{0.2004} = 43.33 \text{ mm}$
- Portata avente tempo di ritorno 200 anni:
 $m(Q_{200}) = C^* K_a h_{200} A / (3.6 t_c) = 0.4 * 1 * 43.33 * 7.52 / (3.6 * 2.67) = 13.56 \text{ m}^3/\text{s}$

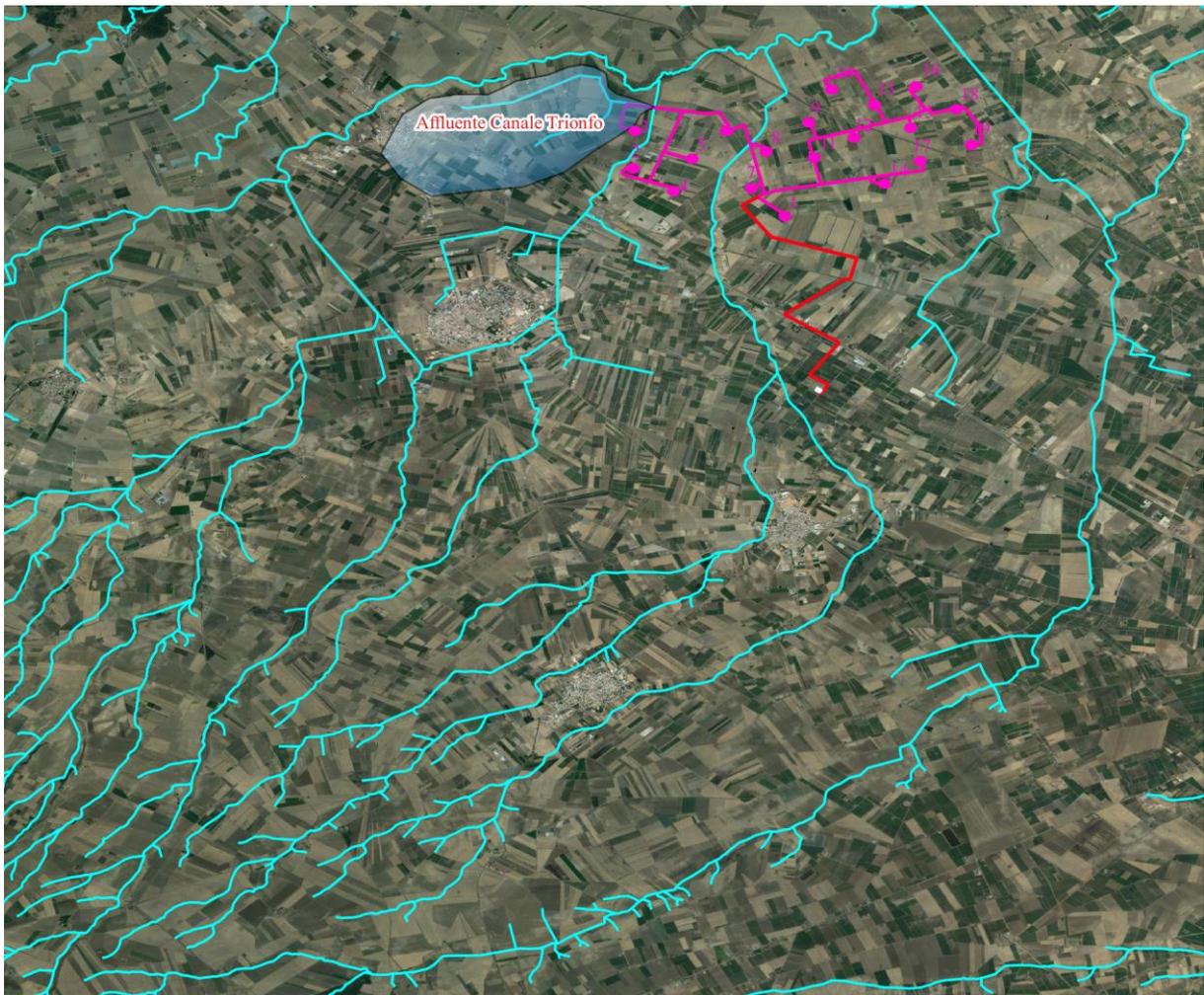


Figura 4. Affluente Canale Trionfo



Di seguito si riporta una tabella di riepilogo contenente le caratteristiche geomorfologiche dei bacini scolanti degli impluvi oggetto di studio.

Tabella 4 – Caratteristiche geomorfologiche dei bacini scolanti degli impluvi oggetto di studio

Sez.	Bacino	A (Km ²)	L (Km)	i _a	m(Q ₂₀₀) (m ³ /s)
1	Canale la Pidocchiosa	80.69	25.68	0.009	58.24
2	Canale Trionfo	50.78	16.78	0.009	40.59
3	Affluente Canale Trionfo	7.52	3.64	0.003	13.56

4. CONCLUSIONI

Sulla base delle portate di piena transitanti nei canali, per un tempo di ritorno di 200 anni, definite nel presente studio idrologico sono state seguite dalle modellazioni e valutazioni idrauliche dei rami di rete idrografica potenzialmente soggette a criticità, ed il tutto è stato svolto in condizioni di moto stazionario. Per lo svolgimento della modellazione idraulica è stato utilizzato il software HEC- RAS River Analysis System.

I risultati dello studio idraulico sono descritti nell'elaborato **V23** in allegato.