

Via Diocleziano, 107 - 80125 Napoli
 Tel. 081.19566613 - Fax. 081.7618640
 www.newgreen.it

cogein energy



REGIONE PUGLIA



Comune principale impianto

COMUNE DI ACQUAVIVA
 DELLE FONTI
 PROVINCIA DI BARI

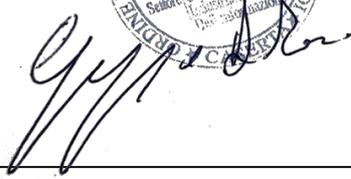
Opere connesse

	COMUNE DI GIOIA DEL COLLE PROVINCIA DI BARI		COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE PROVINCIA DI BARI
	COMUNE DI LATERZA PROVINCIA DI TARANTO		COMUNE DI CASTELLANETA PROVINCIA DI TARANTO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA, AI SENSI DEL D.LGS N. 387 DEL 2003, COMPOSTO DA N° 12 AEREOGENERATORI, PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 72 MW, SITO NEL COMUNE DI ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI GIOIA DEL COLLE (BA), SANTERAMO IN COLLE (BA), LATERZA (TA) E CASTELLANETA (TA)

COD.REG.	DESCRIZIONE
<input type="text"/>	Relazione idrologica
COD. INT.	
Elab.4.1	

REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	REVISIONE
ing. Giuliana Faella ing. Marco Giugliano ing. Giuseppe De Masi	ing. Giuliana Faella ing. Federica Mallozzi dott. Rino Castaldo	ing. Giuseppe De Masi	Rev.0
			DATA
			06/2021

INDICE

PREMESSA.....	1
1. STUDIO IDROLOGICO.....	3
2. METODO RAZIONALE	3
3. CONCLUSIONI.....	11
<u>APPENDICE</u> : COERENZA DEL PROGETTO CON I VINCOLI PREVISTI DAL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE (P.T.A).....	12

PREMESSA

L'impianto eolico di progetto è ubicato nel Comune di Acquaviva delle Fonti (BA), in particolare nella porzione sud, alle località "Monticello", "Masseria Camiciarletta", "Masseria Bianco", "Masseria Serini" e "Masseria D'Addabbo". Esso è costituito da 12 aerogeneratori di ultima generazione, le WTG Vestas V162 con H hub 119 m, della potenza unitaria di 6 MW; la potenza complessiva dell'impianto è pertanto di 72 MW. Le opere elettriche interrato connesse percorrono, oltre il comune di Acquaviva delle Fonti, anche i comuni di Gioia del Colle (BA), Santeramo in Colle (BA), Laterza (TA) e Castellaneta (TA), dove è situata la stazione di trasformazione 150/380 kV di Terna.

Ai fini della redazione delle Relazioni Idrologica ed Idraulica è stato fatto un accurato sopralluogo al fine di individuare i punti di intersezione del presente impianto eolico, comprensivo dei cavidotti ed aerogeneratori, con il reticolo idrografico.

In particolare, le intersezioni N. 10, 11, 12, 15, 19, 20, 27 con il cavidotto esterno si trovano in corrispondenza di attraversamenti dove sono ubicate sia opere idrauliche (es. ponticelli o collettori interrati), atte a garantire la continuità del reticolo idrografico e l'accessibilità stradale, che ostacoli determinati dall'intersezione del reticolo con strade. Per tali punti è stata prevista una modellazione di dettaglio volta a definire l'eventualità di esondazioni di entità rilevante a seguito di eventi meteorici, con tempo di ritorno 200 anni, che comportano portate idriche elevate.

Una ulteriore verifica ha riguardato i tratti del reticolo più vicini agli aerogeneratori H1, H3, H4, H9, H10, H11 con l'obiettivo di valutare se, in seguito ad eventi meteorici con tempo di ritorno 200 anni, tali aerogeneratori vengono raggiunti dalla portata di piena.

Per le intersezioni minori del reticolo con i cavidotti, interni ed esterni, è stato condotto un rilievo fotografico accurato delle aree al fine di verificare l'eventuale presenza di canali o particolari ostacoli al deflusso.

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 transitanti nei canali, per un tempo di ritorno di 200 anni.

Nelle Figure 1 e 2 è riportato un inquadramento territoriale dell'area interessata dal parco eolico oggetto del presente studio.

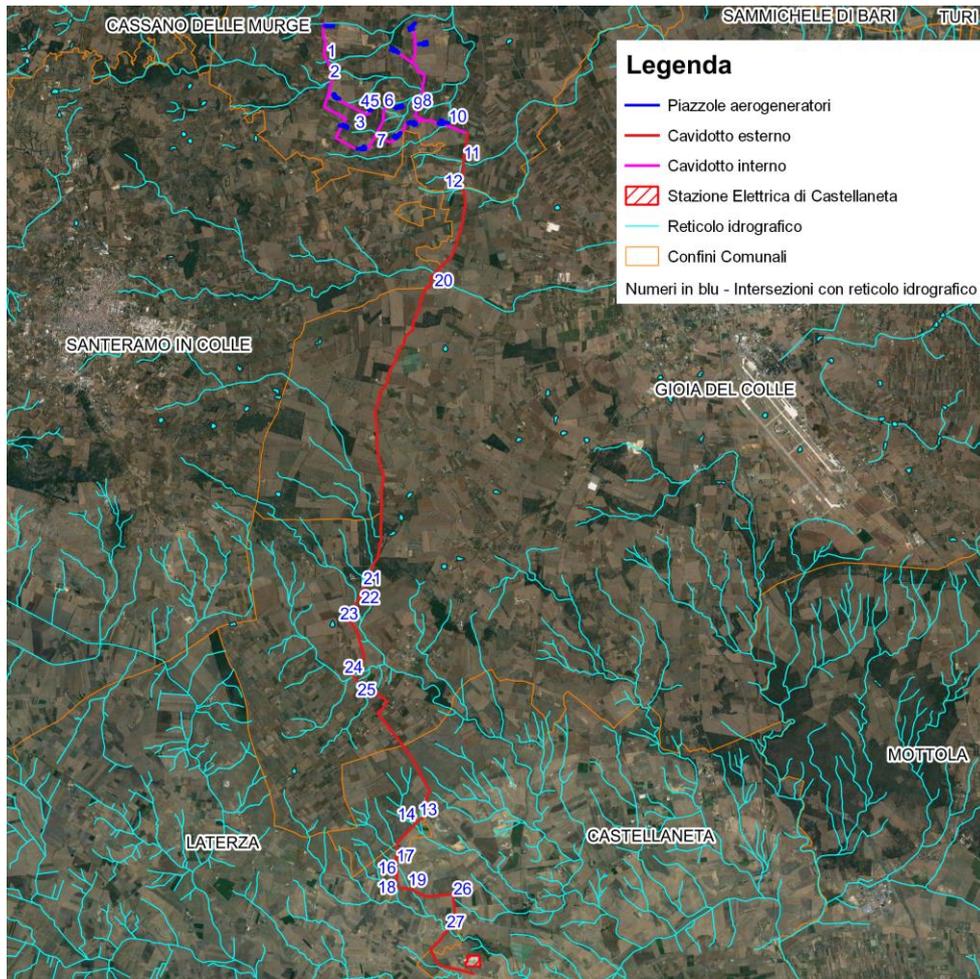


Figura 1. Inquadramento territoriale.

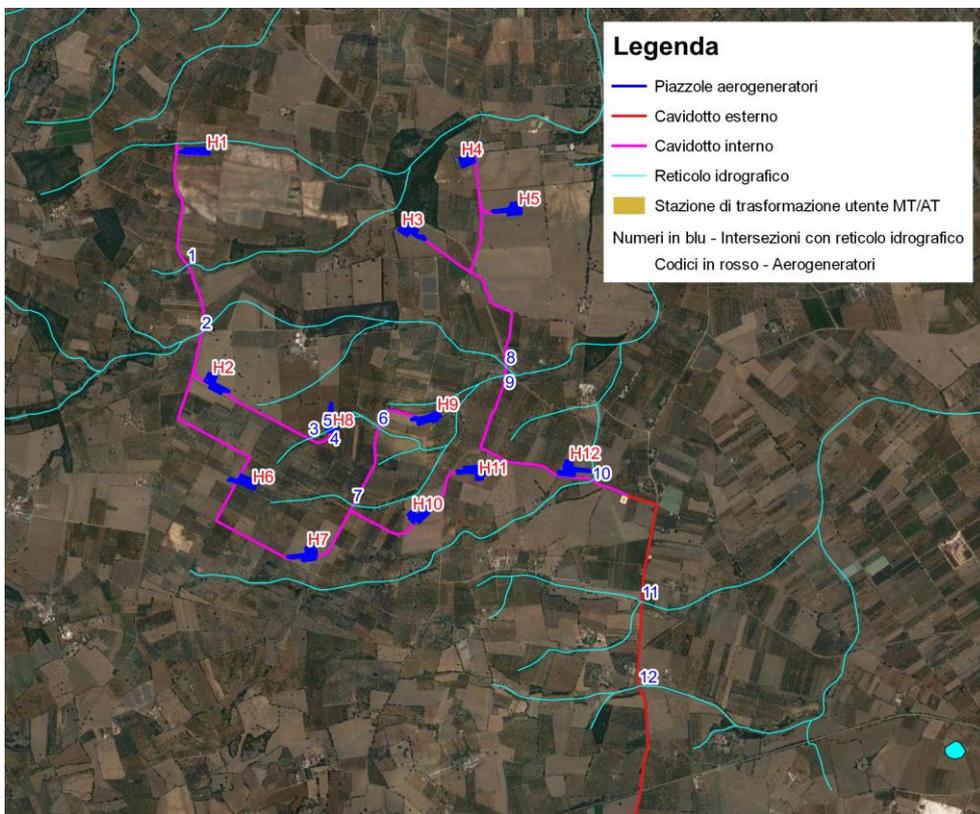


Figura 2. Inquadramento aerogeneratori.

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. Tale studio 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. 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.

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. 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 vicina stazione di misura di Casamassima, registrati nel periodo 1961-2013, per un totale di 44 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
1961	21.8	22.8	26.8	31.8	31.8
1962	34.0	38.8	38.8	43.4	72.2
1964	20.2	25.8	39.6	65.0	97.8
1965	17.8	29.2	38.0	56.8	85.6
1966	58.8	76.4	77.0	80.0	93.2
1967	30.8	36.8	36.8	36.8	39.2
1969	18.8	33.6	37.6	38.6	61.6
1970	18.2	34.4	35.4	55.0	68.6
1972	21.2	23.0	29.2	29.2	47.6
1973	46.0	89.0	91.0	95.4	105.2
1974	19.0	19.0	22.2	35.6	50.2
1975	24.0	37.6	40.6	43.4	48.2
1976	28.8	40.0	59.0	65.4	78.8
1977	29.2	29.2	29.2	30.6	49.0
1979	15.6	25.6	43.0	60.0	63.0
1980	18.6	19.2	19.4	34.6	45.0
1981	22.6	29.4	40.0	44.4	54.6
1982	23.6	27.4	32.0	57.0	84.0
1983	30.2	49.8	50.4	73.0	82.8
1984	24.2	27.0	27.4	30.2	46.6
1985	19.4	22.2	26.4	44.6	47.8
1986	18.4	29.8	40.0	58.2	86.0
1987	18.4	22.0	36.6	45.0	45.6
1988	16.8	16.8	16.8	16.8	20.8
1989	12.2	19.8	33.0	55.8	86.2
1990	30.4	31.0	39.4	41.2	45.2
1992	25.0	25.0	25.0	25.0	32.2
1993	32.0	39.0	40.0	55.4	59.8
1994	27.8	34.4	37.4	58.8	84.8

1997	21.8	44.4	62.4	63.6	67.6
1998	38.8	39.2	39.6	50.0	69.6
1999	11.0	15.2	26.0	42.2	51.8
2000	23.8	30.0	38.2	39.2	63.0
2001	21.8	31.6	34.8	54.0	61.0
2002	36.2	45.8	59.2	62.8	64.6
2003	18.2	50.6	76.6	78.4	81.6
2006	24.4	33.6	39.6	68.6	75.4
2007	35.0	65.6	66.0	66.8	83.4
2008	31.2	32.0	32.2	37.0	39.4
2009	13.4	21.4	34.2	45.4	48.6
2010	30.6	40.0	50.6	51.0	52.6
2011	31.0	40.4	43.0	43.0	52.6
2012	8.2	16.6	21.8	31.8	40.4
2013	11.4	26.6	38.6	59.2	83.6

Si riportano ora i dati statistici ottenuti della 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 "EV1")

N =	40	t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
$\mu(h_t)$		24.56	33.80	40.25	50.00	62.47
$\sigma(h_t)$		9.56	14.92	15.65	16.19	19.76
$\alpha_t = 1,283/ \sigma(h_t)$		0.1341	0.0860	0.0819	0.0792	0.0649
$u_t = \mu(h_t) - 0.45 \sigma(h_t)$		20.2546	27.0780	33.1979	42.7112	53.5739

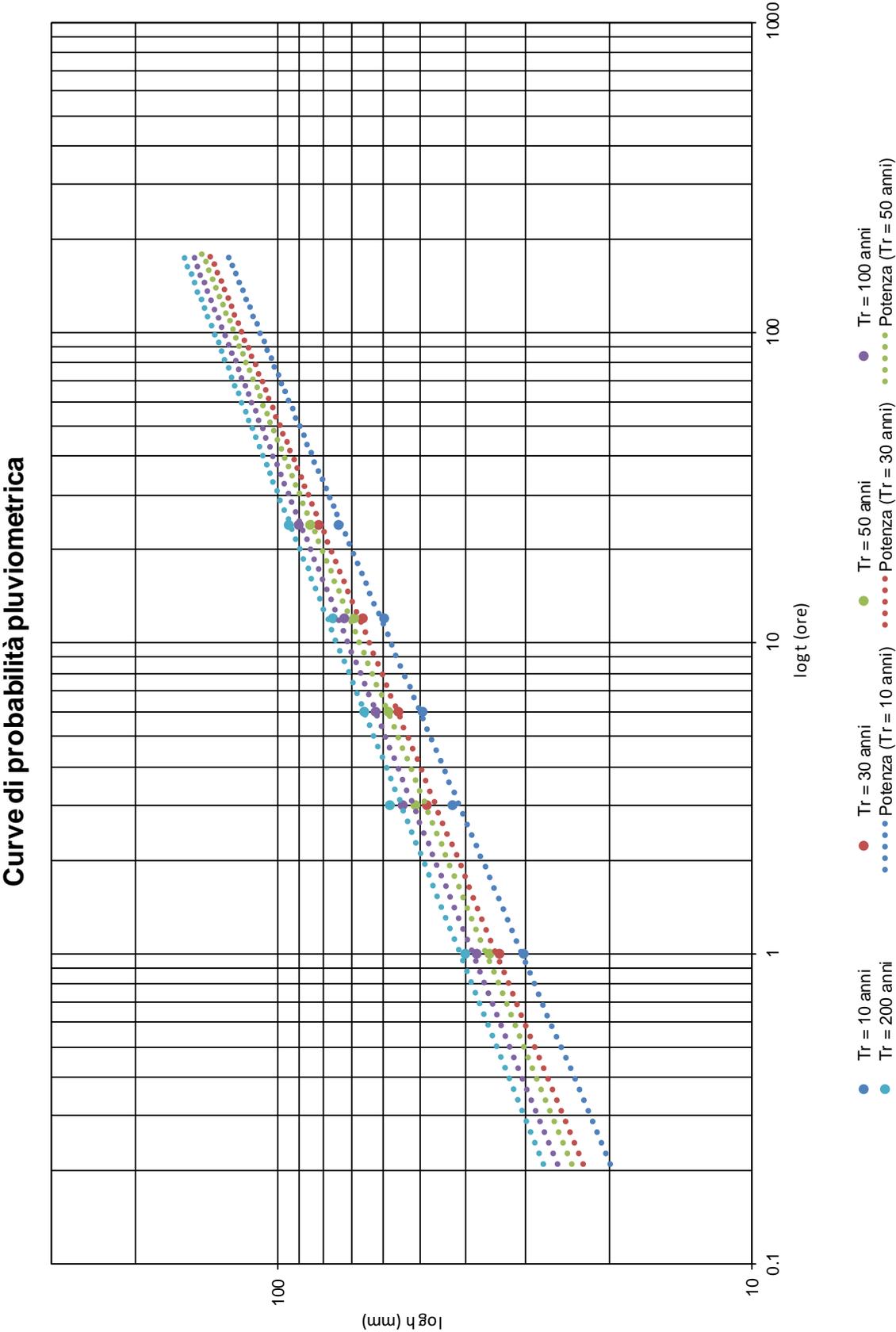
Tabella 2 - Altezze massime di pioggia regolarizzate (mm)

Tr		t = 1 ora	t = 3 ore	t = 6 ore	t = 12 ore	t = 24 ore
10 anni	$h_{max} =$	30.2408	42.6621	49.5479	59.6209	74.2081
30 anni	$h_{max} =$	33.9121	48.3913	55.5587	65.8374	81.7940
50 anni	$h_{max} =$	35.5881	51.0068	58.3026	68.6753	85.2569
100 anni	$h_{max} =$	37.8486	54.5345	62.0037	72.5032	89.9279
200 anni	$h_{max} =$	40.1010	58.0494	65.6913	76.3170	94.5817

Tabella 3 – Legge di pioggia

Tr	LEGGE DI PIOGGIA $h = a \times t^n$
10 anni	$h = 30.57 \times t^{0.2759}$
30 anni	$h = 34.565 \times t^{0.2686}$
50 anni	$h = 36.389 \times t^{0.2658}$
100 anni	$h = 38.851 \times t^{0.2623}$
200 anni	$h = 41.304 \times t^{0.2592}$

Curve di probabilità pluviometrica:



Per il calcolo delle portate al colmo di piena con tempo di ritorno 200 anni si procede dapprima al calcolo dell'altezza di pioggia in funzione del tempo di ritorno h_T , considerando come durata di pioggia il tempo di corrivazione dei bacini idrografici di seguito descritti. Il calcolo della portata al colmo di piena avviene secondo la Formula Razionale:

$$m(Q_{200}) = (C \cdot K_a \cdot h_{200} \cdot A) / (3.6 \cdot t_c)$$

dove:

- $m(Q_{200})$ = portata con tempo di ritorno 200 anni (m^3/s)
- C^* = coefficiente di deflusso = 0.4 per terreni coltivati e mediamente permeabili
- K_a = coefficiente di riduzione areale = 1
- h_{200} = altezza massima di pioggia con $t_r = 200$ anni = $41.304 \times t_c^{0.2592}$
- A = area del bacino (km^2)
- t_c = il tempo di corrivazione del bacino (ore).

Per la stima del tempo di corrivazione si sono utilizzate le seguenti relazioni:

1. Giandotti (utilizzata maggiormente per bacini di grandi dimensioni):

$$t_c = [(4 \cdot A^{0.5}) + (1.5 \cdot L)] / [0.8 \cdot (H_m - h_0)^{0.5}]$$

2. Pezzoli (utilizzata maggiormente per bacini di piccole dimensioni):

$$t_c = 0.055 \cdot (L / i_a^{0.5})$$

con

A = area del bacino (km^2)

L = lunghezza dell'asta principale (km)

H_m = altitudine media del Bacino (m)

h_0 = altitudine della sezione di chiusura del Bacino (m)

i_a = pendenza media dell'asta

Per la modellazione idraulica di ciascun bacino si è considerato il tempo di corrivazione che comporta la maggiore portata al colmo di piena con tempo di ritorno 200 anni.

Di seguito si riporta, in forma tabellare, il calcolo della portata avente tempo di ritorno 200 anni per ciascun bacino analizzato con un inquadramento degli stessi nelle figure successive. I bacini sono stati individuati sul Modello Digitale del Terreno (DTM) messo a disposizione dalla Regione Puglia ed avente celle di dimensioni 8 m x 8 m.

Tabella 4. Calcolo della portata avente tempo di ritorno 200 anni.

Bacino intersezione N.		10	11	12	15	19	20	27
	A (km ²)	3.241	1.911	2.074	1.674	2.848	37.411	11.097
	L (km)	3.225	2.118	2.082	1.796	3.072	8.93	6.107
	H _m (m)	375.3	378.8	380.8	363.7	359.3	424.7	356.7
	i _a	0.012	0.016	0.015	0.029	0.025	0.010	0.016
t _c (ore)	Giandotti	3.38	2.68	2.82	1.93	2.27	6.96	4.07
	Pezzoli	1.60	0.93	0.94	0.58	1.06	4.82	2.68
h ₂₀₀ (mm)	Giandotti	56.62	53.30	54.04	48.96	51.10	68.28	59.41
	Pezzoli	46.65	40.56	40.63	35.86	41.94	62.10	53.35
m(Q ₂₀₀) (m ³ /s)	Giandotti	6.04	4.23	4.41	4.73	7.11	40.81	18.02
	Pezzoli	10.51	9.24	9.98	11.50	12.52	53.52	24.50
max [m(Q₂₀₀) (m³/s)]		10.51	9.24	9.98	11.50	12.52	53.52	24.50

Bacino aerogeneratore		H1	H3	H4	H9	H10
	A (km ²)	0.850	1.896	4.086	0.223	1.496
	L (km)	1.740	1.957	3.827	0.591	1.810
	H _m (m)	386.5	371.6	373.7	363.9	378.0
	H _{max}	409.6	387.8	409.6	370.1	397.9
	H _{min}	363.3	355.4	337.8	357.7	358
	i _a	0.027	0.017	0.019	0.021	0.022
t _c (ore)	Giandotti	1.64	2.62	2.88	1.39	2.13
	Pezzoli	0.59	0.84	1.54	0.22	0.67
h ₂₀₀ (mm)	Giandotti	46.92	53.03	54.35	45.00	50.24
	Pezzoli	35.97	39.44	46.17	28.04	37.24
m(Q ₂₀₀) (m ³ /s)	Giandotti	2.71	4.26	8.55	0.80	3.92
	Pezzoli	5.79	9.93	13.64	3.09	9.23
max [m(Q₂₀₀) (m³/s)]		5.79	9.93	13.64	3.09	9.23

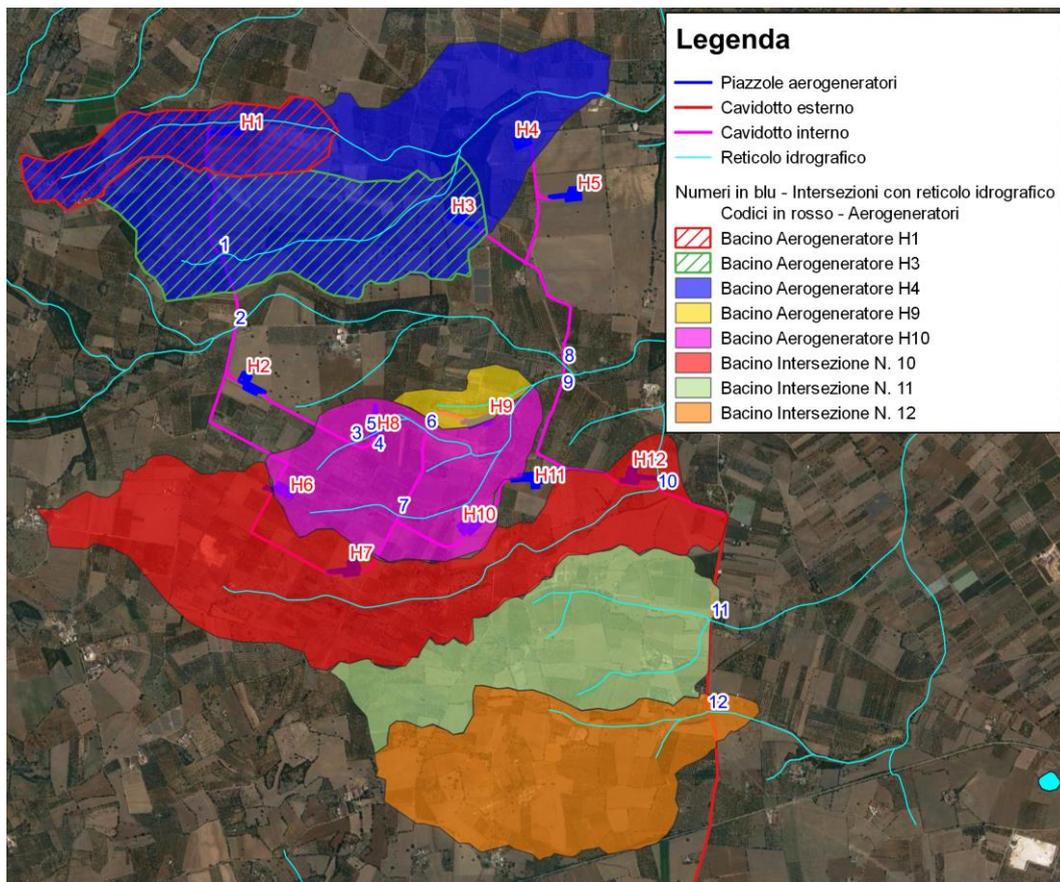


Figura 3. Bacino idrografico relativo agli aerogeneratori H1, H3, H4, H9 e H10 ed alle intersezioni N. 10, 11 e 12.

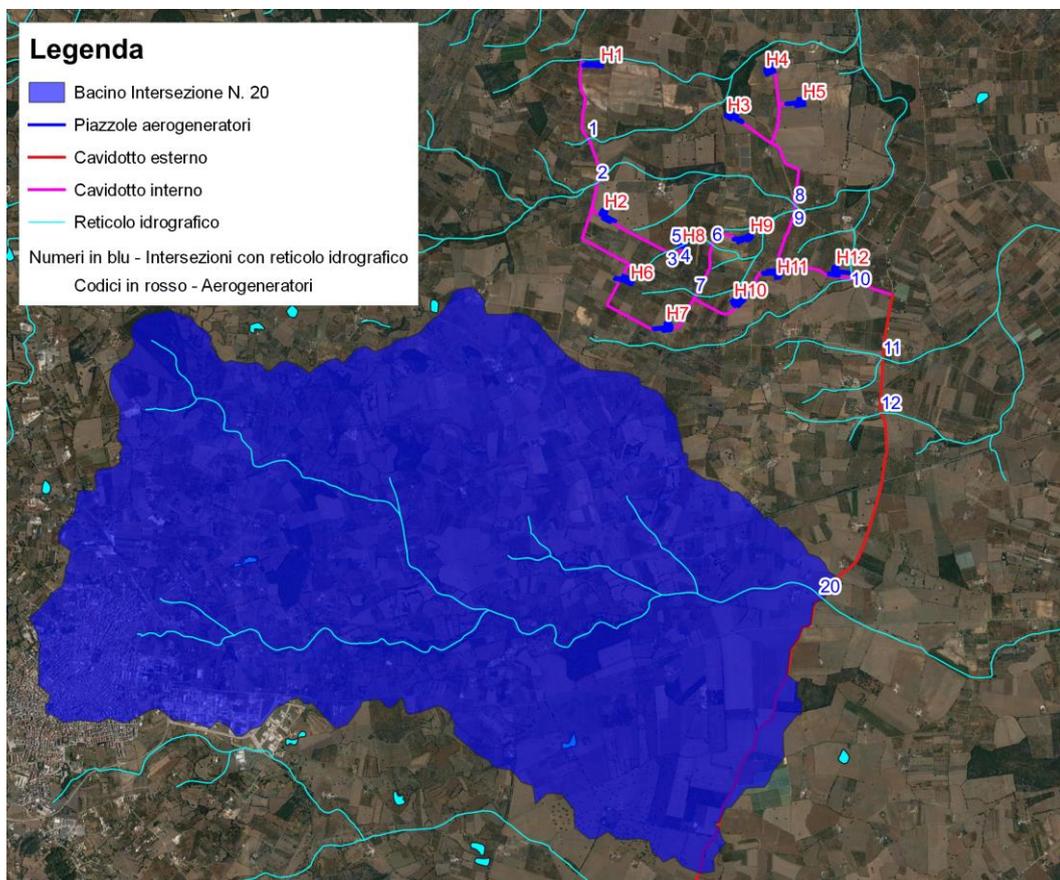


Figura 4. Bacino idrografico relativo alla intersezione N. 20.

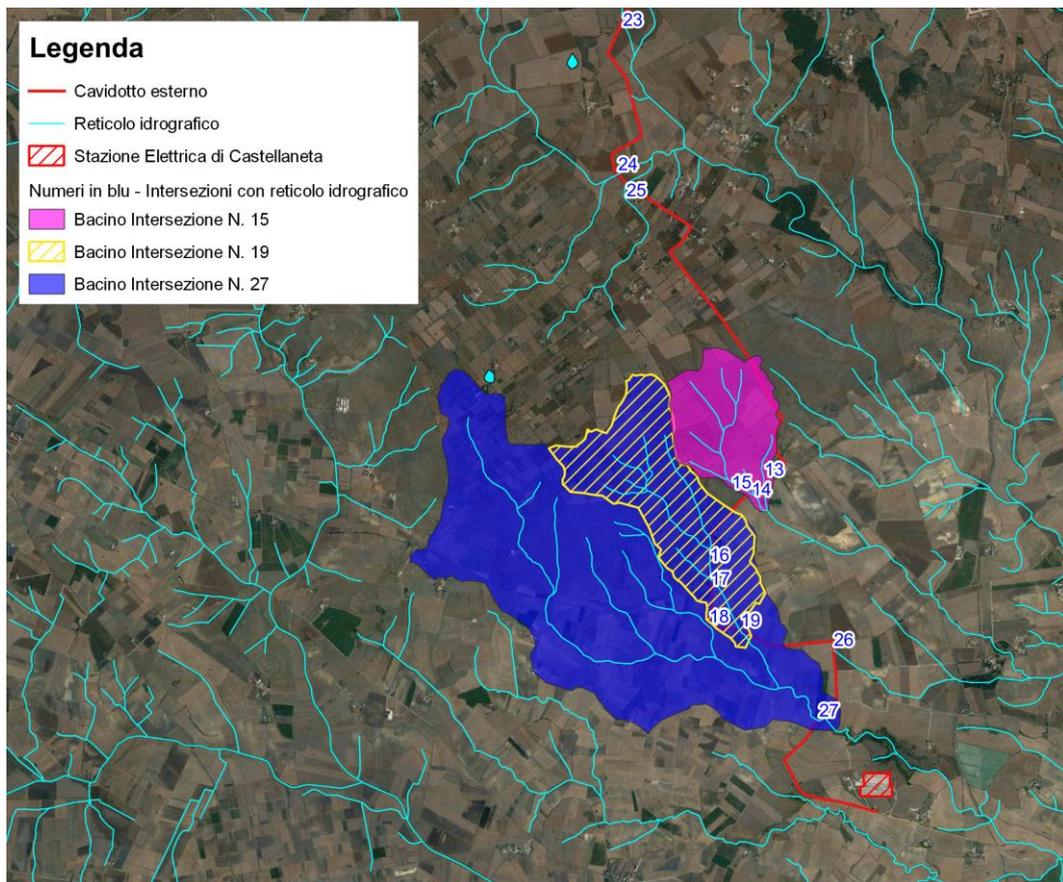


Figura 5. Bacino idrografico relativo alle intersezioni N. 15, 19 e 27.

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 e non 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 **I2** in allegato.

APPENDICE: COERENZA DEL PROGETTO CON I VINCOLI PREVISTI DAL PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE (P.T.A)

Sulla base dell'analisi della cartografia relativa ai vincoli del P.T.A., si rivelano le seguenti interferenze:

1. Aerogeneratori: H1, H2, H3, H4 e H5, con relativi cavidotti interni, con le zone di protezione speciale idrogeologica. In particolare, il P.T.A. ha individuato, sulla base di specifici studi sui caratteri del sistema territorio-acque sotterranee, alcuni comparti fisico-geografici da sottoporre a particolare tutela, in virtù della loro valenza idrogeologica. Coniugando le esigenze di tutela della risorsa idrica con le attività produttive e sulla base di una valutazione integrata tra le risultanze del bilancio idrogeologico, l'analisi dei caratteri del territorio e dello stato di antropizzazione, il P.T.A. ha definito una zonizzazione territoriale. In particolare gli aerogeneratori sopra indicati sono ubicati in corrispondenza della zona di protezione speciale idrogeologica di tipo B: aree a prevalente ricarica afferenti anch'esse a sistemi carsici evoluti (caratterizzati però da una minore frequenza di rinvenimento delle principali discontinuità e dei campi carsici, campi a doline con inghiottitoio) e interessate da un livello di antropizzazione modesto ascrivibile allo sviluppo delle attività agricole, produttive, nonché infrastrutturali. Sono aree ubicate geograficamente a sud e SSE dell'abitato di Bari, caratterizzate da condizioni qualitative dell'acquifero afferente sostanzialmente buone, e pertanto meritevoli di interventi di controllo e gestione corretta degli equilibri della risorsa.
2. Aerogeneratori: H3, H4, H5 e H12, con relativi cavidotti interni, un tratto di cavidotto esterno e la stazione di trasformazione utente MT/AT, con le aree di tutela per approvvigionamento idrico di emergenza. La Regione Puglia, in previsione di non escludibili condizioni di crisi-emergenza idrica, individua come strategica una porzione essenziale del territorio pertinente l'acquifero Murgiano sull'area contermina il tracciato del Canale Principale dell'Acquedotto Pugliese, fra Altamura

e Andria, al fine di riservare le risorse dell'acquifero sottostante a derivazioni di eventuali pozzi pronti a fornire il contributo di portata direttamente al Canale. È definita quindi un'area buffer di 500 m a destra e sinistra del tracciato del Canale Principale, come riportato nell'Allegato C6 del Piano di Tutela delle Acque, con l'obiettivo di poter riservare le risorse dell'acquifero sottostante a provvedimenti emergenziali di prelievo della risorsa idrica.

Considerato che nell'esercizio delle opere in progetto non sono previste operazioni di emungimento e/o prelievo ai fini irrigui e/o industriali, l'intervento risulta compatibile e coerente con le misure previste dal PTA.

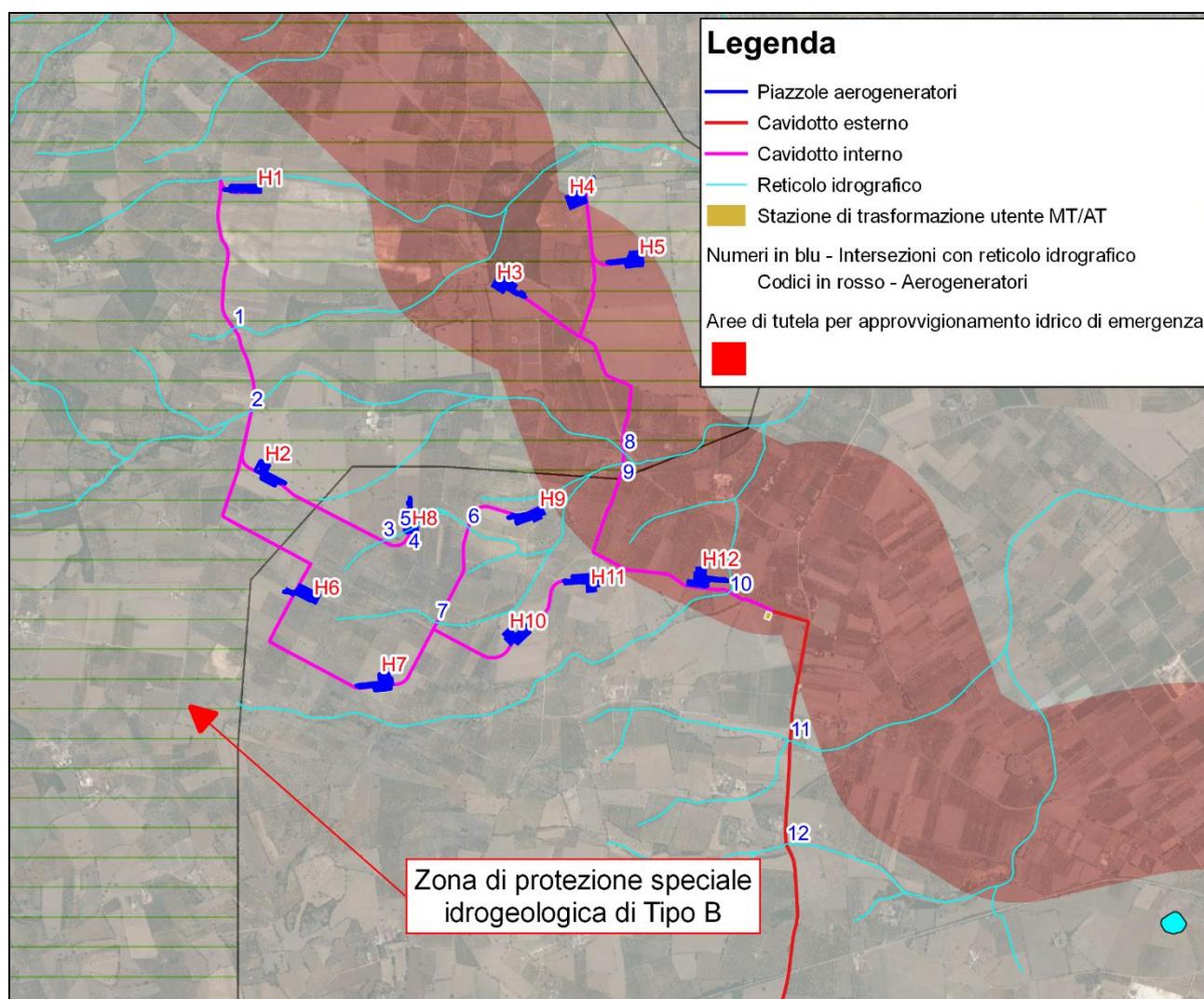


Figura 6. Inquadramento su P.T.A.