

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEI COMUNI DI GANGI (PA) E CALASCIBETTA (EN)



Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361 - fax (+39) 0805619384

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Fabio MASTROSERIO
ing. Martino LAPENNA
ing. Margherita DEBERNARDIS
ing. Miriam MATARRESE
pianif. terr. Antonio SANTANDREA
ing. Nunzia ZECCHILLO
ing. Mariano MARSEGLIA
ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI
ing. Dionisio STAFFIERI

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
V07	STUDIO EVOLUZIONE OMBRA (SHADOW FLICKERING)		22116	D	
			CODICE ELABORATO		
			DC22116D-V07		
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
			DC22116D-V07.doc		10 + copertina
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	30/10/22	Emissione	Matarrese	Miglionico	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. PREMESSA	2
1.1 Descrizione dell'intervento	2
2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE SOLARE	5
3. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLE OMBRE GENERATE	5



1. PREMESSA

La presente relazione descrive le opere relative al progetto per la realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica proposto dalla società **Sorgenia Maestrale S.r.l.**

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 13 aerogeneratori, del tipo Siemens-Gamesa con rotore pari a 170 m e altezza al tip di 210 m, ciascuno di potenza nominale pari a 4,52 MW, per una potenza complessiva di 58,76 MW, da realizzarsi nei comuni di Gangi (PA) e Calascibetta (EN), in cui insistono gli aerogeneratori e le relative opere di connessione che attraversano anche i territori di Enna e Villarosa (EN), per il collegamento alla futura Stazione Elettrica Terna di Villarosa, mediante rete elettrica interrata a 36 kV.

1.1 Descrizione dell'intervento

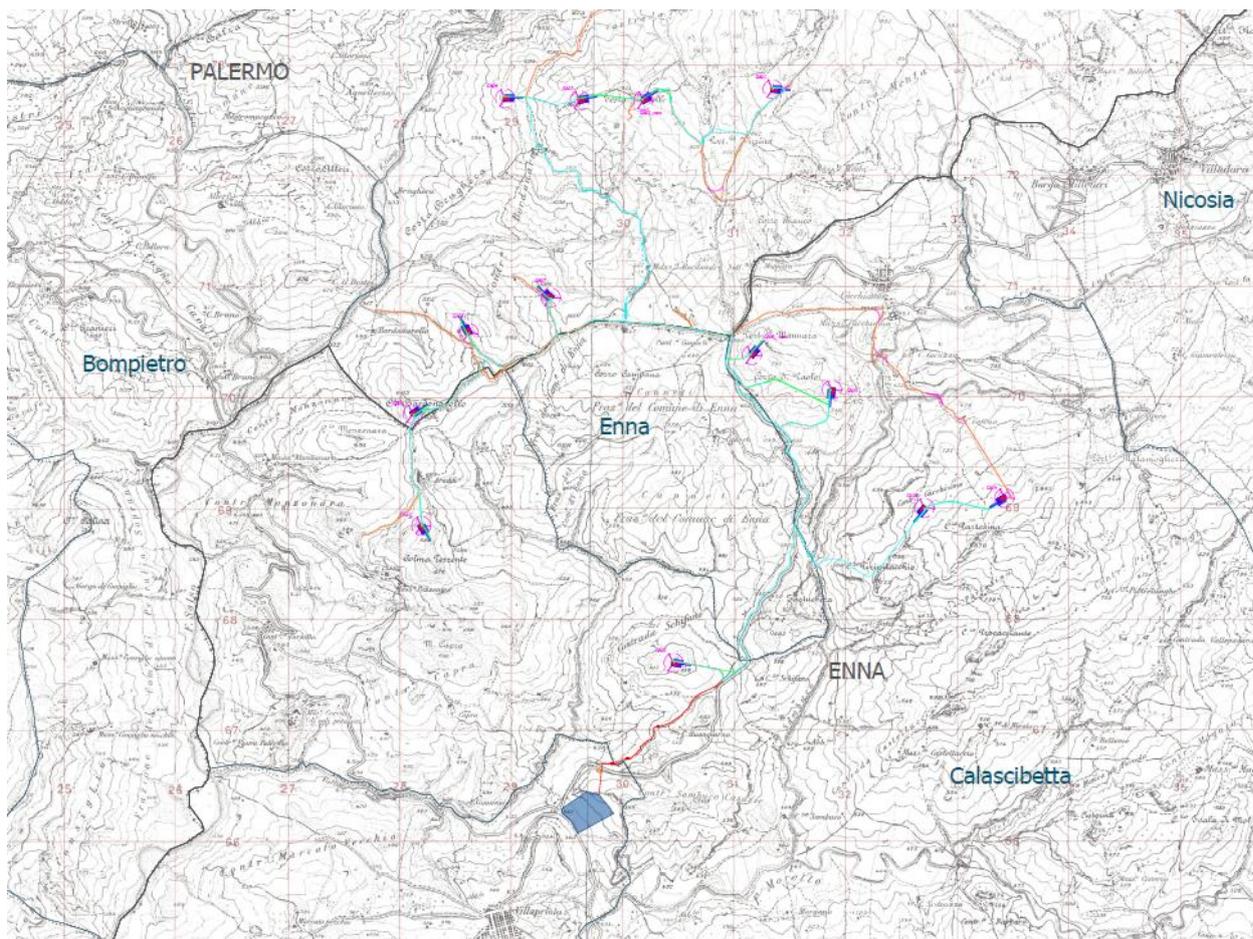
Il parco eolico di progetto sarà ubicato a ridosso del confine comunale tra Gangi (PA) e Calascibetta (EN), rispettivamente a distanza di 10,5 km e 6 km dai centri urbani. I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie vasta, anche se la quantità di suolo effettivamente occupato è significativamente inferiore e limitato alle aree di piazzole dove verranno installati gli aerogeneratori, come visibile sugli elaborati planimetrici allegati al progetto. L'area di progetto, intesa come quella occupata dai 13 aerogeneratori di progetto con annesse piazzole, dai cavidotti AT interni e dal cavidotto AT esterno, interessa i territori comunali di Gangi (PA), Calascibetta (EN), Enna e Villarosa (EN).

Dal punto di vista cartografico, le opere di progetto ricadono nelle seguenti tavolette e fogli di mappa catastale:

- Foglio I.G.M. scala 1:25.000 – Tavolette n° 622 "Gangi" e n° 623 "Nicosia"
- CTR scala 1:10.000 – Tavolette nn. 622070, 622110, 622120, 622150
- F.M. 73, 74, 78, 79 80 del comune di Gangi
- F.M. 281, 282, 283, 284, 285, 286 del comune di Enna
- F.M. 1, 5, 7, 10, 18, 19, 20 del comune di Calascibetta
- F.M. 4 del comune di Villarosa

Di seguito, si riporta la tabella riepilogativa in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate e le particelle catastali dei Comuni di Gangi (PA) e Calascibetta (EN).

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 WGS 84		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	EST (X)	NORD (Y)	Comune	foglio	p.lla
GA01	37°41'52.11"	14°13'14.10"	431289	4172573	Gangi	74	120
GA02	37°41'48.55"	14°12'26.85"	430131	4172473	Gangi	79	7
GA03	37°41'48.43"	14°12'3.62"	429562	4172474	Gangi	79	101
GA04	37°41'48.79"	14°11'36.26"	428892	4172491	Gangi	80	4
CA05	37°40'24.39"	14°13'36.70"	431820	4169865	Calascibetta	1	124
CA06	37°40'34.33"	14°13'7.37"	431104	4170177	Calascibetta	1	320
GA07	37°40'50.61"	14°11'53.62"	429302	4170694	Gangi	79	140
GA08	37°40'40.05"	14°11'23.73"	428567	4170375	Gangi	80	69
GA09	37°40'16.22"	14°11'3.54"	428066	4169645	Gangi	80	57
CA10	37°39'43.51"	14°11'7.00"	428142	4168636	Calascibetta	10	113
CA12	37°39'4.03"	14°12'39.66"	430402	4167400	Calascibetta	18	10
CA13	37°39'49.93"	14°14'10.89"	432649	4168796	Calascibetta	5	32
CA14	37°39'53.11"	14°14'40.13"	433366	4168888	Calascibetta	5	54



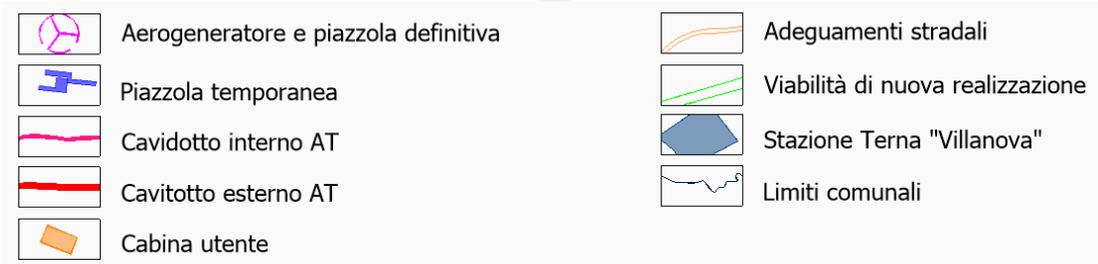


Figura 1: Ubicazione dell'area di impianto specifica degli aerogeneratori su IGM

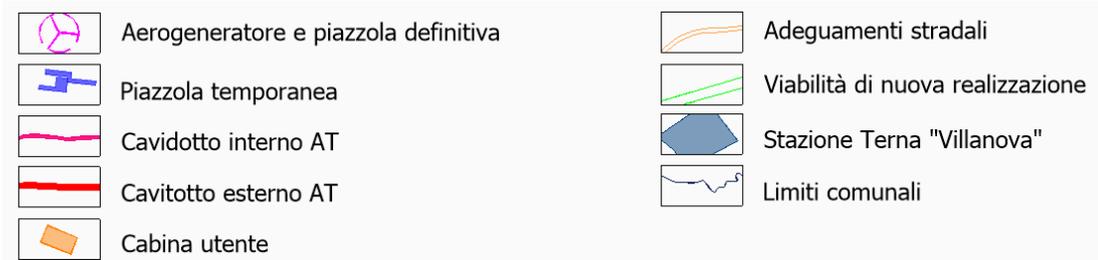


Figura 2: Ubicazione dell'area di impianto su ortofoto

2. ANALISI DELL'ESPOSIZIONE SOLARE

La posizione occupata nel cielo dal sole è compiutamente individuata mediante la misura di due coordinate angolari, azimut ed elevazione (altezza). L'azimut viene misurato, in senso orario, sul piano orizzontale, a partire del nord geografico fino al punto sull'orizzonte direttamente sotto all'oggetto; l'elevazione, invece, viene misurata sul piano verticale, partendo da tale punto sino ad arrivare in corrispondenza dell'oggetto. A causa del moto della Terra intorno al sole, tali coordinate variano senza soluzione di continuità e la traiettoria descritta nel cielo dal sole è assimilabile ad un arco; ogni giorno si caratterizza per un proprio arco, il quale si discosta, se pur di poco, da quello del giorno immediatamente precedente e successivo. Ad ogni modo, si può affermare che un certo arco si ripete quasi esattamente ogni anno.

Dicesi giorno l'intervallo di tempo nel quale giunge al suolo luce solare diretta per cui, la sua durata è pari al tempo che intercorre tra alba e tramonto.

La durata del giorno non coincide con la durata della luce naturale dato che sia prima dell'alba che dopo il tramonto sono rilevabili due periodi, chiamati entrambi crepuscolo (rispettivamente crepuscolo mattutino e crepuscolo serale o serotino), durante i quali giunge a terra una luce diffusa naturale fornita dai livelli più esterni dell'atmosfera i quali, trovandosi a quote più elevate, ricevono infatti luce solare diretta per un tempo più lungo riflettendola in parte verso la terra. Per quanto detto, la durata dell'illuminazione solare è pari alla somma della durata del giorno e della durata del crepuscolo mattutino e serale. Se non si verificasse il fenomeno descritto, il passaggio dal giorno alla notte e viceversa avverrebbe in maniera repentina.

3. VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLE OMBRE GENERATE

Le turbine eoliche, come altre strutture spiccatamente sviluppate in altezza, proiettano ombra sulle aree adiacenti in presenza della luce solare diretta. In particolare, si hanno fenomeni quasi statici legati alla presenza della torre fissa ed effetti dinamici legati alla rotazione del rotore con le sue tre pale.

Il fenomeno è legato alla presenza di un osservatore posto in modo da vedere interposto il rotore tra sé e il sole. Si precisa che i fenomeni di ombreggiamento descritti attualmente non sono regolati da una specifica normativa.

Ai fini della presente trattazione è stato preso in considerazione un modello tipologico di aerogeneratore avente un'altezza massima pari a **210 m** (altezza mozzo + lunghezza della pala), dato che l'aerogeneratore di progetto non avrà un'altezza massima superiore a tale valore.

È stato stimato l'effetto "flicker" prodotto dall'impianto eolico; trattasi di un fenomeno per cui si genera un'intermittenza dell'ombra (una sorta di effetto stroboscopico) a seguito del movimento del rotore dell'aerogeneratore quando è in esercizio (in particolare quando il piano del rotore

risulta perpendicolare alla congiungente tra l'osservatore e il sole), e che potrebbe risultare spiacevole per un osservatore.

Per tale analisi è stato impiegato il software WindPRO.

Nel calcolo sono state assunte le seguenti ipotesi ampiamente conservative (caso peggiore – worst case):

- Sole splendente tutto il giorno e per tutto l'anno;
- Impianto costantemente in funzione (presenza costante di vento);
- Piano del rotore sempre ortogonale alla congiungente tra l'osservatore e il sole;
- Altezza minima del sole sull'orizzonte pari a 3°;
- Effetto dell'ombra proiettata fino a una distanza di 1000 m dalle torri;
- Totale assenza di ostacoli o schermi vegetazionali presenti negli spazi circostanti i possibili recettori.

Il report di calcolo restituisce un grafico finale che riporta in pianta il numero massimo di ore/anno in cui ad altezza dell'occhio umano si verifica l'effetto flicker descritto. Tale numero è rappresentato graficamente sul territorio con aree di diverse sfumature di colore in base al numero di ore/anno di possibile effetto flicker.

Di seguito, viene allegato il calcolo dell'evoluzione dell'ombra per i fabbricati destinati a "civile abitazione" o "edifici pubblici" maggiormente coinvolti dall'effetto flicker, presenti nel raggio di 1000 m.

Dai tabulati è possibile verificare che, nonostante siano assunte le condizioni peggiorative assolute, cioè:

- sole sempre presente, ovvero soleggiamento massimo in tutti i giorni dell'anno;
- pale eoliche sempre in rotazione;
- orientamento delle finestre sempre in direzione delle turbine ("modalità serra");
- dimensione tipica finestra 2.0x2.0 m, in tutte le esposizioni, altezza della finestra da terra 1.0m;
- altezza occhio umano 1.6 m.

L'effetto ombra è modesto per gli immobili presenti nell'area di progetto, infatti:

- **la massima durata dell'ombra all'anno è di circa 170 ore/anno con un ombreggiamento giornaliero massimo di 1,07 ore/giorno;**
- **sempre dai tabulati risulta che l'ombreggiamento sui recettori è in media inferiore ad 1 ora/giorno.**

Si precisa che non c'è una normativa che indichi un limite di ore/giorno di ombra, ma ci sono riferimenti da best practice che indicano un benchmark di ore massimo al giorno.



Risultati dei calcoli

Recettore d'ombra

Ombra, caso peggiore

n.	Ore d'ombra per anno [ore/anno]	Giorni con ombra per anno [giorni/anno]	Massima durata dell'ombra per giorno [ore/giorno]
12	0:00	0	0:00
13	0:00	0	0:00
15	0:00	0	0:00
18	55:47	113	0:48
19	69:20	124	0:54
20	65:11	121	0:51
22	0:00	0	0:00
23	7:06	27	0:20
24	10:41	34	0:24
25	5:20	23	0:17
26	0:00	0	0:00
46	170:43	186	1:07
48	143:05	179	1:03
51	0:00	0	0:00
52	0:00	0	0:00
53	0:00	0	0:00
54	0:00	0	0:00
55	0:00	0	0:00
56	0:00	0	0:00
62	16:18	72	0:20
63	14:25	67	0:19
64	18:37	62	0:23
65	19:13	64	0:23
66	20:59	68	0:24
72	0:00	0	0:00
83	71:37	124	0:54
84	62:11	111	0:55
105	34:33	85	0:35
108	146:22	173	1:24
114	31:02	92	0:29
119	0:00	0	0:00
120	0:00	0	0:00
132	32:00	62	0:40
133	29:42	57	0:40
134	32:51	60	0:43
135	31:19	58	0:42
136	52:03	81	0:50
138	46:14	73	0:49
139	44:28	71	0:49
140	40:24	68	0:47
142	15:54	41	0:30
144	16:54	43	0:31
145	15:46	42	0:30
146	17:22	45	0:30
147	15:50	41	0:29
148	17:50	46	0:30
149	22:48	49	0:36
150	21:35	49	0:35
151	20:29	48	0:34
152	19:35	46	0:33
153	18:38	45	0:32
159	17:54	53	0:31
160	16:08	42	0:31
163	20:42	61	0:30
164	15:29	40	0:30
165	14:53	39	0:30
166	19:00	58	0:30

Si riporta la carta dello shadow flickering con indicazione del recettore più esposto (riquadro in rosso); per maggior dettagli si rimanda ai tabulati di calcolo allegati.

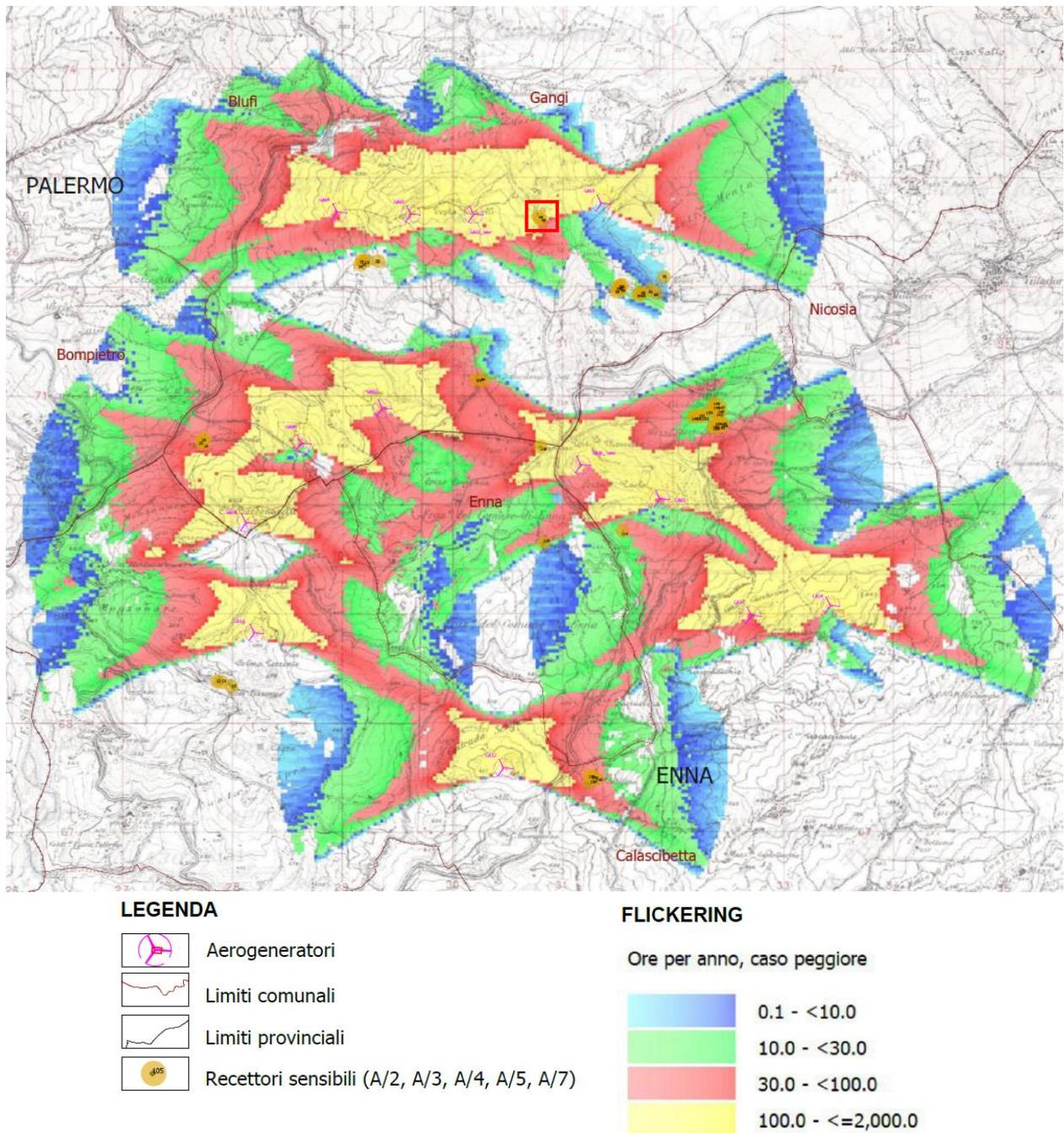


Figura 3: Carta dell'evoluzione dell'ombra giornaliera – Shadow Flicker

Il recettore più esposto corrisponde al fabbricato n. 46, ubicato in Gangi catastalmente individuato al foglio di mappa n. 74, particella 795; coord. UTM WGS84-33N: 430721; 4172454.

Tale fabbricato classificato come categoria *A04 - Abitazioni popolari* dista oltre 500 m a ovest dell'aerogeneratore più vicino WTG01.

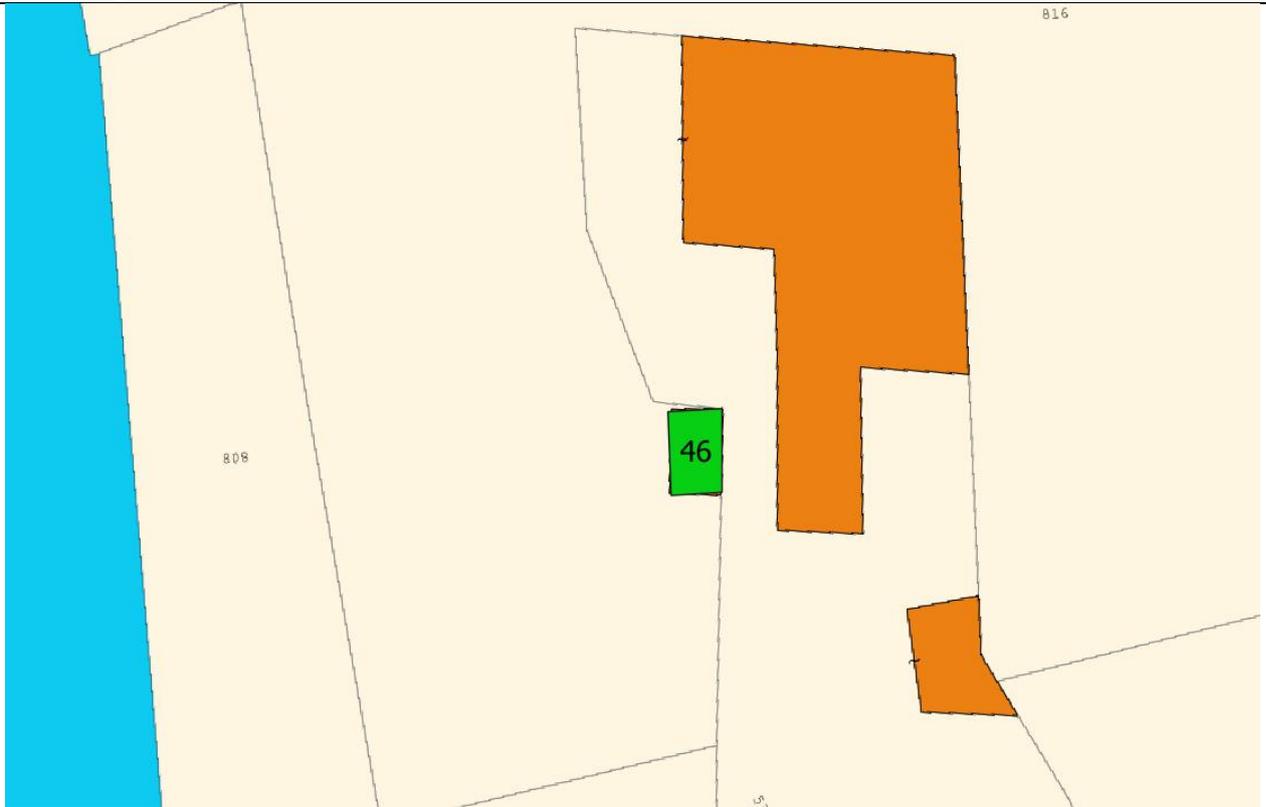
Per tale recettore sono state calcolate 1,07 ore/giorno di ombreggiamento.

SCHEDA FABBRICATO n. 46
Gangi (PA)

Coordinate: (UTM WGS84-33N)
430721; 4172454



Fonte: Google Earth



BREVE DESCRIZIONE:

- Fg. 74, p.lla 795, categoria **A/4**: abitazione di tipo popolare

DISTANZA MINIMA DALL'IMPIANTO: **oltre 500 m dall'aerogeneratore più vicino WTG1**

Al fabbricato si accede per mezzo di una strada connessa alla strada Contrada Menta, da cui è

possibile avere una panoramica della zona in cui sorge il fabbricato in questione. L'edificio presenta filari di alberature lungo il perimetro est e ovest, il prospetto est affaccia verso l'aerogeneratore più vicino WTG01. Si trova inoltre a quota inferiore rispetto all'aerogeneratore WTG01, a valle di un pendio, tra la WTG01 e l'edificio vi è infatti una viabilità esistente (Contrada Menta) con sezione a mezza costa.

Questa condizione rappresenta per il fabbricato una schermatura naturale all'effetto shadow flickering valutato in precedenza, proprio perché la vegetazione alta e la strada a quota superiore attenuano (se non annullano) l'impatto dell'ombra.

Inoltre, si precisa che l'analisi teorica dello shadow flickering non ha tenuto conto del territorio nella zona vasta molto frastagliato, la naturale morfologia ondulatoria e la vegetazione sparsa attenuano ulteriormente gli effetti ombra nell'intorno degli aerogeneratori.



Figura 4: Vista della posizione del fabbricato n. 46 – Vista da sud

Per quanto concerne l'effetto "flickering", quindi, valutando i risultati ottenuti in relazione al contesto antropico locale, si può affermare che il fenomeno non ha impatti negativi sul territorio, dove i fabbricati adibiti a civile abitazione sono in numero limitato (n. 57 fabbricati) e a distanze sempre superiori a 440 metri dagli aerogeneratori di progetto, distanze oltre le quali il fenomeno di ombreggiamento si può considerare praticamente modesto o nullo.