

**PROGETTO DEFINITIVO
PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO
RICADENTE NEL COMUNE DI FERRANDINA (MT)
IN LOCALITA' SERRA S. PIETRO ED
OPERE DI CONNESSIONE NEL COMUNE DI GARAGUSO (MT)**



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

Collaborazioni

ing. Milena Miglionico
ing. Antonio Crisafulli
ing. Tommaso Mancini
ing. Giovanna Scuderi
ing. Dionisio Staffieri
ing. Giuseppe Federico Zingarelli

Responsabile Commessa

ing. Danilo Pomponio

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA		
V07		STUDIO EOVLUZIONE OMBRA (SHADOW FLICKERING)	21062	D		
			CODICE ELABORATO			
			DC21062D-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		
			DC21062D-V07.doc	65 + copertina		
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato	
00	23/07/21	Emissione	La Riccia/ Scuderi	Miglionico	Pomponio	
01						
02						
03						
04						
05						
06						

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	ANALISI DELL'ESPOSIZIONE SOLARE ANNUALE.....	3
3	VALUTAZIONE PREVENTIVA DELLE OMBRE GENERATE	4
4	CONCLUSIONE	8
	TABULATI DI CALCOLO	9

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica specialistica descrive l'evoluzione giornaliera delle ombre generate dalle pale eoliche facenti parte del progetto dell'impianto eolico per la produzione di energia elettrica proposto dalla società **SORGENIA RENEWABLES s.r.l.**, Via A. Algardi n. 4, 20148 Milano (MI).

La proposta progettuale è finalizzata alla realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, costituito da 11 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 4,8 MW per una potenza complessiva di 52,8 MW, da realizzarsi nella Provincia di Matera, nel territorio comunale di Ferrandina, in cui ricadono gli aerogeneratori e parte dell'elettrodotto esterno, la restante parte dell'elettrodotto esterno attraversa i territori comunali di San Mauro Forte, di Salandra e di Garaguso, in quest'ultimo comune ricadono anche le opere di connessione alla RTN.

Il parco eolico di progetto sarà ubicato in località Serra di S. Pietro nell'area a sud-ovest dell'abitato di Ferrandina ad una distanza dal centro abitato di oltre 5 km.

I terreni sui quali si installerà il parco eolico, interessa una superficie di circa 1.000 ettari, 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 sia come quella occupata dagli 11 aerogeneratori di progetto, con annesso piazzole e relativi cavidotti di interconnessione interna, e parte del cavidotto esterno, interessa il territorio comunale di Ferrandina censito al NCT ai fogli di mappa nn. 65, 66, 73, 74, 75, 76, 77, 83, 84, 86, 87 parte del cavidotto esterno ricade nel territorio del comune di San Mauro Forte, censito al NCT ai fogli di mappa nn. 4, 7, 24, 25, 29 e 30 e di Salandra, censito al NCT ai fogli di mappa nn. 38, 39, 44, 45, 50 e 51 la restante parte del cavidotto esterno e la sottostazione di consegna ricadono nel territorio comunale di Garaguso censito al NCT ai fogli di mappa n. 43 e 47.

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa, in cui sono indicate per ciascun aerogeneratore le relative coordinate e le particelle catastali, con riferimento al catasto dei terreni del Comune di Ferrandina.

Tabella dati geografici e catastali degli Aerogeneratori:

WTG	COORDINATE GEOGRAFICHE WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE UTM33 /WGS84		COORDINATE PLANIMETRICHE GAUSS BOAGA		DATI CATASTALI		
	LATITUDINE	LONGITUDINE	NORD (Y)	EST (X)	NORD (Y)	EST (X)	Comune	foglio n.	part. n.
01	40° 25' 29.9291"	16° 22' 48.3521"	4475842,53	617073,48	4475847,24	2637080,78	Ferrandina	83	57
02	40° 25' 49.8848"	16° 23' 6.4577"	4476464,00	617490,00	4476468.70	2637497.79	Ferrandina	83	52
03	40° 26' 14.0122	16° 22' 55.7475	4477204,82	617226,52	4477208.70	2637233.80	Ferrandina	75	48
04	40°27'28.4500"	16°22'44.4100"	4478453,93	616738,27	4478458.56	2639745.90	Ferrandina	75	137
05	40° 27' 2.4176"	16° 22' 7.9184"	4478679,19	616076,06	4478683.70	2636083.83	Ferrandina	75	152
06	40° 27' 28.4500"	16° 22' 44.4100"	4479495,00	616923,00	4479499.50	2636930.76	Ferrandina	73	196
07	40° 26' 41.4819"	16° 23' 49.6689"	4478071,61	618483,90	4478075.68	2638490.81	Ferrandina	74	42
08	40° 26' 20.8835"	16° 24' 22.1377"	4477448,00	619258,00	4477452.68	2639265.80	Ferrandina	76	214
09	40° 25' 50.8355"	16° 25' 11.2517"	4476540,00	620430,00	4476544.67	2640437.78	Ferrandina	86	33
10	40° 26' 11.2849"	16° 26' 2.3599"	4477190,33	621624,61	4477194.66	2641631.78	Ferrandina	87	14
11	40° 26' 34.6058"	16° 26' 7.3550"	4477911,23	621730,43	4477915.65	2641737.79	Ferrandina	77	57

2 ANALISI DELL'ESPOSIZIONE SOLARE ANNUALE

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 dal 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 un'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 primo fenomeno potrebbe avere come conseguenza l'incremento della probabilità di formazione di ghiaccio sulle strade asfaltate soggette a rilevante traffico (se presenti) in particolare nelle prime ed ultime ore del giorno.

Il secondo 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 (altezza al mozzo + lunghezza della pala) pari a 200 m dato che l'apparecchio effettivamente installato 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 una intermittenza dell'ombra (una sorta di effetto stroboscopico) a seguito del movimento del rotore dell'aerogeneratore quando 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 eseguire 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 2000 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'ombra per i fabbricati "civile abitazione", maggiormente coinvolti dall'effetto flicker, presenti nel raggio di 1 km.

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

- cioè sole sempre presente, 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 1,5x1,5 m, in tutte le esposizioni, altezza della finestra da terra 1 m
- altezza occhio umano 1,5 m

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

- **la massima durata dell'ombra all'anno è di 198:08 ore/anno con un ombreggiamento giornaliero massimo di 1:20 ore/giorno;**
- **sempre dai tabulati risulta che la media di ombreggiamento sui ricettori è inferiore ad 1 ora/giorno.**

I risultati ottenuti sono riportati nella tavola seguente:

Calcolo: SHADOW FLIKER FERRANDINA

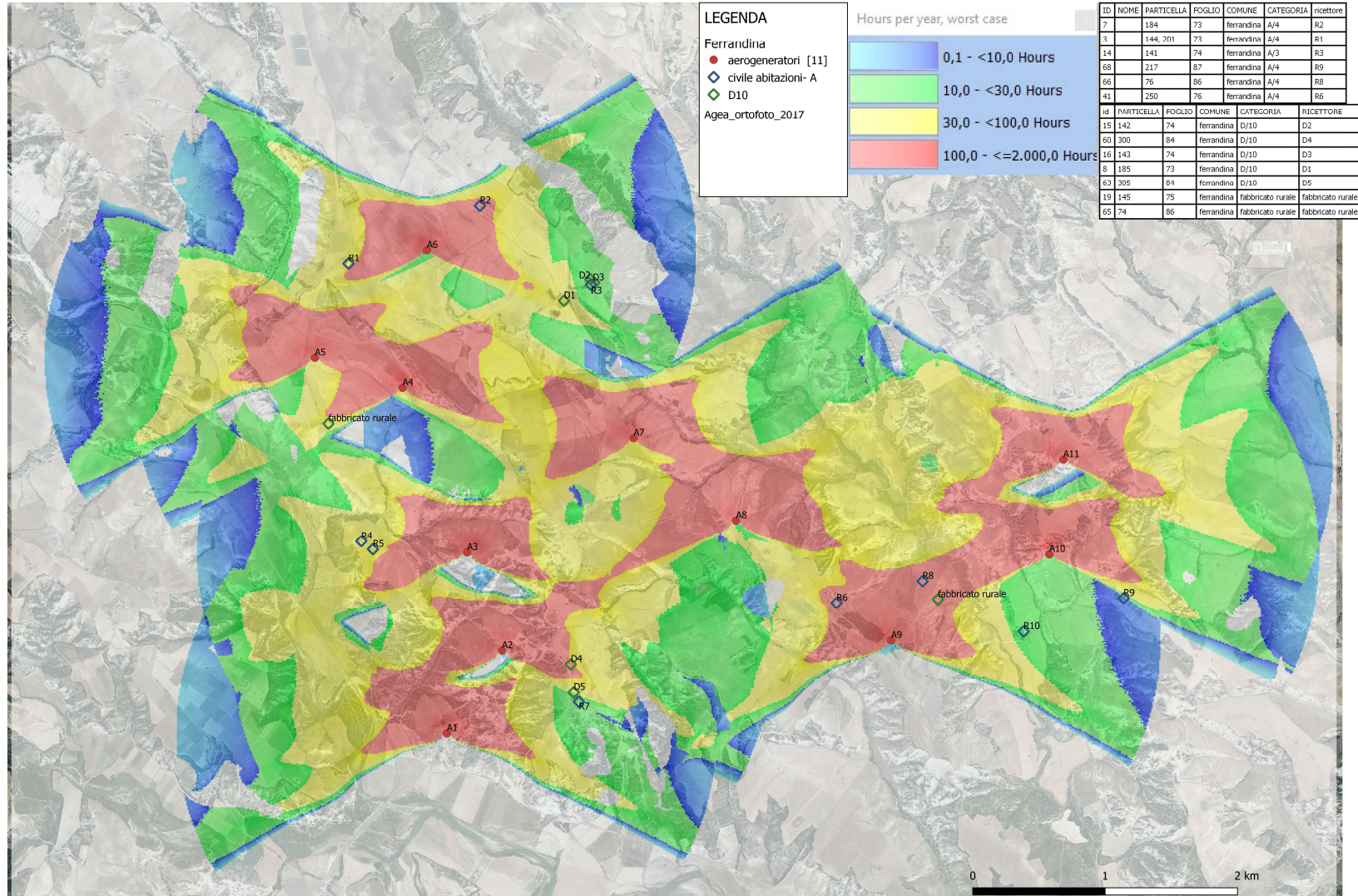
Risultati dei calcoli

Recettore d'ombra

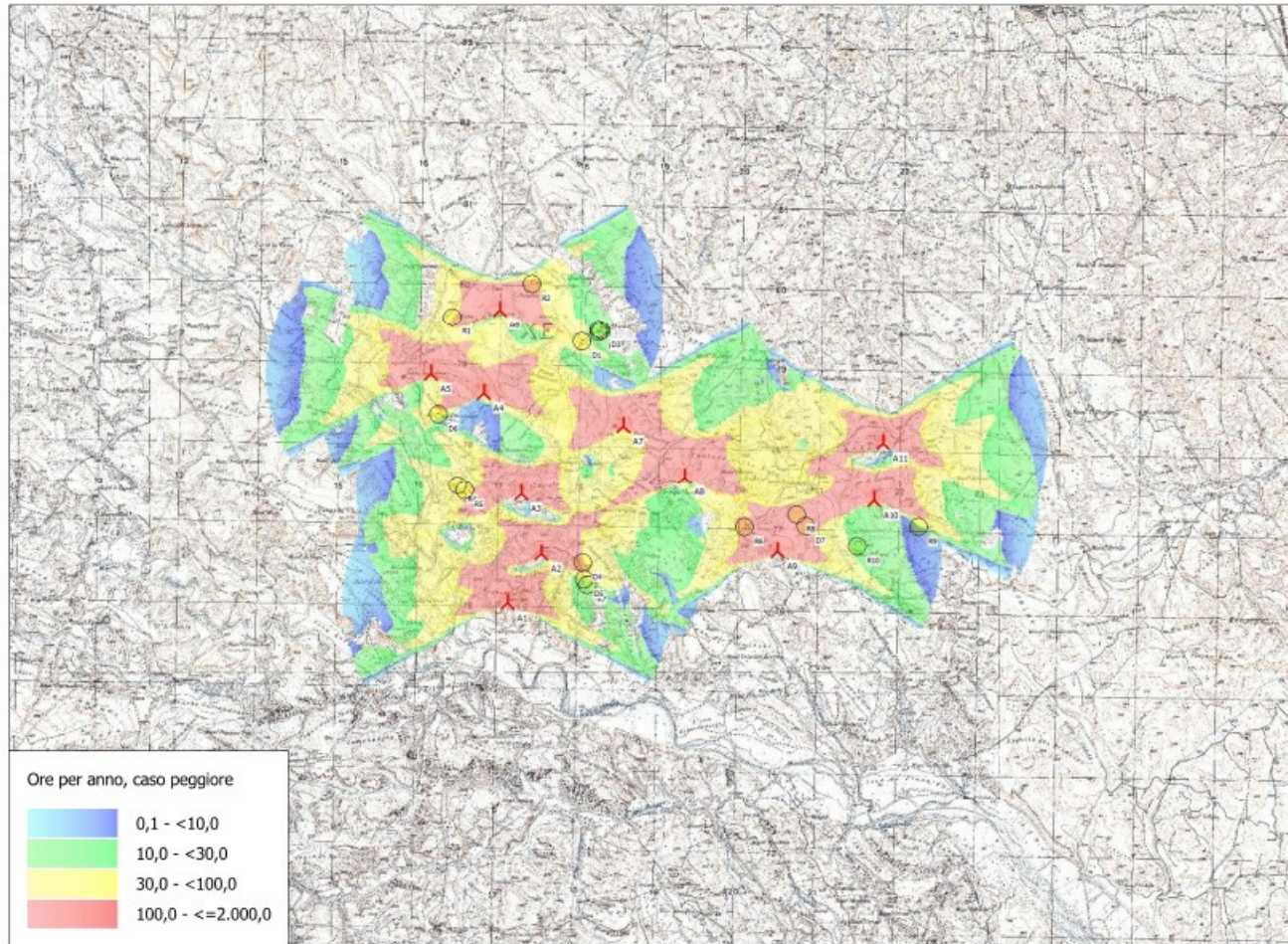
Ombra, caso peggiore

n.	Ore d'ombra per anno [ore/anno]	Giorni con ombra per anno [giorni/anno]	Massima durata dell'ombra per giorno [ore/giorno]
D1	57:58	171	0:37
D2	19:44	82	0:29
D3	18:31	78	0:28
D4	120:48	203	1:08
D5	36:38	111	0:30
D6	67:49	99	0:56
D7	198:23	205	1:16
R1	81:47	106	1:06
R10	25:19	50	0:39
R2	141:17	122	1:20
R3	20:00	81	0:29
R4	68:56	128	0:48
R5	85:24	142	0:54
R6	156:59	163	1:20
R7	14:00	66	0:26
R8	176:22	217	1:17
R9	8:07	28	0:22

CARTA DELLA EVOLUZIONE DELL'OMBRA GIORNALIERA (SHADOW FLICKERING)



E' vietato riprodurre o utilizzare il contenuto senza autorizzazione (art. 2575 c.c.)



Ore per anno, caso peggiore	
	0,1 - <10,0
	10,0 - <30,0
	30,0 - <100,0
	100,0 - <=2.000,0

▲ Nuova WTG ● Recettore d'ombra
 Mappa: IGM maps 1:25000 , Scala di stampa 1:75.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 618.790 Nord: 4.477.340
 Fonte altimetria: Height Contours: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (1)

Progetto:
Ferrandina

SHADOW -
Mappa
Calcolo:
 SHADOW FLIKER FERRANDINA

Utente autorizzato:
Studio Tecnico BFP s.r.l.
 Via Napoli 363/1
 IT-70123 Bari
 +39 080 5046361
 lariccia / angela-lariccia@hotmail.it
 Redatto il:
 05/07/2021 10:32/3.4.415

4 CONCLUSIONE

Per quanto concerne l'effetto "flicker", quindi, valutando i risultati ottenuti in relazione al contesto antropico locale, si può ragionevolmente affermare che il fenomeno non ha particolari riflessi negativi sul territorio, dove i primi fabbricati adibiti a civile abitazioni sono in numero limitato e a distanze sempre superiori a diverse centinaia di metri, distanze oltre le quali il fenomeno di ombreggiamento è praticamente modesto, infatti la media di ombreggiamento sui ricettori è inferiore ad 1 ora/giorno.

Pur nelle ipotesi conservative assunte, la probabilità che un osservatore sia soggetto al fenomeno non è significativa, se si riportano i risultati numerici ai casi reali con le dovute attenuazioni di origine morfologica e meteorologica del territorio.

TABULATI DI CALCOLO