

Regione Lazio



Comune di Valentano



Comune di Latera



Committente

POGGIO DEL MULINO S.R.L.

Piazza Europa, 14-87100-Cosenza (CS)

P.iva: 03876510789



Titolo del Progetto:

Progetto per la realizzazione e l'esercizio di un parco eolico denominato "Poggio del Mulino"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

N° Tavola:
REL0017

Elaborato:

Studi degli effetti di shadow flickering

SCALA:	-
FOGLIO:	1 di 1
FORMATO:	A4

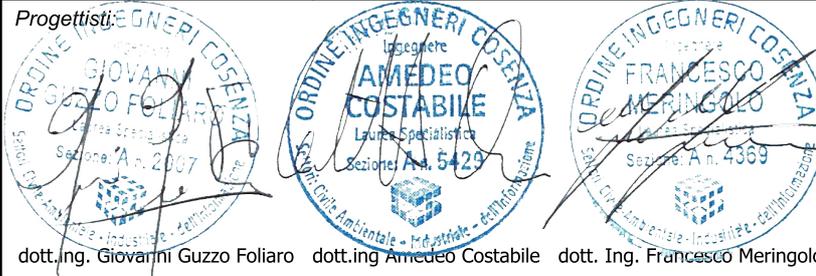
folder: Relazioni progetto civile_Specialistiche

Nome File: REL0017A0.pdf

Progettazione:



Progettisti:



Gruppo di lavoro:

- dott.ing. Denise Di Cianni
- dott.ing. Diego De Benedittis
- dott.ing. Pasquale Simone Gatto
- dott.geol. Martina Petracca
- dott.ing. Irene Colosimo
- dott.geol. Beniamino Morrone

Rev:	Data Revisione:	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	06/07/2023	PRIMA EMISSIONE	New. Dev.	P.D.M.	P.D.M.

Sommario

Premessa.....	1
1. Criterio di stima dell'effetto shadow flickering.....	1
2. Analisi del fenomeno e stima delle interferenze.....	8
Conclusioni.....	13

Premessa

Lo shadow flickering (sfarfallio dell'ombra) è il verificarsi di cambiamenti periodici nell'intensità luminosa dovuti all'ombra di una pala di una turbina eolica che passa su un punto di interesse (ricevitore sensibile). Detto cambiamento periodico della luce in prossimità dei ricevitori sensibili viene determinato in modo da stimare il periodo di ombreggiamento, generato sul ricevitore, dalle pale della turbina eolica.

Gli effetti dello shadow flickering possono provocare fastidi su individui per frequenze comprese tra i 2,50 ed i 20 Hz (valutazione Verkuijlen and Westra, 1984). Tali disturbi alla persona possono essere paragonati alle lampade ad incandescenza stroboscopica dovuta a sbalzi continui della tensione di alimentazione.

È evidente che per rotori della tipologia di cui al presente progetto definitivo, aventi velocità di rotazione di circa 12 giri/min, la frequenza di passaggio ($0,7 \div 1,5$ Hz) risulta di gran lunga inferiore ai 2,50 Hz ritenuti quale limite inferiore del range considerato fastidioso per l'individuo, pertanto tali frequenze risultano del tutto innocue all'individuo e non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica.

La presente relazione tecnica ha lo scopo di stimare le aree interessate dalla possibile presenza del fenomeno rispetto agli aerogeneratori costituenti il parco eolico in progetto. Tale stima determina quindi delle zone d'interesse, valutate in ragione delle ore/anno in cui il fenomeno può verificarsi, al fine di determinare l'interazione di dette zone con possibili ricevitori sensibili presenti (abitazioni ed edifici).

1. Criterio di stima dell'effetto shadow flickering

Per la stima dello shadow flickering, effettuata secondo lo standard "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergie anlagen (WEA-Shattenwurf-Hinweise)" è necessario in primo luogo determinare il percorso solare nella latitudine di riferimento della turbina.

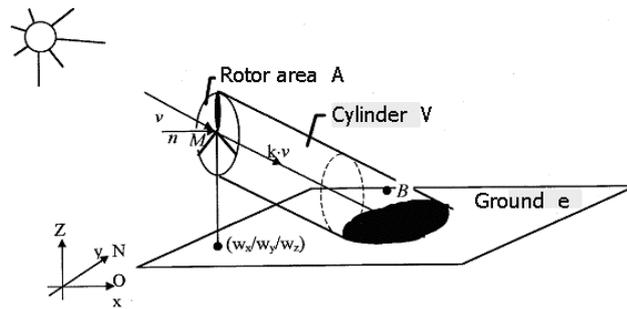


Fig. 1 - schematizzazione effetto shadow flickering

Per individuare ad un certo istante dell'anno la posizione del sole nel cielo in una determinata località è necessario definire alcuni angoli caratteristici:

- altezza o altitudine solare α : angolo formato tra la direzione dei raggi solari ed il piano orizzontale;
- l'angolo zenitale z : angolo formato tra i raggi solari e la direzione dello zenit (complementare all'angolo α);
- l'azimut solare a : angolo formato tra la posizione sul piano orizzontale dei raggi solari e la direzione sud;
- l'angolo orario h : distanza angolare tra il sole e la sua posizione a mezzogiorno lungo la sua traiettoria apparente sulla volta celeste;
- latitudine L : angolo che la retta passante per la località considerata ed il centro della terra forma con il piano dell'equatore;
- declinazione solare δ : angolo che la direzione dei raggi solari forma a mezzogiorno, sul meridiano considerato, col piano equatoriale.

La posizione istantanea del sole, definita dall'altezza solare α e dall'azimut solare a , è valutabile per mezzo delle relazioni:

$$\sin \alpha = \sin L * \sin \delta + \cos L * \cos \delta * \cos h$$

$$\sin a = (\cos \delta * \sin h) / \cos \alpha$$

poiché l'azimut solare può assumere valori maggiori di 90° , mentre la funzione arcoseno fornisce per convenzione valori di a compresi tra -90° e $+90^\circ$, è necessario, in questi casi, apporre delle correzioni ai valori calcolati.

La declinazione solare δ è invece calcolata per mezzo della relazione approssimata di Cooper (Solar Energy 1969 - The Absorption of Solar Radiation in Solar Stills):

$$\delta = 23,45 \text{ sen } [360 \cdot (284+n)/365] \text{ con } n \text{ l'ennesimo giorno dell'anno.}$$

È possibile visualizzare, per mezzo di un diagramma polare, le traiettorie del sole nel corso dell'anno per una determinata località. Il diagramma, che è una proiezione delle traiettorie del sole sul piano orizzontale, è ottenibile graficando i valori dell'altezza solare e dell'azimut, calcolati con le precedenti relazioni e per la località considerata, in funzione del tempo solare e della declinazione.

Per mezzo di questi diagrammi è possibile determinare i periodi di tempo nei quali un punto di una superficie rimane in ombra a causa di ostacoli che intercettano i raggi del sole (come in particolare le lame della turbina eolica). Quando la distanza dell'ostruzione è grande rispetto alle dimensioni del ricevitore (ad esempio una finestra) è lecito considerare il ricevitore come puntiforme, poiché l'ombra tende a muoversi rapidamente sul ricevitore, che risulta pertanto completamente in ombra o completamente illuminato.

Per determinare quando l'ostacolo intercetta i raggi solari, bisogna rappresentare nel diagramma delle traiettorie solari la forma angolare dell'ostacolo come vista dal punto considerato, plottando su di esso l'azimut e l'altezza angolare dei punti del contorno con l'ostacolo stesso.

Di seguito si riporta il diagramma delle traiettorie solari definito per la località in cui ricade il parco eolico in progetto.

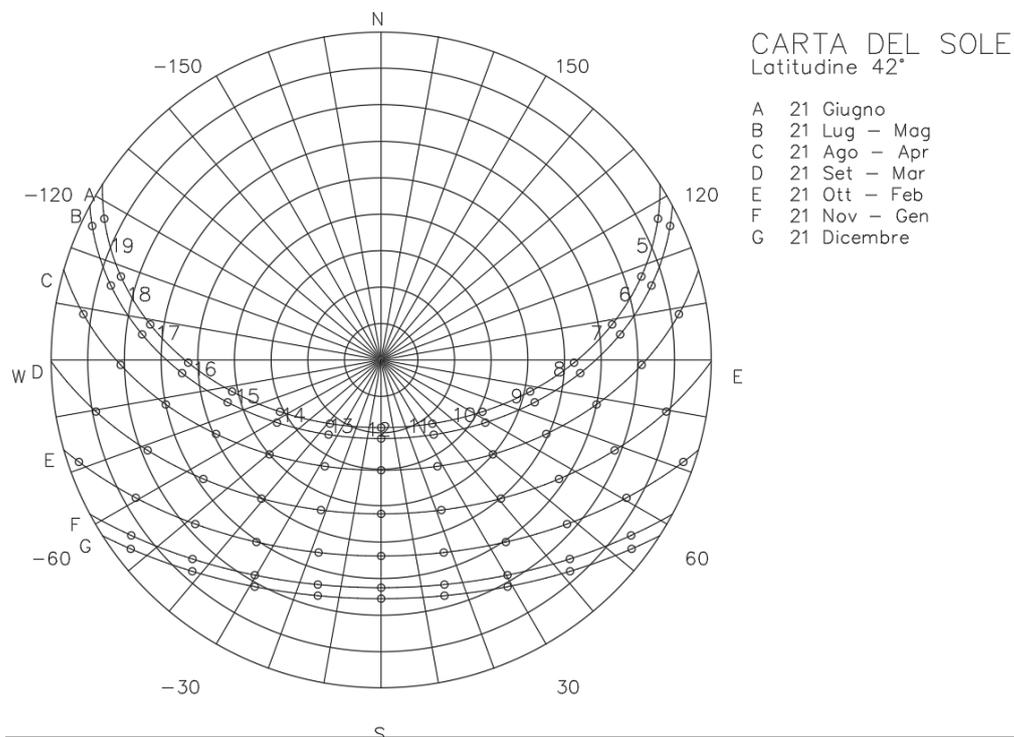


Fig. 2 - traiettorie solari - Carta del Sole Lat. 42

Il fenomeno di shadow flickering è definito da un'intensità stimata come differenza luminosa che si percepisce in presenza alternata di ombreggiamento in una data posizione. In generale le pale, avendo una forma rastremata con spessore che cresce verso il mozzo, possono provocare la presenza di tale

fenomeno con intensità crescente all'aumentare della porzione di sole coperta dalla pala stessa e con il diminuire della distanza tra il ricettore e la turbina nella direzione del sole.

A tal fine è utile costruire un grafico con l'evoluzione annuale dell'ombra di una turbina realizzato come inviluppo delle traiettorie solari considerando la turbina sempre in rotazione e sempre orientata ortogonalmente nella direzione del sole durante la giornata.

La figura che segue mostra l'andamento dell'effetto shadow flickering della turbina avente le dimensioni di cui al presente progetto con indicazione delle fasce temporali in cui l'effetto può verificarsi rapportata alla scala metrica:

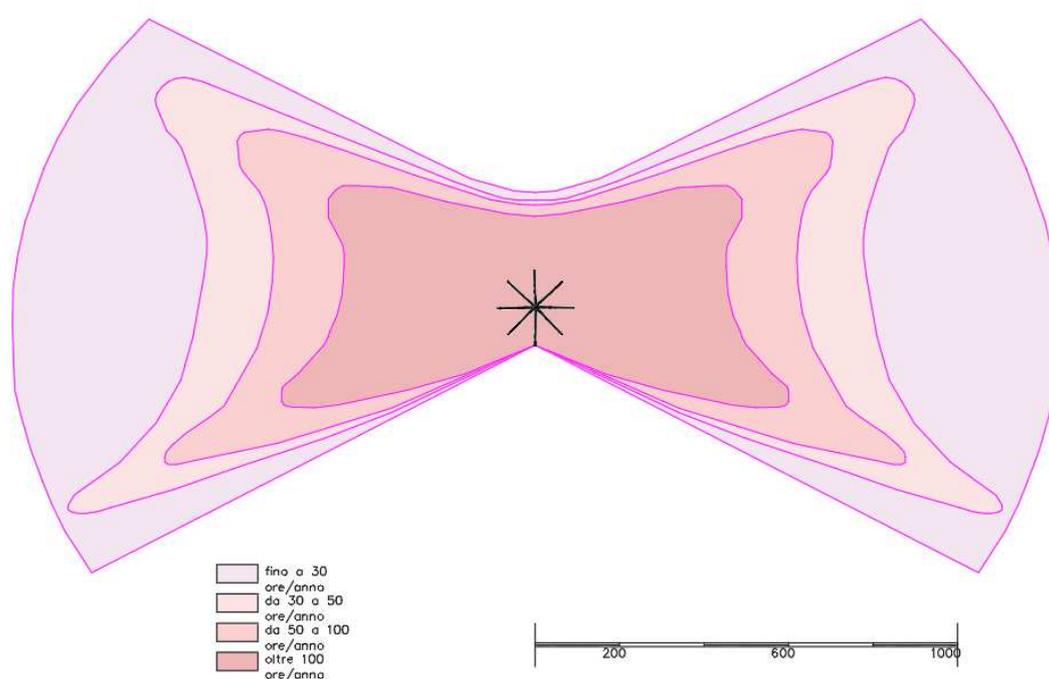


Fig. 3 - evoluzione effetto shadow flickering annuale - Carta del Sole Lat. 42 - turbina H = 115+85

La stima dell'impatto dello shadow flickering viene confrontata con le linee guida "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise - unico riferimento presente)" che definisce i limiti per l'ombreggiamento:

- angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte $\geq 3^\circ$;
- percentuale minima di copertura del sole della pala $\geq 20\%$;
- valore limite inferiore con effetto trascurabile in termini di ore/anno in cui può verificarsi il fenomeno: 30 ore/anno di ombra astronomica;
- valore limite superiore con effetti sensibili in termini di ore/anno in cui può verificarsi il fenomeno: 100 ore/anno di ombra astronomica;

- distanza massima con effetti sensibili: 1 km dalla turbina (dato di letteratura).

Inoltre, essendo di complessa definizione analitica, vengono considerate alcune semplificazioni a vantaggio di sicurezza quali:

- turbina sempre in rotazione;
- rotore sempre orientato ortogonalmente all'asse sole-ricettore;
- non vengono considerati ostacoli tra turbina e ricettore quali schermi, alberi, fabbricati ecc;
- ricettori orientati verso la turbina
- ventosità massima della turbina con conseguente raggiungimento del valore massimo di frequenza del fenomeno.

Il primo controllo è quindi eseguito esclusivamente rispetto all'evoluzione dell'ombra teorica al fine di escludere ulteriori analisi di dettaglio su potenziali ricettori ricadenti all'esterno delle zone classificate con intensità teorica del fenomeno shadow flickering superiore a 100 ore/anno.

Per i potenziali ricettori sensibili ricadenti all'interno dell'area di intensità teorica del fenomeno viene eseguita una più approfondita analisi considerando i seguenti ulteriori parametri di valutazione:

- durata del fenomeno con correzione dovuta all'eliofania;
- durata del fenomeno con correzione dovuta all'effettivo funzionamento dell'aerogeneratore (ore teoriche di funzionamento diurno e direzione del vento);

Il modello appena descritto è stato calcolato con l'ausilio del software windPro ver 3.6 attraverso il modulo "Shadow". Il software richiede in input i seguenti parametri:

- La posizione dei WTG (coordinate x, y, z)
- L'altezza del mozzo e il diametro del rotore dei WTG
- La posizione dell'oggetto ricevitore dell'ombra (coordinate x, y, z)
- Le dimensioni della finestra e la sua orientazione, sia direzionale (rispetto al sud) che inclinazione (angolo del piano della finestra rispetto all'orizzontale).
- La posizione geografica (latitudine e longitudine) insieme alle informazioni sul fuso orario e all'ora legale.
- Un modello di simulazione, che contiene informazioni sull'orbita della Terra e sulla rotazione rispetto al Sole.

Per quanto riguarda i ricettori, non avendo a disposizione le posizioni e le dimensioni delle finestre, è stata considerata la situazione più gravosa ossia quella di considerare i fabbricati come delle "serre", sulle quali il fenomeno dello shadow flicker non si verifica in una particolare direzione, bensì su tutte le facciate del fabbricato.

Il software considera inoltre una riduzione del fenomeno causata dall'orografia del terreno. L'orografia del terreno influisce sul fenomeno in quanto un ricevitore può trovarsi in una zona d'ombra a causa della topografia (ad esempio profonde valli), e non riceverà alcun impatto di flicker. In tal caso, windPRO verifica semplicemente se c'è una linea di vista tra il ricevitore e il Sole.

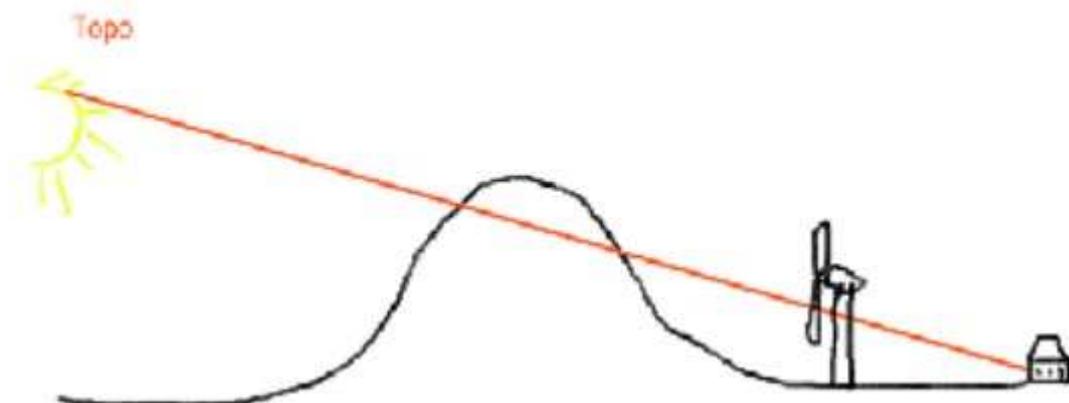


Figura 4. Effetto della superficie topografica sul fenomeno di shadow flicker

Per una prima stima dell'effetto di shadow flicker si è considerato un funzionamento dell'aerogeneratore che produce il massimo effetto del fenomeno, ossia quando il rotore è in funzione ed il suo orientamento è disposto in maniera ortogonale alla direttrice dei raggi solari nella direzione aerogeneratore-ricettore. Infatti, un orientamento differente provoca una riduzione della durata del fenomeno di shadow flickering incidente sul ricevitore.

Per una valutazione più accurata invece è necessaria conoscere i due parametri di azionamento legati alla ventosità del sito: direzione del vento ed ore di funzionamento diurno.

Il sito in questione sviluppa una producibilità massima teorica specifica di circa 2996 h/anno stimabile sia nella frazione diurna che notturna. Escludendo le ore notturne (in cui non si registrano fenomeni di ombreggiamento) occorre stimare le ore di funzionamento in relazione al percorso solare e valutare la frazione di tempo significativa in termini di ombreggiamento sul potenziale ricevitore sensibile. Inoltre occorre eseguire una ulteriore correzione per tener conto della direzione del vento che incide notevolmente sull'orientamento del rotore.

Il grafico teorico della direzione del vento per il sito in esame mostra i seguenti valori rispetto ai punti cardinali:

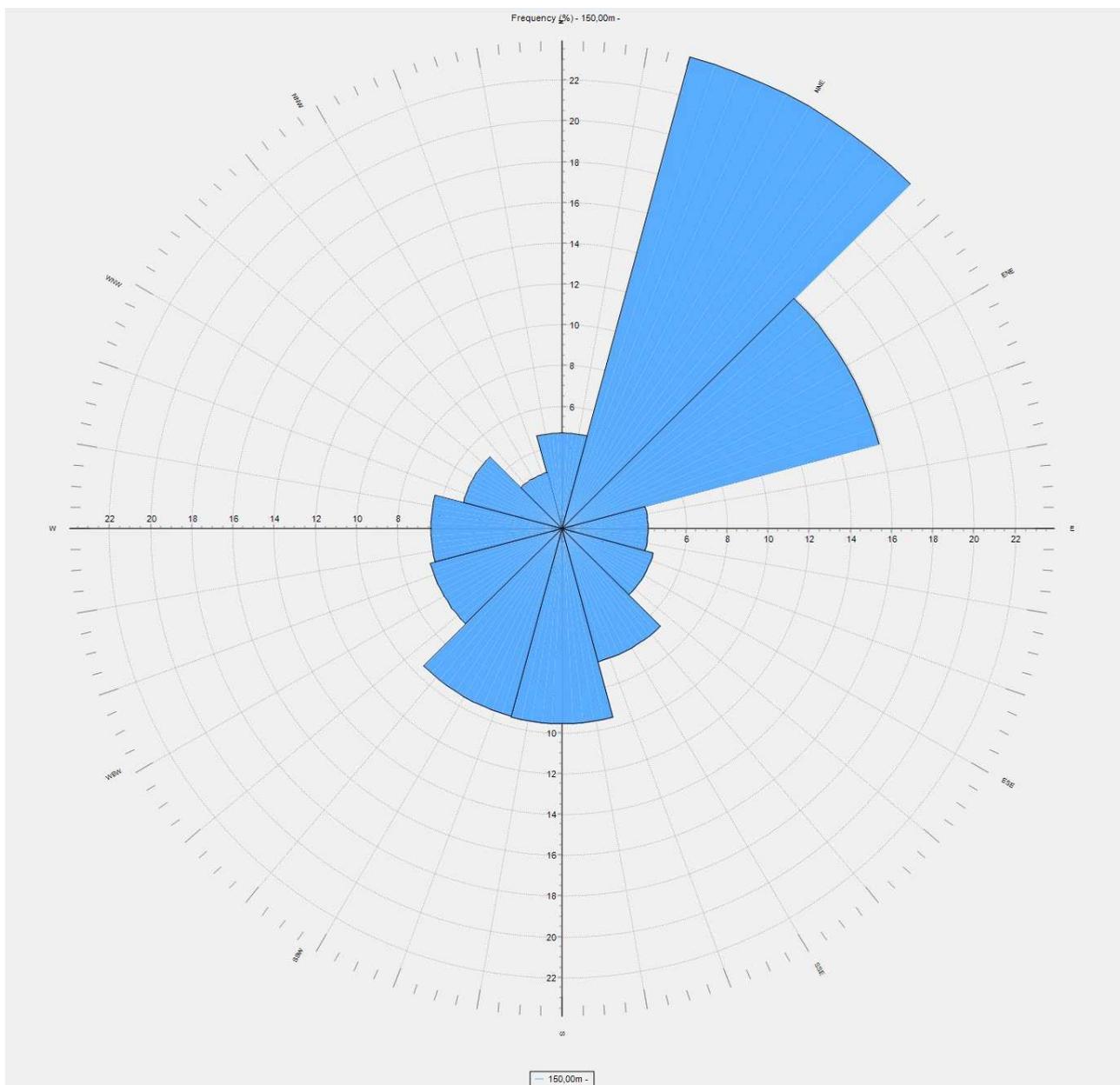


Fig. 5 – direzioni del vento ad h= 150 metri per la specifica località (carta delle prevalenze)

La tabella che segue mostra le percentuali di funzionamento dell’aerogeneratore nei diversi orientamenti per come determinati dalla carta delle prevalenze.

azimut	% funzionamento	Ore equivalenti stimate (h/anno)
N	4.69%	140.6
N/NE	23.93%	716.9
E/NE	15.96%	478.1
E	4.18%	125.2
E/SE	4.59%	137.5

S/SE	6.76%	202.5
S	9.58%	286.9
S/SW	9.52%	285.2
W/SW	6.62%	198.4
W	6.38%	191.2
W/NW	4.97%	148.8
N/NW	2.83%	84.8
N	4.69%	140.6
N/NE	23.93%	716.9
E/NE	15.96%	478.1
E	4.18%	125.2
TOTALE	100%	2.996

Pertanto, l'analisi di approfondimento per i potenziali ricettori ricadenti all'interno dell'area in cui risulta un ombreggiamento astronomico teorico con durata superiore a 100 h/anno sono trattata secondo le seguenti due distinte ipotesi:

- a) ipotesi che massimizza il fenomeno in termini di geometria (rotore orientato ortogonalmente alla direzione WTG-ricettore) considerando la durata corretta in termini di eliofania e funzionamento dell'aerogeneratore;
- b) ipotesi che massimizza il fenomeno in termini di durata (rotore orientato ortogonalmente alla direzione prevalente del vento) considerando, a vantaggio di sicurezza, che in tutte le ore di funzionamento dell'aerogeneratore il rotore sia orientato nella direzione prevalente del vento.

I risultati ottenuti dalle due ipotesi fondamentali saranno confrontati con le durate ritenute tollerabili:

- durata del fenomeno inferiore a 100 h/anno;
- durata del fenomeno inferiore a 30 min/giorno.

Conseguentemente ai risultati ottenuti verranno individuate le possibili misure di mitigazione del fenomeno definite per ciascuna singola fattispecie; in via preliminare, e del tutto indicativa, si ritiene che queste possano essere strutturali (siepi di protezione, barriere visive, alberature, tendaggi, blocco aerogeneratori in occorrenza del fenomeno), ovvero non strutturali (compensazione per mancata fruizione).

2. Analisi del fenomeno e stima delle interferenze

Il parco eolico in progetto è composto da n. 7 aerogeneratori dislocati all'interno del territorio del comune di Valenatano (VT). Di seguito si riporta l'estratto dell'elaborato (EDP0033 - Planimetria degli effetti shadow flickering) con individuazione delle fasce di innesco teorico del fenomeno di shadow flickering sui potenziali ricettori sensibili.

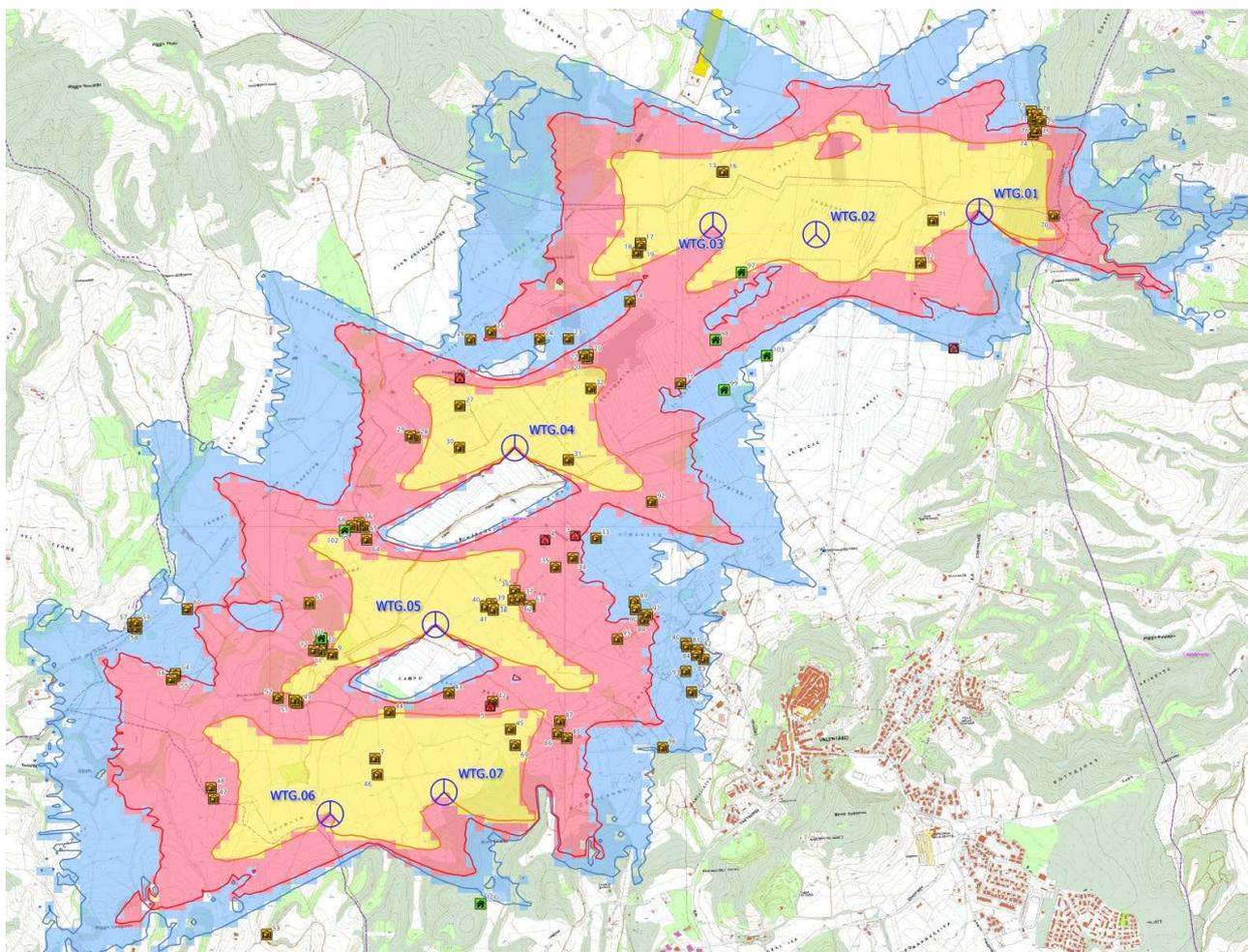


Figura 5. Analisi degli effetti dello shadow flickering (estratto dell’elaborato EDP0033 - Planimetria degli effetti shadow flickering)

WTG	COORDINATE PIANE SISTEMA UTM WGS 84 - FUSO 32 NORD		Ubicazione catastale
	EST	NORD	
WTG.01	732379	4719607	Valentano (VT) foglio 14 part. 5
WTG.02	731449	4719476	Valentano (VT) foglio 13 part. 19
WTG.03	730862	4719526	Valentano (VT) foglio 12 part. 13
WTG.04	729733	4718251	Valentano (VT) foglio 17 part. 137
WTG.05	729282	4717243	Valentano (VT) foglio 21 part. 23
WTG.06	728683	4716157	Valentano (VT) foglio 22 part. 107
WTG.07	729330	4716283	Valentano (VT) foglio 23 part. 40

Al fine di valutare le possibili interferenze tra l’effetto shadow flickering delle turbine ed i ricettori sensibili è stata eseguita una scrupolosa analisi dei fabbricati presenti nell’area di interesse di cui se ne riporta l’estratto tabellare con le relative coordinate e la loro destinazione d’uso:

id	Tipologia	Cat.	Comune	Foglio	Part.	Durata del fenomeno di ombreggiamento astronomico [Ore/anno]
1	Abitazione	A3	Valentano	14	269	14.9
2	Abitazione	A7	Valentano	16	94	64.6
3	Abitazione	N.C.	Valentano	17	57	30.8
4	Abitazione	A2	Valentano	17	190	72.7
5	Abitazione	A4	Valentano	21	138	58.7
6	Abitazione	A3	Farnese	23	57	14.9
7	Altri Edifici	C2	Valentano	22	92	322.6
8	Altri Edifici	D10	Valentano	20	108	68.1
9	Altri Edifici	C2	Valentano	20	89	114.8
10	Altri Edifici	D10	Valentano	20	108	68.1
11	Altri Edifici	D10	Valentano	20	108	79.3
12	Altri Edifici	D10	Valentano	20	108	69.1
13	Altri Edifici	N.C.	Latera	16	74	289.5
14	Altri Edifici	C2	Valentano	12	145	28.9
15	Altri Edifici	C2	Valentano	18	408	33.6
16	Altri Edifici	N.C.	Latera	0	N.C.	289.5
17	Altri Edifici	D10	Valentano	12	147	226.8
18	Altri Edifici	D10	Valentano	12	147	199.7
19	Altri Edifici	D10	Valentano	12	147	226.8
20	Altri Edifici	C2	Valentano	12	130	65.2
21	Altri Edifici	D10	Valentano	12	131	65.2
22	Altri Edifici	D10	Valentano	12	129	65.2
23	Altri Edifici	C2	Valentano	12	139	13.1
24	Altri Edifici	D10	Valentano	12	134	16.8
25	Altri Edifici	D10	Valentano	12	207	29.9
26	Altri Edifici	D10	Valentano	12	182	21.5
27	Altri Edifici	C2	Valentano	16	171	214.3
28	Altri Edifici	C6	Valentano	16	167	75.6
29	Altri Edifici	C6	Valentano	16	167	70.9
30	Altri Edifici	C2	Valentano	16	160	350
31	Altri Edifici	N.C.	Valentano	17	163	252
32	Altri Edifici	C2	Valentano	17	202	126.7
33	Altri Edifici	D1	Valentano	17	186	26.1
34	Altri Edifici	D10	Valentano	17	184	31.7
35	Altri Edifici	C2	Valentano	17	171	42.9
36	Altri Edifici	C1	Valentano	21	20	95.2
37	Altri Edifici	D10	Valentano	21	130	84
38	Altri Edifici	F3	Valentano	21	128	111.1
39	Altri Edifici	C2	Valentano	21	135	182.9
40	Altri Edifici	N.C.	Valentano	0	N.C.	229.6

41	Altri Edifici	N.C.	Valentano	0	N.C.	169.9
42	Altri Edifici	D10	Valentano	21	138	58.7
43	Altri Edifici	D10	Valentano	21	139	37.1
44	Altri Edifici	C2	Valentano	22	29	105.5
45	Altri Edifici	N.C.	Valentano	0	N.C.	150.7
46	Altri Edifici	N.C.	Valentano	0	N.C.	392.2
47	Altri Edifici	C2	Valentano	35	70	71.9
48	Altri Edifici	C2	Valentano	22	111	65.3
49	Altri Edifici	D10	Valentano	22	115	75.8
50	Altri Edifici	D10	Valentano	22	118	75.8
51	Altri Edifici	D10	Valentano	22	117	106
52	Altri Edifici	C6	Valentano	22	120	85.9
53	Altri Edifici	C2	Ischia di Castro	35	77	0
54	Altri Edifici	D10	Valentano	20	84	18.7
55	Altri Edifici	D10	Valentano	20	85	34.9
56	Altri Edifici	C2	Valentano	20	86	34.9
57	Altri Edifici	F2	Farnese	23	59	14
58	Altri Edifici	C2	Valentano	23	61	14
59	Altri Edifici	D10	Farnese	23	60	14
60	Altri Edifici	C2	Valentano	20	70	23.7
61	Altri Edifici	C2	Valentano	21	132	48.5
62	Altri Edifici	N.C.	Valentano	0	N.C.	111.1
63	Altri Edifici	N.C.	Valentano	0	N.C.	72.8
64	Altri Edifici	D10	Valentano	21	140	62.5
65	Altri Edifici	C2	Valentano	16	174	51.6
66	Altri Edifici	C2	Valentano	16	177	53.2
67	Altri Edifici	D10	Valentano	16	176	62.1
68	Altri Edifici	C2	Valentano	16	196	80
69	Altri Edifici	C2	Valentano	23	264	132.5
70	Altri Edifici	F2	Valentano	14	287	90.5
71	Altri Edifici	C2	Valentano	14	266	336
72	Altri Edifici	C2	Valentano	14	270	117.6
73	Altri Edifici	C2	Latera	17	89	12.1
74	Altri Edifici	C2	Latera	17	91	92.7
75	Altri Edifici	D3	LATERA	17	83	44.7
76	Altri Edifici	D1		17	83	13.1
77	Altri Edifici	D1	Latera	17	83	13.1
78	Altri Edifici	C2	LATERA	17	83	12.1
79	Altri Edifici	D10	Latera	17	81	8.4
80	Altri Edifici	C2	Valentano	24	523	12.1
81	Altri Edifici	C2	Valentano	24	524	10.3
82	Altri Edifici	D1	Valentano	24	631	12.1

83	Altri Edifici	C2	Valentano	24	200	10.3
84	Altri Edifici	C2	Valentano	24	190	12.1
85	Altri Edifici	D10	Valentano	24	665	42.9
86	Altri Edifici	D1	Valentano	24	634	58.8
87	Altri Edifici	C2	Valentano	21	134	60.7
88	Altri Edifici	D10	Valentano	17	203	27.5
89	Altri Edifici	C2	Valentano	17	197	14
90	Altri Edifici	C2	Valentano	17	196	18.9
91	Altri Edifici	C2	Valentano	17	178	27.5
92	Altri Edifici	C2	Valentano	17	217	77.5
93	Altri Edifici	C2	Valentano	24	696	15.9
94	Altri Edifici	C2	Valentano	24	661	12.1
95	Altri Edifici	C2	Valentano	17	96	47.1
96	Altri Edifici	C2	Valentano	24	715	11.2
97	Rudere	N.C.	Valentano	12	93	134.7
98	Rudere	Soppresso	Valentano	12	169	30.8
99	Rudere	N.C.	Valentano	12	N.C.	14
100	Rudere	N.C.	Valentano	0	N.C.	4.7
101	Rudere	N.C.	Valentano	20	76	62.5
102	Rudere	C2	Valentano	16	59	80
103	Rudere	N.C.	Valentano	0	N.C.	7.5

I possibili ricettori sensibili individuati, per i quali si registrano valori di durata superiore a 100 h/anno di ombreggiamento astronomico, sono i seguenti:

38	Altri Edifici	62	Altri Edifici
9	Altri Edifici	72	Altri Edifici
32	Altri Edifici	69	Altri Edifici
97	Rudere	45	Altri Edifici
41	Altri Edifici	39	Altri Edifici
18	Altri Edifici	27	Altri Edifici
17	Altri Edifici	19	Altri Edifici
40	Altri Edifici	31	Altri Edifici
13	Altri Edifici	16	Altri Edifici
7	Altri Edifici	71	Altri Edifici
30	Altri Edifici	46	Altri Edifici
40	Altri Edifici	51	Altri Edifici

Non si registrano tra questi fabbricati a destinazione d'uso abitativa tra quelli individuati.

Si precisa che l'analisi sopra riportata considera esclusivamente l'ombreggiamento teorico che non considera quindi elementi determinati per la valutazione reale del fenomeno quali ad esempio l'eliofania, gli elementi schermanti naturali o antropici e la disposizione delle aperture nei corpi di fabbrica investigati, i quali riducono certamente le durate del fenomeno di shadow flickering sui fabbricati.

Conclusioni

L'analisi svolta dimostra che la realizzazione del parco eolico di cui al presente progetto non interferisce in maniera sensibile sui ricettori per quanto riguarda il verificarsi dell'effetto shadow flickering in quanto tale fenomeno è potenzialmente riscontrabile solo in periodi limitati della giornata durante alcuni mesi dell'anno.

Nessuno dei ricettori sensibili (abitazioni) presenta valori di durata del fenomeno superiori a 100 h/anno di ombreggiamento teorico che si riduce ulteriormente in ragione delle altre componenti quali eliofania, elementi schermanti antropici e la disposizione delle aperture nei corpi di fabbrica investigati. Pertanto la localizzazione degli aerogeneratori risulta compatibile con gli effetti di shadow flickering. Inoltre non si rileva la presenza di strade con traffico rilevante o altri ricettori sensibili al fenomeno nelle zone di influenza del parco eolico in progetto.

Al fine di limitare ulteriormente il verificarsi di tali fenomeni di shadow flickering sui ricettori presenti sono comunque praticabili opere di mitigazione quali: piantumazione di alberi o piante sempre verdi prospicienti alle aperture finestrate degli edifici qualora rivolte verso gli aerogeneratori.

i progettisti:

ing. Giovanni Guzzo Foliaro

ing. Francesco Meringolo

ing. Amedeo Costabile