



**REGIONE
PUGLIA**



**PROVINCIA
BRINDISI**



**COMUNE
TORRE SANTA
SUSANNA**



**COMUNE
ORIA**



**COMUNE
ERCHIE**

Realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica da ubicarsi in agro di Torre Santa Susanna (BR) e agro di Oria (BR) e delle relative opere di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale ubicate nei comuni di Torre Santa Susanna ed Erchie (BR).

Potenza nominale: 50,40 MW

ELABORATO

RELAZIONE EFFETTI OMBREGGIAMENTO
SHADOW-FLICKERING

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Progetto	Tipo documento	N° Elaborato	N° Foglio	N° Totale fogli	Nome file	Data	Scala
PD		R	2.29	01	25	R_2.29_SHADOW-FLICKERING.pdf	02/2024	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Eseguito	Verificato	Approvato
00	10/03/2022	1° Emissione	ADORNO	SPINELLI	AMBRON
01	08/02/2024	2° Emissione	ADORNO	ADORNO	AMBRON

PROGETTAZIONE:

MATE System srl

Via Goffredo Mameli, n.5 70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 5746758
mail: info@matesystemsrl.it pec: matesystem@pec.it



DIRITTI Questo elaborato è di proprietà della proponente pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

RICHIEDENTE:
LAND AND WIND S.r.l.
Contrada Pezzaviva s.n.c - Torre Santa Susanna
72028 - BRINDISI.

Rappresentante Legale

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE EOLICA DA UBICARSI IN AGRO DI TORRE SANTA SUSANNA (BR) E AGRO DI ORIA(BR) E DELLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI TRASMISSIONE NAZIONALE UBICATE NEI COMUNI DI TORRE SANTA SUSANNA ED ERCHIE (BR).

Potenza Singolo WTG: 4.2 MW - Potenza complessiva: 50.4 MW

Numero di WTG: 12

COMMITTENTE:

Land and Wind S.r.l.

Contrada Pezzaviva, snc
 72028 – Torre Santa Susanna (BR)

PROGETTAZIONE a cura di:

MATE SYSTEM S.r.l.

Via Goffredo Mameli, 5
 70020 – Cassano delle Murge (BA)

Ing. Francesco Ambron

RELAZIONE EFFETTI OMBREGGIAMENTO – SHADOW FLICKERING

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

Sommario

1. PREMESSA	3
2. CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING.....	4
3. NORME DI RIFERIMENTO	7
4. INDIVIDUAZIONE RECETTORI.....	8
5. CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING.....	22

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

1. PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto di realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, costituito da 12 aerogeneratori del tipo Vestas V150-4.2MW da realizzarsi nei comuni di Torre Santa Susanna e Oria (BR), e delle relative opere connesse, in agro del comune di Erchie(BR).



Figura 1: Inquadramento impianto su ortofoto

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a 125mt dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a 150m (lunghezza pala 75mt circa), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pala di 180mt slt. L'impianto eolico sarà costituito da 12 aerogeneratori, per una potenza elettrica complessiva pari a 50.4MW. Il Layout dell'impianto è schematicamente indicato nella precedente figura, ma meglio dettagliato nelle Tavole di Progetto. In riferimento alla Soluzione Tecnica che sarà rilasciata da Terna Spa, gestore nella Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN), l'energia prodotta dall'impianto eolico in progetto sarà immessa nella rete elettrica nazionale, mediante connessione in cavo AT 150 kV con la esistente stazione RTN di Erchie su stallo dedicato a 150kV. La presente relazione riguarda lo studio dell'evoluzione dell'ombra per l'impianto eolico in questione.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento degli aerogeneratori in progetto, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

Tabella 1

WTG	Coordinata EST	Coordinata NORD	Altitudine	Comune
1	731287,99	4487330,57	102	Torre S.Susanna
2	730459,81	4487210,71	103	Oria
3	730096,28	4486912,23	100	Oria
4	730598,04	4486247,04	80	Oria
5	730144,67	4486006,42	80	Torre S.Susanna
6	729568,14	4485850,21	83	Oria
7	730428,34	4485538,23	77	Torre S.Susanna
8	729814,87	4485287,55	79	Torre S.Susanna
9	730951,97	4485108,49	73	Torre S.Susanna
10	730237,71	4484824,41	76	Torre S.Susanna
11	729802,60	4484676,55	79	Torre S.Susanna
12	730260,41	4484362,74	76	Torre S.Susanna

2. CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING

Gli aerogeneratori, al pari di tutte le altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree circostanti in presenza di irraggiamento solare diretto.

Lo shadow flickering (letteralmente ombreggiamento intermittente) è l'espressione comunemente impiegata per descrivere una fluttuazione periodica dell'intensità luminosa osservata. Tale effetto (stroboscopico) è causato dalla proiezione, su una generica superficie, dell'ombra indotta da oggetti in movimento. Nel caso specifico di un impianto eolico il fenomeno è generato dalla proiezione, al suolo o su un ricettore (abitazione), dell'ombra prodotta dalle pale degli aerogeneratori in rotazione allorquando il sole si trova alle loro spalle (cfr. figura successiva).

Il fenomeno, dal punto di vista di un potenziale ricettore, si traduce in una variazione alternata e ciclica di intensità luminosa che, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso. Il fenomeno, ovviamente, risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole o dalla nebbia, sia quando, in assenza di vento, le pale dell'aerogeneratore non sono in rotazione.

In particolare, le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2,5 ed i 20 Hz (Verkuijlen and Westra, 1984), e, l'effetto sugli individui è simile a quello che si sperimenterebbe in seguito alle variazioni di intensità luminosa di una lampada ad incandescenza a causa di continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

I più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione di molto inferiore ai 35 giri al minuto, corrispondente ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 1,75 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2,5 Hz riportata in letteratura.

Inoltre, i generatori di grande potenza (dal MW in su) raramente superano la velocità di rotazione di 15 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

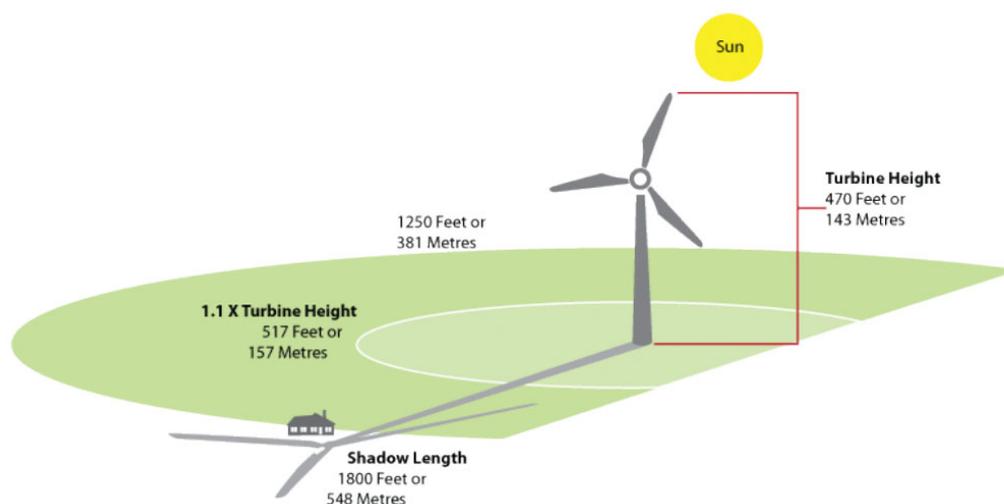


Figura 2: Fenomeno effetto flicker

Tale fenomeno, se sperimentato da un ricettore per periodi di tempo prolungati, può generare un disturbo, nelle seguenti condizioni:

- presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa, ovvero in condizioni di cielo sereno sgombro da nubi ed in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;
- assenza di ostacoli sulla congiungente ricettore - aerogeneratore: la presenza di vegetazione e/o edifici interposti all'ombra generata da questi ultimi annullerebbe il fenomeno. quindi, condizione favorevole affinché il fenomeno in esame si verifichi, è quella rappresentata dall'orientamento perpendicolare delle finestre di un'abitazione rispetto alla linea congiungente il ricettore all'aerogeneratore in assenza di ostacoli fisici (alberi, altri edifici ecc...);
- orientamento perpendicolare del rotore rispetto alla congiungente sole - ricettore: infatti, quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole-ricettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un "disco" che induce un effetto non trascurabile di shadow flickering; viceversa, nel caso in cui il piano del rotore risulti essere in linea con il sole, l'ombra proiettata risulterebbe molto assottigliata e di bassa intensità per cui l'effetto di shadow flickering sarebbe del tutto trascurabile.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

Inoltre, affinché lo shadow flickering, abbia un'intensità non trascurabile è necessario che:

- la posizione del sole sia tale da produrre una luminosità sufficiente; tale condizione corrispondere per la latitudine di progetto, in un'altezza del sole sull'orizzonte dell'ordine di almeno 10°;
- le pale del rotore siano ovviamente in rotazione;
- l'aerogeneratore ed il potenziale ricettore non siano troppo distanti: infatti, le ombre proiettate in prossimità dell'aerogeneratore risultano di maggiore intensità rispetto a quelle proiettate ad una distanza crescente. Tale condizione deriva dal fatto che in presenza di un ricettore molto prossimo all'aerogeneratore, una porzione ampia di pala copre il disco solare così come osservato dal punto di vista del ricettore stesso, e, quindi, l'intensità del flicker risulta maggiormente percepibile. all'aumentare della distanza tra aerogeneratore e ricettore, le pale, durante il loro moto di rotazione, andranno a coprire una porzione sempre più piccola del disco solare, inducendo un effetto di flicker di minore intensità.

Alla luce di quanto sopra esposto, le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore (abitazione), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di shadow flicker. Per distanze dell'ordine dei 400-500 m, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all'alba oppure al tramonto, ovvero in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe e la radiazione diretta è di minore intensità per effetto della piccola elevazione solare. Al di là di una certa distanza l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro apparente del sole diventa molto piccolo. Quindi, come è facile immaginare, la condizione più penalizzante corrisponde al caso in cui il piano del rotore risulti ortogonale alla congiungente ricettore – sole; infatti, in tali condizioni, l'ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari a quello del rotore del generatore eolico.

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestrate rivolte verso le ombre. In generale, l'area soggetta a shadow flicker non si estende oltre i 500÷1000 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono entro i 500 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell'ordine delle 200 ore all'anno; il flickering, se presente, non supera in genere i 30/40 minuti di durata potenziale nell'arco di una giornata.

L'intensità del fenomeno è definita come la differenza di luminosità che si percepisce in presenza ed in assenza di flickering in una data posizione.

In definitiva, si può affermare che:

- avendo le pale una forma rastremata con lo spessore che cresce verso il mozzo; il fenomeno risulterà tanto più intenso quanto maggiore sarà la porzione di disco solare coperta dalla pala stessa e quanto minore la distanza dal ricettore;
- l'intensità del flickering sarà minima quando l'ombra prodotta è generata all'estremità delle pale;

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

- maggiori distanze tra generatore e ricettore determinano ombre meno nette; in tal caso l'effetto flickering risulterà meno intenso e distinto.

La presente relazione ha lo scopo di stimare le aree potenzialmente interessate dal fenomeno in relazione agli aerogeneratori che costituiscono il parco eolico in oggetto.

Nello specifico, quando si valuta l'impatto da shadow flickering, lo stesso può essere realizzato attraverso l'analisi di due casi specifici:

- il worst case, in cui viene valutata la massima durata del fenomeno, ovvero quella astronomica, che corrisponde alle condizioni di cielo sempre sgombro da nubi, di rotore in movimento continuo e di perpendicolarità tra quest'ultimo ed il potenziale ricettore;
- il real case, in cui viene valutata la durata realistica del fenomeno, tenendo conto del soleggiamento effettivo dell'area e delle specifiche condizioni anemologiche che determinano la reale operabilità degli aerogeneratori.

3. NORME DI RIFERIMENTO

Attualmente nel nostro paese non sono state emanate specifiche norme o linee guida che regolamentino i limiti di esposizione al fenomeno dello Shadow flicker generato dall'esercizio degli impianti eolici, né è stata definita una distanza massima oltre la quale si ritiene improbabile il verificarsi di un impatto significativo sulla salute umana.

Viceversa, a livello internazionale esistono diverse linee guida e normative che stabiliscono specifici limiti di esposizione, in termini di ore/anno e ore/giorno, al fenomeno in esame.

La presente valutazione è finalizzata a valutare il cosiddetto "worst case", tenendo conto delle principali linee guida e/o normative internazionali che fissano i limiti di esposizione entro i quali gli effetti del fenomeno sulla salute umana possono considerarsi trascurabili o nulli, quali:

- Länderausschuss für Immissionsschutz "Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (Guideline for identification and evaluation of the optical emissions of wind turbines) (WEA-Schattenwurf-Hinweise)" (Germania, 2002);
- Department of Energy and Climate Change "National Policy Statement for Renewable Energy Infrastructure (EN-3)" (Regno Unito, 2011).

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

La maggior parte dei paesi che hanno adottato specifiche linee guida o regolamenti in materia si sono basati sulle norme di riferimento tedesche e sui limiti di accettabilità da esse introdotti. In assenza di una specifica normativa o linea guida, nazioni quali Austria, Brasile, Canada, India, Giappone e Polonia, impiegano, come buona pratica, le indicazioni contenute nelle linee guida tedesche. Nello specifico, tali linee guida sono state introdotte nel 2002 dal comitato statale per il controllo dell'inquinamento e, da allora, sono state adottate dalla maggior parte dei Länder e sono comunemente considerate buone pratiche nella valutazione dell'impatto prodotto da un parco eolico. In particolare, tali linee guida, stabiliscono che lo shadow flickering deve essere valutato:

- fino ad una distanza tale che il rotore copra il 20% del disco solare; a distanze superiori il fenomeno è considerato troppo diffuso da poter produrre fastidio;
- per angoli del sole sull'orizzonte superiori a 3 gradi; per angoli inferiori il fenomeno si ritiene schermato dalla presenza di edifici e/o vegetazione;
- ad un'altezza di 2 metri dal suolo.

I valori limite di accettabilità stabiliti dalle suddette linee guida sono un massimo di:

- 30 minuti al giorno;
- 30 ore all'anno.

4. INDIVIDUAZIONE RECETTORI

Allo scopo di valutare l'impatto indotto sugli edifici da parte dell'impianto eolico in progetto, sono stati individuati i recettori potenzialmente sensibili presenti in un'areale corrispondente all'involuppo delle aree buffer circolari di raggio pari a 500m con centro coincidente con le postazioni delle WTG in oggetto.

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno degli edifici, esso risulta evidente e potenzialmente fastidioso in quegli ambienti con finestrate localizzate lungo la direttrice sole-aerogeneratore e, per tale ragione, si è considerato nella simulazione la presenza di finestre di altezza pari a 1,5 metri e larghezza pari ad 1 metro, posizionate ad una quota dal suolo di 2 metri e disposte su tutte le facciate degli edifici considerati, in direzione dei quattro punti cardinali (N-E-S-W).

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

Di seguito sono riportati tutti i riferimenti geografici dei potenziali recettori individuati nel buffer sopra specificato (in giallo i recettori ritenuti sensibili con dettaglio manufatto)

Denominazione	Comune	Foglio	Particella	Categoria catastale
1	Torre S Susanna	15	267	F02
2	Torre S Susanna	15	247	F02
3	Torre S Susanna	15	251	F02
4	Torre S Susanna	15	264	F02
5	Torre S Susanna	15	65	Coltura
6	Torre S Susanna	15	58	Coltura
7	Oria	34	32	Fabbricato rurale
8	Oria	49	323	F02
9	Oria	49	25	F02
10	Oria	49	21	F02
11	Oria	49	17	F02
12	Oria	49	399	F02
13	Oria	49	362	F02
14	Oria	49	325	C02
15	Oria	49	334	F02
16	Oria	49	318	C02
17	Oria	49	320	C02
18	Oria	49	313	C02
19	Oria	49	373	C02
20 (H)	Oria	49	304	A04
21	Oria	49	402	F02
22	Torre S Susanna	25	969	C06
23	Torre S Susanna	25	967	D01
24	Torre S Susanna	15	16	F02
25	Torre S Susanna	15	262	F02
26	Torre S Susanna	15	274	F02
27	Torre S Susanna	15	255	F02
28	Torre S Susanna	15	49	Coltura
29 (E)	Torre S Susanna	15	259	A04
30	Torre S Susanna	15	189	Coltura
31 (F)	Torre S Susanna	15	266	A03
32	Torre S Susanna	15	91	Coltura
33 (C)	Torre S Susanna	15	249	A04
34	Torre S Susanna	15	21	Coltura
35 (B)	Torre S Susanna	15	257	A03
36 (A)	Torre S Susanna	15	253	A04
37	Torre S Susanna	15	7	Coltura
38	Oria	34	177	C02
39	Oria	34	173	C02

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

40	Oria	34	166	A04
41	Oria	34	193	F02
42	Oria	34	25	Coltura
43	Oria	32	200	Fab Demolito
44	Oria	32	421	F02
45	Oria	32	426	F02
46	Oria	32	405	F02
47	Oria	32	184	Coltura
48	Oria	32	422	F02
49	Oria	32	178	Coltura
50	Oria	32	177	Coltura
51	Oria	32	171	Coltura
52	Oria	32	224	Coltura
53	Oria	32	221	Coltura
54	Oria	32	219	Coltura
55	Oria	32	245	F02
56	Oria	32	243	F02
57	Oria	32	384	C02
58	Oria	32	234	F02
59	Oria	32	232	Coltura
60	Oria	49	343	F02
61	Oria	49	338	C02
62	Oria	49	235	Coltura
63 (G)	Oria	49	59	A04-C02
64	Oria	49	385	F02
65	Oria	49	384	F02
66	Oria	49	340	Coltura
67	Oria	49	339	C02
68	Oria	49	322	Coltura
69	Oria	49	391	F02
70	Oria	49	82	F02
71	Oria	49	383	F02
72	Oria	49	90	Coltura
73	Oria	49	398	C02
74	Oria	49	400	C02
75	Oria	49	301	C02
76	Oria	49	393	F06
77	Oria	49	333	F02
78	Oria	49	123	Fab Diruto
79	Oria	49	405	C02
80	Oria	48	160	F02
81	Oria	60	130	F02
82 (L)	Oria	60	126	A02-C03

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

83	Torre S Susanna	25	1184	F02
84	Torre S Susanna	25	6	Coltura
85 (I)	Torre S Susanna	21	189	A03
86 (J)	Torre S Susanna	21	214	A07-C02
87	Torre S Susanna	26	591	C02
88	Torre S Susanna	26	690	C06
89 (K)	Torre S Susanna	27	972	A04
90	Torre S Susanna	25	1277	C02
91	Torre S Susanna	25	1293	D01

In particolare i recettori ritenuti sensibili:

Shadow receptor-Input

No.	Easting	Northing	Z	Width	Height	Elevation a.g.l.	Degrees from south cw	Slope of window	Direction mode	Eye height (ZVI) a.g.l.
	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
A	731.106	4.487.792	105,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
B	731.256	4.487.760	105,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
C	731.336	4.487.729	105,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
D	731.354	4.487.645	104,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
E	731.710	4.487.510	103,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
F	731.634	4.487.125	102,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
G	729.865	4.487.231	103,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
H	730.127	4.486.765	99,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
I	731.319	4.485.425	71,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
J	731.398	4.485.225	71,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
K	731.184	4.484.702	70,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0
L	729.338	4.484.710	81,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Fixed direction	2,0



Peculiarità del manufatto H				
Coordinate geografiche	est		nord	
	730138.493		4486774,757	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Oria	49	304	A/4
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	150 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



		Peculiarità del manufatto G			
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est	nord			
	729866.550	4487225.092			
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria	
	Oria	49	59	A/4	
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare				
ABITATO	NO				
ABITABILE	SI				
POTENZIALE RECETTORE	SI				
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	380 m				

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto K				
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est		nord	
	731173.54		4484717.86	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Torre santa susanna	27	972	A/4
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	440 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto J				
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est		nord	
	731415.17		4485226.07	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Torre santa susanna	21	214	A/7
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	480 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



		Peculiarità del manufatto I			
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est	nord			
		731318.00		4485432.70	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria	
	Torre santa susanna	21	189	A/3	
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare				
ABITATO	NO				
ABITABILE	SI				
POTENZIALE RECETTORE	SI				
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	480 m				

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto L				
Coordinate geografiche	est		nord	
	729336.19		4484726.24	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Oria	60	126	A/2
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	480 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto A				
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est		nord	
	731265.04		4487755.73	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Torre SantSusanna	15	253	A/4
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	420 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto B				
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est		nord	
	731342.76		4487741.49	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Torre SantSusanna	15	257	A/3
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	420 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto C				
Coordinate geografiche	est		nord	
	731363.70		4487624.67	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Torre SantSusanna	15	249	A/4
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	300 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto E				
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est		nord	
	731721.30		4487488.78	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Torre SantSusanna	15	259	A/4
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	450 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.



Peculiarità del manufatto F				
Coordinate geografiche UTM WGS84 33 NORD	est		nord	
	731639.67		4487117.91	
DATI CATASTALI	Comune	Foglio	Particella	Categoria
	Torre SantSusanna	15	266	A/4
TIPOLOGIA	Abitazione di tipo popolare			
ABITATO	NO			
ABITABILE	SI			
POTENZIALE RECETTORE	SI			
DISTANZA WTG PIÙ VICINA	410 m			

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

5. CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING

La valutazione tecnica è stata eseguita con un software utilizza una serie di dati di input caratterizzanti quali:

- l’altimetria della zona simulata;
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);
- la disposizione geografica dei “recettori sensibili” (abitazioni e relative finestre);
- la latitudine e longitudine dell’area interessata.

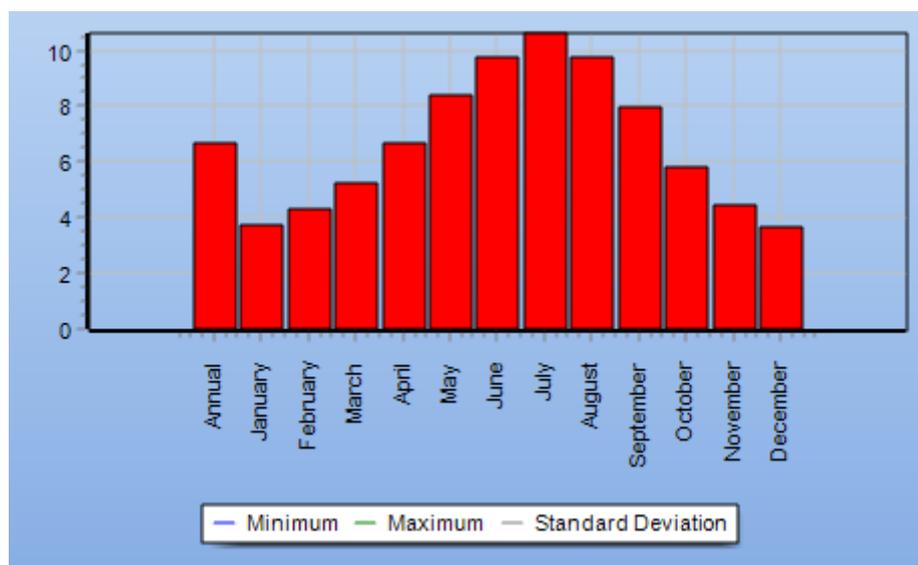
Sulla base di questi dati il software calcola il numero di ore annue di esposizione allo shadow flickering per ciascun nodo del grigliato che copre l’intera area, nonché il numero di ore di esposizione per gli ambienti abitativi attraverso le finestre.

Per l’esecuzione della simulazione sono stati fissati i seguenti parametri:

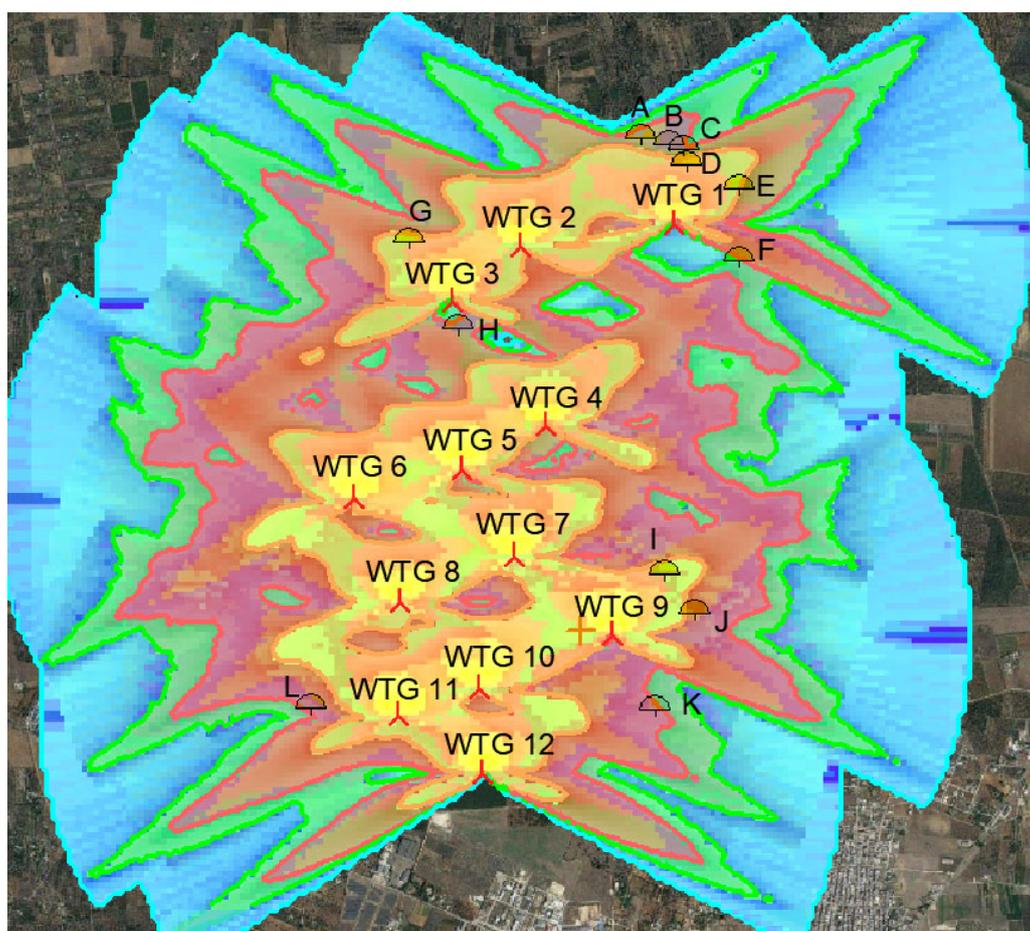
- coordinate geografiche baricentriche (UTM-WGS84): 730786E, 4485139N
- coordinate geografiche delle turbine considerate
- coordinate geografiche dei ricettori e disposizione delle finestre
- estensione area simulata: 6 km x 5 km
- raggio d’influenza massimo: 2 km dal punto di installazione dell’aerogeneratore;
- altezza del punto di vista dell’osservatore: 2 m
- parametri turbina

Allo scopo di pervenire a valori più realistici, prossimi al caso reale, si può tener conto dell’eliofania locale con i dati della stazione meteo di Brindisi e delle ore stimate di funzionamento dell’impianto eolico nell’arco dell’anno.

Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

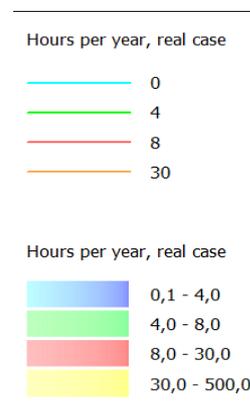


L'immagine seguente riassume i risultati dell'analisi eseguito secondo la metodologia di calcolo descritta nel paragrafo precedente.



Committente: LAND AND WIND SRL Contrada Pezzaviva – 72028 – Torre Santa Susanna (BR) PEC: landandwindsrl@pec.it		Progettazione: Mate System S.r.l. Via G. Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing Francesco Ambron	
Cod. elab.: R 2.29	Relazione fenomeno shadow flickering		Formato: A4
Data: 14/02/2024			Scala: n.a.

Recettore	Effetto flicker(h/yr)
A	2
B	0
C	0
D	33
E	12
F	0
G	36
H	0
I	24
J	8
L	0
K	2



A seguito di quanto descritto nei paragrafi precedenti si può concludere che, pur considerando una stima cautelativa in quanto non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra, il fenomeno dello shadow flickering si verifica esclusivamente su venti abitazioni (vedi tabella), incidendo in maniera molto limitata, in quanto il valore atteso è per buona parte per tutti i recettori inferiore a 30 ore l'anno.

Va altresì sottolineato che:

- la velocità di rotazione della turbina Vestas V150-4.2MW è 12,8 rotazioni al minuto, quindi nettamente inferiore a 60 rpm, frequenza massima raccomandata al fine di ridurre al minimo i fastidi e soddisfare le condizioni di benessere;
- Al fine di ridurre e/o eliminare gli effetti di shadow flickering sulle abitazioni interessate sono possibili due soluzioni:
 1. completamento della piantumazione già presente e non considerata nella fase di studio o, in alternativa;
 2. l'installazione sugli aerogeneratori che causano il fenomeno dell'ombreggiamento, dello Shadow Detection System, una innovativa tecnologia sviluppata da Vestas che, attraverso l'analisi della posizione del sole, del rotore della turbina e delle abitazioni circostanti, blocca la turbina nei periodi in cui si creano le condizioni favorevoli per il verificarsi dello shadow flickering, annullando così il fenomeno.