

Regione Puglia

COMUNE DI SAN PANCRAZIO SALENTINO (BR) - SALICE SALENTINO (LE)
AVETRANA (TA) - ERCHIE (BR)

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTI RINNOVABILI,
NONCHE' OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE, DI POTENZA
NOMINALE PARI A 36 MW ALIMENTATO DA FONTE EOLICA,
CON ANNESSO SISTEMA DI ACCUMULO INTEGRATO DI POTENZA
PARI A 24 MW, PER UNA POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 60MW
DENOMINATO IMPIANTO "NEXT2"**

PROGETTO PARCO EOLICO "NEXT2"

Codice Regionale AU: CY53TR6

Tav.:	Titolo:
R37	SHADOW FLICKERING

Scala:	Formato Stampa:	Codice Identificatore Elaborato
s.c.	A4	CY53TR6_NPDI2_ERC_ShadowFlickering

Progettazione:	Committente:
QMSOLAR s.r.l. Via Guglielmo Marconi scala C n.166 - Cap 72023 MESAGNE (BR) P.IVA 02683290742 - qmsolar.srls@pec.it Amm.re unico Ing. Francesco Masilla Gruppo di progettazione: MSC Innovative Solutions s.r.l.s - Via Milizia 55 - 73100 LECCE (LE) P.IVA 05030190754 - msc.innovativesolutions@gmail.com Ing. Santo Masilla - Responsabile Progetto	NPD Italia II s.r.l. Galleria Passarella, 2, Cap - 20122 MILANO P.IVA 11987560965 - email: npditaliaii@legalmail.it
Indagini Specialistiche :	

Data Progetto	Motivo	Redatto:	Controllato:	Approvato:
15/09/2023	Prima versione Documento riservato	F.M.	S.M.	NPD Italia II srl

	Shadow Flickering		
	CY53TR6_NPD12_ERC_R37_ShadowFlickering	Rev. 0	

1.1 SHADOW FLICKERING

Lo shadow flickering (letteralmente ombreggiamento intermittente) è l'espressione comunemente impegnata per descrivere l'effetto stroboscopico causato dal passaggio delle pale di una o più turbine eoliche attraverso i raggi del sole rispetto a recettori sensibili posti nelle loro immediate vicinanze. Il periodico cambiamento dell'intensità della luce in prossimità dei recettori sensibili deve essere calcolato in modo da determinare il potenziale periodo di ombreggiamento generato dalle turbine. Il fenomeno generato si traduce in una variazione alternativa dell'intensità luminosa, che a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni, in seguito recettori, le cui finestre risultino esposte al fenomeno.

Nella fattispecie i generatori utilizzati raggiungono una velocità di rotazione massima di 10 rpm quindi ampiamente inferiore di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

La lunghezza dell'ombra, generata dal passaggio delle pale attraverso i raggi del sole, dipende non solo dall'altitudine, ma dalla posizione del sole.

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno dalle abitazioni, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestre rivolte verso le ombre. 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 generale si può affermare che:

- Avendo le pale una forma rastremata con 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 recettore.
- L'intensità del flickering sarà minima quando l'ombra prodotta è generata all'estremità delle pale.
- Maggiori distanze tra generatore e ricettore determinano ombre meno nette, in tal caso l'effetto risulterà meno intenso e distinto.
- La presenza di schermature locali (come alberi interposti tra il recettore e la sorgente d'ombra) favorisce una diminuzione dell'effetto.

Il calcolo del potenziale periodo di ombreggiamento consiste nel determinare, attraverso software specifici, le ore di intermittenza annue cui ciascun recettore è sottoposto. Queste informazioni possono essere utilizzate per progettare e gestire la centrale eolica in modo da ridurre al minimo il disturbo causato alle persone.

I pacchetti software impegnati per la progettazione di un parco eolico contengono moduli specifici per il calcolo e l'analisi del fenomeno di flickering. I parametri principali richiesti dai modelli di calcolo per la determinazione degli effetti dovuti allo shadow -flickering del parco eolico sono:

1. La posizione delle turbine (coordinate x, y, z);
2. L'altezza al mozzo e il diametro del rotore della turbina scelta;
3. La posizione dei recettori sensibili (coordinate x, y, z);
4. Le dimensioni delle finestre dei recettori ed il loro orientamento;
5. L'orientamento rispetto al sud e l'angolo di tilt delle finestre dei recettori;
6. La posizione geografica (latitudine e longitudine), il fuso orario e l'ora legale della zona di interesse;
7. Un modello di simulazione contenente informazioni riguardo l'orbita della terra e la rotazione rispetto al sole;
8. Statistica di probabilità mensile di presenza del sole;
9. Un modello digitale del terreno;
10. L'angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte da cui calcolare l'ombreggiamento;
11. La distanza massima di estensione dell'ombra dietro la turbina;
12. Percentuale di copertura del sole dalla pala;
13. Intervallo di tempo per il calcolo dell'ombreggiamento;

	Shadow Flickering		
	CY53TR6_NPD12_ERC_R37_ShadowFlickering	Rev. 0	

14. Scelta della rappresentazione del sole come "punto" o come "disco";

Per lo studio viene utilizzato il software WindFarm Release 5. Questo software, tramite il modulo "shadow flickering", consente di creare mappe per l'intermittenza dell'ombra e di analizzare l'intermittenza in punti specifici (recettori) attraverso la generazione di isolinee.

1.1.1 MODELLO DI CALCOLO

L'analisi si basa sull'impegno di un modello digitale del terreno per la simulazione dell'orografia del suolo. I parametri utilizzati per il calcolo e inseriti nel software sono:

1. Angolo minimo del sole rispetto all'orizzonte da cui calcolare l'ombreggiamento = 2°
2. Distanza limite fino a cui calcolare l'ombreggiamento dalla turbina = 1,0 km.
3. Statistica di probabilità mensile di presenza di sole dedotta (descritta in seguito)
4. Curve di livello rilevate dalle CTR 1:5000
5. Modello delle turbine Siemens SG 170

In relazione al punto 1 il valore di 2° è stato desunto da bibliografia e risulta anche essere il parametro di default impostato dal software. Si usa in genere questo valore poiché per angoli inferiori la luce, dovendo passare attraverso uno strato di atmosfera più spesso, diventa molto diffusa e non riesce quindi a formare un'ombra. Il parametro risulta molto restrittivo ai fini del calcolo.

In relazione al punto 2 la scelta di considerare un valore di 1000m, come da bibliografia, riportano che ad una distanza massima di 1,0 Km, in piano, gli effetti dell'ombreggiamento risultano trascurabili. Questa scelta arbitraria è stata fatta sulla base del fatto che non è ancora stabilito dalla normativa quale sia la distanza massima dalla turbina a cui si risente ancora dell'ombreggiamento.

In relazione al punto 3 la statistica di probabilità mensile di presenza del sole è stata dedotta da una stazione meteorologica più vicina in cui sono state reperiti dati di soleggiamento (Stazione di Brindisi-cfr. "Reparto di Sperimentazioni di Meteorologia Aeronautica- **La radiazione solare globale e la durata del soleggiamento in Italia dal 1991 al 2010**") da cui sono state dedotte le probabilità mensili di soleggiamento qui di seguito riportate:

Mesi	Valori medi mensili delle ore giornaliere di soleggiamento (ore/giorno)	Ore di soleggiamento mensili	Ore totali mensili	Ore di luce mensile	% soleggiamento su ore di luce
Gennaio	4,14	128,34	744	293,26	43,76
Febbraio	5,18	145,04	672	294,56	49,24
Marzo	6,12	189,72	744	365,80	51,86
Aprile	6,97	209,1	720	393,60	53,13
Maggio	8,98	278,38	744	443,30	62,80
Giugno	10,2	306	720	450,60	67,91
Luglio	11,08	343,48	744	452,60	75,89
Agosto	10,16	314,96	744	421,60	74,71
Settembre	7,92	237,6	720	369,00	64,39

	Shadow Flickering		
	CY53TR6_NPDI2_ERC_R37_ShadowFlickering	Rev. 0	

Ottobre	6,06	187,86	744	339,45	55,34
Novembre	4,39	131,7	720	293,10	44,93
Dicembre	3,72	115,32	744	285,20	40,43
TOT		2588	8760	4402,07	58,78

Tabella 16 - Ore di soleggiamento mensile

Il calcolo dell'ombreggiamento è stato fatto utilizzando le condizioni al contorno semplificate, che comportano una situazione quanto più peggiorativa possibile rispetto al caso reale (Worst-case), in particolare:

- Il cielo è considerato sempre chiaro e limpido e quindi non si considerano nubi, nebbia o qualsiasi ostacolo;
- Le turbine sono sempre in rotazione;
- Il rotore delle turbine è sempre orientato in direzione del recettore;
- Non sono considerati eventuali ostacoli come alberi o palazzi;
- Asse del rotore allineato con il sole.

Inoltre, per la simulazione, ogni singolo recettore viene considerato in modalità "green house", cioè come se tutte le pareti esterne fossero esposte al fenomeno, senza considerare la presenza di finestre e/o porte dalle quali l'effetto arriva realmente all'interno dell'abitazione. I calcoli effettuati per l'ombreggiamento rappresentano un approccio molto conservativo e di conseguenza peggiorativo, per questo denominato "**worst case**", in cui la situazione reale risulterà ben al di sotto dei risultati ottenuti.

Successivamente sono stati individuati i ricettori sensibili che interferiscono con le isolinee di ombreggiamento e sono state calcolate le ore di ombreggiamento sulle finestre "tipo" delle pareti esposte al fenomeno.

1.1.2 INDIVIDUAZIONE DEI RECETTORI POTENZIALMENTE SENSIBILI

Ai fini della previsione degli impatti indotti dell'impianto in oggetto sono stati individuati i "ricettori sensibili" nelle immediate vicinanze del parco eolico che possono essere soggetti a tale fenomeno. Tali ricettori rappresentano edifici e costruzioni censiti durante la fase progettuale.

Il fenomeno diventa fastidioso in presenza di aperture trasparenti nella direzione dell'asse turbina-sole. Per questo motivo sono state inserite, per ogni singolo ricettore, 4 finestre (una per ogni faccia) di altezza 1 metro, larghezza 1 metro e altezza dal suolo 2 metri.

Di seguito sono riportati i riferimenti geografici dei ricettori individuati potenzialmente soggetti all'influenza delle ombre dell'aerogeneratore:

1	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
2	Area	N. (B)	Comune		Foglio	p.la	X	Y	Distanza	WTG	Censito	Agibile
3	NEXT2	1	Salice Salentino	6	375	738180,37	4474291,56	76	N6	NO	NO	
4	NEXT2	2	Salice Salentino	6	73	738166,67	4474249,12	70	N6	NO	NO	
5	NEXT2	3	Salice Salentino	6	80	738306,36	4474239,00	71	N6	NO	NO	
6	NEXT2	4	Salice Salentino	6	594	738359,01	4473903,17	348	N6	SI	NO	
7	NEXT2	5	Salice Salentino	9	238	738663,64	4473592,24	761	N6	NO	NO	
8	NEXT2	6	Salice Salentino	7	279	738458,96	4473344,24	897	N6	SI	NO	
9	NEXT2	7	Salice Salentino	49	11	737786,54	4473944,01	527	N6	NO	NO	
10	NEXT2	8	Salice Salentino	49	46	737769,60	4474175,29	470	N6	NO	NO	
11	NEXT2	9	Salice Salentino	49	93	737473,96	4474279,83	768	N6	NO	NO	
12	NEXT2	10	Salice Salentino	49	84	737478,47	4474558,91	825	N6	NO	NO	
13	NEXT2	11	Salice Salentino	49	46	737757,43	4474401,17	500	N6	NO	NO	
14	NEXT2	12	Salice Salentino	49	46	737748,20	4474617,25	625	N6	NO	NO	
15	NEXT2	13	Salice Salentino	6	2	738174,62	4474638,44	412	N6	NO	NO	
16	NEXT2	14	San Pancrazio Salentino	49	47	737960,51	4474699,10	546	N6	NO	NO	
17	NEXT2	15	San Pancrazio Salentino	49	88	737994,18	4474784,08	616	N6	NO	NO	
18	NEXT2	16	San Pancrazio Salentino	49	81	738005,79	4474886,69	707	N6	NO	NO	
19	NEXT2	17	San Pancrazio Salentino	49	81	738008,51	4474857,43	671	N6	NO	NO	
20	NEXT2	18	San Pancrazio Salentino	49	155	738062,51	4474920,16	722	N6	SI	NO	
21	NEXT2	19	San Pancrazio Salentino	49	153	738070,90	4474953,21	766	N6	SI	SI	
22	NEXT2	20	Salice Salentino	6	10	738343,73	4474686,27	476	N6	NO	NO	
23	NEXT2	21	San Pancrazio Salentino	49	8	738418,31	4474871,56	676	N6	NO	NO	
24	NEXT2	22	Salice Salentino	6	482	738553,13	4474859,29	713	N6	SI	NO	
25	NEXT2	23	Salice Salentino	6	37	738653,18	4474925,15	783	N5	NO	NO	
26	NEXT2	24	Salice Salentino	6	436	738975,56	4474613,47	836	N6	NO	NO	
27	NEXT2	25	Salice Salentino	6	420	738529,01	4474423,33	353	N6	SI	NO	
28	NEXT2	26	Salice Salentino	6	169	738771,82	4474147,78	538	N6	SI	NO	
29	NEXT2	27	Salice Salentino	6	204	738944,63	4473997,15	740	N6	NO	NO	
30	NEXT2	28	Salice Salentino	9	26	738730,85	4473507,03	762	N6	NO	NO	
31	NEXT2	29	Salice Salentino	9	26	738739,85	4473507,32	870	N6	NO	NO	
32	NEXT2	30	Salice Salentino	9	285	738762,50	4473484,70	876	N6	NO	NO	
33	NEXT2	31	Salice Salentino	9	286	738812,35	4473469,95	909	N6	NO	NO	
34	NEXT2	32	Salice Salentino	9	459	738872,97	4473519,89	951	N6	NO	NO	
35	NEXT2	33	Salice Salentino	9	16	738943,10	4473639,48	916	N6	NO	NO	
36	NEXT2	34	Salice Salentino	9	225	739025,63	4473628,88	987	N6	NO	NO	
37	NEXT2	35	Salice Salentino	6	579	739064,56	4473953,96	872	N6	NO	NO	
38	NEXT2	36	Salice Salentino	6	576	739080,50	4473981,70	879	N6	NO	NO	
39	NEXT2	37	Salice Salentino	6	574	739104,15	4474005,12	894	N6	NO	NO	
40	NEXT2	38	San Pancrazio Salentino	49	4	737750,56	4474883,37	817	N6	NO	NO	
41	NEXT2	39	San Pancrazio Salentino	49	165	737833,20	4475508,77	437	N5	SI	NO	
42	NEXT2	40	San Pancrazio Salentino	49	166	738014,69	4475519,30	438	N5	SI	NO	
43	NEXT2	41	San Pancrazio Salentino	47	9	738275,92	4475747,87	155	N5	NO	NO	
44	NEXT2	42	San Pancrazio Salentino	47	11	738310,78	4475741,75	118	N5	NO	NO	
45	NEXT2	43	San Pancrazio Salentino	47	9	738269,55	4475825,12	209	N5	NO	NO	
46	NEXT2	44	San Pancrazio Salentino	47	99	738221,06	4475832,47	248	N5	NO	NO	
47	NEXT2	45	San Pancrazio Salentino	47	3	738203,88	4475873,27	286	N5	NO	NO	
48	NEXT2	46	San Pancrazio Salentino	47	84	738127,84	4475841,18	330	N5	NO	NO	
49	NEXT2	47	San Pancrazio Salentino	47	158	738362,58	4475980,33	295	N5	SI	NO	
50	NEXT2	48	San Pancrazio Salentino	47	68	738378,73	4475996,00	304	N5	NO	NO	
51	NEXT2	49	San Pancrazio Salentino	47	69	738409,93	4475968,83	281	N5	NO	NO	
52	NEXT2	50	San Pancrazio Salentino	47	162	738494,57	4476000,20	318	N5	SI	NO	
53	NEXT2	51	San Pancrazio Salentino	47	40	738538,80	4475950,60	289	N5	NO	NO	
54	NEXT2	52	San Pancrazio Salentino	47	120	738555,58	4475922,79	272	N5	NO	NO	
55	NEXT2	53	San Pancrazio Salentino	47	42	738605,29	4475943,93	315	N5	NO	NO	
56	NEXT2	54	San Pancrazio Salentino	47	43	738620,56	4475965,76	344	N5	SI	NO	
57	NEXT2	55	San Pancrazio Salentino	47	41	738569,29	4475897,67	257	N5	NO	NO	
58	NEXT2	56	San Pancrazio Salentino	47	56	738639,86	4476232,20	593	N5	NO	NO	
59	NEXT2	57	San Pancrazio Salentino	39	8	738205,93	4476431,43	791	N5	NO	NO	
60	NEXT2	58	San Pancrazio Salentino	39	35	738378,75	4475995,62	311	N5	NO	NO	
61	NEXT2	58	San Pancrazio Salentino	39	35	738653,95	4476547,59	902	N5	NO	NO	
62	NEXT2	59	San Pancrazio Salentino	39	70	738874,26	4476456,15	900	N5	NO	NO	
63	NEXT2	60	San Pancrazio Salentino	47	166	738878,60	4476386,83	844	N5	SI	NO	
64	NEXT2	61	San Pancrazio Salentino	39	96	738039,51	4476581,18	974	N5	SI	NO	
65	NEXT2	62	San Pancrazio Salentino	39	96	738053,66	4476587,51	983	N5	SI	NO	
66	NEXT2	63	San Pancrazio Salentino	47	52	738523,60	4476134,59	459	N5	NO	NO	
67	NEXT2	64	San Pancrazio Salentino	47	52	738533,84	4476095,80	431	N5	NO	NO	
68	NEXT2	65	San Pancrazio Salentino	48	6	739181,64	4476139,33	891	N5	SI	SI	
69	NEXT2	66	San Pancrazio Salentino	48	4	739203,05	4476174,02	922	N5	SI	SI	
70	NEXT2	67	San Pancrazio Salentino	48	103	739154,03	4476083,44	832	N5	NO	NO	
71	NEXT2	68	San Pancrazio Salentino	48	198	739152,51	4476234,76	918	N5	NO	NO	
72	NEXT2	69	San Pancrazio Salentino	48	217	739226,99	4476209,24	963	N5	NO	NO	
73	NEXT2	70	San Pancrazio Salentino	48	150	738874,52	4475975,55	461	N5	NO	NO	
74	NEXT2	71	San Pancrazio Salentino	48	153	738812,78	4475886,03	402	N5	NO	NO	
75	NEXT2	72	San Pancrazio Salentino	48	97	738720,56	4475656,44	300	N5	NO	NO	
76	NEXT2	73	San Pancrazio Salentino	48	32	738761,03	4475303,32	500	N5	NO	NO	
77	NEXT2	74	San Pancrazio Salentino	48	107	738540,31	4475449,33	262	N5	NO	NO	
78	NEXT2	75	San Pancrazio Salentino	48	110	738610,05	4475436,43	308	N5	NO	NO	
79	NEXT2	76	San Pancrazio Salentino	48	106	738656,30	4475425,12	346	N5	NO	NO	
80	NEXT2	77	San Pancrazio Salentino	48	44	738541,11	4475424,01	288	N5	NO	NO	
81	NEXT2	78	San Pancrazio Salentino	48	44	738544,26	4475415,89	296	N5	NO	NO	

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
82	NEXT2	79	San Pancrazio Salentino	48	107	738581,47	4475384,07	345	N5	NO	NO
83	NEXT2	80	San Pancrazio Salentino	48	38	739101,17	4475740,02	685	N5	NO	NO
84	NEXT2	81	San Pancrazio Salentino	48	226	739254,36	4475617,66	839	N5	NO	NO
85	NEXT2	82	San Pancrazio Salentino	48	82	739254,61	4475458,20	864	N5	NO	NO
86	NEXT2	83	San Pancrazio Salentino	48	79	739254,91	4475541,89	845	N5	NO	NO
87	NEXT2	84	San Pancrazio Salentino	48	34	739156,77	4475552,65	748	N5	NO	NO
88	NEXT2	85	San Pancrazio Salentino	48	34	739186,89	4475561,94	777	N5	NO	NO
89	NEXT2	86	San Pancrazio Salentino	48	34	739194,84	4475549,86	789	N5	NO	NO
90	NEXT2	87	San Pancrazio Salentino	48	33	739114,86	4475510,75	706	N5	NO	NO
91	NEXT2	88	San Pancrazio Salentino	48	87	738914,71	4475264,32	642	N5	NO	NO
92	NEXT2	89	San Pancrazio Salentino	48	109	739034,34	4475246,02	753	N5	NO	NO
93	NEXT2	90	San Pancrazio Salentino	37	56	737329,19	4476578,99	588	N3	SI	NO
94	NEXT2	91	San Pancrazio Salentino	37	80	737443,11	4476608,71	625	N3	NO	NO
95	NEXT2	92	San Pancrazio Salentino	37	97	737457,31	4476584,04	657	N3	NO	NO
96	NEXT2	93	San Pancrazio Salentino	37	444	737344,23	4476798,94	424	N3	SI	SI
97	NEXT2	94	San Pancrazio Salentino	37	299	737304,98	4476748,03	432	N3	NO	NO
98	NEXT2	95	San Pancrazio Salentino	37	77	737399,39	4476859,70	427	N3	NO	NO
99	NEXT2	96	San Pancrazio Salentino	38	16	737693,60	4477279,55	685	N3	SI	NO
100	NEXT2	97	San Pancrazio Salentino	37	454	737183,31	4477368,62	314	N3	SI	NO
101	NEXT2	98	San Pancrazio Salentino	37	385	736927,42	4477299,85	231	N3	SI	SI
102	NEXT2	99	San Pancrazio Salentino	37	451	736997,09	4477294,16	250	N3	SI	NO
103	NEXT2	100	San Pancrazio Salentino	37	324	737063,53	4477224,02	133	N3	NO	NO
104	NEXT2	101	San Pancrazio Salentino	37	3	736863,05	4477186,46	194	N3	NO	NO
105	NEXT2	102	San Pancrazio Salentino	37	369	736894,73	4477165,23	156	N3	NO	NO
106	NEXT2	103	San Pancrazio Salentino	37	7	736987,65	4477136,17	63	N3	NO	NO
107	NEXT2	104	San Pancrazio Salentino	37	367	736842,68	4477266,49	259	N3	NO	NO
108	NEXT2	105	San Pancrazio Salentino	37	222	736754,44	4477301,05	350	N3	NO	NO
109	NEXT2	106	San Pancrazio Salentino	37	381	736789,93	4477317,61	331	N3	NO	NO
110	NEXT2	107	San Pancrazio Salentino	37	429	736655,53	4477358,71	338	N4	NO	NO
111	NEXT2	108	San Pancrazio Salentino	37	222	736726,25	4477378,72	420	N3	NO	NO
112	NEXT2	109	San Pancrazio Salentino	37	371	736808,70	4477422,56	397	N3	NO	NO
113	NEXT2	110	San Pancrazio Salentino	37	415	736837,70	4477370,47	342	N3	NO	NO
114	NEXT2	111	San Pancrazio Salentino	37	383	736869,53	4477349,58	306	N3	NO	NO
115	NEXT2	112	San Pancrazio Salentino	37	175	736503,77	4477236,45	221	N5	NO	NO
116	NEXT2	113	San Pancrazio Salentino	37	135	736543,67	4477277,39	269	N4	NO	NO
117	NEXT2	114	San Pancrazio Salentino	37	433	736225,16	4477341,13	404	N4	NO	NO
118	NEXT2	115	San Pancrazio Salentino	37	142	736253,00	4477209,87	286	N4	NO	NO
119	NEXT2	116	San Pancrazio Salentino	37	147	736251,91	4477064,04	218	N2	NO	NO
120	NEXT2	117	San Pancrazio Salentino	37	212	736310,22	4477057,43	160	N4	NO	NO
121	NEXT2	118	San Pancrazio Salentino	27	216	736454,03	4477065,52	47	N4	NO	NO
122	NEXT2	119	San Pancrazio Salentino	37	105	736658,48	4477063,53	195	N4	NO	NO
123	NEXT2	120	San Pancrazio Salentino	37	128	736417,78	4476981,47	61	N4	NO	NO
124	NEXT2	121	San Pancrazio Salentino	37	363	736417,77	4476949,58	81	N4	NO	NO
125	NEXT2	122	San Pancrazio Salentino	37	126	736445,34	4476915,67	103	N4	NO	NO
126	NEXT2	123	San Pancrazio Salentino	37	124	736362,83	4476849,27	202	N4	NO	NO
127	NEXT2	124	San Pancrazio Salentino	37	270	736414,98	4476830,47	199	N4	NO	NO
128	NEXT2	125	San Pancrazio Salentino	37	152	736289,57	4476887,97	220	N3	NO	NO
129	NEXT2	126	San Pancrazio Salentino	37	113	736680,05	4476781,27	323	N4	NO	NO
130	NEXT2	127	San Pancrazio Salentino	37	115	736691,55	4476721,07	376	N4	NO	NO
131	NEXT2	128	San Pancrazio Salentino	37	42	736862,79	4476622,35	497	N3	SI	NO
132	NEXT2	129	San Pancrazio Salentino	46	194	736288,92	4476585,35	473	N4	NO	NO
133	NEXT2	130	San Pancrazio Salentino	46	91	736754,45	4476133,51	928	N4	NO	NO
134	NEXT2	131	San Pancrazio Salentino	46	103	736906,78	4476125,66	965	N3	NO	NO
135	NEXT2	132	San Pancrazio Salentino	49	161	737112,66	4476301,97	782	N3	NO	NO
136	NEXT2	133	San Pancrazio Salentino	49	97	737237,45	4476318,37	790	N3	NO	NO
137	NEXT2	134	San Pancrazio Salentino	49	50	737326,59	4476395,65	749	N3	NO	NO
138	NEXT2	135	San Pancrazio Salentino	37	404	737177,05	4477499,22	432	N3	NO	NO
139	NEXT2	136	San Pancrazio Salentino	37	449	737331,69	4477506,12	516	N3	SI	NO
140	NEXT2	137	San Pancrazio Salentino	37	373	737225,03	4477365,72	337	N3	SI	SI
141	NEXT2	138	San Pancrazio Salentino	36	163	736965,02	4477674,32	601	N3	NO	NO
142	NEXT2	139	San Pancrazio Salentino	36	192	736901,53	4477629,86	569	N3	SI	NO
143	NEXT2	140	San Pancrazio Salentino	36	191	736716,42	4477740,70	723	N3	NO	NO
144	NEXT2	141	San Pancrazio Salentino	36	145-146	736795,30	4477816,87	778	N3	NO	NO
145	NEXT2	142	San Pancrazio Salentino	36	67	736901,80	4477785,34	717	N3	NO	NO
146	NEXT2	143	San Pancrazio Salentino	36	18	736863,51	4477951,16	696	N2	SI	SI
147	NEXT2	144	San Pancrazio Salentino	25	162	736418,15	4478401,73	527	N1	SI	SI
148	NEXT2	145	San Pancrazio Salentino	25	161	736406,60	4478428,48	521	N1	NO	NO
149	NEXT2	146	San Pancrazio Salentino	25	124	736447,75	4478416,44	500	N1	NO	NO
150	NEXT2	147	Erchie	20	77	736167,86	4478501,18	667	N1	NO	NO
151	NEXT2	148	Erchie	20	105	736203,23	4478491,85	642	N1	NO	NO
152	NEXT2	149	San Pancrazio Salentino	25	43	736277,28	4478548,64	547	N1	NO	NO
153	NEXT2	150	San Pancrazio Salentino	25	52	736267,53	4478475,54	595	N1	NO	NO
154	NEXT2	151	San Pancrazio Salentino	25	54	736325,66	4478495,94	528	N1	NO	NO
155	NEXT2	152	Erchie	20	75	736079,18	4478582,62	719	N1	NO	NO
156	NEXT2	153	San Pancrazio Salentino	25	46	736328,37	4478668,49	453	N1	NO	NO
157	NEXT2	154	San Pancrazio Salentino	25	125	736348,75	4478671,36	434	N1	NO	NO
158	NEXT2	155	San Pancrazio Salentino	25	57	736377,32	4478675,37	406	N1	NO	NO
159	NEXT2	156	San Pancrazio Salentino	25	57	736388,97	4478677,74	394	N1	NO	NO
160	NEXT2	157	San Pancrazio Salentino	25	176	736376,94	4478787,16	378	N1	NO	NO
161	NEXT2	158	San Pancrazio Salentino	25	41	736469,67	4478806,42	290	N1	NO	NO
162	NEXT2	159	San Pancrazio Salentino	20	67	736088,67	4478833,85	673	N1	NO	NO

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
163	NEXT2	160	Erchie	20	68	736154,00	4478844,03	607	N1	NO	NO
164	NEXT2	161	Erchie	20	69	736181,14	4478828,99	574	N1	NO	NO
165	NEXT2	162	San Pancrazio Salentino	25	163	736255,29	4478836,55	500	N1	SI	NO
166	NEXT2	163	San Pancrazio Salentino	25	48	736281,98	4478814,50	497	N1	NO	NO
167	NEXT2	164	San Pancrazio Salentino	25	163	736225,18	4478937,73	551	N1	SI	NO
168	NEXT2	165	Erchie	28	35	735914,20	4478419,62	933	N1	NO	NO
169	NEXT2	166	San Pancrazio Salentino	36	30	736296,49	4478343,55	657	N1	NO	NO
170	NEXT2	167	San Pancrazio Salentino	36	29	736298,78	4478335,84	659	N1	NO	NO
171	NEXT2	168	San Pancrazio Salentino	25	60	736627,96	4478933,22	181	N1	NO	NO
172	NEXT2	169	San Pancrazio Salentino	25	136	736851,43	4478985,85	198	N1	NO	NO
173	NEXT2	170	San Pancrazio Salentino	25	100	736773,75	4478791,47	21	N1	NO	NO
174	NEXT2	171	San Pancrazio Salentino	25	170	736998,56	4478869,26	246	N1	NO	NO
175	NEXT2	172	San Pancrazio Salentino	25	171	737089,32	4478907,69	344	N1	NO	NO
176	NEXT2	173	San Pancrazio Salentino	25	7	737155,70	4478841,67	397	N1	NO	NO
177	NEXT2	174	San Pancrazio Salentino	25	103	737173,49	4478942,36	432	N1	NO	NO
178	NEXT2	175	San Pancrazio Salentino	25	70	737169,95	4479024,60	461	N1	NO	NO
179	NEXT2	176	San Pancrazio Salentino	25	172	736594,97	4479079,54	316	N1	NO	NO
180	NEXT2	177	San Pancrazio Salentino	26	455	736239,00	4479240,11	665	N1	SI	SI
181	NEXT2	178	San Pancrazio Salentino	26	559	736197,14	4479339,36	748	N1	SI	SI
182	NEXT2	179	San Pancrazio Salentino	26	559	736227,38	4479368,65	771	N1	SI	SI
183	NEXT2	180	San Pancrazio Salentino	26	410	736278,98	4479299,71	690	N1	SI	SI
184	NEXT2	181	Erchie	13	729	736150,46	4479395,23	843	N1	SI	SI
185	NEXT2	182	Erchie	13	376	736141,31	4479418,72	868	N1	NO	NO
186	NEXT2	183	Erchie	20	204	736032,85	4479219,71	835	N1	SI	NO
187	NEXT2	184	Erchie	20	209	736057,02	4479212,92	808	N1	SI	NO
188	NEXT2	185	Erchie	20	113	736100,59	4479220,63	777	N1	NO	NO
189	NEXT2	186	Erchie	20	137	736062,46	4479172,08	785	N1	NO	NO
190	NEXT2	187	Erchie	20	111	736036,41	4479163,37	808	N1	NO	NO
191	NEXT2	188	Erchie	20	181	735900,40	4479156,86	929	N1	NO	NO
192	NEXT2	189	Erchie	20	15	735935,55	4479157,19	894	N1	NO	NO
193	NEXT2	190	San Pancrazio Salentino	26	370	736775,86	4479399,20	586	N1	SI	NO
194	NEXT2	191	San Pancrazio Salentino	26	325	737583,96	4479022,05	755	N2	SI	NO
195	NEXT2	192	San Pancrazio Salentino	26	325	737598,83	4479010,97	748	N2	NO	NO
196	NEXT2	193	San Pancrazio Salentino	26	325	737598,84	4479005,41	743	N2	NO	NO
197	NEXT2	194	San Pancrazio Salentino	26	193	737654,60	4478995,73	740	N2	NO	NO
198	NEXT2	195	San Pancrazio Salentino	26	557	737644,47	4479058,20	798	N2	SI	NO
199	NEXT2	196	San Pancrazio Salentino	26	424	737702,30	4479061,04	815	N2	NO	NO
200	NEXT2	197	San Pancrazio Salentino	26	442	737749,26	4478892,50	659	N2	SI	SI
201	NEXT2	198	San Pancrazio Salentino	26	442	737768,53	4478860,77	639	N2	SI	SI
202	NEXT2	199	San Pancrazio Salentino	26	199	737971,73	4479075,48	927	N2	SI	SI
203	NEXT2	200	San Pancrazio Salentino	26	392	738006,27	4479073,58	946	N2	NO	SI
204	NEXT2	201	San Pancrazio Salentino	26	353	737997,66	4479130,76	997	N2	SI	SI
205	NEXT2	202	San Pancrazio Salentino	26	353	738032,85	4479092,43	970	N2	NO	SI
206	NEXT2	203	San Pancrazio Salentino	26	397	737417,41	4478663,26	408	N2	NO	NO
207	NEXT2	204	San Pancrazio Salentino	26	491	738125,10	4478723,18	767	N2	NO	NO
208	NEXT2	205	San Pancrazio Salentino	26	492	738132,99	4478843,68	853	N2	NO	NO
209	NEXT2	206	San Pancrazio Salentino	27	8	738403,19	4477921,87	945	N2	SI	NO
210	NEXT2	207	San Pancrazio Salentino	27	185	737840,27	4477705,72	651	N2	SI	SI
211	NEXT2	208	San Pancrazio Salentino	27	188	737829,71	4477736,28	618	N2	SI	SI
212	NEXT2	209	San Pancrazio Salentino	27	188	737824,06	4477756,22	600	N2	SI	SI
213	NEXT2	210	San Pancrazio Salentino	27	188	737816,17	4477774,86	579	N2	SI	SI
214	NEXT2	211	San Pancrazio Salentino	27	188	737811,82	4477791,28	560	N2	SI	SI
215	NEXT2	212	San Pancrazio Salentino	27	188	737801,74	4477819,97	533	N2	SI	SI
216	NEXT2	213	San Pancrazio Salentino	27	188	737794,40	4477837,07	515	N2	SI	SI
217	NEXT2	214	San Pancrazio Salentino	27	189	737839,65	4477835,06	546	N2	SI	SI
218	NEXT2	215	San Pancrazio Salentino	27	190	737871,04	4477777,49	609	N2	SI	SI
219	NEXT2	216	San Pancrazio Salentino	38	65	737685,97	4477669,93	622	N2	SI	SI
220	NEXT2	217	San Pancrazio Salentino	38	95	737452,53	4477740,21	528	N2	NO	NO
221	NEXT2	218	San Pancrazio Salentino	27	192	737950,50	4477572,98	814	N2	SI	SI
222	NEXT2	219	Erchie	39	4	736000,32	4476254,09	884	N4	SI	NO
223	NEXT2	220	Erchie	36	6	735946,62	4476880,17	535	N4	SI	NO
224	NEXT2	221	Erchie	29	112	735686,58	4476904,88	795	N4	SI	NO
225	NEXT2	222	Erchie	29	99	735502,67	4476958,88	970	N4	SI	NO
226	NEXT2	223	Erchie	29	119	735864,74	4477268,54	660	N4	NO	NO
227	NEXT2	224	Erchie	29	241	735861,77	4477290,01	674	N4	NO	NO
228	NEXT2	225	Erchie	29	264	735817,26	4477443,85	787	N4	NO	NO
229	NEXT2	226	San Pancrazio Salentino	36	47	736282,58	4477537,75	551	N4	NO	NO
230	NEXT2	227	San Pancrazio Salentino	36	46	736320,96	4477573,19	576	N4	NO	NO
231	NEXT2	228	San Pancrazio Salentino	36	189	736433,64	4477797,89	780	N4	NO	NO
232	NEXT2	229	San Pancrazio Salentino	26	455	736288,93	4479234,68	638	N1	NO	NO
233	NEXT2	230	San Pancrazio Salentino	26	252	737772,07	4478388,02	296	N2	NO	NO
234	NEXT2	231	San Pancrazio Salentino	36	23	737622,01	4478130,54	187	N2	NO	NO
235	NEXT2	232	San Pancrazio Salentino	36	8	737735,05	4478157,58	258	N2	NO	NO
236	NEXT2	233	San Pancrazio Salentino	25	30	737178,15	4478298,95	322	N2	NO	NO
237	NEXT2	234	San Pancrazio Salentino	25	21	737407,58	4478196,31	124	N2	NO	NO
238	NEXT2	235	San Pancrazio Salentino	25	165	737370,59	4478136,24	192	N2	NO	NO
239	NEXT2	236	San Pancrazio Salentino	25	27	737399,90	4478157,17	157	N2	NO	NO
240	NEXT2	237	San Pancrazio Salentino	25	20	737429,14	4478137,98	156	N2	NO	NO
241	NEXT2	238	San Pancrazio Salentino	25	149	737413,29	4478343,19	109	N2	NO	NO
242	NEXT2	239	San Pancrazio Salentino	25	119	737513,26	4478498,27	221	N4	NO	NO
243	NEXT2	240	San Pancrazio Salentino	25	114	736895,10	4478625,39	227	N6	NO	NO

	Shadow Flickering		
	CY53TR6_NPDI2_ERC_R37_ShadowFlickering	Rev. 0	

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
244		NEXT2	241	San Pancrazio Salentino	25	175	736709,04	4478600,72	217	N1	NO	NO
245		NEXT2	242	Avetrana	20	27	737313,85	4474360,56	348	N6	NO	NO

Tabella 1: Ricettori censiti nell'area di studio

In particolare, sono stati considerati gli edifici rientranti nella distanza di 1000 mt dall'aerogeneratore che rientrano nel cono d'ombra della turbina.

Dall'analisi di calcoli gli edifici censiti 98 con agibilità saltuaria non permanente(*) risultano nell'influenza del cono d'ombra della turbina N03

Area	N.	Comune	X	Y	Distanza	WTG	Agibile
NEXT 2	98	San Pancrazio Sno	736927,42	4477299,85	231	N3	Si(*)

Nell'ambito del calcolo sono stati inseriti i siti sensibili censiti dal PPTR visibili nella Fig.3c

ID_PO	Comune	Prov.	Denominazione	Tipo Sito
PO07	Erchie	BR	Masseria L'Argentone (Sant'Angelo)	Masseria
PO08	Erchie	BR	Masseria La Cicerella	Masseria
PO11	Torre Santa Susanna	BR	Cripta Di S. Leonardo E S. Giovanni Battista	Vincolo Architettonico
PO12	San Pancrazio Sal.	BR	S. Antonio alla Macchia	Masseria
PO14	San Pancrazio Sal.	BR	Masseria Marcianti	Masseria
PO15	San Pancrazio Sal.	BR	Masseria Lello Bello	Masseria
PO25	San Pancrazio Sal.	BR	Masseria Morigine	Masseria
PO29	San Pancrazio Sal.	BR	Masseria Caragnoli	Masseria
PO31	Torre Santa Susanna	BR	Masseria Tirignola	Masseria
PO43	Avetrana	TA	Masseria Centonze	Masseria
PO58	Salice Salentino	LE	Masseria San Paolo	Masseria
PO66	San Pancrazio Sal.	BR	Masseria Torrevecchia	Masseria

Considerate le condizioni orografiche e la presenza di alberature sull'esposizione delle finestre dei ricettori risultati sensibili nonche' la distanza dai singoli aerogeneratori, si puo' considerare il fenomeno del tutto trascurabile.

In ogni caso, la Società si impegna, se dovessero nascere delle precise e puntuali criticità, a mitigare l'effetto stroboscopico presso il recettore, intervenendo con piantumazioni di alberi schermanti e/o attraverso l'installazione di pensiline in prossimità delle aperture finestrate più esposte.

RISULTATI DELLE ELABORAZIONI

Le elaborazioni per il calcolo dell'ombreggiamento provocato dalle turbine eoliche sono state condotte considerando un totale di 304 recettori sensibili posti nell'area del parco con distanza 1000 m da ogni singolo aerogeneratore.

Al di là di una certa distanza, l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala e il diametro del sole diventa infinitesimamente piccolo, da poter essere trascurato. Siccome non vi è un valore, generalmente accettato, per questa distanza massima, il modulo utilizzato permette di specificare il limite in metri o multipli del diametro della turbina.

Nel caso specifico è stata considerata una distanza dalla turbina di 1000m. Graficamente è stato riportato il report a 1500 m in cui si può verificare che le ore di ombreggiamento sono inferiori a 50h/anno.

Il modello numerico utilizzato, al pari di altri presenti sul mercato, produce in output una mappa dell' impatto dell'ombra sul terreno, nel caso più penalizzante denominato "worst case", corrispondente alle ore in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte nell'arco dell'anno (circa 4402 h/a di luce), indipendentemente dalla presenza o meno di nubi, le quali inficierebbero il fenomeno stesso di shadow flickering per impossibilità che si generi il fenomeno di flickering, oltre agli input specificati precedentemente, che rendono il caso in oggetto nettamente peggiorativo, ma soprattutto considerano le turbine sempre in movimento ed alla massima rotazione del rotore.



Figura 40 – Visualizzazione mappa delle ombre generate – caso peggiore

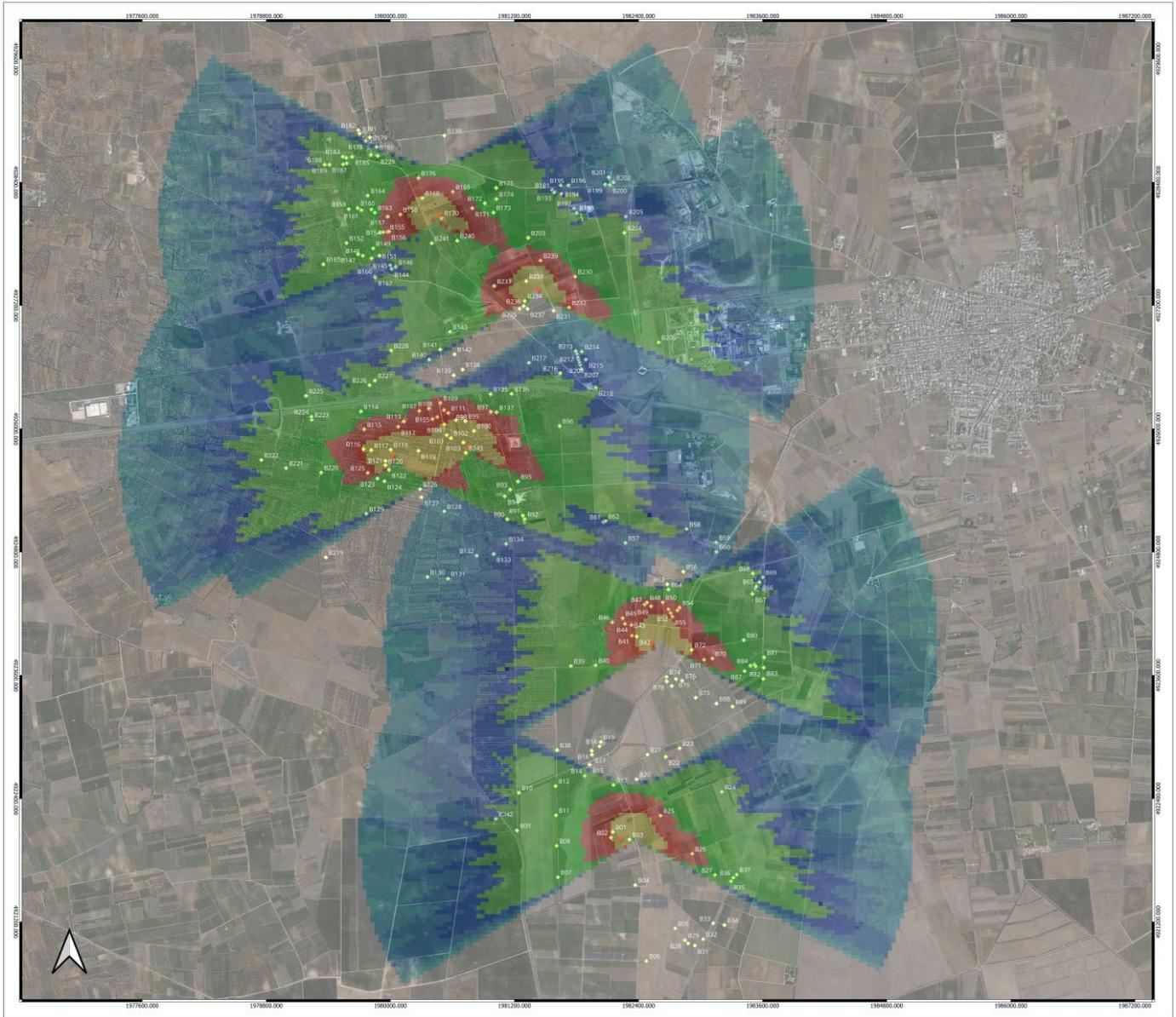


Figura 41 – Visualizzazione mappa delle ombre generate - caso reale

Hours per year, worst case



Hours per year, worst case



	Shadow Flickering		
	CY53TR6_NPDI2_ERC_R37_ShadowFlickering	Rev. 0	

Dall'analisi dei risultati cartografici si nota che tanti ricettori sono esterni alle curve di ombreggiamento e quindi non subiscono alcun ombreggiamento e non sono stati considerati. Dall'analisi degli ombreggiamenti per singola finestra e per intero ricettore, che si allegano in coda alla presente relazione, si riscontra che 17 ricettori superano le 100 h/anno di ombreggiamento.

Oltre alla restituzione cartografica si è calcolato l'ombreggiamento in ore/anno su finestre "tipo" dei prospetti più esposti.

Nel momento in cui nel calcolo, verrà considerato anche la percentuale annua di giorni nuvolosi l'impatto in termini di ore di ombreggiamento annua risulterà minore dei risultati ottenuti. Ulteriori indagini andranno condotte al fine di verificare se i ricettori sensibili che subiscono più ombreggiamento non abbiano schermi naturali quali alberi o costruzioni varie che riducono l'impatto stesso, allo stesso tempo bisognerà verificare il posizionamento degli infissi qualora non fossero rivolti verso le turbine che porterebbe l'impatto ad annullarsi. Qualora questi ricettori sensibili evidenzino problematiche derivanti da questo impatto è possibile che lo sviluppatore pianifichi alcune mitigazioni in fase di progettazione esecutiva del parco, come ad esempio piantare alberi addizionali allo scopo di schermare l'ombreggiamento verso le finestre più esposte.

Per le motivazioni di cui sopra, allo scopo di pervenire a valori più realistici di impatto, prossimi al caso reale (denominato REAL CASE), si è impiegato il valore di eliofania locale, ovvero il numero di ore di cielo libero da nubi durante il giorno.

Per l'area in esame tale valore di soleggiamento corrisponde a circa 2588 h/yr (rispetto alle 4402 h/yr considerate nel worst - case). I risultati del calcolo possono, ragionevolmente, essere abbattuti mediamente del 41,2 %, pari al complemento a 1 del rapporto $2489/4402 = 58,8 \%$. In altri termini, rispetto al WORST CASE, la probabilità di occorrenza del fenomeno di shadow flickering si riduce, per l'area in esame, al 58,8 % che corrisponde proprio alla probabilità che il disco solare risulti libero da nubi. Tale valore percentuale è un valore mediato nell'intero anno. Se si vuole essere ancora più realistici, bisogna considerare che i mesi in cui il fenomeno aumenta di durata, sono i mesi invernali in cui di fatto le ore di soleggiamento possono essere inferiori al 45 % come riportato in tabella n.2.

Altro fattore da considerare ai fini dell'effetto stroboscopico è la distribuzione di frequenza di velocità del vento nell'area in esame. Come riportato nelle schede tecniche degli aerogeneratori, il cut-in è fissato a 3m/s. Per velocità più basse di tale valore, le turbine non sono in movimento e non generano effetto flickering.

Dai dati a disposizione del produttore, la frequenza di velocità fino a 3 m/s è circa il 20 %. Questo ci permette di diminuire ulteriormente del 20% la probabilità di occorrenza del fenomeno.

Tutto ciò non tiene conto di altri fattori che potrebbero diminuire o annullare del tutto l'effetto flickering sul ricettore, come la presenza di alberi interposti tra turbina e ricettore e/o posizionamento delle abitazioni e dei propri infissi rispetto alla fonte, la posizione del disco tra sole e ricettore (fattore indispensabile per la formazione del fenomeno dello sfarfallio).

Bisogna tenere presente che tale riduzione si è ottenuta solo ed esclusivamente considerando le condizioni meteorologiche assimilabili a quelle reali della zona in esame in riferimento alla presenza del sole e della distribuzione di velocità del vento nell'area di studio. Per tale motivo, il calcolo, nel caso real-case, è comunque da considerarsi molto cautelativo in quanto nella simulazione vengono comunque utilizzate le condizioni al contorno del worst – case.

Solo il ricettore R98 ha caratteristiche di abitabilità saltuaria e pertanto è stata approfondita l'analisi prendendo in riferimento il corretto posizionamento delle finestre. Considerato che le finestre sono posizionate a Sud e Nord e quindi a 180° e 0°, l'ombreggiamento sul ricettore R35-33 nel caso peggiorativo worst-case risulta con valori compresi da 0,1 e 10 h/anno.

	Shadow Flickering		
	CY53TR6_NPD12_ERC_R37_ShadowFlickering	Rev. 0	

E' importante sottolineare che i calcoli effettuati sono molto cautelativi in quanto nella stima non sono stati considerati alcuni aspetti fondamentali che potrebbero abbattere tali valori, es. direzione del rotore ortogonale alla direttrice sole-finestra, eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione arbustiva tra finestra e direttrice. Ad ogni modo riportando il calendario annuale (nel caso del WORST CASE) e l'effetto ombre generato dalle turbine sui ricettori sopra richiamati, si può notare l'effetto transitorio e quindi trascurabile del fenomeno.

Si aggiunge che non è stato considerato l'ombreggiamento dato dalle alberature presenti nei cortili dei fabbricati o lungo gli assi sole-turbina-finestra. Queste ulteriori ipotesi potrebbero addirittura eliminare completamente alcuni edifici tra la lista dei ricettori se gli stessi fossero dotate di finestre più piccole rispetto a quelle ipotizzate sulle pareti di Ovest ed Est (massimo allungamento delle curva di ombreggiamento), o fossero già ombreggiati naturalmente.

In ogni caso, la Società si impegna, se dovessero nascere delle precise e puntuali criticità, a mitigare l'effetto stroboscopico presso il recettore, intervenendo con piantumazioni di alberi schermanti e/o attraverso l'installazione di pensiline in prossimità delle aperture finestrate più esposte.

Si riporta di seguito la scheda del recettore B98



Abitazione censita con caratteristiche di agibilità saltuaria con alberature ad alto fusto in grado di mitigare l'effetto ombra della WTG N03 nelle ore soleggiate.