

REGIONE
CALABRIA



Provincia di
Catanzaro



Committente:



PLT engineering s.r.l.
via Dismano 1280
47522 Cesena (FC)
P.IVA/C.F. 05857900723

Titolo del Progetto:

PARCO EOLICO "SELLIA MARINA"

Documento:

PROGETTO DEFINITIVO

ID PROGETTO:	PESM
DISCIPLINA:	P
CAPITOLO:	CP

N° Documento:

PESM-S01.05

Elaborato:

STUDIO FLICKERING

SCALA:

FORMATO:

A4

Nome file:

PESM-S01.05.pdf

Progettazione:



Ing. Saverio Pagliuso

**Studi geologici, agronomici,
archeologici e ambientali a
cura di:**



Gruppo di lavoro:

Dott.ssa Maria Antonietta Marino
Dott. Gualtiero Bellomo
Prof. Vittorio Amadio Guidi
Dott. Fabio Interrante
Dott. Sebastiano Muratore
Ing. Claudio Giannobile

VAMIRGEOIND
AMBIENTE GEOLOGIA E GEOFISICA s.r.l.
Direttore Tecnico
Dott.ssa MARINO MARIA ANTONIETTA

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	01/2021	PRIMA EMISSIONE	VAMIRGEOIND	GIANNOBILE	PLT

Indice

1	Premessa	2
2	Cenni sul fenomeno dello shadow flickering	4
3	Calcolo dello shadow flickering	8
3.1	<i>Descrizione dell’ambito di studio.....</i>	8
3.2	<i>Configurazione d’impianto.....</i>	10
3.3	<i>Individuazione dei ricettori</i>	13
3.4	<i>Metodologia di calcolo e software utilizzato</i>	32
3.5	<i>Risultati.....</i>	38
4	Conclusioni	60

Elaborati grafici

- T01: mappa di potenziale interferenza da shadow flickering

1 PREMESSA

Nei Comuni di Sellia Marina e Soveria Simeri in provincia di Catanzaro (CZ) è prevista la realizzazione di un campo eolico costituito da 14 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 6.0 MW.

L'impianto è localizzato per la quasi totalità, 11 delle 14 turbine, sul territorio a nord-ovest del Comune di Sellia Marina mentre le rimanenti turbine si trovano nel territorio facente parte del Comune di Soveria Simeri. Il campo eolico si estende, a partire da circa 4 km dalla costa di Sellia Marina, fino alla zona nord-est del di Soveria Simeri.

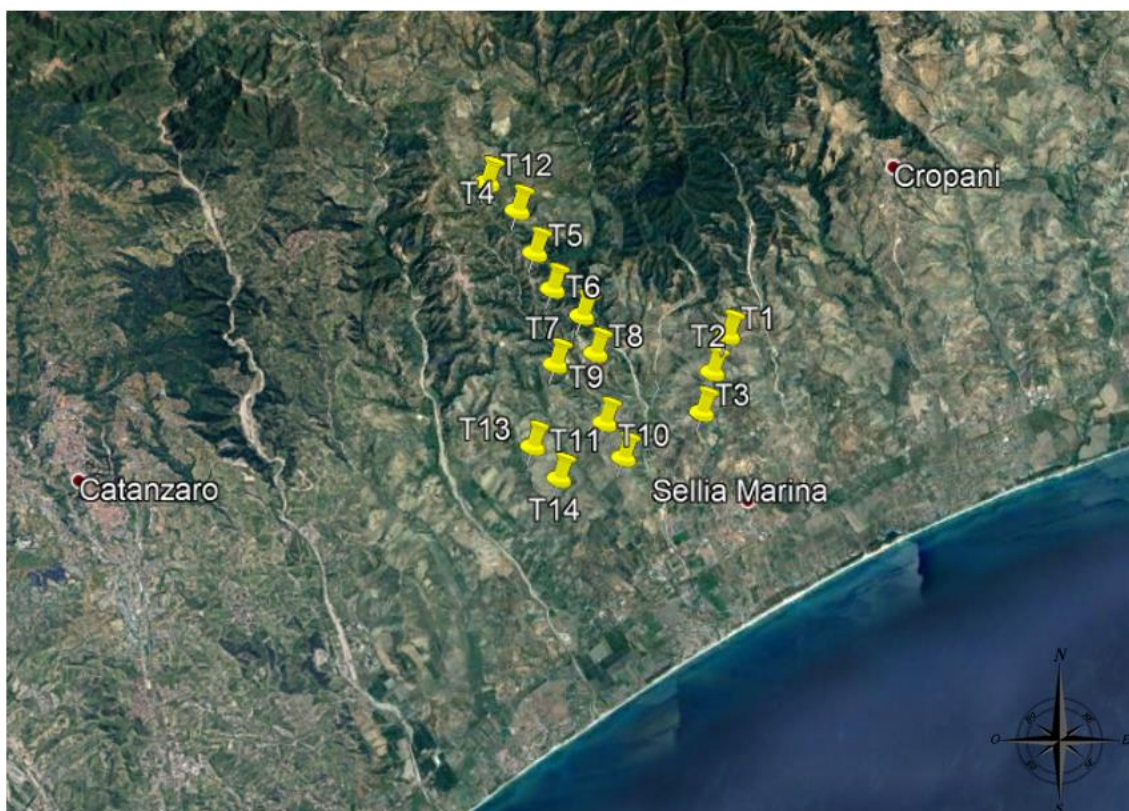


Figura 1 Localizzazione del campo eolico oggetto di studio

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

La tipologia di macchina impiegata è di tipo ad asse orizzontale in cui il sostegno, ovvero una torre tubolare con altezza pari a 119 m, porta alla sua sommità la navicella, al cui lato esterno è collegata un rotore di diametro di 162 m.

2 CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING

Le turbine eoliche, come altre strutture fortemente sviluppate in altezza, proiettano un'ombra sulle aree adiacenti in presenza di luce solare diretta.

Il cosiddetto fenomeno del “flickering” indica l'effetto di lampeggiamento che si verifica quando le pale del rotore in movimento “tagliano” la luce solare in maniera intermittente.

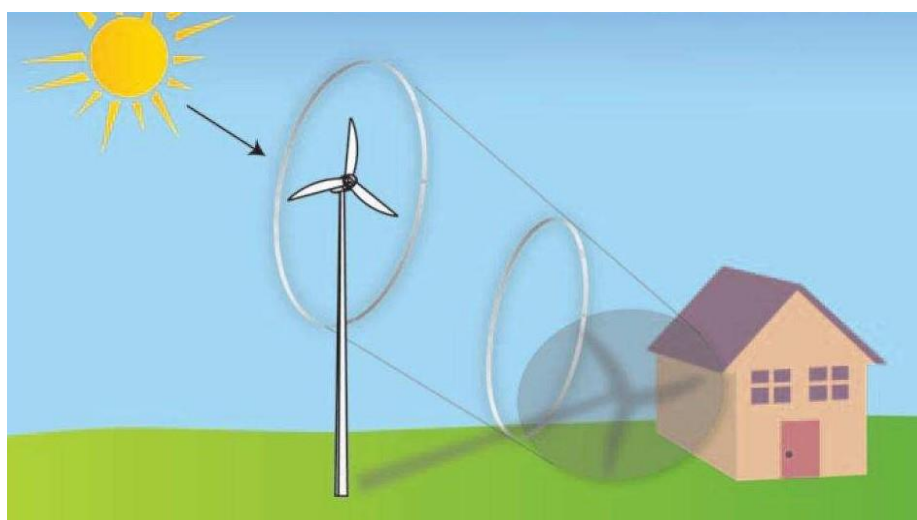


Figura 2 Esempio di effetto flickering

Questa variazione alternata di intensità luminosa, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso. Ovviamente, tale fenomeno risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole o nebbia, sia quando, in specifiche condizioni di vento, le pale del generatore 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 sottoposta a continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica.

Tuttavia, i più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione massima di 25 giri al minuto, corrispondente ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 0.5 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2.5 Hz.

Inoltre, i generatori di grande potenza (dal MW in su, come nel caso in oggetto) mediamente non superano la velocità di rotazione di 15 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale (0.25 Hz) ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

Studi condotti sui possibili effetti dello shadow flickering sulla salute umana raccomandano, al fine di ridurre al minimo i fastidi, una velocità di flickering non superiore a 3 tagli al secondo (Harding, 4 Aprile 2008). Nel caso di aerogeneratori tripala, tale frequenza si traduce in una velocità massima di rotazione del rotore di 60 rpm (rotazioni per minuto).

Le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore sensibile, così come la direzione del vento, l'intensità del medesimo, la copertura del cielo, la posizione del sole (variabile nell'arco dell'anno) risultano essere fattori chiave per la esistenza e durata del fenomeno di shadow flickering.

Per distanze dell'ordine dei 500 m, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all'alba oppure al tramonto, ossia in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe per effetto della piccola elevazione solare. Al di là di una certa distanza, in realtà l'ombra smette di essere un problema perché

il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro del sole diventa molto piccolo.

Come è facile immaginare, la condizione più penalizzante corrisponde al caso in cui il piano del rotore risulta ortogonale alla congiungente ricevitore – sole; infatti, in tali condizioni, l'ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari al 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 un'ottica generale e in relazione alle condizioni meteorologiche medie della penisola italiana, è possibile affermare che le aree soggette al fenomeno di shadow flickering non si estendono mai oltre i 500-2000 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono solitamente entro i 300 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell'ordine delle 200 ore all'anno e non superiore in genere ai 20/30 minuti di durata 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 generale, 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 ricevitore.
- ⇒ 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 flickering risulterà meno intenso e distinto.

La tipologia di aerogeneratore prevista per l'installazione ha una velocità di rotazione massima di 8,5 rpm che corrisponde ad una velocità massima di flickering di 0,45 tagli al secondo, nettamente inferiore alla frequenza massima raccomandata per la tutela della salute umana.

Tuttavia, una progettazione attenta è fondamentale per evitare questo fenomeno.

In relazione a ciò, si fa presente che, quale misura di prevenzione, già in fase di scelta delle aree sulle quali ubicare l'impianto si è cercato di localizzare gli aerogeneratori il più possibile distanti dall'area urbana oltreché dagli edifici abitativi e lavorativi.

3 CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING

3.1 DESCRIZIONE DELL'AMBITO DI STUDIO

Il comune di Sellia Marina è situato nel territorio della provincia di Catanzaro in Calabria, si estende per 41,5 km² ed occupa una fascia costiera ionica di 14 km all'interno del Golfo di Squillace. Il territorio è caratterizzato da lunghe spiagge sabbiose e a tratti selvagge.

Queste sono protette da una fascia di vegetazione che passa dai bassi arbusti alle foreste di pini ed eucalipti. A ridosso della costa invece si estendono enormi agrumeti.

Le attuali delimitazioni del territorio comunale sono costituite da elementi del paesaggio naturale o antropizzato, quali corsi d'acqua, rilievi collinari, linee di spartiacque, antiche mulattiere e la costa ionica calabra.

Il comune di Soveria Simeri, anch'esso situato nel territorio della provincia di Catanzaro in Calabria, si estende per 22,3 km². Prende il suo nome dall'omonimo fiume Simeri che nasce nella Sila Piccola e scorre sul territorio fino a sfociare nel Golfo di Squillace.

Nello specifico, l'ambito di studio preso in considerazione per l'analisi del fenomeno di shadow flicker ha un'estensione pari a circa 90 km² (10x9 km) a nord-ovest del Comune di Sellia Marina e delimitato:

- ✓ A Nord dai rilievi montuosi e collinari appartenenti al comune di Soveria Simeri;
- ✓ A Sud dalle località Laca, frazione del comune di Soveria Simeri, Uria, Grandine e Calabricata, appartenenti al Comune di Sellia

Marina e dalla Strada Statale 106 che percorre il litorale ionico del Golfo di Squillace;

- ✓ Ad Est dai territori collinari a nord della frazione Calabricata e dalla Strada Provinciale che congiunge Uria con Zagarise;
- ✓ Ad Ovest dal Comune di Soveria Simeri distante 16 km da Catanzaro, 12 km dalla costa ionica e 20 km dai monti della Sila caratterizzati dalla presenza di varie cime montuose, altipiani, folte zone boschive e laghi artificiali d'altura.

L'ambito di studio quindi attraversa territori eterogenei per conformazione e caratteristiche meteo climatiche, in ragione della differente elevazione delle zone oggetto di studio che vanno dalla costa fino a rilievi montuosi di 500 m sul livello del mare.



Figura 3 Ambito di studio facente parte dei Comuni di Sellia Marina e Soveria Simeri (CZ)

3.2 CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO

Nelle seguenti tabelle vengono geolocalizzate e descritte dal punto di vista tecnico le turbine la cui installazione è prevista per il campo eolico di Sellia Marina.

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Turbina	Comune	Coordinate UTM		Altitudine [m]
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
T1	Sellia Marina	650867.0	4310763.0	184
T2	Sellia Marina	650563.0	4310007.0	167
T3	Sellia Marina	650359.0	4309171.0	133
T4	Sellia Marina	646474.0	4313240.0	363
T5	Sellia Marina	646846.0	4312383.0	300
T6	Sellia Marina	647222.0	4311648.0	270
T7	Sellia Marina	647839.0	4311114.0	203
T8	Sellia Marina	648131.0	4310347.0	145
T9	Soveria Simeri	647306.0	4310105.0	167
T10	Sellia Marina	648351.0	4308920.0	122
T11	Sellia Marina	648753.0	4308205.0	104
T12	Sellia Marina	645843.0	4313797.0	400
T13	Soveria Simeri	646867.0	4308403.0	144
T14	Soveria Simeri	647423.0	4307753.0	150

Tabella 1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

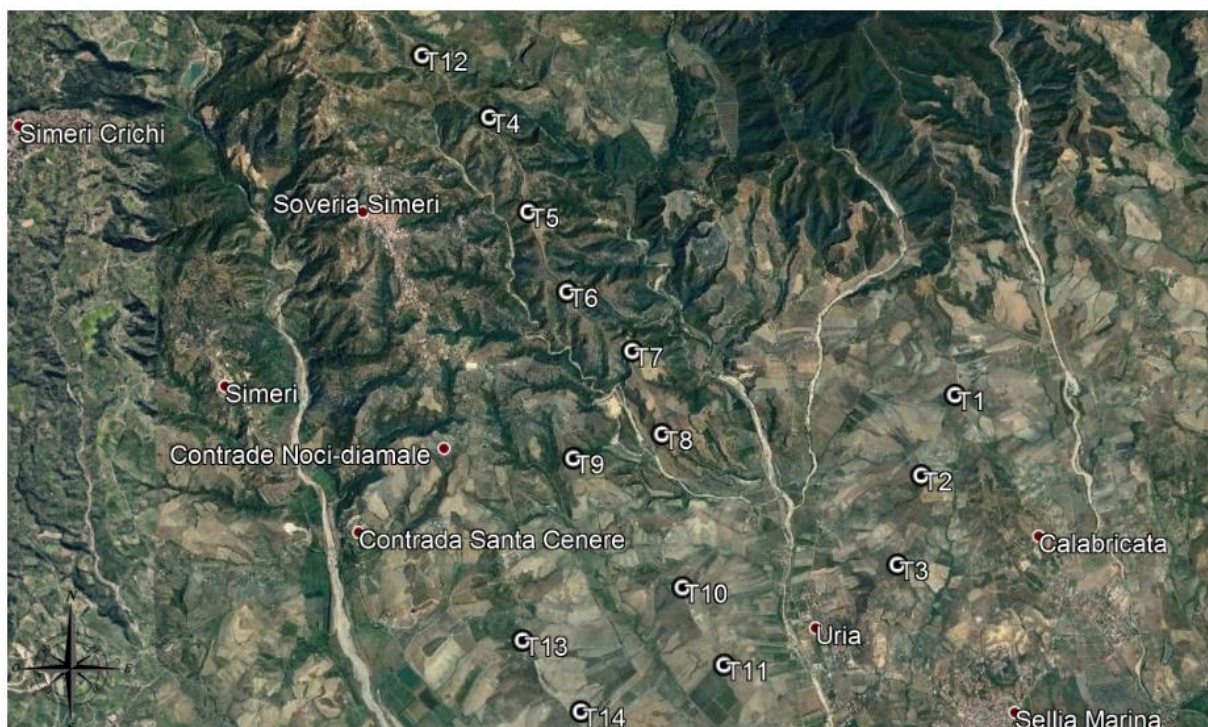


Figura 4 Posizione delle turbine sul territorio (Sellia Marina e Soveria Simeri, CZ)

Di seguito è riportata una scheda riassuntiva delle principali caratteristiche della turbina che si intendono installare di potenza nominale pari a 6.0 MW:

Potenza nominale	6,0 MW
n° pale	3
Diametro rotore	162 m
Area spazzata	20 612 m ²
Altezza mozzo rotore	119,0 m
Tipologia torre	tubolare
Velocità di rotazione del rotore	8,5 rpm
Velocità vento di avvio	3,0 m/s
Velocità vento nominale	15,0 m/s
Velocità vento di stacco	25,0 m/s

Tabella 2 Estratto delle specifiche tecniche delle turbine che si intendono installare.

3.3 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Successivamente, ai fini della previsione degli impatti indotti sulle abitazioni e sugli edifici lavorativi dall'impianto eolico in progetto, sono stati censiti i ricettori presenti nel raggio di 2km dagli aerogeneratori.

Distanza oltre la quale si può ipotizzare essere nullo il fenomeno di shadow flickering.

I ricettori sono stati individuati calcolando l'involuppo delle circonferenze di raggio pari a 2km con centro geometrico corrispondente alle coordinate geografiche delle turbine, precedentemente indicate (vedi Tabella 1).

Per snellire il modello di calcolo, considerato che il software di analisi WindFarm R5 non è in grado di tenere conto delle zone d'ombra prodotte reciprocamente da edifici ravvicinati, le quali di fatto annullano il fenomeno di shadow flickering dovuto alle turbine, per i centri abitati più densamente edificati sono stati presi in considerazione i soli ricettori perimetrali.

Sono stati quindi censiti un totale di 447 edifici, appartenenti ai Comuni di Sellia Marina e Soveria Simeri, i quali risultano essere adibiti ad abitazione o luoghi lavorativi, mentre sono stati esclusi dall'analisi i depositi e magazzini agricoli.

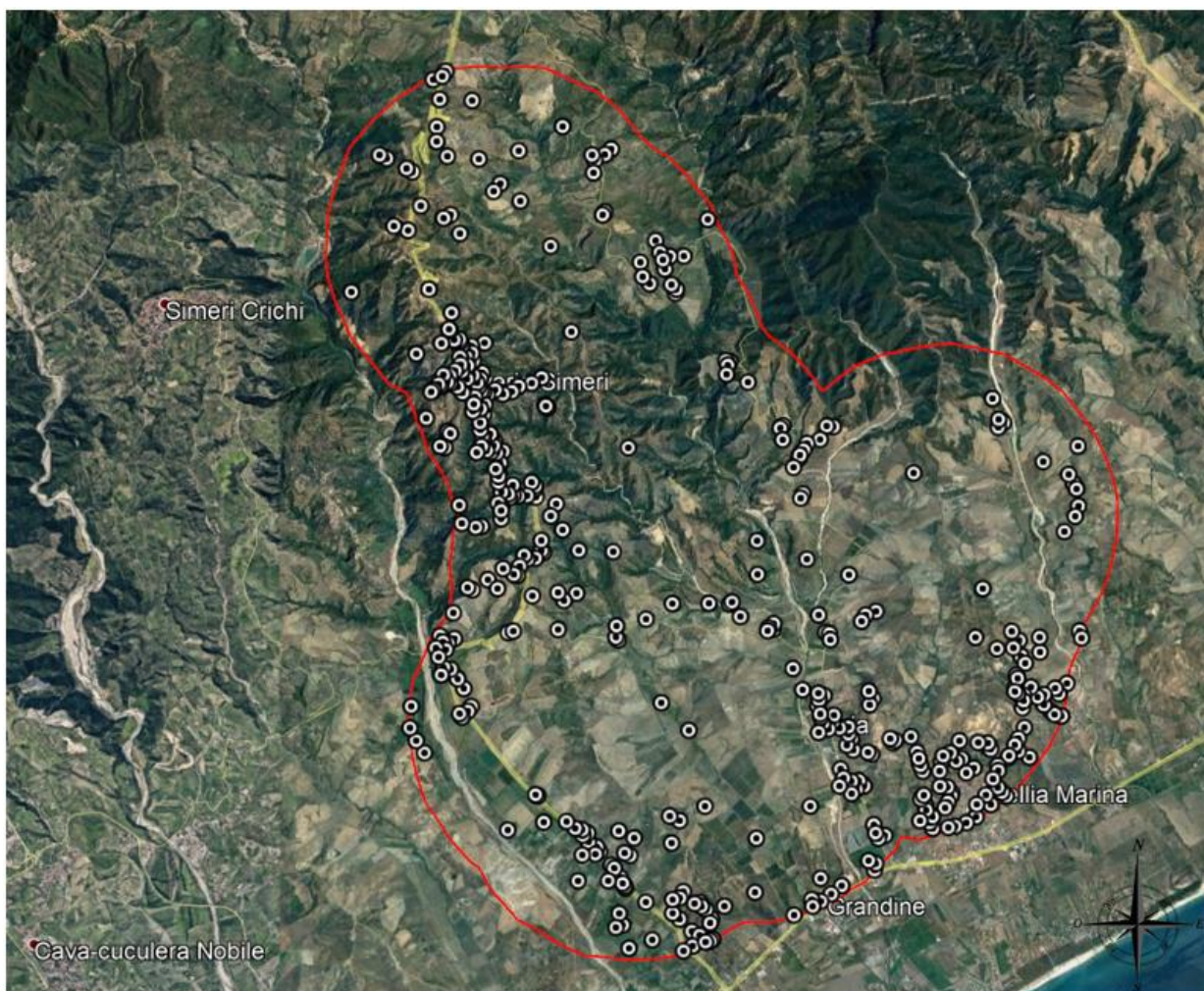


Figura 5 Ricettori (bianco) nell'area di studio (rosso)

Infatti, sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti (abitativi o lavorativi) con finestrate che si trovano sul prolungamento della direttrice sole-turbina, per questo motivo, si è considerato nella simulazione la presenza di finestre di altezza 1 metro e larghezza 1 metro posizionate ad altezza dal suolo di 2 metri e disposte su tutte le facciate degli edifici.

Di seguito sono riportati i riferimenti geografici dei ricettori individuati (cfr. Figura 7) e l'orientamento delle finestre ipotizzate.



Figura 6 Esempio di identificazione dell'orientamento delle finestre dei ricettori

Tuttavia, in questo caso, data l'entità dei ricettori in studio (447 edifici), si è ipotizzata una disposizione fissa delle finestre rispetto al nord pari a 0, 80, 180 e 270 gradi.

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R1	645058	4308087	4(0 - 90 - 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R2	644960	4308223	4(0 – 90 – 180 - 270)
R3	644886	4308366	4(0 – 90 – 180 - 270)
R4	644896	4308611	4(0 – 90 – 180 - 270)
R5	645198	4309176	4(0 – 90 – 180 - 270)
R6	645168	4309278	4(0 – 90 – 180 - 270)
R7	645216	4309417	4(0 – 90 – 180 - 270)
R8	645249	4309349	4(0 – 90 – 180 - 270)
R9	645372	4309681	4(0 – 90 – 180 - 270)
R10	645531	4309968	4(0 – 90 – 180 - 270)
R11	645586	4309945	4(0 – 90 – 180 - 270)
R12	645761	4310063	4(0 – 90 – 180 - 270)
R13	645462	4310689	4(0 – 90 – 180 - 270)
R14	645427	4310893	4(0 – 90 – 180 - 270)
R15	645267	4311531	4(0 – 90 – 180 - 270)
R16	645214	4311545	4(0 – 90 – 180 - 270)
R17	645330	4311690	4(0 – 90 – 180 - 270)
R18	645302	4311711	4(0 – 90 – 180 - 270)
R19	645054	4311855	4(0 – 90 – 180 - 270)
R20	645113	4312144	4(0 – 90 – 180 - 270)
R21	645138	4312167	4(0 – 90 – 180 - 270)
R22	644939	4312567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R23	644191	4313249	4(0 – 90 – 180 - 270)
R24	644686	4313963	4(0 – 90 – 180 - 270)
R25	644505	4314756	4(0 – 90 – 180 - 270)
R26	644589	4314715	4(0 – 90 – 180 - 270)
R27	644886	4314560	4(0 – 90 – 180 - 270)
R28	644821	4314597	4(0 – 90 – 180 - 270)
R29	645168	4315675	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R30	645207	4315729	4(0 – 90 – 180 - 270)
R31	646523	4315149	4(0 – 90 – 180 - 270)
R32	647075	4314903	4(0 – 90 – 180 - 270)
R33	647006	4314836	4(0 – 90 – 180 - 270)
R34	646878	4314640	4(0 – 90 – 180 - 270)
R35	648168	4314177	4(0 – 90 – 180 - 270)
R36	648426	4312528	4(0 – 90 – 180 - 270)
R37	648449	4312567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R38	648403	4312578	4(0 – 90 – 180 - 270)
R39	648414	4312426	4(0 – 90 – 180 - 270)
R40	648657	4312338	4(0 – 90 – 180 - 270)
R41	649061	4311861	4(0 – 90 – 180 - 270)
R42	649032	4311835	4(0 – 90 – 180 - 270)
R43	649487	4311717	4(0 – 90 – 180 - 270)
R44	649339	4311669	4(0 – 90 – 180 - 270)
R45	649558	4311869	4(0 – 90 – 180 - 270)
R46	649632	4311863	4(0 – 90 – 180 - 270)
R47	651430	4312215	4(0 – 90 – 180 - 270)
R48	651505	4311981	4(0 – 90 – 180 - 270)
R49	651560	4311948	4(0 – 90 – 180 - 270)
R50	651502	4311892	4(0 – 90 – 180 - 270)
R51	652404	4311694	4(0 – 90 – 180 - 270)
R52	652018	4311513	4(0 – 90 – 180 - 270)
R53	652311	4311375	4(0 – 90 – 180 - 270)
R54	652370	4311273	4(0 – 90 – 180 - 270)
R55	652406	4311214	4(0 – 90 – 180 - 270)
R56	652432	4311021	4(0 – 90 – 180 - 270)
R57	652398	4310904	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R58	652282	4310730	4(0 – 90 – 180 - 270)
R59	652478	4309609	4(0 – 90 – 180 - 270)
R60	652504	4309529	4(0 – 90 – 180 - 270)
R61	652027	4309528	4(0 – 90 – 180 - 270)
R62	652035	4309361	4(0 – 90 – 180 - 270)
R63	652350	4309010	4(0 – 90 – 180 - 270)
R64	652218	4308953	4(0 – 90 – 180 - 270)
R65	652262	4308889	4(0 – 90 – 180 - 270)
R66	652092	4308879	4(0 – 90 – 180 - 270)
R67	652018	4308849	4(0 – 90 – 180 - 270)
R68	652093	4308761	4(0 – 90 – 180 - 270)
R69	652176	4308690	4(0 – 90 – 180 - 270)
R70	652216	4308655	4(0 – 90 – 180 - 270)
R71	652296	4308638	4(0 – 90 – 180 - 270)
R72	651871	4308502	4(0 – 90 – 180 - 270)
R73	651935	4308166	4(0 – 90 – 180 - 270)
R74	651683	4307720	4(0 – 90 – 180 - 270)
R75	651509	4307620	4(0 – 90 – 180 - 270)
R76	651345	4307476	4(0 – 90 – 180 - 270)
R77	651236	4307407	4(0 – 90 – 180 - 270)
R78	651110	4307365	4(0 – 90 – 180 - 270)
R79	651032	4307350	4(0 – 90 – 180 - 270)
R80	650854	4307337	4(0 – 90 – 180 - 270)
R81	650311	4307244	4(0 – 90 – 180 - 270)
R82	650240	4307209	4(0 – 90 – 180 - 270)
R83	650207	4307269	4(0 – 90 – 180 - 270)
R84	650184	4307364	4(0 – 90 – 180 - 270)
R85	650215	4306921	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R86	650133	4306953	4(0 – 90 – 180 - 270)
R87	650202	4306847	4(0 – 90 – 180 - 270)
R88	649832	4306662	4(0 – 90 – 180 - 270)
R89	649714	4306567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R90	649598	4306481	4(0 – 90 – 180 - 270)
R91	649493	4306500	4(0 – 90 – 180 - 270)
R92	649506	4306423	4(0 – 90 – 180 - 270)
R93	649295	4306319	4(0 – 90 – 180 - 270)
R94	648356	4306272	4(0 – 90 – 180 - 270)
R95	648342	4306226	4(0 – 90 – 180 - 270)
R96	648375	4306038	4(0 – 90 – 180 - 270)
R97	648344	4306018	4(0 – 90 – 180 - 270)
R98	648294	4306003	4(0 – 90 – 180 - 270)
R99	648147	4305952	4(0 – 90 – 180 - 270)
R100	648043	4305891	4(0 – 90 – 180 - 270)
R101	647685	4306007	4(0 – 90 – 180 - 270)
R102	647422	4305906	4(0 – 90 – 180 - 270)
R103	647268	4306140	4(0 – 90 – 180 - 270)
R104	647344	4306169	4(0 – 90 – 180 - 270)
R105	647304	4306301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R106	647172	4306671	4(0 – 90 – 180 - 270)
R107	646828	4306662	4(0 – 90 – 180 - 270)
R108	646871	4306959	4(0 – 90 – 180 - 270)
R109	647370	4306593	4(0 – 90 – 180 - 270)
R110	647360	4306616	4(0 – 90 – 180 - 270)
R111	647337	4306647	4(0 – 90 – 180 - 270)
R112	647307	4306712	4(0 – 90 – 180 - 270)
R113	647069	4307003	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R114	647021	4306972	4(0 – 90 – 180 - 270)
R115	647204	4306851	4(0 – 90 – 180 - 270)
R116	647239	4306818	4(0 – 90 – 180 - 270)
R117	647037	4307053	4(0 – 90 – 180 - 270)
R118	646940	4307111	4(0 – 90 – 180 - 270)
R119	646874	4307184	4(0 – 90 – 180 - 270)
R120	646930	4307211	4(0 – 90 – 180 - 270)
R121	647284	4307245	4(0 – 90 – 180 - 270)
R122	646686	4307337	4(0 – 90 – 180 - 270)
R123	646787	4307259	4(0 – 90 – 180 - 270)
R124	646865	4307246	4(0 – 90 – 180 - 270)
R125	646425	4307323	4(0 – 90 – 180 - 270)
R126	646017	4307226	4(0 – 90 – 180 - 270)
R127	646352	4307620	4(0 – 90 – 180 - 270)
R128	646327	4307635	4(0 – 90 – 180 - 270)
R129	645543	4308568	4(0 – 90 – 180 - 270)
R130	645475	4308499	4(0 – 90 – 180 - 270)
R131	645448	4308538	4(0 – 90 – 180 - 270)
R132	645581	4308622	4(0 – 90 – 180 - 270)
R133	645495	4308825	4(0 – 90 – 180 - 270)
R134	645423	4308932	4(0 – 90 – 180 - 270)
R135	645397	4308958	4(0 – 90 – 180 - 270)
R136	645341	4309041	4(0 – 90 – 180 - 270)
R137	645231	4308974	4(0 – 90 – 180 - 270)
R138	645258	4309057	4(0 – 90 – 180 - 270)
R139	645282	4309262	4(0 – 90 – 180 - 270)
R140	645309	4309335	4(0 – 90 – 180 - 270)
R141	645382	4309389	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R142	645995	4309469	4(0 – 90 – 180 - 270)
R143	646053	4309487	4(0 – 90 – 180 - 270)
R144	645870	4309964	4(0 – 90 – 180 - 270)
R145	646095	4310118	4(0 – 90 – 180 - 270)
R146	646054	4310128	4(0 – 90 – 180 - 270)
R147	645933	4310190	4(0 – 90 – 180 - 270)
R148	646120	4310219	4(0 – 90 – 180 - 270)
R149	646204	4310301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R150	646169	4310345	4(0 – 90 – 180 - 270)
R151	646297	4310313	4(0 – 90 – 180 - 270)
R152	646388	4310381	4(0 – 90 – 180 - 270)
R153	646360	4310400	4(0 – 90 – 180 - 270)
R154	645620	4310649	4(0 – 90 – 180 - 270)
R155	645685	4310660	4(0 – 90 – 180 - 270)
R156	645906	4310748	4(0 – 90 – 180 - 270)
R157	645906	4310840	4(0 – 90 – 180 - 270)
R158	645911	4310879	4(0 – 90 – 180 - 270)
R159	645872	4310922	4(0 – 90 – 180 - 270)
R160	645998	4310984	4(0 – 90 – 180 - 270)
R161	645909	4311046	4(0 – 90 – 180 - 270)
R162	645986	4311026	4(0 – 90 – 180 - 270)
R163	646039	4311013	4(0 – 90 – 180 - 270)
R164	646092	4311003	4(0 – 90 – 180 - 270)
R165	646195	4311013	4(0 – 90 – 180 - 270)
R166	646297	4310998	4(0 – 90 – 180 - 270)
R167	646280	4311090	4(0 – 90 – 180 - 270)
R168	646286	4311127	4(0 – 90 – 180 - 270)
R169	646244	4311164	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R170	646034	4311127	4(0 – 90 – 180 - 270)
R171	645873	4311157	4(0 – 90 – 180 - 270)
R172	645874	4311224	4(0 – 90 – 180 - 270)
R173	645874	4311268	4(0 – 90 – 180 - 270)
R174	645841	4311303	4(0 – 90 – 180 - 270)
R175	645891	4311369	4(0 – 90 – 180 - 270)
R176	645923	4311502	4(0 – 90 – 180 - 270)
R177	645850	4311484	4(0 – 90 – 180 - 270)
R178	645785	4311493	4(0 – 90 – 180 - 270)
R179	645736	4311508	4(0 – 90 – 180 - 270)
R180	645624	4311484	4(0 – 90 – 180 - 270)
R181	645827	4311611	4(0 – 90 – 180 - 270)
R182	645813	4311562	4(0 – 90 – 180 - 270)
R183	645679	4311550	4(0 – 90 – 180 - 270)
R184	645784	4311646	4(0 – 90 – 180 - 270)
R185	645775	4311692	4(0 – 90 – 180 - 270)
R186	645698	4311624	4(0 – 90 – 180 - 270)
R187	645685	4311673	4(0 – 90 – 180 - 270)
R188	645665	4311736	4(0 – 90 – 180 - 270)
R189	645661	4311815	4(0 – 90 – 180 - 270)
R190	645698	4311910	4(0 – 90 – 180 - 270)
R191	645581	4311940	4(0 – 90 – 180 - 270)
R192	645665	4311968	4(0 – 90 – 180 - 270)
R193	645713	4312017	4(0 – 90 – 180 - 270)
R194	645740	4312124	4(0 – 90 – 180 - 270)
R195	645673	4312106	4(0 – 90 – 180 - 270)
R196	645602	4312096	4(0 – 90 – 180 - 270)
R197	645464	4312143	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R198	645409	4312206	4(0 – 90 – 180 - 270)
R199	645325	4312245	4(0 – 90 – 180 - 270)
R200	645291	4312257	4(0 – 90 – 180 - 270)
R201	645254	4312226	4(0 – 90 – 180 - 270)
R202	645217	4312212	4(0 – 90 – 180 - 270)
R203	645914	4312137	4(0 – 90 – 180 - 270)
R204	645827	4312183	4(0 – 90 – 180 - 270)
R205	645697	4312151	4(0 – 90 – 180 - 270)
R206	645668	4312162	4(0 – 90 – 180 - 270)
R207	645639	4312211	4(0 – 90 – 180 - 270)
R208	645624	4312257	4(0 – 90 – 180 - 270)
R209	645660	4312301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R210	645678	4312370	4(0 – 90 – 180 - 270)
R211	645551	4312467	4(0 – 90 – 180 - 270)
R212	645193	4312231	4(0 – 90 – 180 - 270)
R213	645245	4312340	4(0 – 90 – 180 - 270)
R214	645517	4312444	4(0 – 90 – 180 - 270)
R215	645578	4312340	4(0 – 90 – 180 - 270)
R216	645578	4312502	4(0 – 90 – 180 - 270)
R217	645551	4312528	4(0 – 90 – 180 - 270)
R218	645564	4312584	4(0 – 90 – 180 - 270)
R219	645498	4312542	4(0 – 90 – 180 - 270)
R220	645432	4312535	4(0 – 90 – 180 - 270)
R221	645441	4312453	4(0 – 90 – 180 - 270)
R222	645453	4312382	4(0 – 90 – 180 - 270)
R223	645513	4312295	4(0 – 90 – 180 - 270)
R224	645379	4312385	4(0 – 90 – 180 - 270)
R225	645319	4312329	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R226	645558	4312663	4(0 – 90 – 180 - 270)
R227	645701	4312703	4(0 – 90 – 180 - 270)
R228	645472	4312577	4(0 – 90 – 180 - 270)
R229	645433	4312630	4(0 – 90 – 180 - 270)
R230	645452	4312667	4(0 – 90 – 180 - 270)
R231	645434	4312709	4(0 – 90 – 180 - 270)
R232	645423	4312735	4(0 – 90 – 180 - 270)
R233	645365	4312725	4(0 – 90 – 180 - 270)
R234	645226	4312683	4(0 – 90 – 180 - 270)
R235	645305	4312845	4(0 – 90 – 180 - 270)
R236	645314	4312827	4(0 – 90 – 180 - 270)
R237	644846	4313917	4(0 – 90 – 180 - 270)
R238	645235	4314065	4(0 – 90 – 180 - 270)
R239	645313	4314102	4(0 – 90 – 180 - 270)
R240	645416	4313902	4(0 – 90 – 180 - 270)
R241	644983	4314191	4(0 – 90 – 180 - 270)
R242	645073	4313284	4(0 – 90 – 180 - 270)
R243	645328	4313032	4(0 – 90 – 180 - 270)
R244	645128	4315094	4(0 – 90 – 180 - 270)
R245	645150	4315408	4(0 – 90 – 180 - 270)
R246	645067	4315636	4(0 – 90 – 180 - 270)
R247	646031	4314876	4(0 – 90 – 180 - 270)
R248	645585	4314775	4(0 – 90 – 180 - 270)
R249	645502	4315420	4(0 – 90 – 180 - 270)
R250	646862	4314830	4(0 – 90 – 180 - 270)
R251	646893	4314773	4(0 – 90 – 180 - 270)
R252	646058	4314316	4(0 – 90 – 180 - 270)
R253	645761	4314410	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R254	645833	4314502	4(0 – 90 – 180 - 270)
R255	646086	4312231	4(0 – 90 – 180 - 270)
R256	646230	4312269	4(0 – 90 – 180 - 270)
R257	646342	4312333	4(0 – 90 – 180 - 270)
R258	646012	4312169	4(0 – 90 – 180 - 270)
R259	646384	4312026	4(0 – 90 – 180 - 270)
R260	646394	4312016	4(0 – 90 – 180 - 270)
R261	646415	4312003	4(0 – 90 – 180 - 270)
R262	646667	4312850	4(0 – 90 – 180 - 270)
R263	646405	4313823	4(0 – 90 – 180 - 270)
R264	646990	4314171	4(0 – 90 – 180 - 270)
R265	647013	4314205	4(0 – 90 – 180 - 270)
R266	647584	4313916	4(0 – 90 – 180 - 270)
R267	647635	4313784	4(0 – 90 – 180 - 270)
R268	647418	4313664	4(0 – 90 – 180 - 270)
R269	647670	4313703	4(0 – 90 – 180 - 270)
R270	647747	4313744	4(0 – 90 – 180 - 270)
R271	647904	4313755	4(0 – 90 – 180 - 270)
R272	647694	4313599	4(0 – 90 – 180 - 270)
R273	647446	4313503	4(0 – 90 – 180 - 270)
R274	647527	4313426	4(0 – 90 – 180 - 270)
R275	647818	4313332	4(0 – 90 – 180 - 270)
R276	647826	4313378	4(0 – 90 – 180 - 270)
R277	647772	4313428	4(0 – 90 – 180 - 270)
R278	645242	4314782	4(0 – 90 – 180 - 270)
R279	645128	4314933	4(0 – 90 – 180 - 270)
R280	647913	4306321	4(0 – 90 – 180 - 270)
R281	647993	4306254	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R282	648136	4306123	4(0 – 90 – 180 - 270)
R283	648224	4306080	4(0 – 90 – 180 - 270)
R284	648241	4306412	4(0 – 90 – 180 - 270)
R285	648222	4306456	4(0 – 90 – 180 - 270)
R286	648162	4306443	4(0 – 90 – 180 - 270)
R287	647993	4306504	4(0 – 90 – 180 - 270)
R288	648032	4306578	4(0 – 90 – 180 - 270)
R289	647912	4306483	4(0 – 90 – 180 - 270)
R290	647605	4306438	4(0 – 90 – 180 - 270)
R291	647462	4307171	4(0 – 90 – 180 - 270)
R292	647890	4307127	4(0 – 90 – 180 - 270)
R293	648259	4307545	4(0 – 90 – 180 - 270)
R294	647863	4307434	4(0 – 90 – 180 - 270)
R295	647740	4308705	4(0 – 90 – 180 - 270)
R296	647239	4309408	4(0 – 90 – 180 - 270)
R297	647212	4309440	4(0 – 90 – 180 - 270)
R298	647218	4309567	4(0 – 90 – 180 - 270)
R299	647551	4309650	4(0 – 90 – 180 - 270)
R300	646559	4309515	4(0 – 90 – 180 - 270)
R301	646266	4309890	4(0 – 90 – 180 - 270)
R302	646764	4309929	4(0 – 90 – 180 - 270)
R303	646624	4309843	4(0 – 90 – 180 - 270)
R304	646556	4309933	4(0 – 90 – 180 - 270)
R305	647171	4310404	4(0 – 90 – 180 - 270)
R306	646783	4310411	4(0 – 90 – 180 - 270)
R307	646524	4310927	4(0 – 90 – 180 - 270)
R308	646361	4310515	4(0 – 90 – 180 - 270)
R309	646598	4310638	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R310	646463	4310791	4(0 – 90 – 180 - 270)
R311	645591	4312019	4(0 – 90 – 180 - 270)
R312	647324	4311572	4(0 – 90 – 180 - 270)
R313	648260	4309843	4(0 – 90 – 180 - 270)
R314	648523	4309863	4(0 – 90 – 180 - 270)
R315	648496	4309839	4(0 – 90 – 180 - 270)
R316	647847	4309831	4(0 – 90 – 180 - 270)
R317	648621	4309699	4(0 – 90 – 180 - 270)
R318	648059	4308398	4(0 – 90 – 180 - 270)
R319	647976	4307384	4(0 – 90 – 180 - 270)
R320	647416	4306968	4(0 – 90 – 180 - 270)
R321	647355	4306995	4(0 – 90 – 180 - 270)
R322	648501	4306414	4(0 – 90 – 180 - 270)
R323	648291	4306377	4(0 – 90 – 180 - 270)
R324	648845	4306577	4(0 – 90 – 180 - 270)
R325	649590	4306744	4(0 – 90 – 180 - 270)
R326	648849	4307186	4(0 – 90 – 180 - 270)
R327	649925	4307711	4(0 – 90 – 180 - 270)
R328	649457	4307561	4(0 – 90 – 180 - 270)
R329	650816	4307402	4(0 – 90 – 180 - 270)
R330	650707	4307422	4(0 – 90 – 180 - 270)
R331	650847	4307470	4(0 – 90 – 180 - 270)
R332	650823	4307493	4(0 – 90 – 180 - 270)
R333	650773	4307545	4(0 – 90 – 180 - 270)
R334	650762	4307605	4(0 – 90 – 180 - 270)
R335	650711	4307670	4(0 – 90 – 180 - 270)
R336	650743	4307714	4(0 – 90 – 180 - 270)
R337	650064	4307804	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R338	649976	4307763	4(0 – 90 – 180 - 270)
R339	650003	4307861	4(0 – 90 – 180 - 270)
R340	649920	4307853	4(0 – 90 – 180 - 270)
R341	649918	4307811	4(0 – 90 – 180 - 270)
R342	649829	4307888	4(0 – 90 – 180 - 270)
R343	649794	4307990	4(0 – 90 – 180 - 270)
R344	650926	4307819	4(0 – 90 – 180 - 270)
R345	651008	4307811	4(0 – 90 – 180 - 270)
R346	651062	4307745	4(0 – 90 – 180 - 270)
R347	651051	4307712	4(0 – 90 – 180 - 270)
R348	651020	4307639	4(0 – 90 – 180 - 270)
R349	650989	4307575	4(0 – 90 – 180 - 270)
R350	650726	4307985	4(0 – 90 – 180 - 270)
R351	650699	4308051	4(0 – 90 – 180 - 270)
R352	650684	4308087	4(0 – 90 – 180 - 270)
R353	650678	4308129	4(0 – 90 – 180 - 270)
R354	650657	4308200	4(0 – 90 – 180 - 270)
R355	650585	4308374	4(0 – 90 – 180 - 270)
R356	650406	4308329	4(0 – 90 – 180 - 270)
R357	650383	4308301	4(0 – 90 – 180 - 270)
R358	650350	4308348	4(0 – 90 – 180 - 270)
R359	650141	4308170	4(0 – 90 – 180 - 270)
R360	650098	4308189	4(0 – 90 – 180 - 270)
R361	649932	4308209	4(0 – 90 – 180 - 270)
R362	649859	4308263	4(0 – 90 – 180 - 270)
R363	649910	4308339	4(0 – 90 – 180 - 270)
R364	649874	4308389	4(0 – 90 – 180 - 270)
R365	649871	4308471	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R366	649771	4308455	4(0 – 90 – 180 - 270)
R367	649693	4308520	4(0 – 90 – 180 - 270)
R368	649706	4308599	4(0 – 90 – 180 - 270)
R369	649524	4308846	4(0 – 90 – 180 - 270)
R370	649589	4308821	4(0 – 90 – 180 - 270)
R371	649533	4308773	4(0 – 90 – 180 - 270)
R372	649521	4308703	4(0 – 90 – 180 - 270)
R373	649551	4308611	4(0 – 90 – 180 - 270)
R374	649556	4308573	4(0 – 90 – 180 - 270)
R375	649582	4308501	4(0 – 90 – 180 - 270)
R376	649647	4308440	4(0 – 90 – 180 - 270)
R377	649230	4309120	4(0 – 90 – 180 - 270)
R378	649344	4308881	4(0 – 90 – 180 - 270)
R379	649594	4309537	4(0 – 90 – 180 - 270)
R380	648944	4309575	4(0 – 90 – 180 - 270)
R381	648995	4309562	4(0 – 90 – 180 - 270)
R382	648933	4309543	4(0 – 90 – 180 - 270)
R383	649001	4309625	4(0 – 90 – 180 - 270)
R384	649637	4309524	4(0 – 90 – 180 - 270)
R385	649649	4309456	4(0 – 90 – 180 - 270)
R386	649364	4310363	4(0 – 90 – 180 - 270)
R387	648806	4310181	4(0 – 90 – 180 - 270)
R388	648794	4310562	4(0 – 90 – 180 - 270)
R389	649306	4311100	4(0 – 90 – 180 - 270)
R390	649280	4311052	4(0 – 90 – 180 - 270)
R391	649191	4311397	4(0 – 90 – 180 - 270)
R392	649303	4311594	4(0 – 90 – 180 - 270)
R393	649248	4311498	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R394	649261	4311535	4(0 – 90 – 180 - 270)
R395	649063	4311705	4(0 – 90 – 180 - 270)
R396	650933	4308101	4(0 – 90 – 180 - 270)
R397	650951	4308166	4(0 – 90 – 180 - 270)
R398	651032	4308202	4(0 – 90 – 180 - 270)
R399	651133	4308341	4(0 – 90 – 180 - 270)
R400	651345	4308325	4(0 – 90 – 180 - 270)
R401	651457	4308320	4(0 – 90 – 180 - 270)
R402	651491	4308251	4(0 – 90 – 180 - 270)
R403	651162	4308136	4(0 – 90 – 180 - 270)
R404	651305	4308034	4(0 – 90 – 180 - 270)
R405	651101	4308108	4(0 – 90 – 180 - 270)
R406	650915	4307992	4(0 – 90 – 180 - 270)
R407	651803	4308379	4(0 – 90 – 180 - 270)
R408	651633	4307762	4(0 – 90 – 180 - 270)
R409	651583	4307816	4(0 – 90 – 180 - 270)
R410	651525	4307913	4(0 – 90 – 180 - 270)
R411	651584	4308009	4(0 – 90 – 180 - 270)
R412	651579	4308066	4(0 – 90 – 180 - 270)
R413	651688	4308154	4(0 – 90 – 180 - 270)
R414	651703	4308181	4(0 – 90 – 180 - 270)
R415	651806	4308233	4(0 – 90 – 180 - 270)
R416	651764	4308306	4(0 – 90 – 180 - 270)
R417	651220	4307977	4(0 – 90 – 180 - 270)
R418	651349	4307620	4(0 – 90 – 180 - 270)
R419	651449	4307730	4(0 – 90 – 180 - 270)
R420	651845	4308723	4(0 – 90 – 180 - 270)
R421	651857	4308803	4(0 – 90 – 180 - 270)

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ric.	Coordinate UTM		Numero finestre e orientamento rispetto al NORD
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
R422	651857	4308867	4(0 – 90 – 180 - 270)
R423	651788	4308885	4(0 – 90 – 180 - 270)
R424	651758	4308956	4(0 – 90 – 180 - 270)
R425	651754	4308908	4(0 – 90 – 180 - 270)
R426	651783	4309058	4(0 – 90 – 180 - 270)
R427	651766	4309095	4(0 – 90 – 180 - 270)
R428	651864	4309232	4(0 – 90 – 180 - 270)
R429	651938	4308962	4(0 – 90 – 180 - 270)
R430	651814	4309311	4(0 – 90 – 180 - 270)
R431	651536	4309390	4(0 – 90 – 180 - 270)
R432	651722	4309404	4(0 – 90 – 180 - 270)
R433	651788	4309489	4(0 – 90 – 180 - 270)
R434	650105	4308731	4(0 – 90 – 180 - 270)
R435	650141	4308800	4(0 – 90 – 180 - 270)
R436	650091	4308885	4(0 – 90 – 180 - 270)
R437	650549	4311355	4(0 – 90 – 180 - 270)
R438	651359	4310067	4(0 – 90 – 180 - 270)
R439	651699	4309590	4(0 – 90 – 180 - 270)
R440	651287	4309515	4(0 – 90 – 180 - 270)
R441	649785	4307796	4(0 – 90 – 180 - 270)
R442	649535	4308399	4(0 – 90 – 180 - 270)
R443	649845	4310196	4(0 – 90 – 180 - 270)
R444	650043	4309743	4(0 – 90 – 180 - 270)
R445	650158	4309787	4(0 – 90 – 180 - 270)
R446	649999	4309672	4(0 – 90 – 180 - 270)
R447	649510	4309733	4(0 – 90 – 180 - 270)

Tabella 3 Coordinate geografiche puntuali ricettori

3.4 METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO

L'analisi dell'impatto da shadow flickering prodotto da un campo eolico è realizzata, generalmente, attraverso l'impiego di specifici applicativi che modellano il fenomeno in esame. I pacchetti software impiegati per la progettazione di impianti eolici contengono moduli specifici per il calcolo e l'analisi del fenomeno di flickering.

L'analisi si basa sull'impiego di un modello digitale del terreno dell'area oggetto di progettazione, sulle posizioni (E, N, quota) degli aerogeneratori e dei ricettori sensibili, nonché sui dati che correlano la posizione del sole nell'arco dell'anno con le condizioni operative delle turbine nello stesso arco di tempo.

Al fine di calcolare la posizione relativa del sole nell'arco di un anno rispetto al parco eolico ed ai ricettori è necessario definire la longitudine, la latitudine ed il fuso orario dell'area interessata dal progetto.

Nello specifico, la valutazione tecnica è stata eseguita con l'ausilio del software WindFarm 5 della ReSoft Ltd, software di simulazione specifico per la progettazione di impianti eolici.

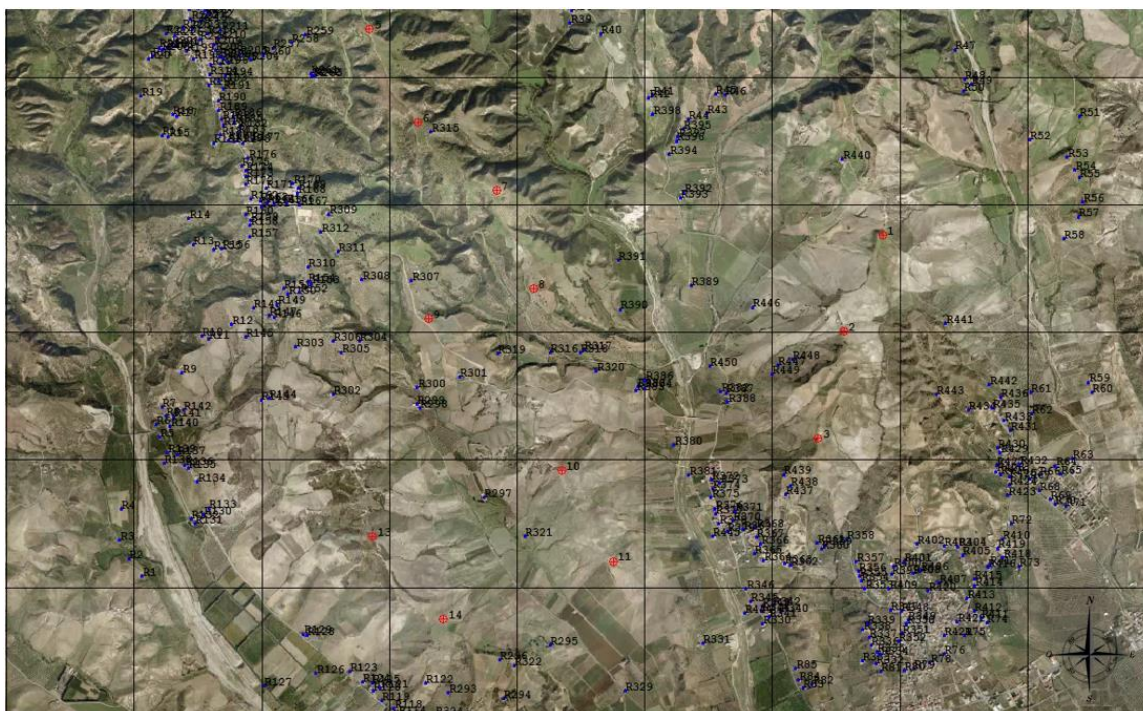


Figura 7 Area di studio, ricettori (blu) e aerogeneratori (rosso) inseriti nel software Windfarm

Il Software consente di analizzare la posizione del sole nell'arco di un anno per identificare i tempi in cui ogni turbina può proiettare ombre sulle finestre delle abitazioni vicine. In particolare, il modello permette di:

- ❖ calcolare il potenziale per le ombre intermittenti alle finestre delle abitazioni;
- ❖ creare mappe di impatto potenziale che mostrano le ore d'ombra intermittente per l'intero parco eolico o per le singole macchine (curve di isodurata) nell'arco dell'anno.

Il software utilizza una serie di dati di input caratterizzanti quali:

- l'altimetria della zona simulata (formato GTH, vedi Figura 8);
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);

- la disposizione geografica dei “ricettori sensibili” (abitazioni/edifici lavorativi e relative finestre);
- la latitudine e longitudine dell’area interessata.

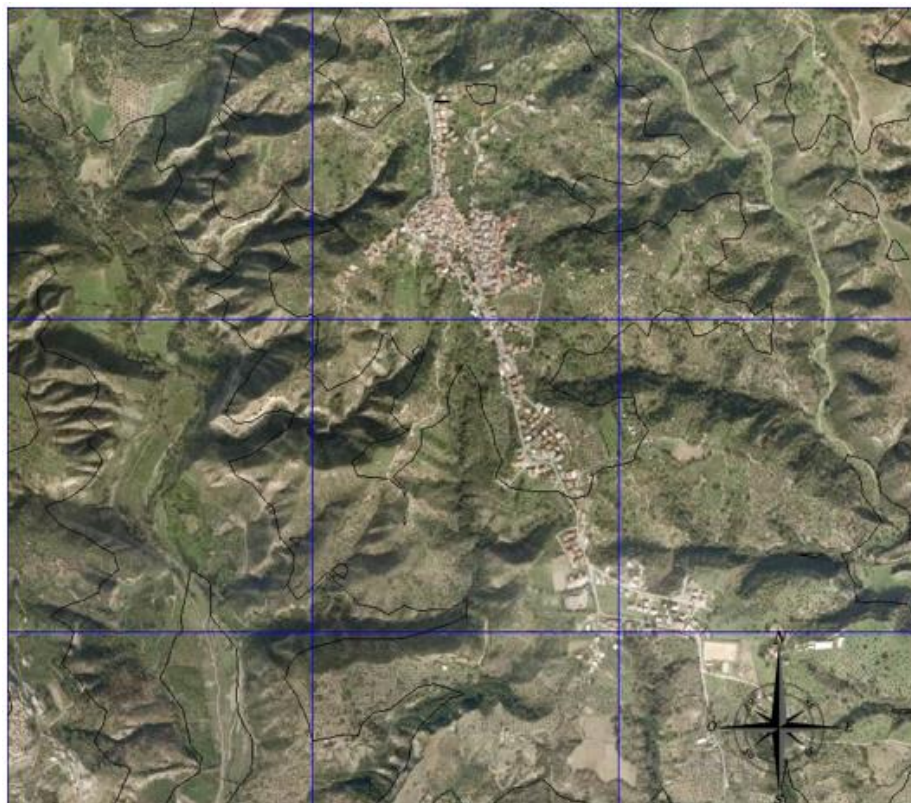


Figura 8 Esempio di curve di livello del terreno in WindFarm

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/lavorativi attraverso le finestre.

```

Project : SELLIA MARINA
Run Name : SF_SelliaMarina.WFK
Title :
Time : 17:58:31, 25 Nov 2020

SHADOW TIMES FROM EACH TURBINE

Turbine Easting Northing
1 650867 4310763

House/ Easting Northing Date Start Time End Time Duration % Cover
Window

43/ 2 649487 4311717 01-01 07:35:16 07:56:26 00:21:11 100.00
43/ 2 649487 4311717 02-01 07:35:38 07:57:01 00:21:23 100.00
43/ 2 649487 4311717 03-01 07:36:01 07:57:35 00:21:34 100.00
43/ 2 649487 4311717 04-01 07:36:23 07:58:08 00:21:45 100.00
43/ 2 649487 4311717 05-01 07:36:45 07:58:40 00:21:55 100.00
43/ 2 649487 4311717 06-01 07:37:08 07:59:12 00:22:04 100.00
43/ 2 649487 4311717 07-01 07:37:31 07:59:41 00:22:10 100.00
43/ 2 649487 4311717 08-01 07:37:55 08:00:10 00:22:15 100.00
43/ 2 649487 4311717 09-01 07:38:19 08:04:32 00:26:13 100.00
43/ 2 649487 4311717 10-01 07:38:45 08:04:57 00:26:11 100.00
43/ 2 649487 4311717 11-01 07:39:12 08:05:18 00:26:06 100.00
    
```

Figura 9 Esempio di output elaborato tramite WindFarm5

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

- ⇒ coordinate geografiche baricentriche (UTM): 637000-Est, 4295600-Nord
- ⇒ coordinate geografiche delle turbine considerate (vedi Tabella 1)
- ⇒ coordinate geografiche dei ricettori considerati e disposizione delle finestre (vedi Tabella 3)
- ⇒ estensione area simulata: 10 km x 9 km (90 km²)
- ⇒ risoluzione di calcolo: 50 m
- ⇒ raggio d'influenza massimo: 2 km dal punto di installazione dell'aerogeneratore;
- ⇒ altezza del punto di vista dell'osservatore: 2 m
- ⇒ parametri turbina:

- ✓ diametro rotore: 162 m
- ✓ altezza torre: 119 m
- ✓ larghezza media della pala: 3 m

Il modello numerico utilizzato, produce in output una mappa di impatto, e prende in considerazione un caso molto cautelativo relativo, ad una configurazione puramente teorica che vede la costante e contemporanea presenza dei fattori di attivazione del fenomeno, ossia sole scevro da nubi (potenzialità di generare ombre) e velocità del vento superiore a quella di cut-in (rotore in moto).

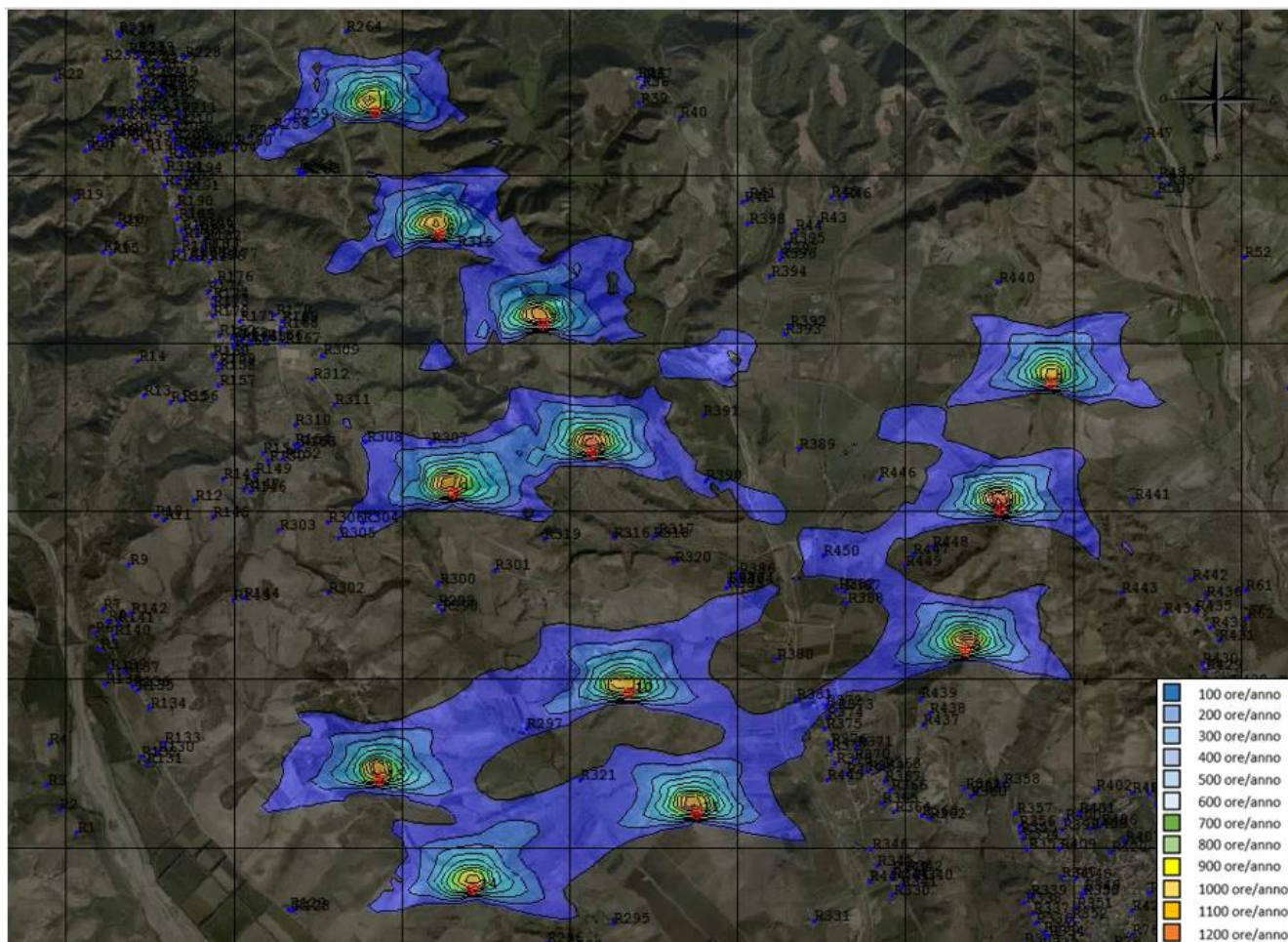


Figura 10 Esempio di output del software

Di seguito vengono riportate tutte le ipotesi utilizzate per il calcolo del fenomeno di shadow flickering (vedi “caso peggiore” in Tabella 4) effettuato tramite il software WindFarm:

- ❖ il sole splende per tutta la giornata, dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- ❖ il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla direttrice sole - aerogeneratore (ovvero l'aerogeneratore “insegue” il sole);
- ❖ gli aerogeneratori sono sempre operativi;

- ❖ non sono presenti alberi o altri ostacoli che, intercettando l'ombra degli aerogeneratori, riducano o annullino l'effetto di flickering.

Ciò considerato si evince che i risultati ai quali si perverrà sono estremamente cautelativi, trattandosi di una stima puramente teorica. Allo scopo di pervenire a valori più realistici, prossimi al caso reale, è stato corretto il dato di output prendendo in considerazione l'eliofania locale e le ore stimate di funzionamento dell'impianto eolico nell'arco dell'anno.

Nel caso in analisi, sapendo che il tempo in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte nell'arco dell'anno è di circa 4380 ore; tenendo conto dell'eliofania media locale (3669 h/anno), ovvero il numero di ore in cui il cielo è libero da nubi durante il giorno e a partire dalle registrazioni anemometriche relative alla stazione meteorologica più vicina all'area di studio e climaticamente compatibile, ovvero quella di Crotone, si è stimato che l'impianto eolico sarà in funzione per circa il 60% del tempo nell'arco dell'anno, corrispondente a 2633 ore.

In definitiva, i valori calcolati dal modello numerico (ore di ombreggiamento intermittente all'anno) sono desunti in funzione della probabilità composta di avere contemporaneamente l'occorrenza di rotore in moto (vento) e sole libero da nubi (ombre), fenomeni, questi ultimi, stocasticamente indipendenti.

3.5 RISULTATI

La seguente tabella riassume i risultati dell'analisi eseguita secondo la metodologia di calcolo descritta nel paragrafo precedente.

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R1	33	9,9	5,9
R2	29	8,4	5,0
R3	27	7,5	4,5
R4	26	7,3	4,4
R5	28	7,3	4,4
R6	33	8,9	5,3
R7	76	20,9	12,5
R8	50	14,2	8,5
R9	27	7,5	4,5
R10	23	6,8	4,1
R11	28	8,7	5,2
R12	30	10,0	6,0
R13	28	4,8	2,9
R14	0	0,0	0,0
R15	74	19,7	11,8
R16	62	20,4	12,2
R17	85	22,9	13,7
R18	90	24,5	14,7
R19	0	0,0	0,0
R20	25	6,0	3,6
R21	25	6,0	3,6
R22	10	2,2	1,3
R23	0	0,0	0,0
R24	54	12,9	7,7
R25	0	0,0	0,0
R26	0	0,0	0,0
R27	0	0,0	0,0
R28	0	0,0	0,0
R29	0	0,0	0,0
R30	0	0,0	0,0
R31	0	0,0	0,0
R32	0	0,0	0,0
R33	19	3,3	2,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R34	71	30,6	18,4
R35	34	9,8	5,9
R36	100	37,7	22,6
R37	95	34,2	20,5
R38	88	31,5	18,9
R39	64	24,2	14,5
R40	73	23,5	14,1
R41	95	33,4	20,0
R42	73	25,4	15,2
R43	69	24,4	14,6
R44	96	30,8	18,5
R45	35	10,2	6,1
R46	0	0,0	0,0
R47	0	0,0	0,0
R48	0	0,0	0,0
R49	0	0,0	0,0
R50	0	0,0	0,0
R51	78	23,4	14,0
R52	86	33,8	20,3
R53	40	13,6	8,2
R54	36	12,1	7,3
R55	34	11,3	6,8
R56	32	10,9	6,5
R57	34	11,6	7,0
R58	71	24,0	14,4
R59	29	8,1	4,9
R60	31	8,5	5,1
R61	40	10,3	6,2
R62	8	2,1	1,3
R63	22	6,3	3,8
R64	21	5,7	3,4
R65	24	6,6	4,0
R66	24	6,6	4,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R67	22	5,9	3,5
R68	30	8,2	4,9
R69	28	7,3	4,4
R70	27	6,4	3,8
R71	0	0,0	0,0
R72	0	0,0	0,0
R73	0	0,0	0,0
R74	0	0,0	0,0
R75	0	0,0	0,0
R76	0	0,0	0,0
R77	0	0,0	0,0
R78	0	0,0	0,0
R79	0	0,0	0,0
R80	0	0,0	0,0
R81	0	0,0	0,0
R82	0	0,0	0,0
R83	0	0,0	0,0
R84	0	0,0	0,0
R85	0	0,0	0,0
R86	0	0,0	0,0
R87	0	0,0	0,0
R88	0	0,0	0,0
R89	0	0,0	0,0
R90	0	0,0	0,0
R91	0	0,0	0,0
R92	0	0,0	0,0
R93	0	0,0	0,0
R94	0	0,0	0,0
R95	0	0,0	0,0
R96	0	0,0	0,0
R97	0	0,0	0,0
R98	0	0,0	0,0
R99	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R100	0	0,0	0,0
R101	0	0,0	0,0
R102	0	0,0	0,0
R103	0	0,0	0,0
R104	0	0,0	0,0
R105	0	0,0	0,0
R106	0	0,0	0,0
R107	0	0,0	0,0
R108	0	0,0	0,0
R109	0	0,0	0,0
R110	0	0,0	0,0
R111	0	0,0	0,0
R112	0	0,0	0,0
R113	0	0,0	0,0
R114	0	0,0	0,0
R115	0	0,0	0,0
R116	0	0,0	0,0
R117	0	0,0	0,0
R118	0	0,0	0,0
R119	0	0,0	0,0
R120	0	0,0	0,0
R121	0	0,0	0,0
R122	0	0,0	0,0
R123	0	0,0	0,0
R124	0	0,0	0,0
R125	57	26,1	15,7
R126	84	33,5	20,1
R127	56	26,7	16,0
R128	52	24,9	14,9
R129	39	14,9	8,9
R130	37	13,8	8,3
R131	36	13,2	7,9
R132	38	15,5	9,3

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R133	34	12,3	7,4
R134	24	7,8	4,7
R135	24	7,2	4,3
R136	20	5,6	3,4
R137	27	7,9	4,7
R138	25	6,8	4,1
R139	36	10,1	6,1
R140	54	15,3	9,2
R141	68	24,9	14,9
R142	61	24,9	14,9
R143	57	22,7	13,6
R144	33	11,9	7,1
R145	38	15,5	9,3
R146	36	14,3	8,6
R147	34	11,7	7,0
R148	92	30,1	18,1
R149	129	41,6	25,0
R150	136	39,9	23,9
R151	139	45,5	27,3
R152	153	54,1	32,5
R153	159	53,8	32,3
R154	32	5,8	3,5
R155	33	6,3	3,8
R156	63	12,9	7,7
R157	81	13,7	8,2
R158	113	19,2	11,5
R159	146	31,8	19,1
R160	116	34,4	20,6
R161	136	44,4	26,6
R162	115	38,8	23,3
R163	93	28,7	17,2
R164	62	17,3	10,4
R165	31	6,7	4,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R166	57	10,5	6,3
R167	76	13,9	8,3
R168	75	24,3	14,6
R169	97	42,3	25,4
R170	112	45,8	27,5
R171	81	24,8	14,9
R172	74	21,8	13,1
R173	72	20,7	12,4
R174	44	15,8	9,5
R175	66	19,8	11,9
R176	65	18,2	10,9
R177	40	13,1	7,9
R178	36	11,8	7,1
R179	35	10,8	6,5
R180	24	7,7	4,6
R181	38	11,2	6,7
R182	38	11,4	6,8
R183	34	9,6	5,8
R184	36	10,1	6,1
R185	34	9,8	5,9
R186	34	9,0	5,4
R187	56	12,7	7,6
R188	88	28,4	17,0
R189	111	43,5	26,1
R190	129	48,5	29,1
R191	60	15,4	9,2
R192	95	31,6	19,0
R193	90	31,0	18,6
R194	85	26,0	15,6
R195	79	21,9	13,1
R196	74	18,9	11,3
R197	19	3,4	2,0
R198	51	11,1	6,7

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R199	50	10,1	6,1
R200	25	6,7	4,0
R201	23	6,2	3,7
R202	21	5,7	3,4
R203	109	43,6	26,2
R204	97	33,6	20,2
R205	81	22,5	13,5
R206	79	21,0	12,6
R207	76	19,7	11,8
R208	74	19,0	11,4
R209	79	20,7	12,4
R210	85	23,7	14,2
R211	76	16,1	9,7
R212	0	0,0	0,0
R213	0	0,0	0,0
R214	69	14,1	8,5
R215	73	16,8	10,1
R216	84	17,7	10,6
R217	81	15,6	9,4
R218	103	17,1	10,3
R219	71	12,5	7,5
R220	66	10,2	6,1
R221	62	10,4	6,2
R222	62	11,4	6,8
R223	64	13,1	7,9
R224	22	4,0	2,4
R225	15	4,2	2,5
R226	107	17,7	10,6
R227	60	15,9	9,5
R228	72	11,3	6,8
R229	50	7,1	4,3
R230	81	21,9	13,1
R231	105	39,3	23,6

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R232	90	42,2	25,3
R233	88	41,5	24,9
R234	116	36,3	21,8
R235	88	30,2	18,1
R236	88	31,8	19,1
R237	76	18,8	11,3
R238	138	66,2	39,7
R239	118	80,9	48,5
R240	182	137,3	82,4
R241	104	24,4	14,6
R242	73	17,7	10,6
R243	90	31,2	18,7
R244	0	0,0	0,0
R245	0	0,0	0,0
R246	0	0,0	0,0
R247	0	0,0	0,0
R248	0	0,0	0,0
R249	0	0,0	0,0
R250	0	0,0	0,0
R251	26	6,1	3,7
R252	94	85,9	51,5
R253	0	0,0	0,0
R254	0	0,0	0,0
R255	149	73,5	44,1
R256	181	114,5	68,7
R257	161	128,9	77,3
R258	127	58,0	34,8
R259	122	47,4	28,4
R260	123	48,2	28,9
R261	125	50,2	30,1
R262	0	0,0	0,0
R263	166	123,2	73,9
R264	36	15,7	9,4

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R265	26	9,6	5,8
R266	50	17,4	10,4
R267	51	18,5	11,1
R268	31	14,2	8,5
R269	56	20,0	12,0
R270	55	19,0	11,4
R271	35	12,0	7,2
R272	58	20,5	12,3
R273	81	33,2	19,9
R274	87	34,6	20,8
R275	89	33,3	20,0
R276	77	27,7	16,6
R277	74	24,8	14,9
R278	0	0,0	0,0
R279	0	0,0	0,0
R280	0	0,0	0,0
R281	0	0,0	0,0
R282	0	0,0	0,0
R283	0	0,0	0,0
R284	0	0,0	0,0
R285	0	0,0	0,0
R286	0	0,0	0,0
R287	0	0,0	0,0
R288	0	0,0	0,0
R289	0	0,0	0,0
R290	0	0,0	0,0
R291	0	0,0	0,0
R292	0	0,0	0,0
R293	109	59,6	35,8
R294	0	0,0	0,0
R295	196	135,1	81,1
R296	50	22,0	13,2
R297	51	21,7	13,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R298	66	27,0	16,2
R299	33	10,7	6,4
R300	86	27,0	16,2
R301	51	26,2	15,7
R302	179	139,7	83,8
R303	166	96,1	57,7
R304	85	56,4	33,8
R305	144	144,4	86,6
R306	162	110,1	66,1
R307	69	16,1	9,7
R308	148	46,8	28,1
R309	111	50,0	30,0
R310	84	20,1	12,1
R311	80	21,3	12,8
R312	101	73,0	43,8
R313	98	47,3	28,4
R314	86	31,6	19,0
R315	88	33,5	20,1
R316	42	20,9	12,5
R317	126	43,3	26,0
R318	183	111,3	66,8
R319	0	0,0	0,0
R320	0	0,0	0,0
R321	0	0,0	0,0
R322	0	0,0	0,0
R323	0	0,0	0,0
R324	0	0,0	0,0
R325	0	0,0	0,0
R326	76	30,6	18,4
R327	74	36,2	21,7
R328	0	0,0	0,0
R329	0	0,0	0,0
R330	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R331	0	0,0	0,0
R332	0	0,0	0,0
R333	0	0,0	0,0
R334	0	0,0	0,0
R335	0	0,0	0,0
R336	0	0,0	0,0
R337	59	23,6	14,2
R338	92	40,6	24,4
R339	60	24,4	14,6
R340	74	31,8	19,1
R341	98	42,1	25,3
R342	83	38,5	23,1
R343	63	31,3	18,8
R344	0	0,0	0,0
R345	0	0,0	0,0
R346	0	0,0	0,0
R347	0	0,0	0,0
R348	0	0,0	0,0
R349	0	0,0	0,0
R350	28	7,6	4,6
R351	28	7,8	4,7
R352	29	8,0	4,8
R353	28	7,9	4,7
R354	26	7,8	4,7
R355	8	1,8	1,1
R356	0	0,0	0,0
R357	0	0,0	0,0
R358	0	0,0	0,0
R359	100	32,1	19,3
R360	108	34,7	20,8
R361	114	46,0	27,6
R362	119	50,0	30,0
R363	104	39,6	23,8

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R364	100	39,3	23,6
R365	90	36,4	21,8
R366	109	45,3	27,2
R367	111	49,7	29,8
R368	103	46,1	27,7
R369	201	110,2	66,1
R370	179	81,8	49,1
R371	183	84,5	50,7
R372	140	69,4	41,6
R373	128	63,7	38,2
R374	131	64,9	38,9
R375	155	72,3	43,4
R376	143	67,2	40,3
R377	102	52,4	31,4
R378	206	99,8	59,9
R379	106	62,7	37,6
R380	153	70,1	42,1
R381	161	83,2	49,9
R382	170	81,5	48,9
R383	136	61,9	37,1
R384	86	59,9	35,9
R385	82	58,9	35,3
R386	166	61,9	37,1
R387	227	123,6	74,2
R388	77	46,2	27,7
R389	156	50,1	30,1
R390	160	55,8	33,5
R391	100	32,5	19,5
R392	81	26,7	16,0
R393	74	25,0	15,0
R394	76	25,4	15,2
R395	58	19,8	11,9
R396	0	0,0	0,0

Studio Shadow Flickering allegato allo Studio di Impatto Ambientale – Progetto per la realizzazione di un parco eolico sito nel territorio comunale di Sellia Marina e Soveria Simeri (Cz)

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R397	0	0,0	0,0
R398	0	0,0	0,0
R399	0	0,0	0,0
R400	0	0,0	0,0
R401	0	0,0	0,0
R402	0	0,0	0,0
R403	0	0,0	0,0
R404	0	0,0	0,0
R405	0	0,0	0,0
R406	0	0,0	0,0
R407	0	0,0	0,0
R408	0	0,0	0,0
R409	0	0,0	0,0
R410	0	0,0	0,0
R411	0	0,0	0,0
R412	0	0,0	0,0
R413	0	0,0	0,0
R414	0	0,0	0,0
R415	0	0,0	0,0
R416	0	0,0	0,0
R417	0	0,0	0,0
R418	0	0,0	0,0
R419	0	0,0	0,0
R420	0	0,0	0,0
R421	31	9,6	5,8
R422	24	6,6	4,0
R423	23	6,2	3,7
R424	0	0,0	0,0
R425	23	6,3	3,8
R426	17	4,7	2,8
R427	23	8,3	5,0
R428	0	0,0	0,0
R429	8	1,0	0,6

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R430	22	8,0	4,8
R431	16	6,2	3,7
R432	25	8,9	5,3
R433	0	0,0	0,0
R434	75	23,0	13,8
R435	0	0,0	0,0
R436	88	25,0	15,0
R437	0	0,0	0,0
R438	0	0,0	0,0
R439	78	30,5	18,3
R440	0	0,0	0,0
R441	80	42,6	25,6
R442	125	67,5	40,5
R443	97	53,3	32,0
R444	50	13,4	8,0
R445	0	0,0	0,0
R446	153	79,7	47,8
R447	219	137,0	82,2

Tabella 4 Risultati di calcolo

In particolare, nella **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** vengono riportati il numero di giorni e di ore in cui è fisicamente possibile che il fenomeno si presenti (caso peggiore) e il valore reale atteso di ore l'anno in cui il fenomeno potrebbe presentarsi (caso reale). A tal proposito è importante sottolineare che anche il caso reale, calcolato tenendo conto dell'eliofania locale e delle ore di funzionamento dell'impianto, è comunque un valore cautelativo in quanto nella stima 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.

Sempre dalla **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** si evince che presso 156 fabbricati non si manifesta il fenomeno in analisi mentre per i restanti 291 potrebbe verificarsi.

Tuttavia, tale effetto si può considerare trascurabile per via della scarsa durata del fenomeno che si riduce, nel caso reale, ad un numero esiguo di ore l'anno.

Per i fabbricati evidenziati in blu all'interno della sopracitata **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, presso i quali l'effetto di shadow flickering potrebbe essere superiore a 80 ore l'anno, è stato elaborato un calendario dell'ombra che riporta in maniera grafica i periodi dell'anno in cui è possibile il verificarsi il fenomeno (condizioni del caso peggiore).

Al fine di garantire una più chiara comprensione di tali grafici, prima di effettuarne la disamina, si riporta una guida alla lettura degli stessi,:

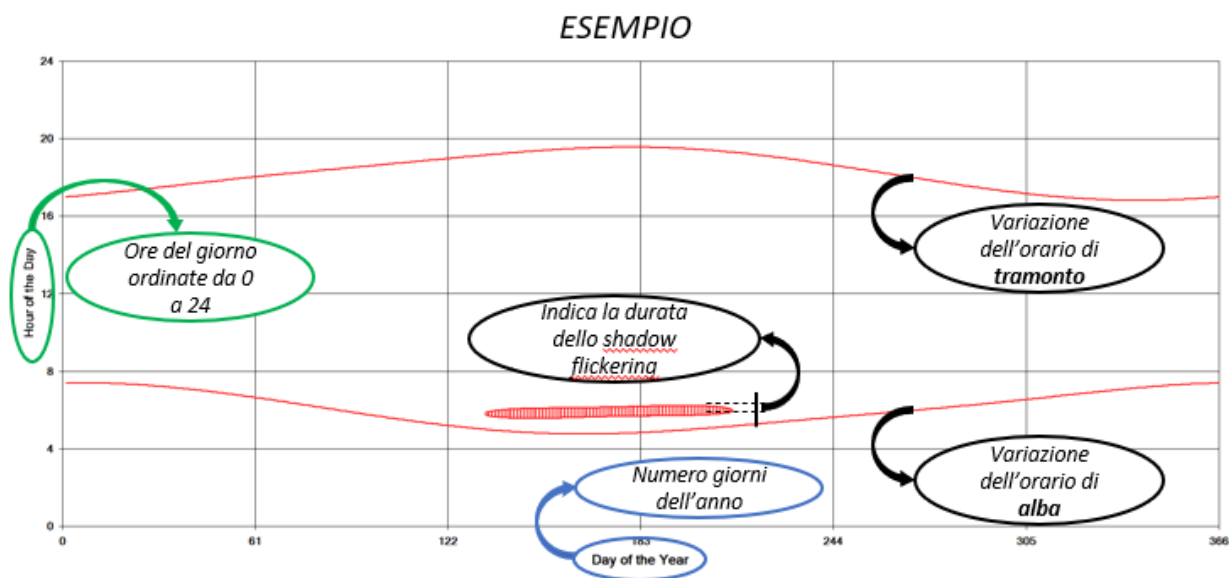


Figura 11 Esempio di output grafico dei risultati di simulazione del fenomeno di shadow flickering

Le curve di colore rosso indicano l'ora dell'alba e del tramonto mentre le aree campite il periodo in cui è possibile che il fenomeno si verifichi.

Inoltre, sull'asse delle ordinate sono riportati i giorni dell'anno e su quello delle ascisse l'ora del giorno (ora solare).

Fabbricato **R240**

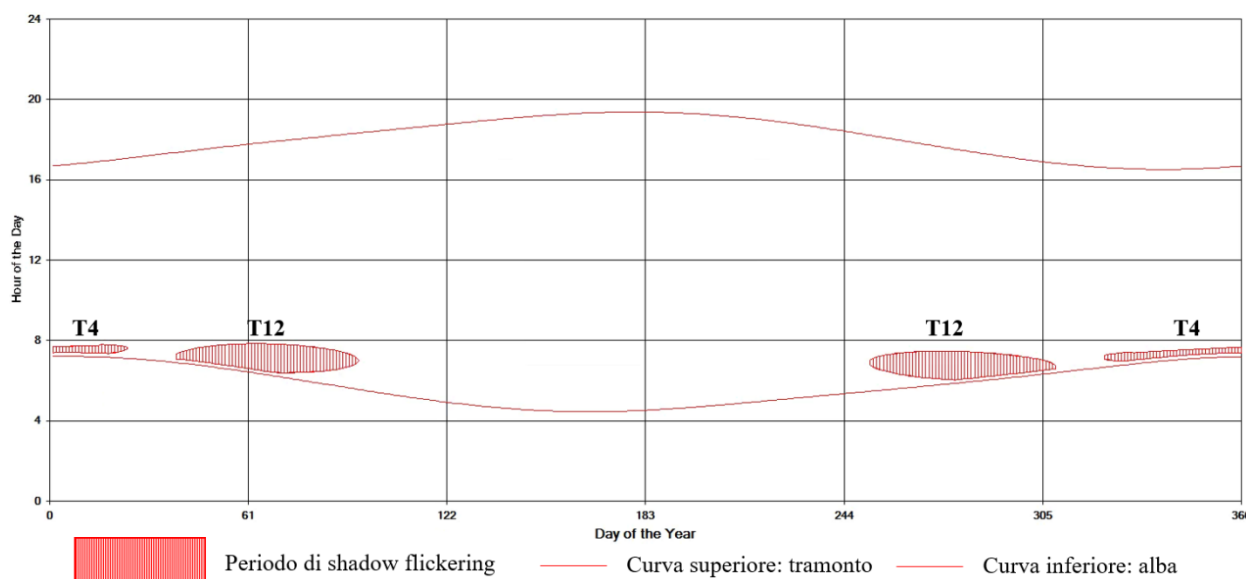


Figura 12 Periodi di shadow flickering per il ricettore R240

Per quanto riguarda il fabbricato R240, si riportano le Turbine Eoliche (Txx) che generano interferenza in relazione al fenomeno dello shadow flickering ed i relativi periodi temporali di riferimento:

- **T4** dal 1 gennaio al 24 gennaio tra le 7.21 e le 7.47 e dal 19 novembre al 31 dicembre tra le 7.00 e le 7.40;
- **T12** dal 8 febbraio al 4 aprile tra le 6.23 e le 7.50 e dal 8 settembre al 4 novembre tra le 6.02 e le 7.27.

Fabbricato **R295**

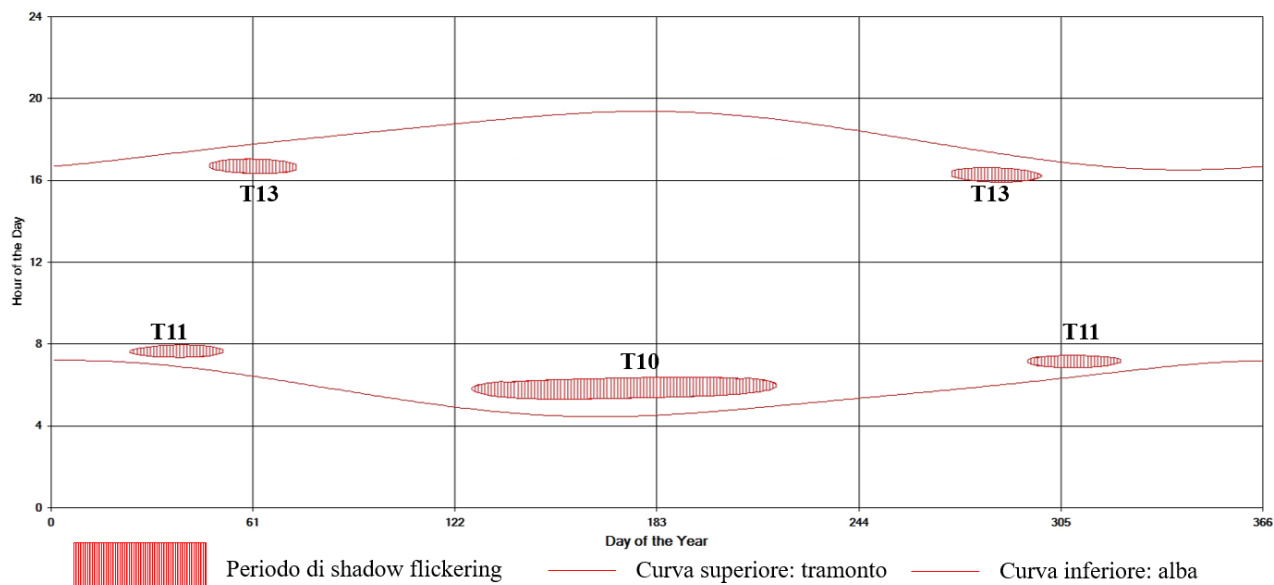


Figura 13 Periodi di shadow flickering per il ricettore R295

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- ⇒ **T10** dal 6 maggio al 6 agosto tra le 5.18 e le 6.22;
- ⇒ **T11** dal 24 gennaio al 21 febbraio tra le 7.21 e le 7.57 e dal 21 ottobre al 18 novembre tra le 6.50 e le 7.26;
- ⇒ **T13** dal 17 febbraio al 14 marzo tra le 16.20 e le 17.02 e dal 28 settembre al 25 ottobre tra le 15.54 e le 16.36.

Fabbricato **R302**

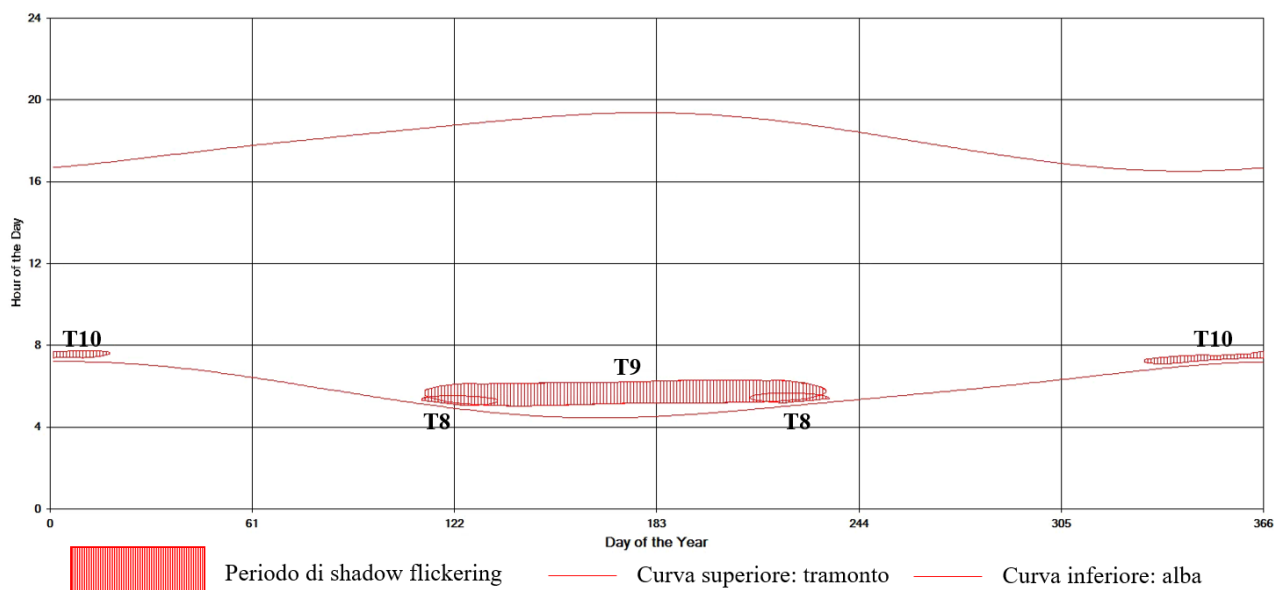


Figura 14 Periodi di shadow flickering per il ricettore R302

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- ✓ **T8** dal 21 aprile al 14 maggio tra le 5.03 e le 5.30 e dal 29 luglio al 22 agosto tra le 5.11 e le 5.40;
- ✓ **T9** dal 22 aprile al 21 agosto tra le 5.02 e le 6.18;
- ✓ **T10** dal 1 gennaio al 18 gennaio tra le 7.23 e le 7.43 e dal 25 novembre al 31 dicembre tra le 7.05 e le 7.40.

Fabbricato **R305**

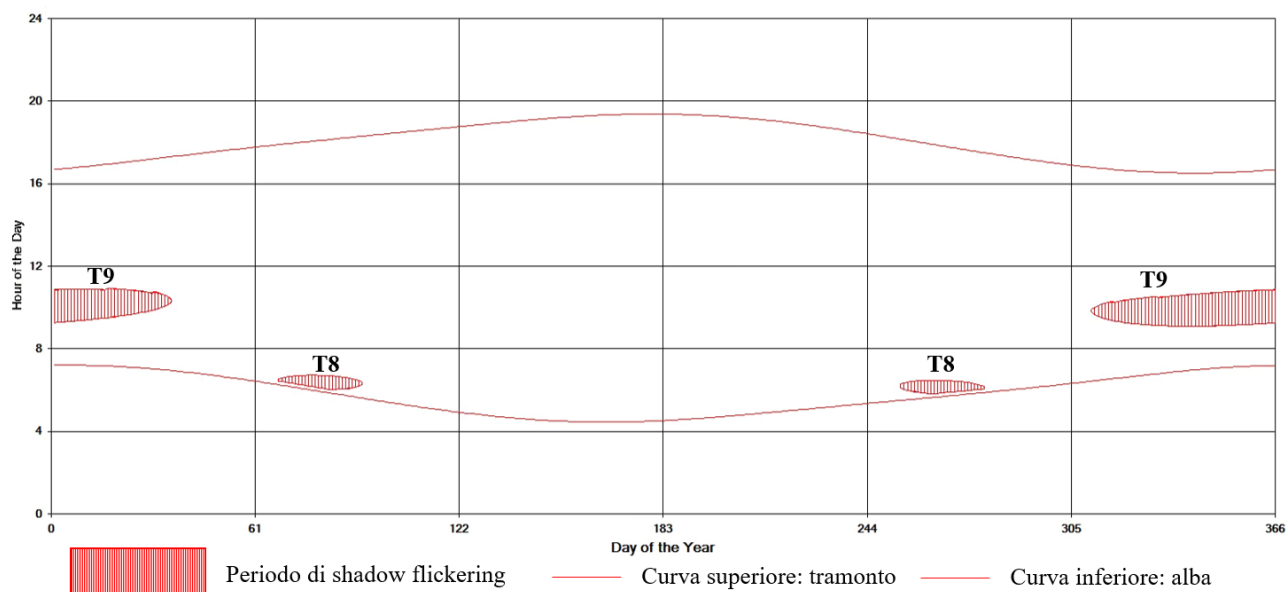


Figura 15 Periodi di shadow flickering per il ricettore R305

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- ❖ **T8** dal 8 marzo al 2 aprile tra le 6.01 e le 6.43 e dal 10 settembre al 5 ottobre tra le 5.48 e le 6.28;
- ❖ **T9** dal 1 gennaio al 5 febbraio tra le 9.15 e le 10.54 e dal 6 novembre al 31 dicembre tra le 9.05 e le 10.51.

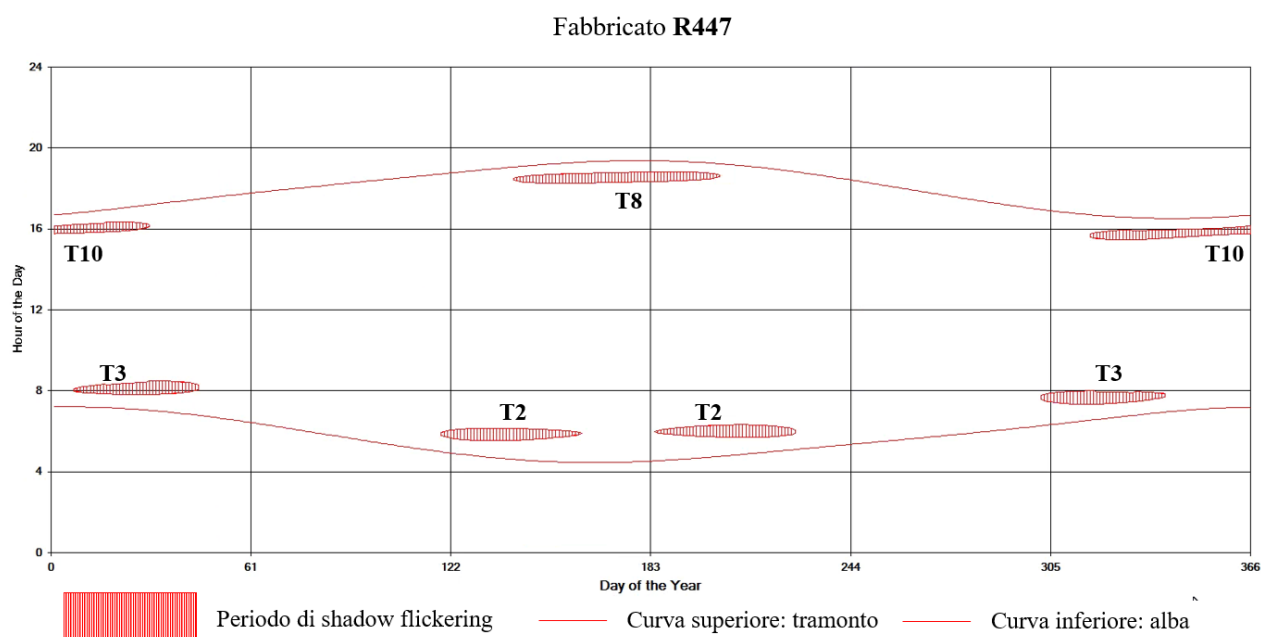


Figura 16 Periodi di shadow flickering per il ricettore R447

In coerenza al fabbricato precedente si riportano le Turbine che generano interferenza ed i relativi periodi temporali:

- **T2** dal 28 aprile al 10 giugno tra le 5.31 e le 6.08 e dal 2 luglio al 14 agosto tra le 5.41 e le 6.19;
- **T3** dal 7 gennaio al 14 febbraio tra le 7.48 e le 8.28 e dal 28 ottobre al 5 dicembre tra le 7.19 e le 7.59;
- **T8** dal 20 maggio al 22 luglio tra le 18.14 e le 18.49;
- **T10** dal 1 gennaio al 30 gennaio tra le 15.45 e le 16.20 e dal 12 novembre al 31 dicembre tra le 15.27 e le 16.08.

4 CONCLUSIONI

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 può verificare su 291 dei 447 fabbricati considerati (vedi **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**).

L'incidenza di tale fenomeno sulla qualità della vita e degli ambienti lavorativi può ritenersi trascurabile in quanto, il valore di durata simulato ed atteso del fenomeno è nella maggior parte dei casi (401 su 447 fabbricati) inferiore a 30 ore l'anno ed esclusivamente su 5 fabbricati (R240, R295, R302; R305 ed R 447) di poco superiore alle 80 ore annue.

Se si rapporta tale valore a quello di eliofania media locale dell'area (3669 ore/anno) si avrebbe un'incidenza percentuale del fenomeno mediamente inferiore all'1% ed al più pari al 2%, solo per alcuni sporadici casi.

A tali considerazioni va altresì sottolineato che:

- ⇒ la velocità di rotazione della turbina è 8,5 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;
- ⇒ i ricettori maggiormente interessati al fenomeno, ovvero quelli con valore di shadow flickering compreso tra le 80 e 86 ore/anno (R240,

R295, R302; R305 ed R 447), risultano essere edifici disabitati o con scarsa densità abitativa durante l'anno;

⇒ le turbine in progetto che causano il fenomeno dell'ombreggiamento sono molto lontane dai recettori, essendo le distanze comprese tra 350 m e 2000 m. In tali circostanze l'effetto dell'ombra è trascurabile poiché il rapporto tra lo spessore della pala e la distanza dal recettore è molto ridotto;

Stante tutto quanto sopra riportato è possibile concludere come l'interferenza tra la componente in esame, relativa allo shadow flickering, sui ricettori presi in considerazione possa considerarsi trascurabile.