



Comune di Ussassai, Esterzili e Escalaplano

Provincia di Nuoro e Sud Sardegna

Regione Sardegna



NUOVO IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA "SERRA JONI" NEI COMUNI DI USSASSAI (NU), ESTERZILI E ESCALAPLANO (SU)

STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE

Acciona Energia Global Italia S.r.l.

Via Achille Campanile, 73

00144 - Roma

Phone: (+39) 06 50514225

PEC: accionaglobalitalia@legalmail.it



PROPONENTE

STUDIO DEGLI EFFETTI DI SHADOW FLICKERING



**STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI**

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO

VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI

TEL. +39 011 43 77 242

studiorosso@legalmail.it

info@sria.it

www.sria.it

dott. ing. Roberto SESENNA
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n.8530J
Cod. Fisc. SSN RRT 75B12 C665C

dott. forestale Piero Angelo RUBIU
Ordine dei dott. Agronomi e dott. Forestali provincia di Nuoro
Posizione n.227
Cod.Fisc. RBU PNG 69T22 L953Z

dott. ing. Luca DEMURTAS
Ordine degli Ingegneri Provincia di Cagliari
Posizione n.6062
Cod. Fisc. DMR LCU 77E10 E441L

TIMBRI E FIRME

Coordinatore e responsabile delle attività: Dott. ing. Giorgio Efsio DEMURTAS

Consulenza studi ambientali: Dott. for. Piero RUBIU

SIATER s.r.l. VIA CASULA N. 7 - 07100 - SASSARI



Studio Gioed

VIA IS MIRRIONIS N. 178 - 09121 - CAGLIARI

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	DIC/2023
COD. LAVORO	612/SR
TIPOL. LAVORO	V
LOTTO	-
STRALCIO	-
SETTORE	1
TIPOL. ELAB.	RS
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	06
VERSIONE	0

REDATTO

dott.For. Piero A. RUBIU

CONTROLLATO

ing. Roberto SESENNA

APPROVATO

ing. Luca DEMURTAS

ELABORATO

V-1.6

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE.....	3
3. RICETTORI.....	5
4. SHADOW FLICKERING	8
5. ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA PER L'IMPIANTO IN PROGETTO	10
6. VALUTAZIONI DEL FENOMENO.....	11

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 Prospetto aerogeneratore NORDEX 163 / 6.X (7.000)	4
Figura 2 Identificazione dei 73 ricettori su ortofoto con buffer di 1.2 Km dalle WTG	5
Figura 13 Proiezione dell'ombra indotta dall'aerogeneratore con rotore perpendicolare alla linea sole- ricettore e Proiezione dell'ombra indotta dall'aerogeneratore con rotore in linea con il sole e ricettore	9
Figura 14 Quadro riassuntivo elaborato con il modello Wind. Pro	11

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 Destinazione catastale dei ricettori	7
--	---



Comuni di Ussassai, Esterzili e Escalaplano
Provincia di Nuoro e Sud Sardegna - REGIONE SARDEGNA

**NUOVO IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA
DA FONTE EOLICA "SERRA JONI" NEI COMUNI DI
USSASSAI (NU), ESTERZILI E ESCALAPLANO (SU)**

Studio d'Impatto Ambientale



Studio Gioed

1. PREMESSA

La presente relazione fa riferimento alla proposta della ditta Acciona Energia Global Italia srl per la realizzazione di un impianto eolico ubicato nei Comuni di Ussassai (NU) e Esterzili (SU), nella Regione Sardegna, inoltre una parte del cavidotto ricade in Comune di Seui (SU), mentre la Stazione elettrica Terna e la cabina di consegna, il sistema di accumulo (BESS), così come parte del cavidotto ricadono in Comune di Escalaplano (SU).

Il presente elaborato riguarda l'analisi del fenomeno denominato "shadow flicker" (letteralmente ombreggiamento intermittente) ovvero l'espressione comunemente impiegata per descrivere l'effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici allorquando il sole si trova alle loro spalle. Il fenomeno si traduce in una variazione alternata di intensità luminosa che, a lungo andare, può provocare fastidio agli occupanti delle abitazioni le cui finestre risultano esposte al fenomeno stesso.

Il progetto prevede l'installazione di 7 aerogeneratori del tipo NORDEX N163 6.X o similare. Gli aerogeneratori hanno potenza nominale fino a 7,0 MW, per una potenza complessiva del parco eolico massima di 49 MW. L'altezza delle torri sino al mozzo (HUB) è fino a 158.5 m, il diametro delle pale è fino a 163 m, per un'altezza complessiva della struttura fino a 240 m. È, inoltre, previsto, a integrazione dell'impianto, posizionato nel Comune di Escalaplano, posto prossimità della cabina di consegna un sistema di accumulo fino a 15 MW per una potenza totale richiesta in connessione massima di 64 MW. L'interconnessione verrà realizzata tramite 2 linee MT in cavo con tensione di esercizio 36 kV, afferenti alla sbarra MT del punto di connessione fisico previsto nella stazione di connessione, ubicata nel comune di Escalaplano (Sud Sardegna).

2. DESCRIZIONE DELL'AEROGENERATORE

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica.

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala, tipo NORDEX 163 / 6.X (7.000) o similare con una potenza massima nominale di 7 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro di 163 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- sostegno tubolare troncoconico in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore di 158,5 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare tronco conica.

3. RICETTORI

Sono stati identificati 69 ricettori classificati come sensibili, in un buffer di 1200 m. Il ricettore abitativo più vicino agli aerogeneratori si trova ad una distanza di circa 1000 m, in Comune di Ussassai

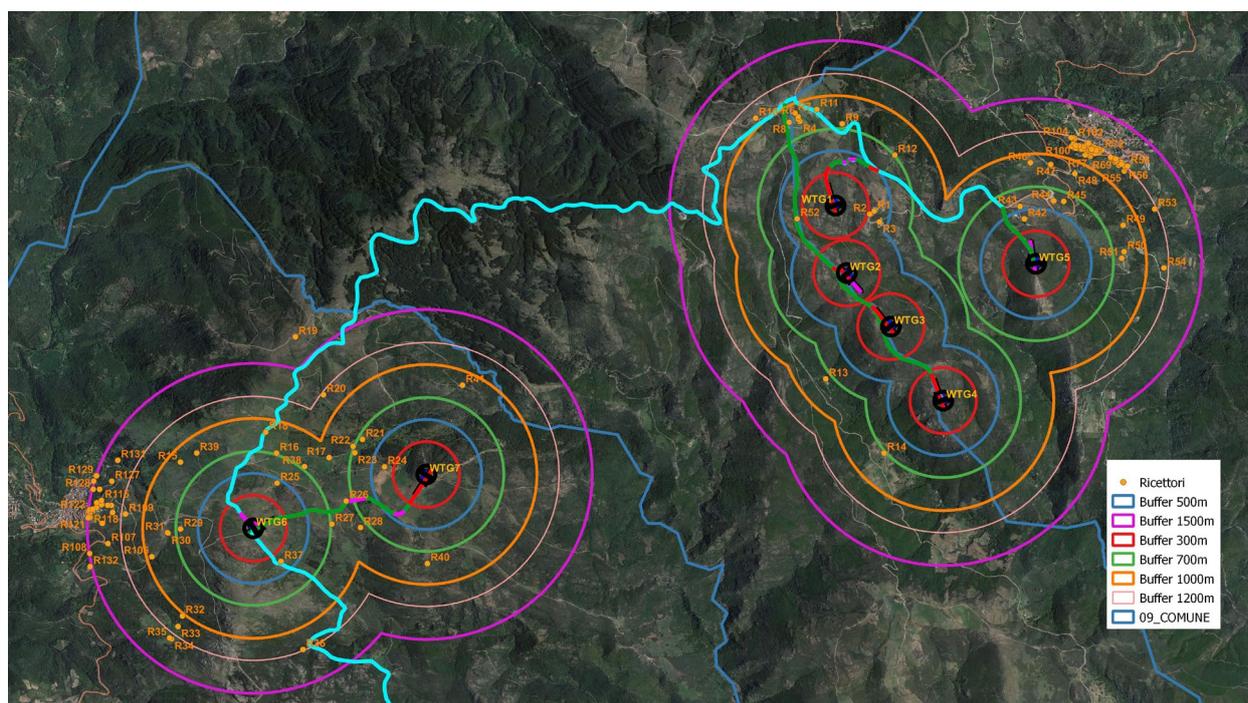


Figura 2 Identificazione dei 69 ricettori su ortofoto con buffer di 1.2 Km dalle WTG

N	Ricettore	Comune	Catasto	Foglio	Particella	Categoria catastale	Destinazione d'uso	Località
1	R53	Ussassai	Fabbricati	22	496	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
2	R54	Ussassai	Fabbricati	26	137	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
3	R55	Ussassai	Fabbricati	25	1837	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
4	R56	Ussassai	Fabbricati	25	1067	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
5	R57	Ussassai	Fabbricati	25	1394	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
6	R58	Ussassai	Fabbricati	25	1149	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
7	R59	Ussassai	Fabbricati	25	2308	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
8	R60	Ussassai	Fabbricati	25	2312	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
9	R61	Ussassai	Fabbricati	25	2268	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
10	R62	Ussassai	Fabbricati	25	1203	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
11	R63	Ussassai	Fabbricati	25	1206	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
12	R64	Ussassai	Fabbricati	25	1838	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
13	R65	Ussassai	Fabbricati	25	1004	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
14	R66	Ussassai	Fabbricati	25	2183	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
15	R67	Ussassai	Fabbricati	25	1830	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
16	R68	Ussassai	Fabbricati	25	1833	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
17	R69	Ussassai	Fabbricati	25	1169	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
18	R70	Ussassai	Fabbricati	25	2007	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
19	R71	Ussassai	Fabbricati	25	1113	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
20	R72	Ussassai	Fabbricati	25	1862	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
21	R73	Ussassai	Fabbricati	25	1024	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
22	R74	Ussassai	Fabbricati	25	1212	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
23	R75	Ussassai	Fabbricati	25	2178	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
24	R76	Ussassai	Fabbricati	25	2075	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
25	R77	Ussassai	Fabbricati	25	1134	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
26	R78	Ussassai	Fabbricati	25	2004	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
27	R79	Ussassai	Fabbricati	25	1196	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
28	R80	Ussassai	Fabbricati	25	1195	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
29	R81	Ussassai	Fabbricati	25	1084	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
30	R82	Ussassai	Fabbricati	25	1082	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
31	R83	Ussassai	Fabbricati	25	1082	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
32	R84	Ussassai	Fabbricati	25	1081	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
33	R85	Ussassai	Fabbricati	25	970	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
34	R86	Ussassai	Fabbricati	25	1652	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
35	R87	Ussassai	Fabbricati	25	1662	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai

36	R88	Ussassai	Fabbricati	25	619	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
37	R89	Ussassai	Fabbricati	25	631	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
38	R90	Ussassai	Fabbricati	25	434	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
39	R91	Ussassai	Fabbricati	25	1020	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
40	R92	Ussassai	Fabbricati	25	1021	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
41	R93	Ussassai	Fabbricati	25	1021	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
42	R94	Ussassai	Fabbricati	25	1817	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
43	R95	Ussassai	Fabbricati	25	1088	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
44	R96	Ussassai	Fabbricati	25	1139	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
45	R97	Ussassai	Fabbricati	21	615	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
46	R98	Ussassai	Fabbricati	21	559	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
47	R99	Ussassai	Fabbricati	21	445	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
48	R100	Ussassai	Fabbricati	21	629	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
49	R101	Ussassai	Fabbricati	21	610	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
50	R102	Ussassai	Fabbricati	21	446	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
51	R103	Ussassai	Fabbricati	21	450	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
52	R104	Ussassai	Fabbricati	21	626	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
53	R105	Ussassai	Fabbricati	21	630	A03	Abitazione	Centro abitato Ussassai
54	R108	Esterzili	Fabbricati	11	75	A02	Abitazione	LOCALITA` SA TANCA MANNA
55	R113	Esterzili	Fabbricati	11	2626/2591	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
56	R114	Esterzili	Fabbricati	11	1694	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
57	R117	Esterzili	Fabbricati	11	780	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
58	R118	Esterzili	Fabbricati	11	2029	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
59	R119	Esterzili	Fabbricati	11	2334	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
60	R120	Esterzili	Fabbricati	11	2365	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
61	R121	Esterzili	Fabbricati	11	1768	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
62	R122	Esterzili	Fabbricati	11	2171	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
63	R123	Esterzili	Fabbricati	11	1775	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili
64	R125	Esterzili	Fabbricati	11	1789	NC	Abitazione	VIA SAN SALVATORE
65	R126	Esterzili	Fabbricati	8	1912	A03	Abitazione	VIA SAN SALVATORE
66	R127	Esterzili	Fabbricati	8	1777	A03	Abitazione	VIA SAN SALVATORE
67	R128	Esterzili	Fabbricati	8	2361	A02	Abitazione	VIA SAN SALVATORE
68	R129	Esterzili	Fabbricati	8	2062	A03	Abitazione	VIA PRINCIPE AMEDEO
69	R130	Esterzili	Fabbricati	8	830	NC	Abitazione	Centro abitato Esterzili

Tabella 1 Destinazione catastale dei ricettori "sensibili"

4. SHADOW FLICKERING

Lo shadow flickering consiste in una variazione periodica dell'intensità luminosa osservata causata dalla proiezione, su una superficie, dell'ombra indotta da oggetti in movimento. Per un impianto eolico tale fenomeno è generato dalla proiezione, al suolo o su un ricettore, dell'ombra prodotta dalle pale in rotazione degli aerogeneratori. Dal punto di vista di un ricettore lo shadow flickering si manifesta in una variazione ciclica dell'intensità luminosa: in presenza di luce solare diretta, un ricettore localizzato nella zona d'ombra indotta dal rotore, sarà investito da un continuo alternarsi di luce diretta ed ombra, causato dalla proiezione delle ombre dalle pale in movimento. Tale fenomeno se vissuto dal ricettore per periodi di tempo non trascurabili

può generare un disturbo, quando:

- Si sia in presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa, ossia in condizioni di cielo sereno sgombro da nubi ed in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;

- La linea ricettore-aerogeneratore non incontri ostacoli: in presenza di vegetazione o edifici interposti l'ombra generata da questi ultimi annulla il fenomeno. Pertanto, ad esempio, qualora il ricettore sia una abitazione, perché si generi lo shadow flickering le finestre dovrebbero essere orientate perpendicolarmente alla linea ricettore aerogeneratore e non affacciarsi su ostacoli;

- La turbina sta orientata in modo che il rotore risulti perpendicolare alla linea sole ricettore:

come mostrato nelle figure seguenti, quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole-ricettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un "cerchio" che riferisce alla circonferenza del rotore inducendo uno shadow flickering non trascurabile; per situazioni in cui, dal punto di vista del ricettore, il piano del rotore risulti essere in linea con il sole ed il ricettore, l'ombra proiettata è sottile, di bassa intensità ed è caratterizzata da un rapido movimento, risultando pertanto lo shadow flickering di entità trascurabile;

- La posizione del sole sia tale da indurre una luminosità sufficiente. Ciò si traduce, in riferimento alla latitudine di progetto, in un'altezza del sole pari ad almeno 15-20°;

- Le pale sono in movimento;

- Turbina e ricettore siano vicini: le ombre proiettate in prossimità dell'aerogeneratore risultano di maggiore intensità e nitidezza rispetto a quelle proiettate lontano. Quando una turbina è posizionata sufficientemente vicino al ricettore, così che una porzione ampia di pala copra il sole, l'intensità del flicker risulta maggiore. All'aumentare della distanza tra turbina e ricettore, le pale coprono una porzione sempre più piccola del sole, inducendo un flicker di minore entità. Inoltre, il fenomeno risulta di bassa entità quando l'ombra proiettata sul ricettore è indotta dall'estremità delle pale; raggiunge il massimo dell'intensità in corrispondenza dell'attacco di pala all'hub.

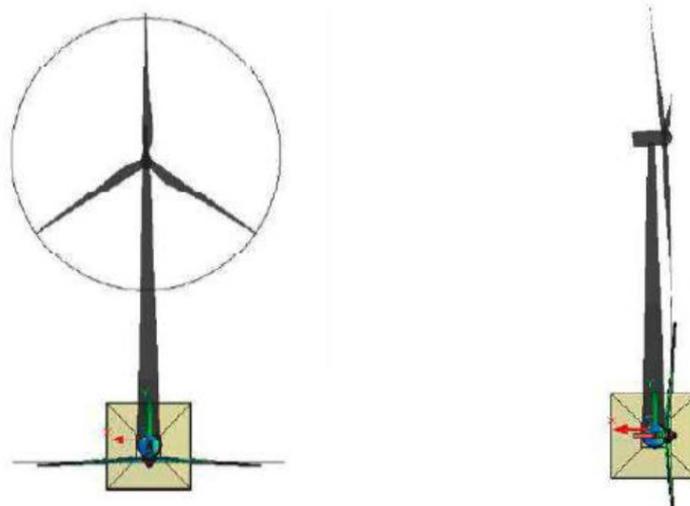


Figura 3 Proiezione dell'ombra indotta dall'aerogeneratore con rotore perpendicolare alla linea sole- ricettore e Proiezione dell'ombra indotta dall'aerogeneratore con rotore in linea con il sole e ricettore

Rilevamenti sul campo hanno evidenziato che per distanze tra aerogeneratore di altezza paragonabile a quella delle macchine di progetto) e ricettori superiori a 300 m. (non sono presenti ricettori sensibili entro questo raggio) e posti nei quadranti occidentali e/ orientali rispetto alla turbina, il fenomeno è da rilevarsi solamente all'alba e al tramonto, momenti in cui la radiazione diretta è di minore intensità. Pertanto, in riferimento a quanto sin qui esposto, si può concludere che durata ed entità dello shadow flickering sono condizionate:

- dalla distanza tra aerogeneratore e recettore;
- dalla direzione del vento;
- dall'orientamento del recettore;
- dalla presenza o meno di ostacoli lungo la linea di vista del recettore – aerogeneratore – sole;
- dalle condizioni metereologiche;
- dall'altezza del sole.

5. ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA PER L'IMPIANTO IN PROGETTO

Al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello shadow flickering indotto dalle opere in progetto sono state effettuate simulazioni in considerazione:

- della altezza della macchina (altezza mozzo più altezza pala pari a 240m);
- orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- posizione dei possibili recettori.

Le simulazioni sono state effettuate attraverso l'ausilio del software WIND PRO scopo di valutare la proiezione delle ombre prodotte dai raggi solari, rispetto all'aerogeneratore, in virtù della sua posizione geografica (latitudine e longitudine) nel corso dell'anno.

Il caso elaborato è quello del "worst case scenario" caso peggiore, su un raggio massimo di 7000 metri. I parametri della macchina presi in considerazione sono stati:

altezza al mozzo: 158,5 metri

diametro delle pale: 163 metri

Il risultato dell'elaborazione è la costruzione di superfici ad uguale numero di ore di ombreggiatura, organizzate secondo 4 classi:

- classe 1: da 0 a 10 ore;
- classe 2: da 10 a 30 ore;
- classe 3: da 30 a 100 ore;
- classe 4: da 100 a 2000 ore;

La tavola **V.2.29** riporta la rappresentazione spaziale dell'elaborazione alla scala 1:15000

Per quanto riguarda la presenza degli edifici R113,R114,R117-118-119,R120,R121,R124,R125,R126, R127,R130,R131,nell'intorno degli aerogeneratori la proiezione delle ombre dovute al moto rotatorio delle pale avrà un'influenza trascurabile,mentre come si nota sia nella figura 4 dall'apposita tavola allegata, il fenomeno dello shadow flickering *potrebbe* avere una minima influenza su tutti gli altri ricettori, che comunque tuttavia è schermato dalla presenza di altri edifici prossimi ed alberature. I ricettori interessati si trovano tutti nel Comune di Esterzili. Il valora massimo stimato, tenendo conto del caso peggiore è di 11,10h/anno sul ricettore R114, un valore ben al disotto delle 30 ore previste dalla normativa tedesca, come valore di attenzione. Ad ogni modo la distanza torre-edificio e pertanto la proiezione dell'ombra sarà presente ma mitigato dagli accorgimenti proposti, con ulteriore vegetazione, l'effetto flickering sarà comunque improbabile data la presenza di un alta vegetazione autoctona e la notevole distanza dai ricettori.

Il fenomeno dello shadow flickering è ritenuto "pericoloso" in quanto dimostrato che l'effetto visivo, dovuto alla intermittenza dell'ombra creata dal moto delle pale in rotazione, sia causa di possibili danni alla salute umana. Tuttavia, le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2.5 Hz e 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 sulla quale siano manifesti problemi di alimentazione elettrica. Questo tipo di aerogeneratore da 7 MW, ha in genere un numero di giri per minuti legato alla velocità di cut-off (26 m/s) prossimo ai 11,6 rpm. Una semplice conversione in termini di unità di misura dimostra che 60 rpm sono pari all'incirca ad 1 Hz. Considerando le macchine da 3 pale e moltiplicando pertanto la frequenza di tale rotazione, si arriva a dimostrare come l'effetto di disturbo massimo generabile per effetto del fenomeno di shadow flickering dovuto al moto delle pale è pari ad 1 Hz. **Si è, pertanto, ben al di sotto delle soglie che sono definibili pericolose in termini medici.**

Inoltre, l'elaborazione è effettuata simulando il caso peggiore in quanto il modello non considera gli aspetti vegetazionali ed antropici posti a ridosso del ricettore e, come risulta evidente dalla tavola V.2.29 e nell'elaborazione eseguita con il modello di WIND.PRO, riportata in allegato, l'interazione con le abitazioni risulta essere minima.

Quanto sopra detto, porta a definire trascurabile il fenomeno dello shadow flickering ad opera dell'impianto eolico in progetto.

SHADOW - Risultato principale

Calcolo: Shadow Serra Joni

Assunzioni sui calcoli d'ombra

Distanza massima di influenza
 Calcola solo quando oltre il 20% del sole è coperto dalla pala
 Consultare la tabella delle WTG

Altezza minima del sole sull'orizzonte 3 °
 Passo giornaliero del calcolo 1 giorni
 Passo temporale del calcolo 1 minuti
 I tempi calcolati sono relativi al "caso peggiore", sulla base delle seguenti assunzioni:

- Il sole splende tutto il dì, dall'alba al tramonto
- Il piano del rotore è sempre perpendicolare alla linea tra WTG e sole
- La turbina è costantemente operativa

Per evitare di considerare l'ombreggiamento da WTG in realtà non direttamente visibili, prima del calcolo dell'ombra viene eseguito un calcolo ZVI. Quest'ultimo si basa sulle seguenti assunzioni.

Curve altimetriche usate: Height Contours: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.w

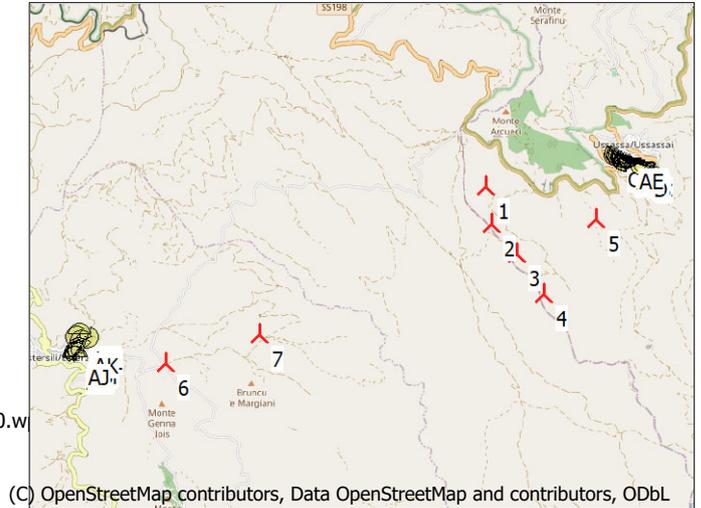
Ostacoli usati:

Risoluzione del grigliato: 1,0 m

Tutte le coordinate sono in
 UTM (north)-WGS84 Zona: 32

WTG

Easting	Northing	Z	Dati/Descrizione	Tipo di WTG			Potenza nominale	Diametro rotore	Altezza mozzo	Dati di ombra	
				Valida	Produttore	Tipo generatore				Distanza di calcolo	Distanza di calcolo
1	531.372	4.406.120	934,8 NORDEX N163/6.X 6800 16...	Si	NORDEX	N163/6.X-6.800	7.0	163,0	158,5	1.785	
2	531.474	4.405.507	930,0 Not found: hub: 158,5 m (...	Si	NORDEX	N163/6.X-6.800	7.0	163,0	158,5	1.785	
3	531.873	4.405.021	922,1 Not found: hub:158,5 m (T...	Si	NORDEX	N163/6.X-6.800	7.0	163,0	158,5	1.785	
4	532.345	4.404.348	880,0 Not found: hub:158,5 m (T...	Si	NORDEX	N163/6.X-6.800	7.0	163,0	158,5	1.785	
5	533.184	4.405.592	875,6 Not found: hub: 158,5 m (...	Si	NORDEX	N163/6.X-6.800	7.0	163,0	158,5	1.785	
6	526.108	4.403.187	1.025,9 Not found: hub: 158,5 m (...	Si	NORDEX	N163/6.X-6.800	7.0	163,0	158,5	1.785	
7	527.673	4.403.677	982,6 Not found: hub: 158,5 m (...	Si	NORDEX	N163/6.X-6.800	7.0	163,0	158,5	1.785	



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scala 1:125.000

▲ Nuova WTG

▲ Recettore d'ombra

Recettore d'ombra-Immissione dati

n.	Nome	Easting	Northing	Z	Ampiezza	Height	Altezza s.l.t.	Gradi Sud	Inclinazione della finestra	Modo orientazione	Altezza osservatore
A	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 90,0° Slope: 90,0° (R56)	533.992	4.406.461	739,8	1,0	1,0	1,0	-166,0	90,0	Monodirezionale	1,6
B	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R57)	533.987	4.406.482	736,7	1,0	1,0	1,0	-161,8	90,0	Monodirezionale	
C	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R58)	534.024	4.406.476	736,9	1,0	1,0	1,0	-171,5	90,0	Monodirezionale	
D	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R59)	533.933	4.406.500	734,9	1,0	1,0	1,0	-172,4	90,0	Monodirezionale	
E	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R60)	533.952	4.406.484	737,1	1,0	1,0	1,0	-162,6	90,0	Monodirezionale	
F	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R63)	533.971	4.406.520	730,9	1,0	1,0	1,0	-175,2	90,0	Monodirezionale	
G	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R62)	533.956	4.406.517	731,7	1,0	1,0	1,0	-175,0	90,0	Monodirezionale	
H	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R61)	533.940	4.406.519	731,6	1,0	1,0	1,0	-180,0	90,0	Monodirezionale	
I	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R66)	533.883	4.406.537	729,9	1,0	1,0	1,0	-142,5	90,0	Monodirezionale	
J	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R67)	533.895	4.406.530	731,1	1,0	1,0	1,0	-158,5	90,0	Monodirezionale	
K	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R68)	533.913	4.406.523	731,6	1,0	1,0	1,0	-172,2	90,0	Monodirezionale	
L	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R71)	533.855	4.406.559	727,4	1,0	1,0	1,0	-154,9	90,0	Monodirezionale	
M	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R77)	533.674	4.406.569	735,0	1,0	1,0	1,0	-161,6	90,0	Monodirezionale	
N	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R79)	533.642	4.406.583	736,0	1,0	1,0	1,0	-169,9	90,0	Monodirezionale	
O	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R80)	533.626	4.406.583	737,6	1,0	1,0	1,0	-143,5	90,0	Monodirezionale	
P	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R97)	533.544	4.406.638	737,1	1,0	1,0	1,0	-150,2	90,0	Monodirezionale	
Q	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R98)	533.506	4.406.657	739,6	1,0	1,0	1,0	-129,1	90,0	Monodirezionale	
R	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R100)	533.525	4.406.682	731,1	1,0	1,0	1,0	-139,4	90,0	Monodirezionale	
S	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R101)	533.542	4.406.664	731,3	1,0	1,0	1,0	-132,4	90,0	Monodirezionale	
T	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R99)	533.571	4.406.665	726,4	1,0	1,0	1,0	-152,4	90,0	Monodirezionale	
U	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R88)	533.613	4.406.628	729,8	1,0	1,0	1,0	-143,3	90,0	Monodirezionale	
V	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R90)	533.616	4.406.661	723,2	1,0	1,0	1,0	-158,7	90,0	Monodirezionale	
W	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R86)	533.635	4.406.659	723,0	1,0	1,0	1,0	-139,1	90,0	Monodirezionale	
X	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R85)	533.633	4.406.631	727,7	1,0	1,0	1,0	-150,7	90,0	Monodirezionale	
Y	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R84)	533.650	4.406.621	727,8	1,0	1,0	1,0	-136,2	90,0	Monodirezionale	
Z	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R81)	533.676	4.406.611	728,1	1,0	1,0	1,0	-162,1	90,0	Monodirezionale	
AA	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R74)	533.756	4.406.597	725,4	1,0	1,0	1,0	-175,9	90,0	Monodirezionale	
AB	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R75)	533.735	4.406.595	726,3	1,0	1,0	1,0	-186,8	90,0	Monodirezionale	
AC	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R76)	533.719	4.406.592	727,5	1,0	1,0	1,0	-161,6	90,0	Monodirezionale	
AD	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R97)	533.727	4.406.621	724,1	1,0	1,0	1,0	-162,9	90,0	Monodirezionale	
AE	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R98)	533.688	4.406.628	725,1	1,0	1,0	1,0	-158,4	90,0	Monodirezionale	
AF	Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R114)	524.741	4.403.400	777,0	1,0	1,0	1,0	-43,1	90,0	Monodirezionale	

continua alla pagina successiva...

SHADOW - Risultato principale

Calcolo: Shadow Serra Joni

...continua dalla pagina precedente

n.	Nome	Easting	Northing	Z	Ampiezza	Height	Altezza s.l.t.	Gradi Sud	Inclinazione della finestra	Modo orientazione	Altezza osservatore
				[m]	[m]	[m]	[m]	[°]	[°]		[m]
AG	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R125)	524.682	4.403.418	754,0	1,0	1,0	1,0	-53,1	90,0	Monodirezionale	1,6
AH	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R113)	524.689	4.403.370	767,6	1,0	1,0	1,0	-66,8	90,0	Monodirezionale	
AI	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R117-118-119)	524.648	4.403.334	765,4	1,0	1,0	1,0	-47,7	90,0	Monodirezionale	
AJ	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R124)	524.646	4.403.356	761,1	1,0	1,0	1,0	-43,7	90,0	Monodirezionale	
AK	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R126)	524.726	4.403.541	731,4	1,0	1,0	1,0	-26,6	90,0	Monodirezionale	
AL	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R127)	524.831	4.403.616	730,8	1,0	1,0	1,0	-251,6	90,0	Monodirezionale	
AM	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R129)	524.692	4.403.666	682,3	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Monodirezionale	
AN	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R130)	524.661	4.403.609	692,8	1,0	1,0	1,0	-48,5	90,0	Monodirezionale	
AO	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R121)	524.615	4.403.284	760,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Monodirezionale	
AP	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R120)	524.637	4.403.286	760,0	1,0	1,0	1,0	0,0	90,0	Monodirezionale	

Risultati dei calcoli

Recettore d'ombra

n.	Nome	Ombra, caso peggiore		
		Ore d'ombra per anno [ore/anno]	Giorni con ombra per anno [giorni/anno]	Massima durata dell'ombra per giorno [ore/giorno]
A	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 90,0° Slope: 90,0° (R56)	0:00	0	0:00
B	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R57)	0:00	0	0:00
C	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R58)	0:00	0	0:00
D	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R59)	0:00	0	0:00
E	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R60)	0:00	0	0:00
F	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R63)	0:00	0	0:00
G	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R62)	0:00	0	0:00
H	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R61)	0:00	0	0:00
I	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R66)	0:00	0	0:00
J	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R67)	0:00	0	0:00
K	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R68)	0:00	0	0:00
L	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R71)	0:00	0	0:00
M	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R77)	0:00	0	0:00
N	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R79)	0:00	0	0:00
O	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R80)	0:00	0	0:00
P	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R97)	0:00	0	0:00
Q	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R98)	0:00	0	0:00
R	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R100)	0:00	0	0:00
S	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R101)	0:00	0	0:00
T	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R99)	0:00	0	0:00
U	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R88)	0:00	0	0:00
V	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R90)	0:00	0	0:00
W	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R86)	0:00	0	0:00
X	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R85)	0:00	0	0:00
Y	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R84)	0:00	0	0:00
Z	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R81)	0:00	0	0:00
AA	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R74)	0:00	0	0:00
AB	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R75)	0:00	0	0:00
AC	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R76)	0:00	0	0:00
AD	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R97)	0:00	0	0:00
AE	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R98)	0:00	0	0:00
AF	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R114)	11:10	33	0:26
AG	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R125)	10:12	32	0:25
AH	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R113)	10:31	32	0:25
AI	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R117-118-119)	10:09	32	0:25
AJ	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R124)	10:05	32	0:24
AK	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R126)	0:00	0	0:00
AL	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R127)	0:00	0	0:00
AM	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R129)	8:54	29	0:24
AN	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R130)	8:59	30	0:23
AO	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R121)	10:00	32	0:24
AP	Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R120)	10:12	32	0:24

Ombreggiamento totale sui recettori d'ombra causato da ciascuna WTG

n.	Nome	Caso peggiore [ore/anno]
1	NORDEX N163/6.X 6800 163.0 !O! hub: 158,5 m (TOT: 240 m) (WTG1)	0:00
2	Not found: hub: 158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG2)	0:00

continua alla pagina successiva...

SHADOW - Risultato principale

Calcolo: Shadow Serra Joni

...continua dalla pagina precedente

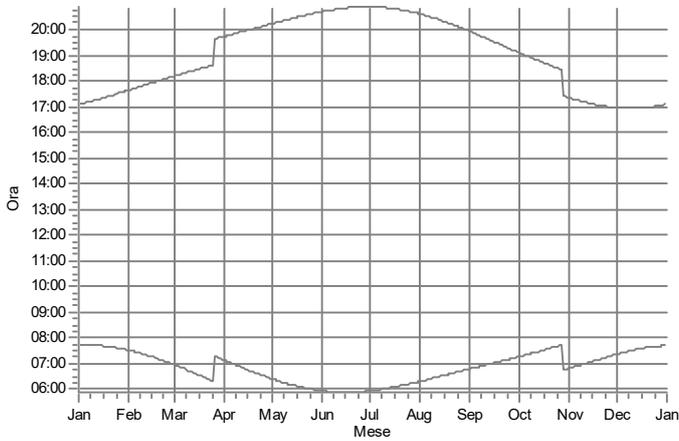
n.	Nome	Caso peggiore [ore/anno]
3	Not found: hub:158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG3)	0:00
4	Not found: hub:158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG4)	0:00
5	Not found: hub: 158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG5)	0:00
6	Not found: hub: 158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG6)	35:01
7	Not found: hub: 158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG7)	0:00

I tempi totali possono differire tra le tabelle per turbina e quelle per recettore, in quanto ciascuna WTG può dare ombreggiamento su 2 o più recettori contemporaneamente, e/o un recettore può subire ombreggiamento da 2 o più WTGs contemporaneamente.

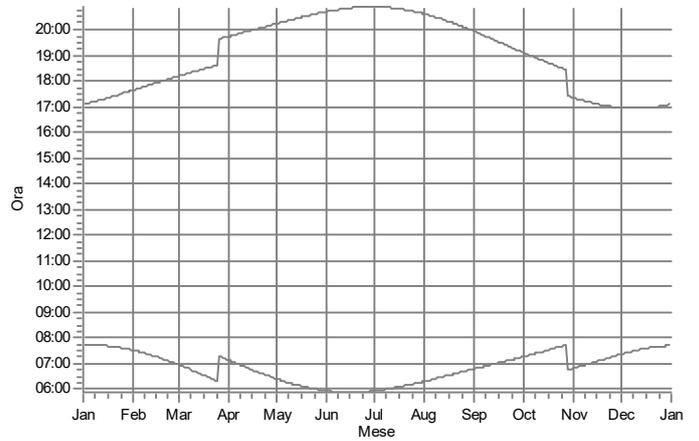
SHADOW - Calendario per WTG, grafico

Calcolo: Shadow Serra Joni

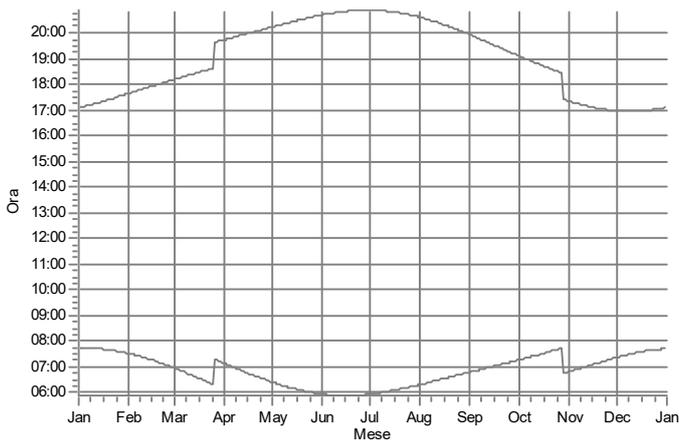
1: NORDEX N163/6.X 6800 163.0 !O! hub: 158,5 m (TOT: 240 m) (WTG1)



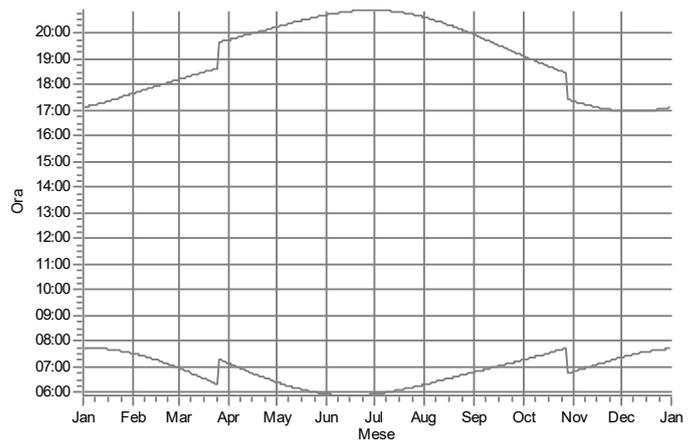
2: Not found: hub: 158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG2)



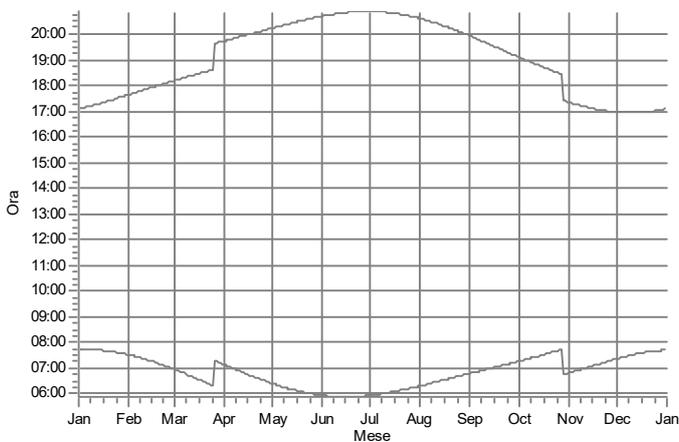
3: Not found: hub:158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG3)



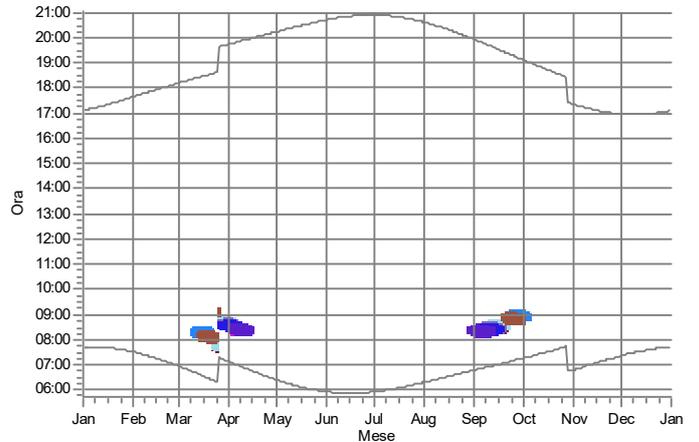
4: Not found: hub:158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG4)



5: Not found: hub: 158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG5)



6: Not found: hub: 158,5 m (TOT: 240,0 m) (WTG6)



Reattori d'ombra

AF: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R114)
 AG: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R125)
 AH: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R113)

AI: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R117-118-119)
 AJ: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R124)
 AM: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R129)

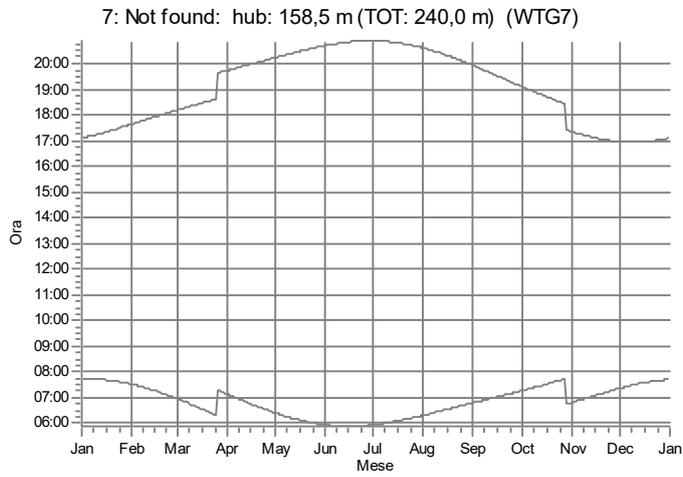
AN: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R130)
 AO: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R121)
 AP: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (R120)

Progetto:

Shadow Flickering Serra Joni

SHADOW - Calendario per WTG, grafico

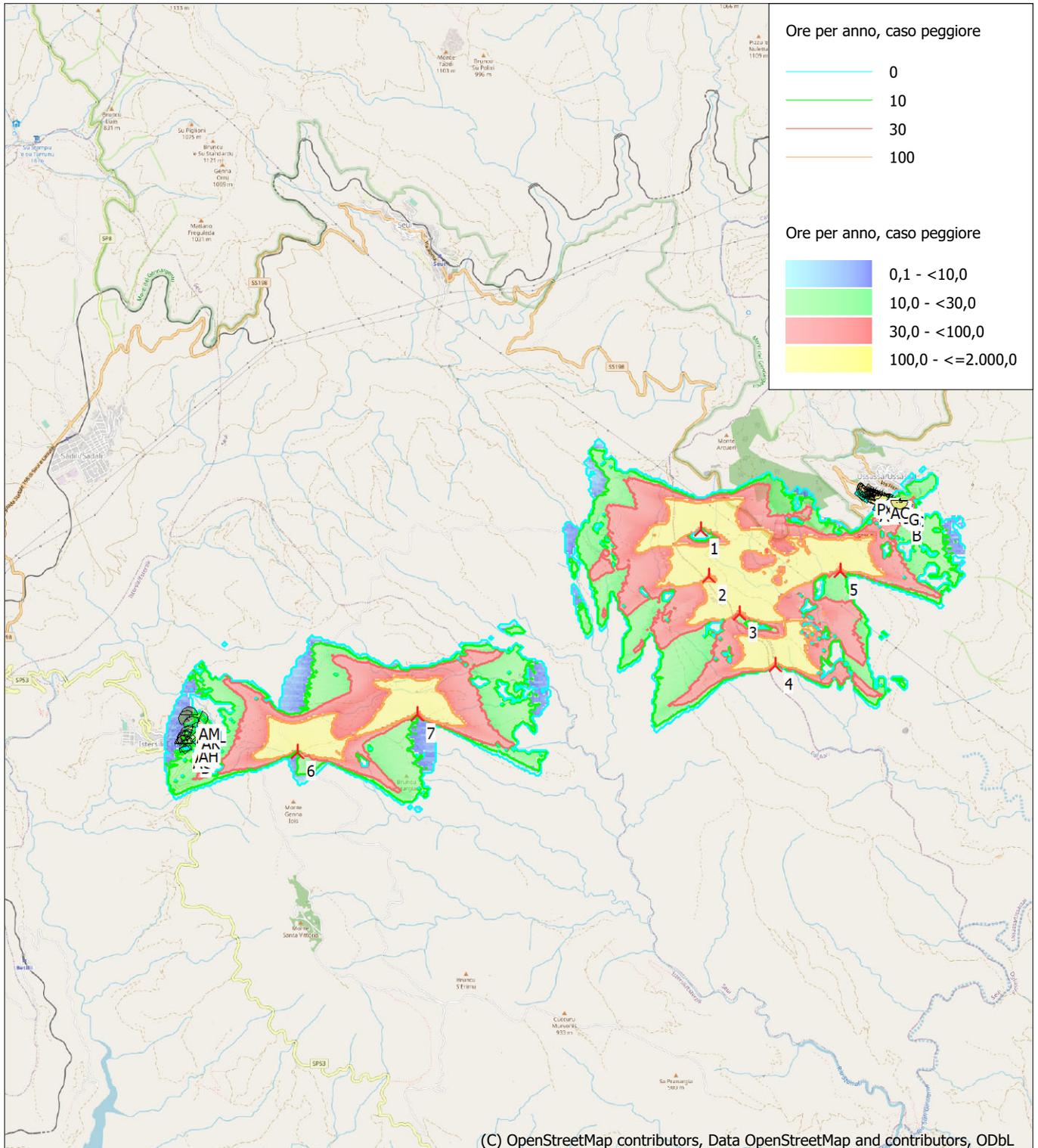
Calcolo: Shadow Serra Joni



Recettori d'ombra

SHADOW - Mappa

Calcolo: Shadow Serra Joni



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL



Mappa: EMD OpenStreetMap , Scala di stampa 1:75.000, Centro mappa UTM (north)-WGS84 Zone: 32 Est: 528.960 Nord: 4.405.440

Nuova WTG Ostacolo Recettore d'ombra

Fonte altimetria:: Height Contours: CONTOURLINE_ONLINEDATA_0.wpo (1)

Time step: 4 minuti, Day step: 14 giorni, Map resolution: 30 m, Visibility calculation: 15 m, Altezza dell'osservatore: 1,6 m