

# REGIONE SARDEGNA

Provincia del Sulcis Iglesiente

## COMUNI DI CARBONIA E IGLESIAS



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	27/05/22	ANTEX	FURNO C.	NASTASI A.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	20/05/22	ANTEX	FURNO C.	NASTASI A.

Committente:

**IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.**



Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma  
Partita I.V.A. 06977481008 - PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it

Società di Progettazione:



*Ingegneria & Innovazione*

Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

**PARCO EOLICO "CARBONIA"**

Progettista/Resp. Tecnico:

Dott. Ing. Cesare Furno  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

*RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA  
DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")*

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C20033S05-VA-RT-09-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

**DEFINITIVO**

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



## INDICE

1	PREMESSA.....	3
2	CONSIDERAZIONI GENERALI .....	4
3	CENNI SUL FENOMENO DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI .....	4
4	IL CASO STUDIO .....	7
4.1	Descrizione degli aerogeneratori e caratteristiche geografiche di posizione.....	7
4.2	Analisi dei recettori .....	8
5	METODOLOGIA DI CALCOLO IN “WORST CASE” DELLO SHADOW FLICKERING.....	32
6	RISULTATI DI CALCOLO DEL CASO “WORST CASE” .....	34
6.1	ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO RICETTORE (WORST CASE) .....	36
6.2	ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO AEROGENERATORE (WORST CASE).....	82
7	METODOLOGIA DI CALCOLO “REAL CASE” DELLO SHADOW FLICKERING .....	116
8	RISULTATI DI CALCOLO NEL CASO “REAL CASE” .....	119
8.1	ANALISI DEI RISULTATI “REAL CASE” .....	121
9	CONCLUSIONI.....	151

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO “CARBONIA”</b></p> <p align="center">RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO “SHADOW FLICKERING”)</p>	 Ingegneria & Innovazione	
		27/05/2022	REV: 1

## 1 PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico “Carbonia”, con potenza nominale installata pari a 66 MW, da realizzarsi nei territori dei Comuni di Carbonia e Iglesias nella Provincia di Sulcis Iglesiente. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 11 con una potenza nominale pari a 6 MW per ogni aerogeneratore.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Gonnesa, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 220 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 220 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento 220 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea RTN a 220 kV "Sulcis - Oristano".

Le attività di progettazione definitiva e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali, gestionali, legali e di finanza agevolata e pone a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Antex Group in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti, è in possesso di un proprio Sistema di Gestione Qualità certificato ISO 9001:2015 per attività di "Servizi tecnico-professionali di ingegneria multidisciplinare".

	<b>PARCO EOLICO “CARBONIA”</b>  RELAZIONE SULL’ANALISI DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO “SHADOW FLICKERING”)	 Ingegneria & Innovazione	
		27/05/2022	REV: 1

## 2 CONSIDERAZIONI GENERALI

Il presente elaborato ha lo scopo di valutare e stimare l'eventuale impatto generato dall'effetto di “shadow flickering” derivante dall'evoluzione dell'ombra per il presente progetto il quale prevede l'installazione di aerogeneratori del tipo VESTAS V162-6,00 MW 50/60Hz per un'altezza totale al tip di circa 206 m, aventi un diametro rotore di 162 m (lunghezza massima della pala di 79,35 m) e un'altezza al mozzo di 125 m.

Lo *shadow flickering* è l'espressione comunemente impiegata in ambito specialistico per descrivere l'effetto stroboscopico delle ombre proiettate dalle pale rotanti degli aerogeneratori eolici quando sussistono le condizioni meteorologiche opportune; infatti la possibilità e la durata di tali effetti dipendono da una serie di condizioni ambientali, tra cui:

- la posizione del sole;
- l'ora del giorno;
- il giorno dell'anno;
- le condizioni atmosferiche ambientali;
- la posizione della turbina eolica rispetto ad un ricettore sensibile.

La valutazione tecnica dell'effetto è stata eseguita con l'ausilio di software certificato e specifico per la progettazione di impianti eolici costituiti da moduli di elaborazione orientati alla simulazione di una serie di aspetti che caratterizzano le diverse fasi progettuali. Nel caso specifico è stato utilizzato il software licenziato **WindPro 3.4** della EMD International A/S.

Nella presente relazione è riportata:

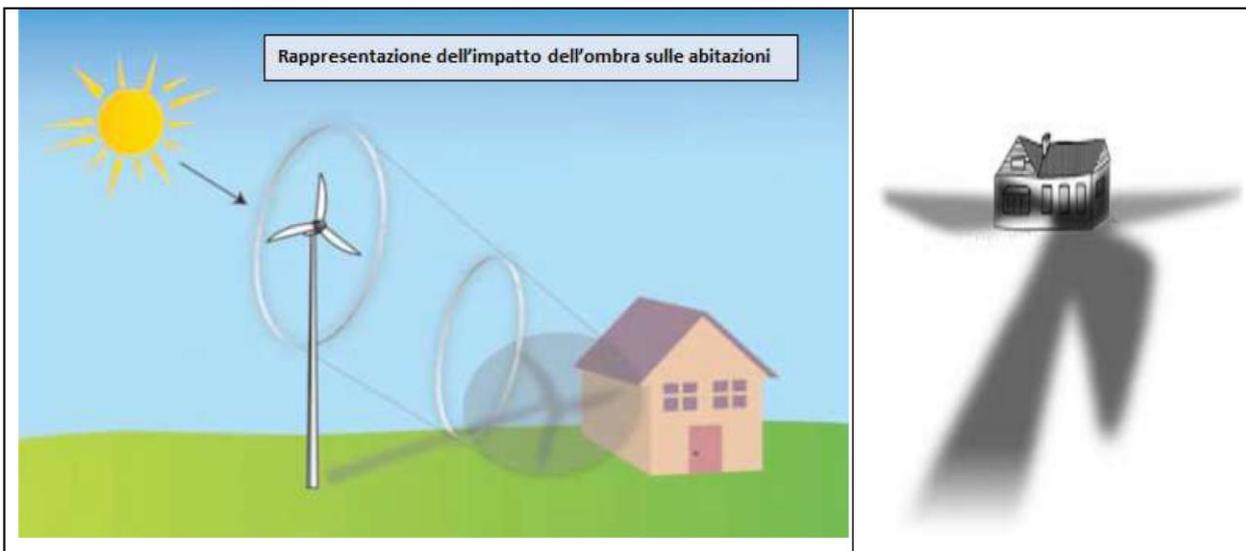
- una breve descrizione tecnica del fenomeno di *shadow flickering*;
- la descrizione del caso studio con le posizioni delle turbine e loro caratteristiche tecniche;
- la descrizione e l'analisi dei ricettori soggetti al fenomeno;
- la sintesi della metodologia di analisi seguita per lo studio sia in “Worst Case” sia in “Real Case”;
- la sintesi dei risultati ottenuti, con allegati grafici e analitici di dettaglio che descrivono il fenomeno su ognuno dei ricettori da parte di ognuna delle turbine per tutto l'anno solare.

## 3 CENNI SUL FENOMENO DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA GENERATA DAGLI AEROGENERATORI

Lo “*shadow flickering*” (letteralmente “ombreggiamento intermittente”) è 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 (fig. 1).

Il fenomeno si manifesta come 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 fenomeno, ovviamente, risulta assente sia quando il sole è oscurato da nuvole o nebbia, sia quando, in assenza 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 a causa di continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica.



**Figura 1** Rappresentazione schematica del fenomeno dello *shadow flickering*

Una velocità di rotazione del rotore di circa 35 giri al minuto corrisponde ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale di circa 1,75 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2,5 Hz. I più recenti aerogeneratori tripala di grande potenza (dai 5-6 MW in su) operano ad una velocità di rotazione sensibilmente inferiore, nel caso in oggetto addirittura ci si ferma a circa 12,1 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui: in termini di impatto sulla popolazione, tali frequenze sono considerate innocue. Inoltre, a livello internazionale, è universalmente accettato che frequenze inferiori a 10 Hz non hanno alcuna correlazione con attacchi di natura epilettica.

Le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricevitore (abitazione, chiesa, scuola, ufficio, opificio o più comunemente fabbricato ove si svolgono attività umane), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di *shadow flickering*. Per distanze superiori ai 500 m, con i moderni aerogeneratori di grandi dimensioni, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi verosimilmente all'alba oppure al tramonto, ovvero in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe e poco definite per effetto della poca elevazione solare. Al di là di una certa distanza, che a seconda dell'aerogeneratore si attesta intorno ai 1000 m, l'ombra addirittura smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro del sole diventa molto piccolo e il fenomeno impercettibile. Quindi, in generale, l'area entro la quale è percepibile lo *shadow flickering* non si estende oltre i 500÷1.000 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono solitamente entro i 300 m dove la durata del fenomeno è nell'ordine delle 300 ore all'anno.

Pertanto, come è facile immaginare, la condizione più penalizzante corrisponde al caso in cui il ricevitore si trova a breve

	<p align="center"><b>PARCO EOLICO “CARBONIA”</b></p> <p align="center">RELAZIONE SULL’ANALISI DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO “SHADOW FLICKERING”)</p>	 Ingegneria & Innovazione		
		27/05/2022	REV: 1	Pag.6

distanza dall’aerogeneratore e il piano del rotore risulta ortogonale alla congiungente ricettore-sole; infatti, in tali condizioni, l’ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari al rotore del generatore eolico.

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 ricettore;
- 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.

#### 4 IL CASO STUDIO

Nello specifico, il presente elaborato ha lo scopo di valutare l'eventuale impatto generato dall'evoluzione dell'ombra dei 11 aerogeneratori proposti per una futura potenza complessiva del parco eolico di circa 66,00 MW.



**Figura 2** Inquadramento degli aerogeneratori proposti su immagine satellitare (Google Earth Pro)

L'area oggetto del presente sviluppo progettuale si presenta a carattere prettamente collinare con il suolo che evidenzia una variabilità topografica ed altimetrica abbastanza omogenea nella sua parte a Est e poco più complessa nella sua parte a Ovest. L'elevazione dell'area di installazione del parco eolico varia dai 95 m ai 185 m s.l.m circa. La variabilità si presenta anche dal punto di vista di copertura vegetazionale delle aree: alcune presentano vegetazione arbustiva, altre vegetazione arborea e altre ancora si presentano come semplici campi coltivati a seminativo (erbaio/pascolo).

##### 4.1 Descrizione degli aerogeneratori e caratteristiche geografiche di posizione

Il modello di turbina candidato ad essere utilizzato nel presente progetto è del tipo VESTAS V162-6,0 MW 50/60Hz per un'altezza al tip non superiore ai 206 m e presenta le seguenti caratteristiche:

Altezza al Mozzo	125 m
Diametro Rotore	162 m
Lunghezza singola Pala	79,35 m
Area Spazzata	20.611 m <sup>2</sup>
Numero Pale	3

Senso di Rotazione	Orario
Velocità di Rotazione Max a regime del Rotore	12,1 rpm
Potenza Nominale Turbina	6,0 MW
Cut-Out	24 m/s
Cut-in	3 m/s

L'effetto di *shadow flickering* è ovviamente tanto più importante quanto più grande è il diametro del rotore della turbina. La disposizione prevista per gli 11 aerogeneratori oggetto di studio è riportata nella tabella sottostante in coordinate UTM WGS84.

**Tabella 1** Coordinate degli 11 aerogeneratori oggetto di studio.

Turbine	Easting	Northing
<b>C01</b>	462948.00 m E	4344958.00 m N
<b>C02</b>	463125.00 m E	4346070.00 m N
<b>C03</b>	463968.04 m E	4345991.47 m N
<b>C04</b>	461290.35 m E	4343311.58 m N
<b>C05</b>	460408.00 m E	4343146.00 m N
<b>C06</b>	458270.00 m E	4342521.00 m N
<b>C07</b>	457840.00 m E	4342223.00 m N
<b>I01</b>	464837.00 m E	4344326.00 m N
<b>I02</b>	465533.00 m E	4344496.00 m N
<b>I03</b>	464089.00 m E	4345349.00 m N
<b>I04</b>	463370.00 m E	4343970.00 m N

## 4.2 Analisi dei recettori

Di seguito verranno identificati ed analizzati quei ricettori che presentano caratteristiche tali da poter essere considerati "sensibili" al fenomeno dello *shadow flickering*.

L'individuazione iniziale dei ricettori ha riguardato tutti i fabbricati regolarmente censiti al Catasto Fabbricati nell'intorno delle fasce di distanza dagli aerogeneratori, rispettivamente di 300, 500 e 700 m di raggio così come indicato dalla Delib. G.R. n. 59/90 del 27.11.2020 e come elencato nella seguente tabella:

**Tabella 2** Elenco dei ricettori presenti all'interno del raggio di oltre 1 km da ogni aerogeneratore

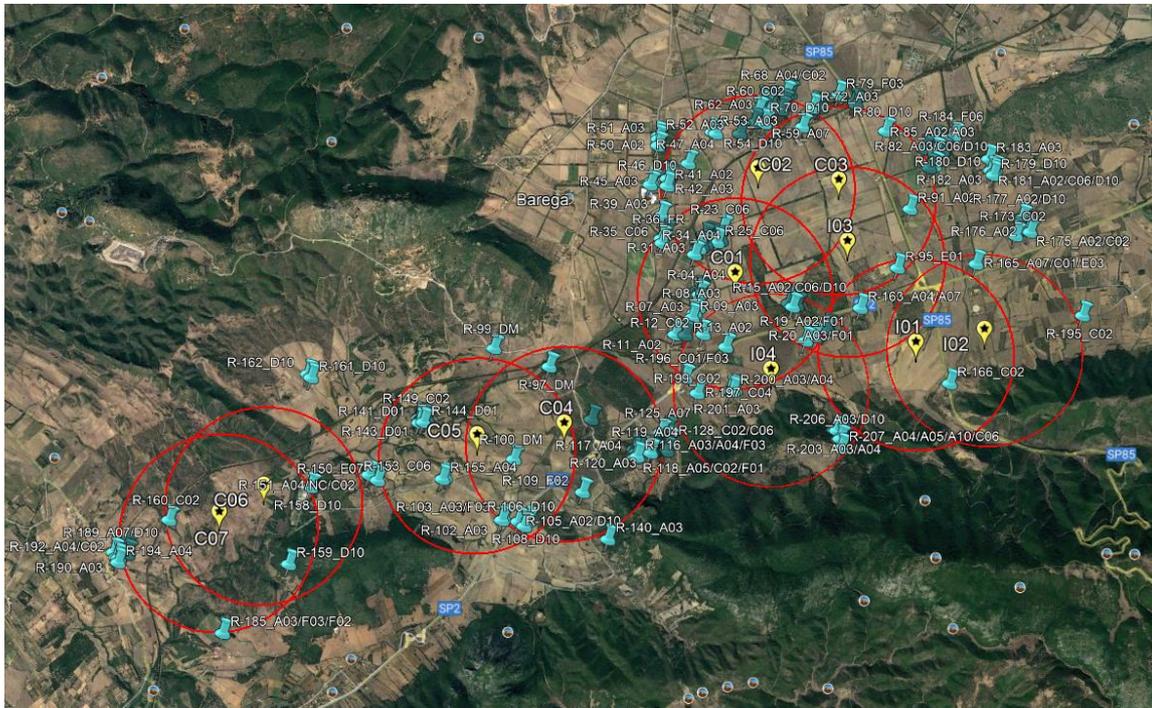
CODICE RICETTORE	COORDINATE WGS84		COMUNE	MAPPALE	PARTICELLA	CATEGORIA CATASTALE
R-02	462550.00 m E	4344809.00 m N	CARBONIA	45	609	A04
R-03	462555.14 m E	4344793.19 m N	CARBONIA	45	610	A04
R-04	462548.60 m E	4344781.02 m N	CARBONIA	45	611	A04
R-05	462548.15 m E	4344696.10 m N	CARBONIA	45	697	A03
R-06	462527.00 m E	4344677.00 m N	CARBONIA	45	649	A07
R-07	462537.23 m E	4344645.63 m N	CARBONIA	45	698	A03
R-08	462507.35 m E	4344587.57 m N	CARBONIA	45	612	A03
R-09	462486.00 m E	4344535.00 m N	CARBONIA	45	641	A03
R-10	462427.57 m E	4344351.95 m N	CARBONIA	43	63	A07
R-11	462321.63 m E	4344351.69 m N	CARBONIA	43	61	A02
R-13	462849.00 m E	4344249.00 m N	IGLESIAS	6	47	A02
R-14	463524.58 m E	4344727.46 m N	IGLESIAS	2	558	C02/D10/F05
R-15	463512.13 m E	4344701.88 m N	IGLESIAS	2	559	A02/C06/D10
R-16	463552.10 m E	4344715.19 m N	IGLESIAS	2	560	A02/D10
R-17	463503.09 m E	4344756.68 m N	IGLESIAS	2	561	A02/D10
R-18	463529.16 m E	4344764.21 m N	IGLESIAS	2	562	A02/C01/C02/ C06/D10/F01
R-19	463662.71 m E	4344353.91 m N	IGLESIAS	7	94	A02/F01
R-20	463749.63 m E	4344405.11 m N	IGLESIAS	7	98	A03/F01
R-21	463876.35 m E	4344481.73 m N	IGLESIAS	7	101	A03/F01
R-22	463880.59 m E	4344498.59 m N	IGLESIAS	7	124	A07/C02
R-30	462545.40 m E	4345282.42 m N	CARBONIA	46	584	A03
R-31	462517.18 m E	4345262.13 m N	CARBONIA	46	583	A03
R-34	462472.41 m E	4345196.23 m N	CARBONIA	45	763	A04
R-37	462170.31 m E	4345401.49 m N	CARBONIA	45	778	A03
R-39	462107.66 m E	4345590.79 m N	CARBONIA	45	688	A03
R-41	462147.12 m E	4345906.77 m N	CARBONIA	45	639	A02
R-42	462144.70 m E	4345982.82 m N	CARBONIA	45	725	A03
R-43	462159.61 m E	4346000.35 m N	CARBONIA	45	726	A03
R-44	462127.58 m E	4346015.49 m N	CARBONIA	45	620	A03
R-45	461982.71 m E	4345940.83 m N	CARBONIA	45	703	A03
R-46	461971.81 m E	4345910.74 m N	CARBONIA	45	880	D10
R-47	462353.05 m E	4346156.80 m N	CARBONIA	45	664	A04
R-50	462027.38 m E	4346328.13 m N	CARBONIA	45	743	A02
R-51	462026.07 m E	4346397.32 m N	CARBONIA	45	351	A03
R-52	462025.52 m E	4346431.62 m N	CARBONIA	45	350	A03
R-53	462582.08 m E	4346502.38 m N	CARBONIA	46	551	A03
R-54	462620.52 m E	4346487.42 m N	CARBONIA	46	552	D10
R-59	463121.02 m E	4346625.24 m N	CARBONIA	46	186	A07

R-62	463125.19 m E	4346820.33 m N	CARBONIA	46	194	A03
R-63	463075.24 m E	4346875.14 m N	CARBONIA	46	525	A04
R-64	463181.65 m E	4346859.80 m N	CARBONIA	46	436	A03
R-65	463199.43 m E	4346876.30 m N	CARBONIA	46	560	F06
R-66	463289.11 m E	4346780.82 m N	CARBONIA	46	549	A03
R-67	463320.74 m E	4346851.32 m N	CARBONIA	46	211	A06/C02
R-68	463330.82 m E	4346950.09 m N	CARBONIA	46	522	A04/C02
R-69	463367.19 m E	4346956.55 m N	CARBONIA	46	532	D10
R-70	463519.21 m E	4346609.32 m N	CARBONIA	46	503	D10
R-72	463618.90 m E	4346818.01 m N	CARBONIA	46	624	A03
R-73	463635.00 m E	4346843.00 m N	CARBONIA	46	623	D01
R-74	463667.18 m E	4346821.70 m N	CARBONIA	46	622	A03/C02
R-78	464040.27 m E	4346896.49 m N	CARBONIA	47	187	A03
			CARBONIA	47	186	A04
			CARBONIA	47	185	A03
			CARBONIA	47	184	A04
R-79	463880.87 m E	4346972.27 m N	CARBONIA	47	143	F03
R-80	464386.78 m E	4346608.26 m N	CARBONIA	47	175	D10
R-81	464856.64 m E	4346240.93 m N	IGLESIAS	2	311	A03/D10
R-82	464907.82 m E	4346264.14 m N	IGLESIAS	2	557	A03/C06/D10
R-83	464797.56 m E	4346435.95 m N	IGLESIAS	2	526	A02
R-84	464876.73 m E	4346445.99 m N	IGLESIAS	2	496	A02/C01/C02
R-85	464911.63 m E	4346419.04 m N	IGLESIAS	2	514	A02/A03
R-86	464906.34 m E	4346478.17 m N	IGLESIAS	2	495	A02/A10/C02
R-87	464934.66 m E	4346453.35 m N	IGLESIAS	2	497	A02/C01/C02
R-88	464939.52 m E	4346475.96 m N	IGLESIAS	2	498	A02/C01/C02
R-89	464987.24 m E	4346426.20 m N	IGLESIAS	2	499	A02/C02/C06
R-90	464926.06 m E	4346541.80 m N	IGLESIAS	2	494	A02
R-91	464676.32 m E	4345790.37 m N	IGLESIAS	2	512	A02
R-95	464572.40 m E	4345162.59 m N	IGLESIAS	2	196	A03
R-96	461518.88 m E	4343432.04 m N	CARBONIA	56	216	D10
R-102	460675.52 m E	4342359.65 m N	CARBONIA	54	81	A03
R-103	460693.30 m E	4342374.18 m N	CARBONIA	54	82	A03/F03
R-105	460843.32 m E	4342352.97 m N	CARBONIA	55	86	A02/D10
R-106	460906.29 m E	4342308.63 m N	CARBONIA	55	70	D10
R-108	460950.35 m E	4342367.74 m N	CARBONIA	55	87	D10
R-113	462034.04 m E	4343142.39 m N	CARBONIA	56	145	A04/C02
R-114	462060.06 m E	4343143.40 m N	CARBONIA	56	217	A02
R-115	462077.82 m E	4343150.38 m N	CARBONIA	56	150	A05
R-116	462012.86 m E	4343073.51 m N	IGLESIAS	13	290	A03/A04/F03
R-117	462000.94 m E	4343067.21 m N	IGLESIAS	13	292	A04
R-118	461992.87 m E	4343060.12 m N	IGLESIAS	13	291	A05/C02/F01

R-119	462119.79 m E	4343129.27 m N	IGLESIAS	13	248	A04
R-120	462144.55 m E	4343120.79 m N	IGLESIAS	14	166	A03
R-121	462157.24 m E	4343128.85 m N	IGLESIAS	14	165	A03/A04
R-122	462165.97 m E	4343134.03 m N	IGLESIAS	14	163	A03/C06
R-123	462178.48 m E	4343140.67 m N	IGLESIAS	14	167	A03
R-125	462238.00 m E	4343332.00 m N	IGLESIAS	14	168	A07
R-126	462300.65 m E	4343355.95 m N	IGLESIAS	14	103	A03
R-129	462274.81 m E	4343209.40 m N	IGLESIAS	14	171	A03
R-130	462321.75 m E	4343206.16 m N	IGLESIAS	14	124	A03
R-131	462264.51 m E	4343162.71 m N	IGLESIAS	14	169	A04/A05
R-132	462308.00 m E	4343147.00 m N	IGLESIAS	14	170	A03
R-140	461768.42 m E	4342221.80 m N	IGLESIAS	13	245	A03
R-141	459758.49 m E	4343307.70 m N	CARBONIA	53	225	D01
R-142	459772.53 m E	4343329.86 m N	CARBONIA	53	219	D01
R-143	459792.00 m E	4343326.00 m N	CARBONIA	53	220	D01
			CARBONIA	53	221	D01
			CARBONIA	53	222	D01
R-144	459803.78 m E	4343316.05 m N	CARBONIA	53	223	D01
			CARBONIA	53	229	D01
R-144	459803.78 m E	4343316.05 m N	CARBONIA	53	228	D01
			CARBONIA	53	228	D01
R-145	459832.75 m E	4343349.26 m N	CARBONIA	53	216	D01
R-146	459806.42 m E	4343341.13 m N	CARBONIA	53	217	D01
			CARBONIA	53	218	D01
R-147	459781.00 m E	4343350.00 m N	CARBONIA	53	250	A03
			CARBONIA	53	251	A04
R-150	459380.00 m E	4342698.00 m N	CARBONIA	52	A	E07
R-151	459288.14 m E	4342749.05 m N	CARBONIA	52	102	A04
R-155	460040.54 m E	4342745.58 m N	CARBONIA	54	92	A04
R-158	458699.67 m E	4342594.73 m N	CARBONIA	52	165	D10
R-159	458555.03 m E	4341803.24 m N	CARBONIA	52	167	D10
R-161	458614.04 m E	4343715.73 m N	CARBONIA	41	128	D10
R-162	458578.76 m E	4343751.45 m N	CARBONIA	41	115	D10
R-163	464208.06 m E	4344722.54 m N	IGLESIAS	8	81	A04/A07
R-165	465380.03 m E	4345246.30 m N	IGLESIAS	8	169	A07/C01/E03
R-174	465783.00 m E	4345608.00 m N	VILLAMASSARGIA	4	301	A02
R-175	465908.00 m E	4345620.00 m N	VILLAMASSARGIA	4	284	A02/C02
R-176	465925.74 m E	4345610.33 m N	VILLAMASSARGIA	4	283	A02
R-177	465838.04 m E	4345750.35 m N	VILLAMASSARGIA	4	282	A02/D10
R-179	465524.05 m E	4346195.16 m N	VILLAMASSARGIA	4	297	D10
R-180	465534.59 m E	4346219.71 m N	VILLAMASSARGIA	4	296	D10
R-181	465497.68 m E	4346242.31 m N	VILLAMASSARGIA	4	286	A02/C06/D10
R-182	465543.98 m E	4346254.98 m N	VILLAMASSARGIA	4	298	A03

R-183	465471.76 m E	4346365.66 m N	VILLAMASSARGIA	4	299	A03
R-184	465100.52 m E	4346595.22 m N	IGLESIAS	2	676	F06
R-185	457936.00 m E	4341076.00 m N	CARBONIA	49	9	A03/F03/F02
R-186	456900.38 m E	4341820.86 m N	CARBONIA	48	107	D10
R-187	456853.27 m E	4341832.86 m N	CARBONIA	48	110	A03
R-188	456894.53 m E	4341883.83 m N	CARBONIA	48	118	D10
R-189	456762.93 m E	4341830.37 m N	CARBONIA	48	151	A07/D10
R-190	456796.52 m E	4341780.50 m N	CARBONIA	48	117	A03
R-192	456815.14 m E	4341771.93 m N	CARBONIA	48	109	A04/C02
R-194	456814.26 m E	4341729.97 m N	CARBONIA	48	133	A04
R-196	462451.27 m E	4343907.80 m N	IGLESIAS	6	51	C01/F03
R-198	462952.15 m E	4343818.90 m N	IGLESIAS	15	113	A03/C02
R-200	462942.36 m E	4343794.00 m N	IGLESIAS	15	126	A03/A04
					96	
					107	
R-201	462918.35 m E	4343796.25 m N	IGLESIAS	15	120	A03
					123	
R-202	464000.42 m E	4343440.40 m N	IGLESIAS	15	145	A03
R-203	464023.43 m E	4343435.56 m N	IGLESIAS	15	150	A03/A04
R-205	464094.89 m E	4343445.35 m N	IGLESIAS	15	143	C02/F06
					149	
R-206	464061.79 m E	4343353.18 m N	IGLESIAS	15	147	A03/D10
R-207	464076.00 m E	4343260.00 m N	IGLESIAS	16	38	A04/A05/A10/C06

**Figura 3** Disposizione dei ricettori (tabella 2) rispetto le Turbine con buffer di circa 1 km



Il numero dei potenziali ricettori, individuati nell'intorno degli aerogeneratori, può sembrare elevato in quanto l'area sulla quale è localizzato l'impianto è vasta e gli aerogeneratori si trovano a considerevole distanza l'uno dall'altro. A questo punto bisogna analizzarli e decidere quali tra questi possono essere ritenuti "sensibili".

Molti paesi del nord Europa, rifacendosi alle European Best Practice Guidelines for Wind Energy Development, hanno legiferato in materia di ricettori sensibili al fenomeno dello Shadow Flickering, in quanto la posizione geografica e le condizioni climatiche sono tali da dover attenzionare scrupolosamente la problematica e il potenziale impatto. Per l'Italia, essendo a una latitudine inferiore rispetto a Danimarca, Svezia e Germania, il fenomeno è meno impattante se non addirittura presente solamente in specifici periodi dell'anno e per alcuni minuti alle prime ore dell'alba e del tramonto. Da letteratura già a 300 m di distanza dall'aerogeneratore il fenomeno dello shadow flickering risulta essere "poco impattante" per i ricettori, oltre a ruolo importante di barriera assolto dagli ostacoli presenti nel territorio quali alberature e altri confini naturali che determinano la morfologia del territorio.

La definizione di ricettore sensibile, sebbene non esplicitamente richiamata all'interno dei documenti legislativi e normativi, è a tutti gli effetti entrata a far parte del glossario delle tematiche ambientali.

Per ricettore sensibile si intende uno specifico luogo (area particolarmente protetta quale un parco cittadino, un'area oggetto di continua e assidua frequentazione da parte di persone per almeno 4 ore giornaliere spesso inserita in un particolare contesto storico-culturale) o una specifica struttura (scuola, ospedale, edificio residenziale, ecc.) presso i quali è individuabile una posizione significativa di immissione di disturbo.

Inoltre, il ricettore è definito tale se un'immissione di qualsiasi tipo o natura può potenzialmente recare un danno ad un

individuo che dovrà permanere in quel luogo per almeno 4 ore giornaliere.

Oltre alle considerazioni appena esposte, una prima selezione dei ricettori è stata fatta seguendo anche le indicazioni dall'Allegato e) alla Delib. G.R. n. 59/90 del 27.11.2020 tenendo conto della loro destinazione d'uso e loro distanza dalle posizioni previste per le turbine, e cioè:

- 300 m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario diurno (h. 6.00 – h. 22.00);
- 500 m da corpi aziendali ad utilizzazione agro-pastorale in cui sia accertata la presenza continuativa di personale in orario notturno (h. 22.00 – 6.00), o case rurali ad utilizzazione residenziale di carattere stagionale;
- 700 m da nuclei e case sparse nell'agro, destinati ad uso residenziale, così come definiti all'art. 82 delle NTA del PPR.

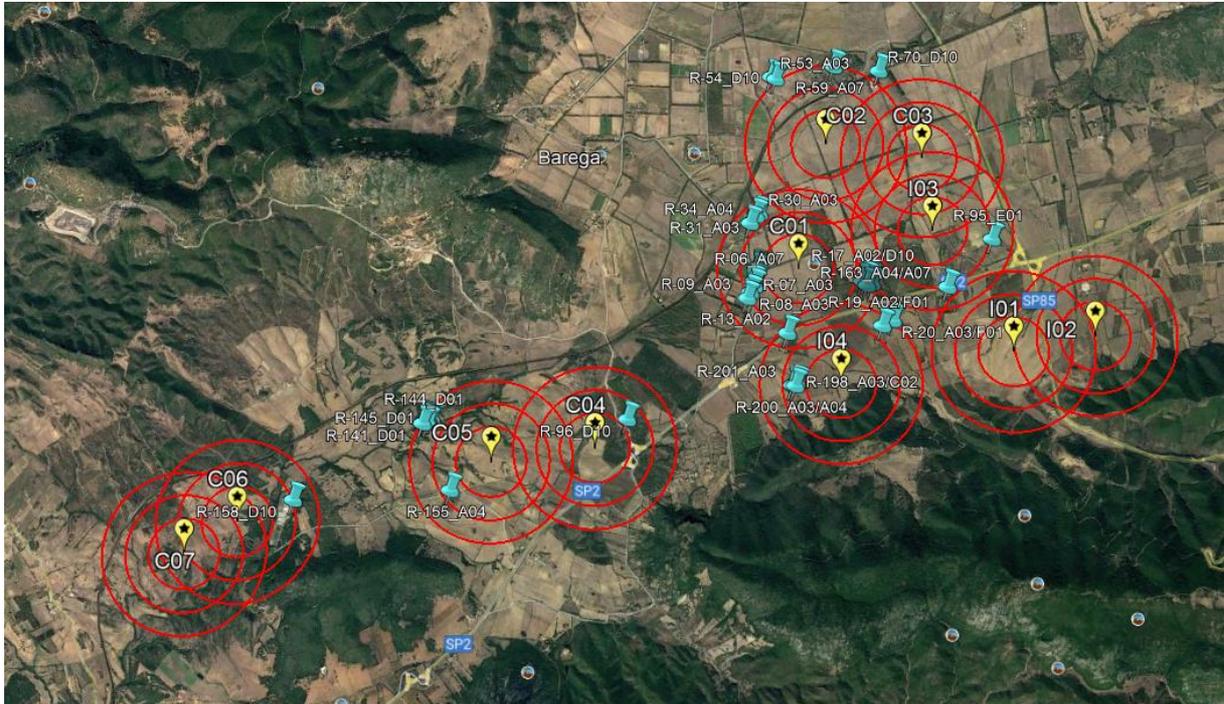
Sulla base delle considerazioni appena fatte, dalla tabella 2 sono stati eliminati tutti quei ricettori catastati come magazzini, rimesse e garage (C1, C2, C3 e C6) e tutti quei ricettori classificati come ruderi collabenti (F2). Di seguito, la precedente tabella è stata ripulita anche da tutti quei ricettori oltre i 700 m dagli aerogeneratori e sono stati individuati i buffer di appartenenza, dall'aerogeneratore più vicino, di ogni singolo ricettore:

**Tabella 3** Elenco delle strutture considerate ricettori sensibili con buffer di appartenenza dall'aerogeneratore più vicino

CODICE RICETTORE	COORDINATE WGS84		COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA	CATEGORIA CATASTALE	WTG DI INFLUENZA	BUFFER (m)
R-02	462550.00 m E	4344809.00 m N	CARBONIA	45	609	A04	C01	500
R-03	462555.14 m E	4344793.19 m N	CARBONIA	45	610	A04	C01	500
R-04	462548.60 m E	4344781.02 m N	CARBONIA	45	611	A04	C01	500
R-05	462548.15 m E	4344696.10 m N	CARBONIA	45	697	A03	C01	500
R-06	462527.00 m E	4344677.00 m N	CARBONIA	45	649	A07	C01	700
R-07	462537.23 m E	4344645.63 m N	CARBONIA	45	698	A03	C01	700
R-08	462507.35 m E	4344587.57 m N	CARBONIA	45	612	A03	C01	700
R-09	462486.00 m E	4344535.00 m N	CARBONIA	45	641	A03	C01	700
R-13	462849.00 m E	4344249.00 m N	IGLESIAS	6	47	A02	I04	700
R-14	463524.58 m E	4344727.46 m N	IGLESIAS	2	558	C02/D10/F05	C01	700
R-15	463512.13 m E	4344701.88 m N	IGLESIAS	2	559	A02/C06/D10	C01	700
R-16	463552.10 m E	4344715.19 m N	IGLESIAS	2	560	A02/D10	C01	700
R-17	463503.09 m E	4344756.68 m N	IGLESIAS	2	561	A02/D10	C01	700
R-18	463529.16 m E	4344764.21 m N	IGLESIAS	2	562	A02/C01/C02/C06/D10/F01	C01	700
R-19	463662.71 m E	4344353.91 m N	IGLESIAS	7	94	A02/F01	I04	500
R-20	463749.63 m E	4344405.11 m N	IGLESIAS	7	98	A03/F01	I04	700

R-30	462545.40 m E	4345282.42 m N	CARBONIA	46	584	A03	C01	700
R-31	462517.18 m E	4345262.13 m N	CARBONIA	46	583	A03	C01	700
R-34	462472.41 m E	4345196.23 m N	CARBONIA	45	763	A04	C01	700
R-53	462582.08 m E	4346502.38 m N	CARBONIA	46	551	A03	C02	700
R-54	462620.52 m E	4346487.42 m N	CARBONIA	46	552	D10	C02	700
R-59	463121.02 m E	4346625.24 m N	CARBONIA	46	186	A07	C02	700
R-70	463519.21 m E	4346609.32 m N	CARBONIA	46	503	D10	C02	700
R-95	464572.40 m E	4345162.59 m N	IGLESIAS	2	196	A03	I03	700
R-96	461518.88 m E	4343432.04 m N	CARBONIA	56	216	D10	C04	300
R-141	459758.49 m E	4343307.70 m N	CARBONIA	53	225	D01	C05	700
R-142	459772.53 m E	4343329.86 m N	CARBONIA	53	219	D01	C05	700
R-143	459792.00 m E	4343326.00 m N	CARBONIA	53	220	D01	C05	700
			CARBONIA	53	221	D01	C05	700
			CARBONIA	53	222	D01	C05	700
R-144	459803.78 m E	4343316.05 m N	CARBONIA	53	223	D01	C05	700
			CARBONIA	53	229	D01	C05	700
			CARBONIA	53	228	D01	C05	700
R-145	459832.75 m E	4343349.26 m N	CARBONIA	53	216	D01	C05	700
R-146	459806.42 m E	4343341.13 m N	CARBONIA	53	217	D01	C05	700
			CARBONIA	53	218	D01	C05	700
R-147	459781.00 m E	4343350.00 m N	CARBONIA	53	250	A03	C05	700
			CARBONIA	53	251	A04	C05	700
R-155	460040.54 m E	4342745.58 m N	CARBONIA	54	92	A04	C05	700
R-158	458699.67 m E	4342594.73 m N	CARBONIA	52	165	D10	C06	500
R-163	464208.06 m E	4344722.54 m N	IGLESIAS	8	81	A04/A07	I03	700
R-198	462952.15 m E	4343818.90 m N	IGLESIAS	15	113	A03/C02	I04	500
R-200	462942.36 m E	4343794.00 m N	IGLESIAS	15	126	A03/A04	I04	500
					96			
					107			
R-201	462918.35 m E	4343796.25 m N	IGLESIAS	15	120	A03	I04	500
					123			

**Figura 4** Disposizione dei ricettori (tabella 3) rispetto le Turbine con buffer di 300, 500 e 700 m



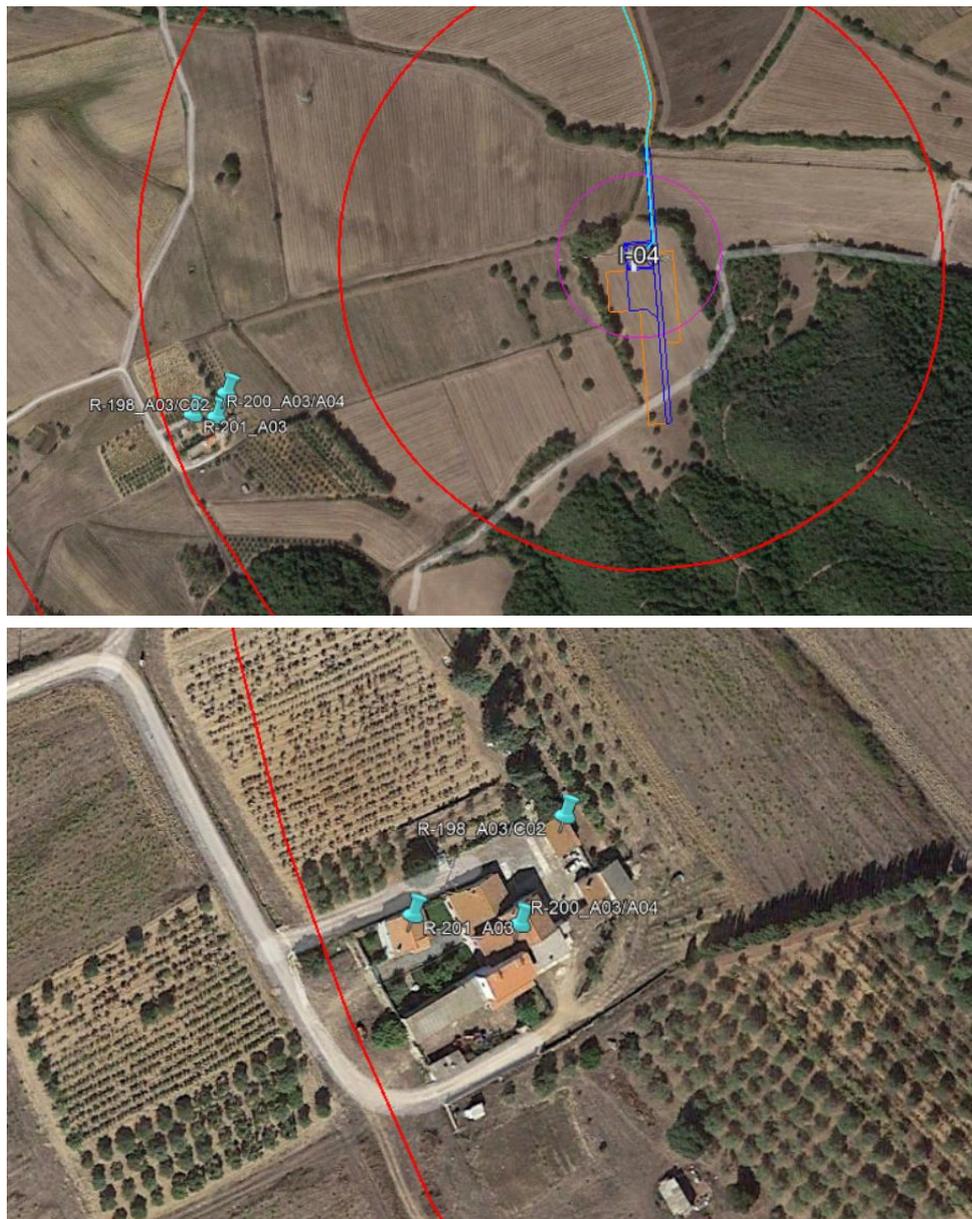
Si vuole far notare che i ricettori R-141, R-142, R-143, R-144, R-145 e R-146 si trovano in posizione contigua l'uno rispetto all'altro, presentano la medesima esposizione nei confronti dell'aerogeneratore di riferimento (C05) e posseggono anche la stessa categoria catastale, quindi, tra questi, ne verrà trattato solo uno scegliendo quello più esposto agli effetti di shadow indotti dalla turbina e cioè il R-145. Inoltre, in questo gruppo di ricettori ve ne è uno con categoria catastale A3-A4, il R-147 ma trovandosi in posizione retrostante rispetto agli altri, e quindi coperto da questi ultimi e meno esposto, verrà incluso ugualmente nello studio del R-145 anche se di diversa categoria catastale.

**Figura 5** Disposizione dei ricettori R-141, R-142, R-143, R-144, R-145, R-146 e R-147 rispetto l'aerogeneratore C05 e inquadramento di dettaglio



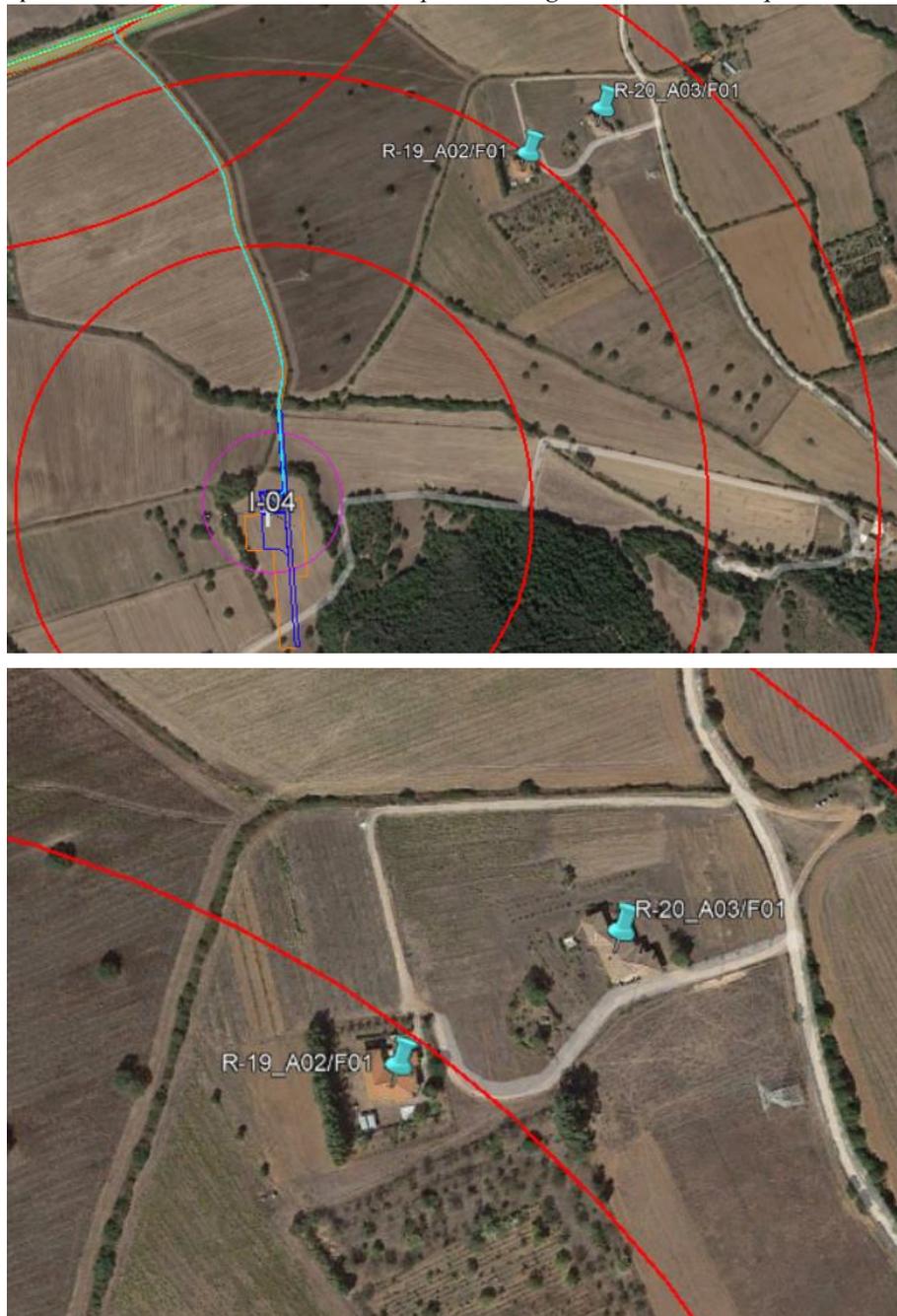
Lo stesso discorso vale per i ricettori R-198, R-200 e R-201, dei quali verrà preso in considerazione solo il R-198 in quanto il più esposto tra tutti all'aerogeneratore I-04

**Figura 6** Disposizione dei ricettori R-198, R-200 e R-201 rispetto l'aerogeneratore I-04 con inquadramento di dettaglio



Per i ricettori R-19 e R-20, verrà preso in considerazione solo il R-19 in quanto il più esposto tra tutti all'aerogeneratore I-04

**Figura 7** Disposizione dei ricettori R-19 e R-20 rispetto l'aerogeneratore I-04 e inquadramento di dettaglio



Per i ricettori R-14, R-15, R-16, R-17 e R-18 verrà preso in considerazione solo il R-15 in quanto il più esposto tra tutti all'aerogeneratore C-01

**Figura 8** Disposizione dei ricettori R-14, R-15, R-16, R-17 e R-18 rispetto l'aerogeneratore C-01 e inquadramento di dettaglio



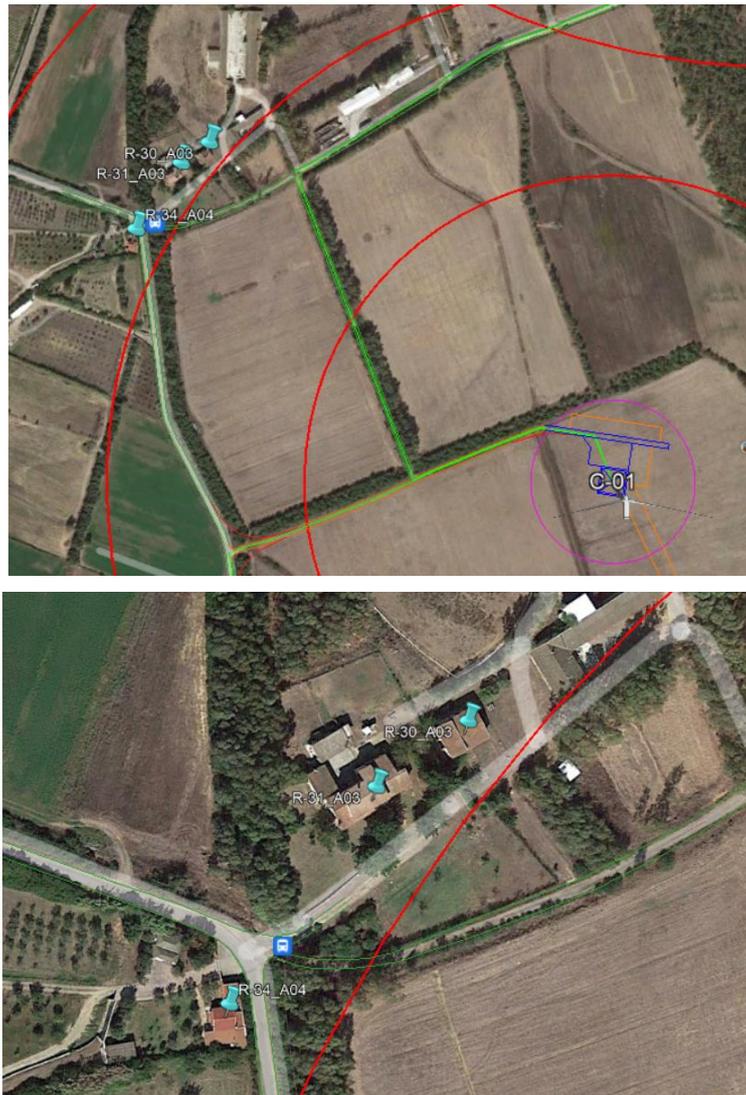
Per i ricettori R-2, R-3, R-4, R-5, R-6, R-7, R-8 e R-9 verrà preso in considerazione solo il R-2 in quanto il più esposto tra tutti all'aerogeneratore C-01

**Figura 9** Disposizione dei ricettori R-2, R-3, R-4, R-5, R-6, R-7, R-8 e R-9 rispetto l'aerogeneratore C-01 e inquadramento di dettaglio



Per i ricettori R-30, R-31e R-34 verrà preso in considerazione solo il R-31 in quanto in posizione centrale rispetto al gruppo essendo tutti equidistanti dall'aerogeneratore C-01 e parimenti esposti.

**Figura 10** *Disposizione dei ricettori R-30, R-31e R-34 rispetto l'aerogeneratore C-01 e inquadramento di dettaglio*



Per i ricettori R-53 e R-54 verrà preso in considerazione solo il R-54 in quanto, anche se di categoria inferiore al R-53, si trova tra quest'ultimo e l'aerogeneratore C-02 quindi più esposto e con la sua presenza mitiga l'effetto shadow sull'altro.

**Figura 11** *Disposizione dei ricettori*



Quindi, in definitiva, lo studio si concentrerà su 15 ricettori in totale.

Nelle figure a seguire vengono mostrati i suddetti ricettori su immagine satellitare (Google Earth) rispetto al layout di impianto proposto.



**Figura 12** Inquadramento generale dei ricettori sensibili rispetto le Turbine con relativi buffer di 300, 500 e 700 metri



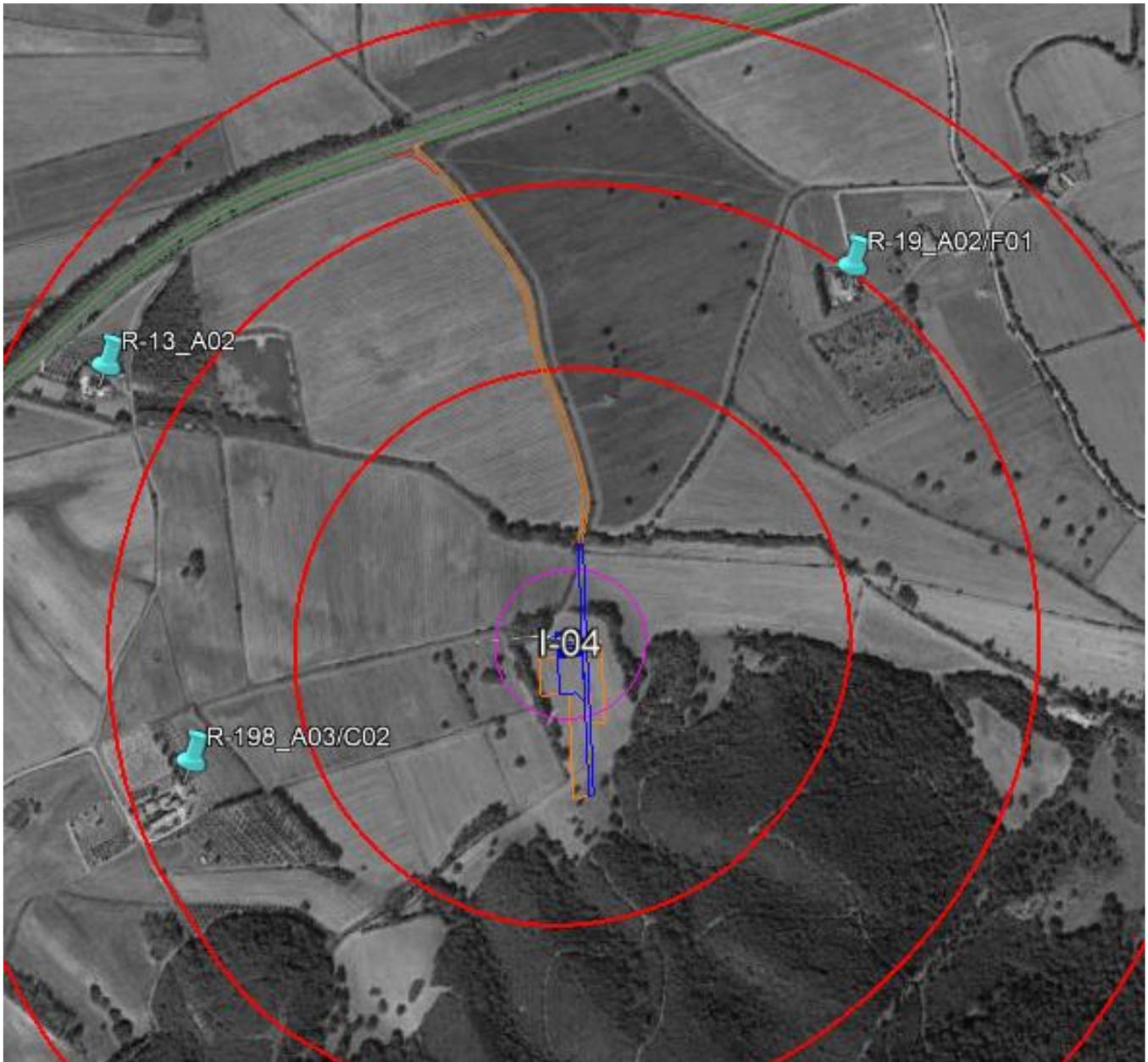
**Figura 13** Aerogeneratore I03 e Ricettori più prossimi



**Figura 14** Aerogeneratore C01 e Ricettori più prossimi



**Figura 15** Aerogeneratore C02 e Ricettori più prossimi



**Figura 16** Aerogeneratore I04 e Ricettori più prossimi



**Figura 17** Aerogeneratore C04 e Ricettori più prossimi

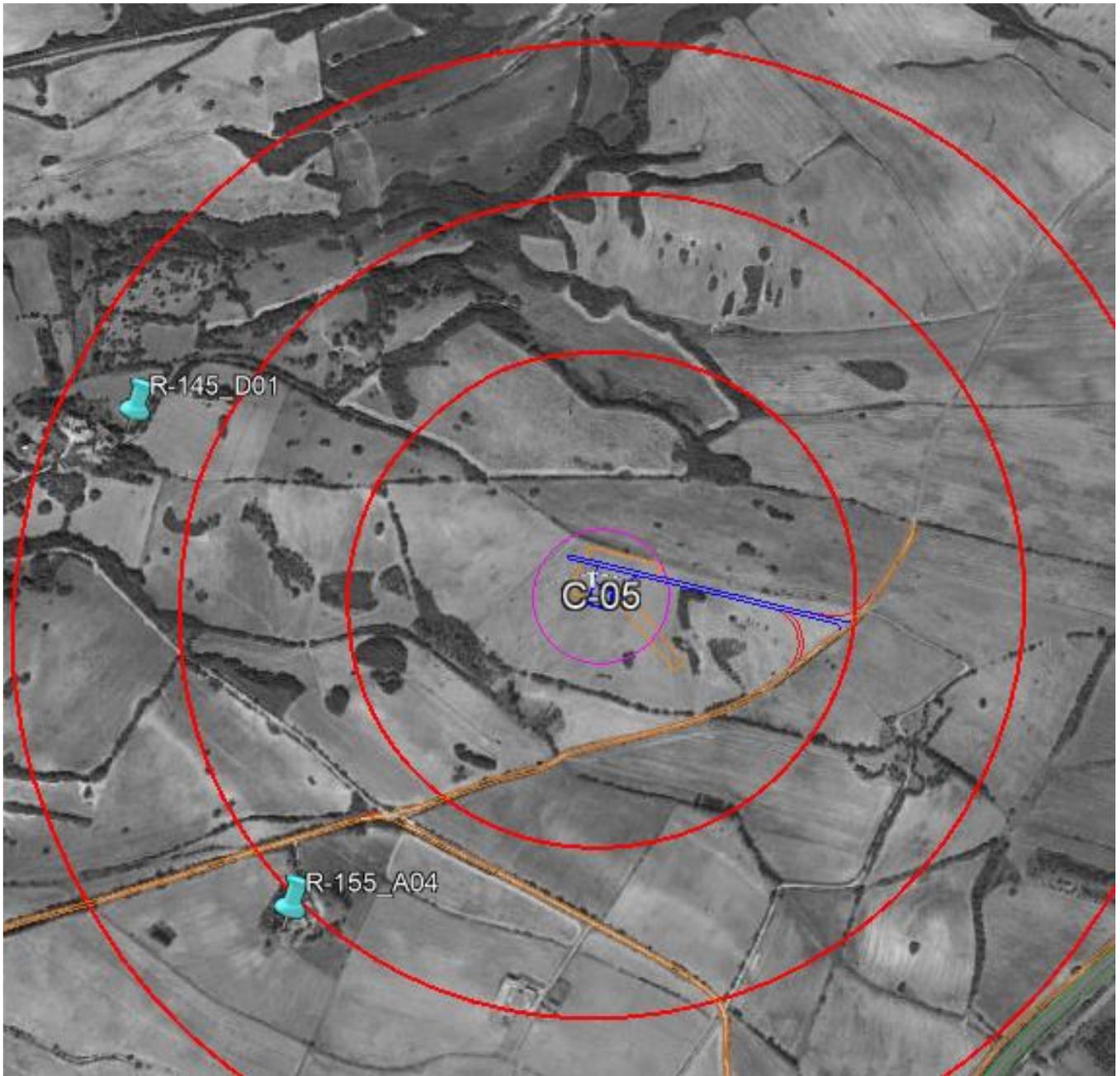
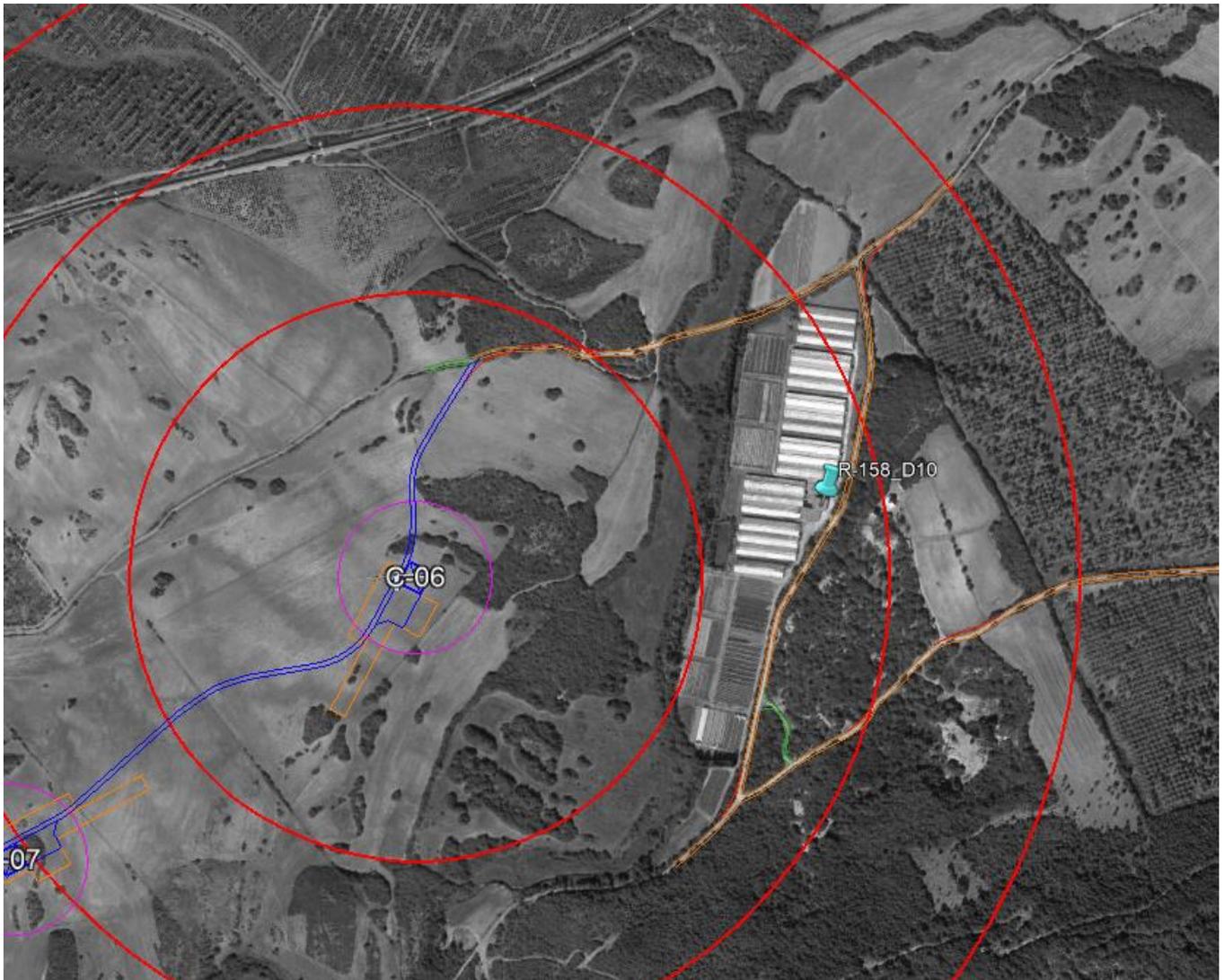


Figura 18 Aerogeneratore C05 e Ricettori più prossimi



**Figura 19** Aerogeneratore C06 e Ricettori più prossimi

## 5 METODOLOGIA DI CALCOLO IN “WORST CASE” DELLO SHADOW FLICKERING

L’impatto da *shadow flickering* prodotto da un impianto eolico è analizzato, generalmente, a partire dall’impiego di specifici applicativi che modellano il fenomeno in esame. I software impiegati per la progettazione di impianti eolici contengono moduli specifici per il calcolo e l’analisi del fenomeno di *flickering* mediante un modello digitale dell’area oggetto di progettazione, localizzazione (E, N, quota) degli aerogeneratori e dei ricettori sensibili, i dati della posizione del sole, i dati anemologici e le condizioni operative delle turbine in un determinato arco di tempo.

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

Sebbene il fenomeno dello *shadow flickering* possa essere percepito anche all’esterno delle costruzioni, esso risulta più evidente e fastidioso all’interno di ambienti chiusi che presentano aperture e/o finestrate orientate proprio sul prolungamento della direttrice sole-turbina, mentre risulta meno impattante (o addirittura nullo) per quegli ambienti con aperture e/o finestrate il cui orientamento si discosta dal prolungamento della direttrice sole-turbina. Conseguentemente, una corretta valutazione del fenomeno del flickering non può prescindere dall’esatto orientamento delle finestrate. Con riferimento all’analisi in esame, in via cautelativa, si considereranno per tutti i ricettori le finestrate orientate proprio sul prolungamento della direttrice sole-turbina.

Il software, nel caso in oggetto *windPRO 3.5*, consente di analizzare la posizione del sole nell’arco di un anno per identificare i tempi in cui ogni turbina può proiettare ombre sugli edifici vicini. In particolare, il modello permette di:

- calcolare il potenziale per le ombre intermittenti alle finestre delle abitazioni;
- mostrare un calendario grafico (“*Calendar Graphical*”) degli eventi di *flickering*;
- mostrare un elenco dettagliato (“*Calendar Time*”) di ciascun evento di ombreggiamento (ora di inizio, di fine, durata del fenomeno, aerogeneratore/i coinvolti, etc.);
- creare mappe di impatto potenziale che mostrano le ore d’ombra intermittente per l’intero parco eolico e per le singole macchine (curve di isodurata) nell’arco dell’anno.

Inoltre, devono essere imputati tutta una serie di dati di input caratterizzanti quali:

- l’altimetria della zona simulata;
- la latitudine e longitudine dell’area interessata;
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);
- la disposizione geografica dei “ricettori sensibili” (fabbricati e relative finestre);
- l’orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- la proiezione dell’ombra rispetto ai ricettori.

Sulla base di questi dati si è in grado di poter calcolare 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.

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

- coordinate geografiche baricentriche UTM-WGS84
- coordinate geografiche delle turbine considerate
- coordinate geografiche dei recettori considerati
- disposizione orizzontale delle finestrature
- estensione area simulate di circa 300 km<sup>2</sup>
- risoluzione di calcolo: 1,00 m
- raggio d'influenza massimo dal punto di installazione dell'aerogeneratore;
- altezza di 1,5 m del punto di vista dell'osservatore rispetto la mappa;
- altezza di 2,0 m del punto di vista (ZVI) rispetto la superficie del suolo:
- parametri turbina:
  - diametro rotore: 162 m
  - altezza torre al mozzo: 125m
  - altezza complessiva dell'aerogeneratore: 206 m

Per il calcolo dell'orizzonte di ciascun ricettore il modello numerico utilizzato tiene conto dell'ostacolo naturale costituito dall'orografia circostante il ricettore e non da eventuali ostacoli come ad es. boschi, barriere naturali o artificiali, etc.

In definitiva è bene evidenziare che, a vantaggio di sicurezza, le simulazioni effettuate sono state eseguite ipotizzando contemporaneamente le seguenti condizioni sfavorevoli per qualunque ricettore soggetto a *shadow flickering*:

- rotore in movimento alla massima frequenza ed in moto continuo;
- assenza di ostacoli;
- orientamento del rotore ortogonale alla congiungente ricettore-sole.

Inoltre, bisogna tenere in considerazione che se il cielo dovesse essere coperto, non dovesse esserci vento o la sua direzione è tale da porre il piano del rotore in posizione parallela rispetto la congiungente ricettore-sole, l'aerogeneratore non produrrà ombra intermittente ma la sua influenza apparirà comunque nei risultati proprio perché il worst case vuole tenere in considerazione tutte e contemporaneamente le condizioni a sfavore: in altre parole, il calcolo descrive lo scenario peggiore possibile e rappresenta quindi il massimo rischio di impatto potenziale.

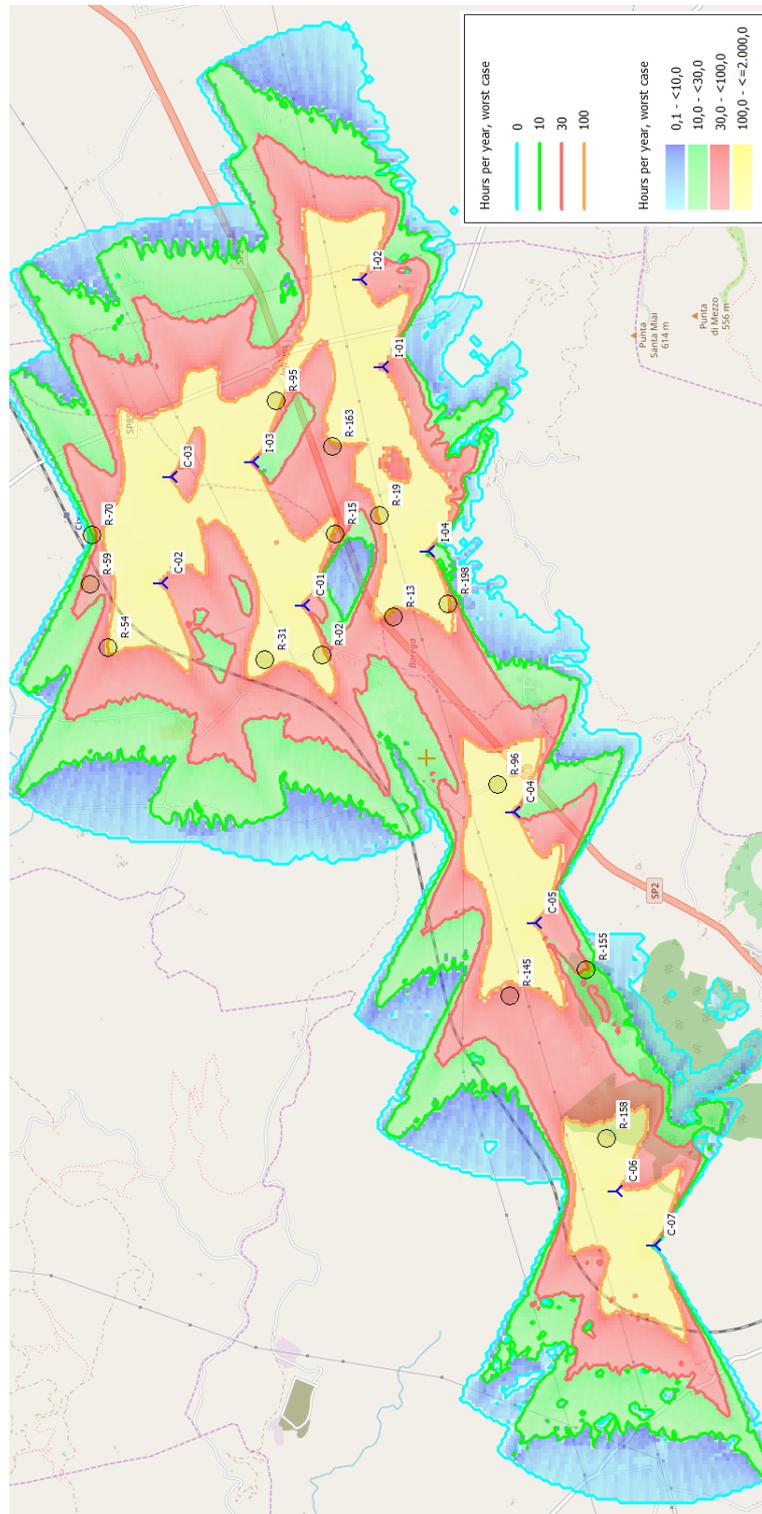
	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO “CARBONIA”</b></p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE SULL’ANALISI DELL’EVOLUZIONE DELL’OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO “SHADOW FLICKERING”)</p>	 Ingegneria & Innovazione		
		27/05/2022	REV: 1	Pag.34

## 6 RISULTATI DI CALCOLO DEL CASO “WORST CASE”

Nell’immagine che segue si riporta, in opportuna scala cromatica, il valore massimo di ombreggiamento annuo su superficie orizzontale prodotta dalle opere in progetto nelle condizioni maggiormente sfavorevoli sopra elencate.

Inoltre, per ogni ricettore vengono rappresentati graficamente, in appositi diagrammi riportati nei paragrafi a seguire, gli intervalli di ombreggiamento durante le varie ore dell’anno (“*Calendar Graph*”), rispetto le curve di alba e tramonto. Sull’asse delle ascisse sono riportati i giorni dell’anno e sull’asse delle ordinate l’ora del giorno (ora solare).

Inoltre, viene riportata per ciascun ricettore la lista giornaliera dei singoli eventi di *shadow flickering* indotti da ogni turbina (il cosiddetto “*Calendar Time*”): per ciascun evento viene specificata l’ora solare di inizio, l’ora solare di fine, la durata complessiva e la copertura (temporale) percentuale del fenomeno dello *shadow flickering* al netto di eventuali ostacoli (orografici e/o di altro tipo).



**Figura 20** Rappresentazione grafica dell'ombreggiamento causato dalle turbine sui ricettori nel "Worst Case"

6.1 ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO RICETTORE (WORST CASE)

**RICETTORE R-02**

Tabella 4 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:46	07:34	07:00	07:12	06:29	06:02	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
2	07:46	07:33	06:59	07:11	06:28	06:02	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
3	07:46	07:32	06:58	07:10	06:27	06:01	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
4	07:46	07:31	06:57	07:09	06:26	05:59	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
5	07:46	07:30	06:56	07:08	06:25	05:58	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
6	07:46	07:29	06:55	07:07	06:24	05:57	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
7	07:46	07:28	06:54	07:06	06:23	05:56	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
8	07:46	07:27	06:53	07:05	06:22	05:55	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
9	07:46	07:26	06:52	07:04	06:21	05:54	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
10	07:46	07:25	06:51	07:03	06:20	05:53	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
11	07:46	07:24	06:50	07:02	06:19	05:52	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
12	07:46	07:23	06:49	07:01	06:18	05:51	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
13	07:45	07:22	06:48	06:59	06:17	05:50	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
14	07:45	07:21	06:47	06:58	06:16	05:49	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
15	07:45	07:20	06:46	06:57	06:15	05:48	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
16	07:44	07:19	06:45	06:56	06:14	05:47	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
17	07:44	07:18	06:44	06:55	06:13	05:46	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
18	07:44	07:17	06:43	06:54	06:12	05:45	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
19	07:43	07:16	06:42	06:53	06:11	05:44	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
20	07:43	07:15	06:41	06:52	06:10	05:43	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
21	07:42	07:14	06:40	06:51	06:09	05:42	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
22	07:42	07:13	06:39	06:50	06:08	05:41	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
23	07:41	07:12	06:38	06:49	06:07	05:40	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
24	07:40	07:11	06:37	06:48	06:06	05:39	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
25	07:40	07:10	06:36	06:47	06:05	05:38	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
26	07:39	07:09	06:35	06:46	06:04	05:37	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
27	07:38	07:08	06:34	06:45	06:03	05:36	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
28	07:37	07:07	06:33	06:44	06:02	05:35	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
29	07:37	07:06	06:32	06:43	06:01	05:34	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
30	07:36	07:05	06:31	06:42	06:00	05:33	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
31	07:35	07:04	06:30	06:41	05:59	05:32	06:42 (C-01)	06:46 (C-01)	06:54	07:21	06:53	07:26
Potential sun hours	302	300	370	396	444	446	2617	2574	374	347	302	293
Total, worst case								497				

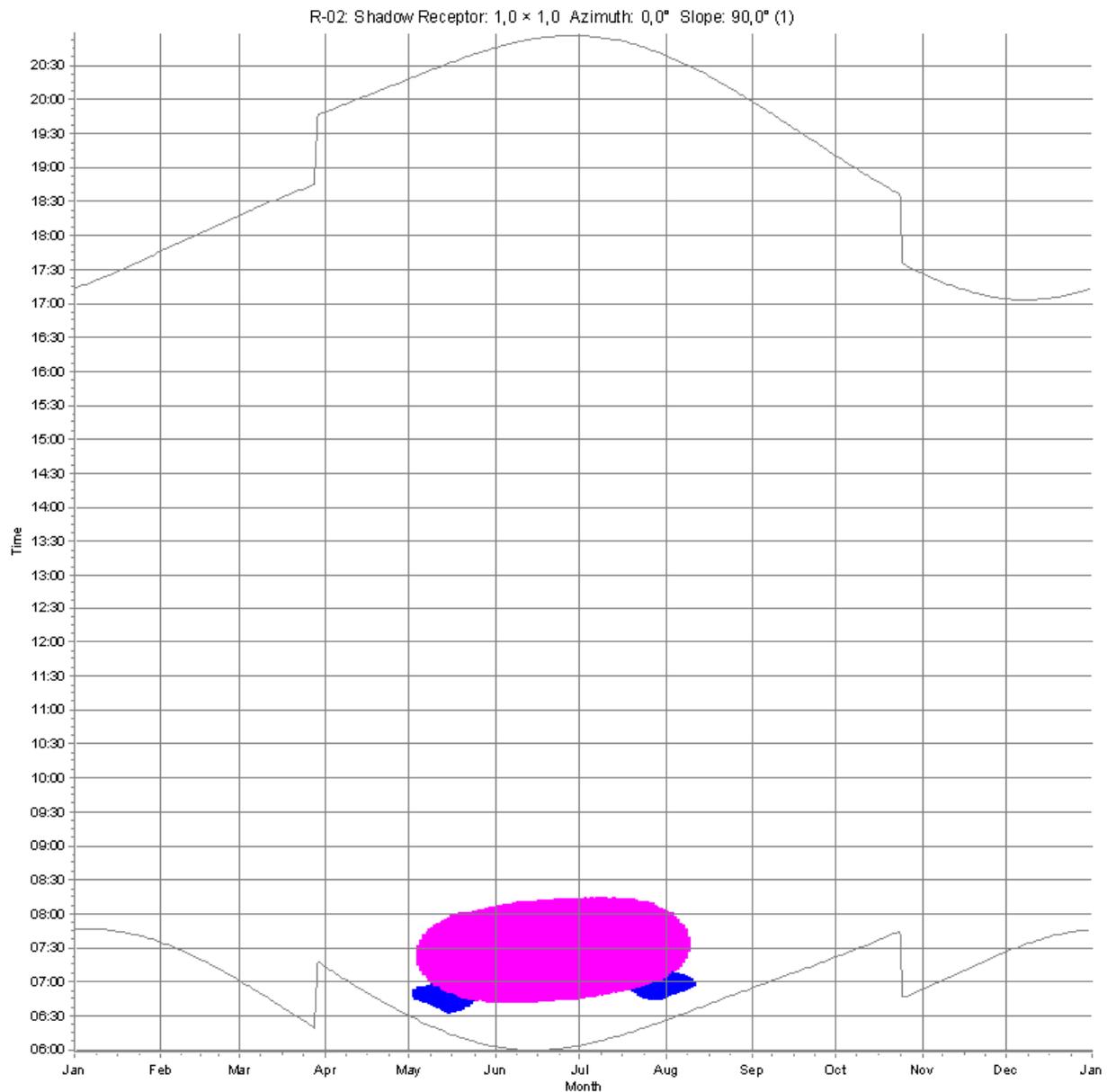
**Shadow receptor: R-02 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1) Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

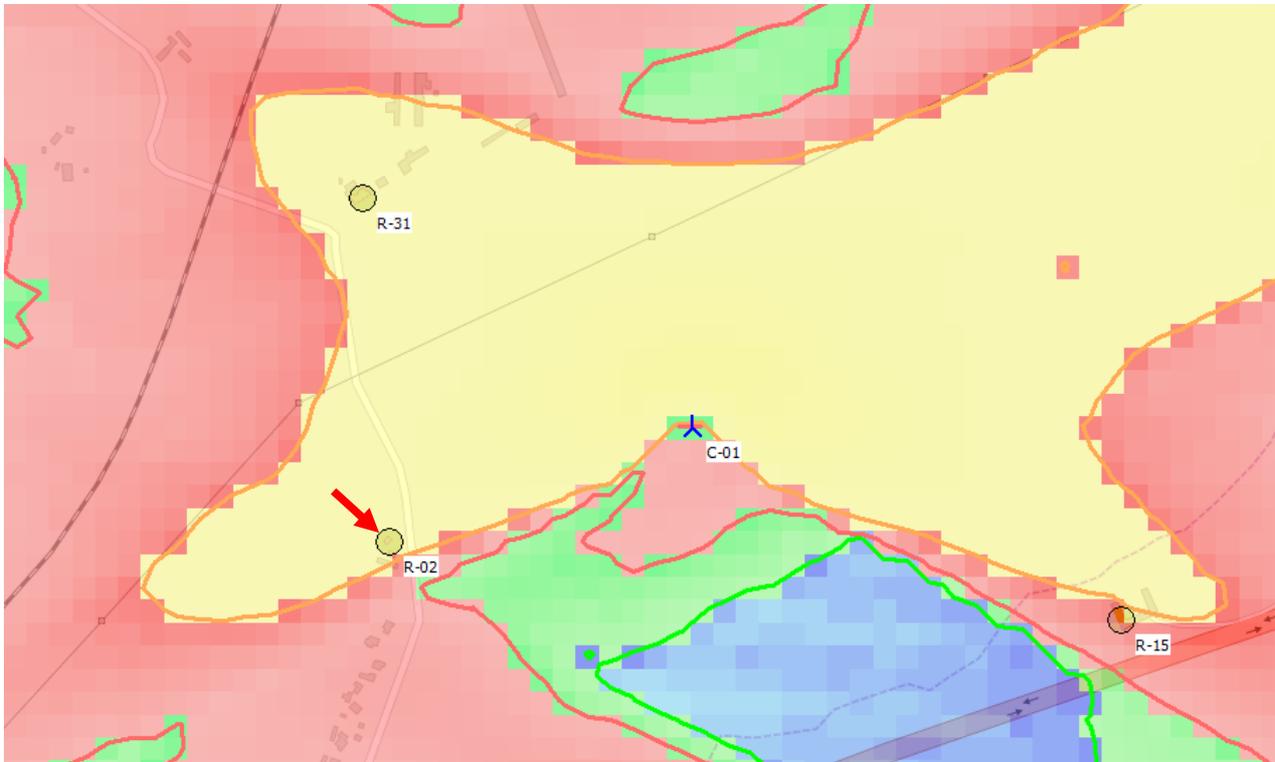


WTGs

 I-03: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 101 hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)

 C-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 101 hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)

**Figura 21** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 22** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Dall'analisi del "Calendar Graph", del "Calendar Time" e della simulazione grafica delle aree di ombreggiamento sopra riportati, risulta che il fenomeno, per il ricettore R-02 in "WORST CASE", si può verificare nel corso di un unico periodo durante l'arco dell'anno (sempre all'alba), dovuti a 2 differenti aerogeneratori di cui uno (I-03) influisce in maniera marginale e per pochissimi minuti, data la grande distanza da esso, e uno (C-01) in maniera un po' più significativa perché in prossimità del ricettore e a est rispetto a quest'ultimo ma, in ogni caso, per un massimo di 1:28 ore giornaliere da inizio maggio a inizio agosto.

**RICETTORE R-13**

**Tabella 5 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore**

**Shadow receptor: R-13 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)**

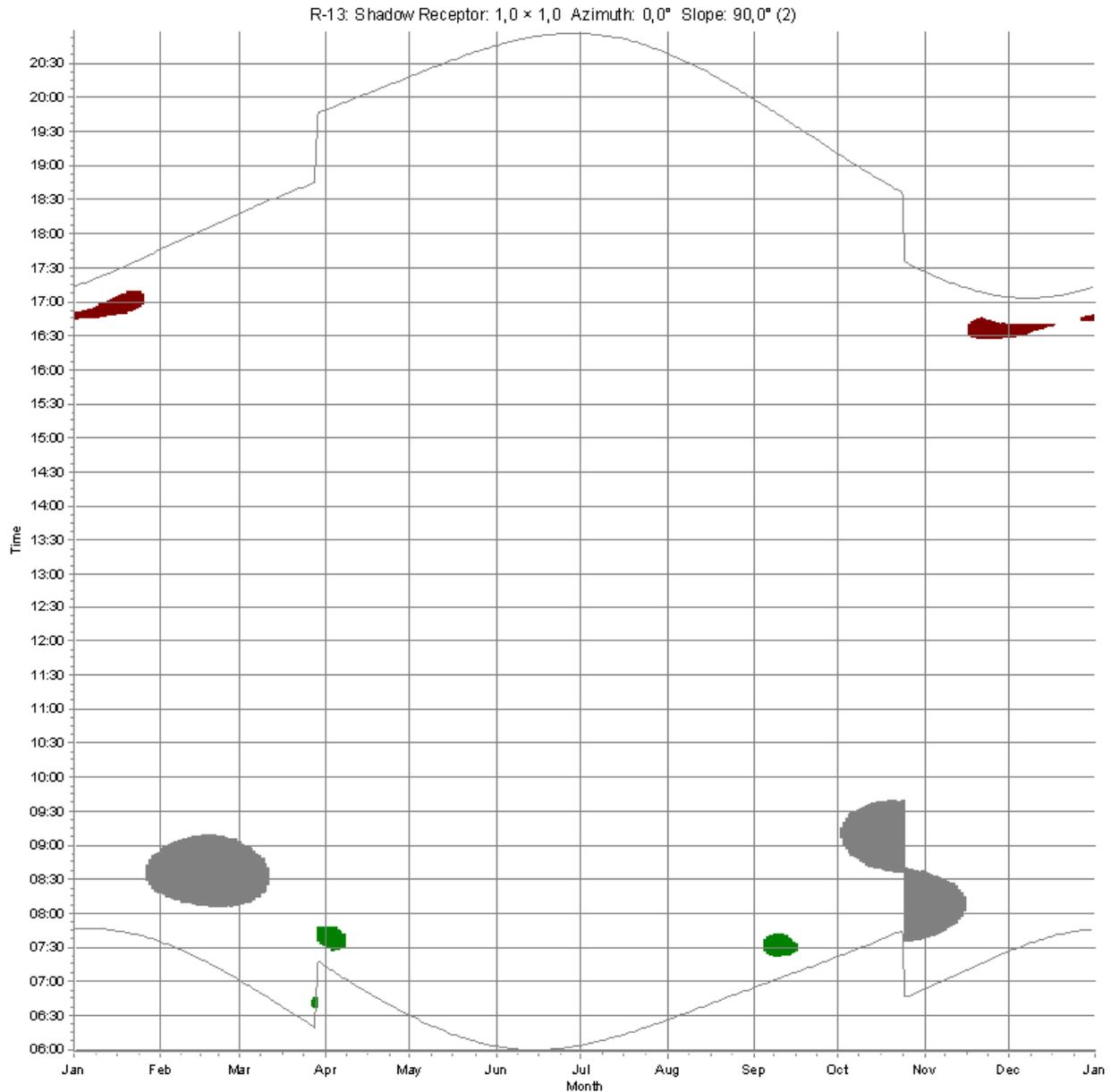
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
1	07:46	16:45 (C-04)	07:34	07:12 (C-04)	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
2	07:42	16:45 (C-04)	07:30	07:08 (C-04)	06:25	06:00	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
3	07:44	16:45 (C-04)	07:32	07:10 (C-04)	06:27	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
4	07:46	16:45 (C-04)	07:34	07:12 (C-04)	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
5	07:48	16:45 (C-04)	07:36	07:14 (C-04)	06:31	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
6	07:50	16:45 (C-04)	07:38	07:16 (C-04)	06:33	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
7	07:52	16:45 (C-04)	07:40	07:18 (C-04)	06:35	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
8	07:54	16:45 (C-04)	07:42	07:20 (C-04)	06:37	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
9	07:56	16:45 (C-04)	07:44	07:22 (C-04)	06:39	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
10	07:58	16:45 (C-04)	07:46	07:24 (C-04)	06:41	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
11	07:46	16:45 (C-04)	07:34	07:12 (C-04)	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
12	07:42	16:45 (C-04)	07:30	07:08 (C-04)	06:25	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
13	07:44	16:45 (C-04)	07:32	07:10 (C-04)	06:27	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
14	07:46	16:45 (C-04)	07:34	07:12 (C-04)	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
15	07:48	16:45 (C-04)	07:36	07:14 (C-04)	06:31	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
16	07:50	16:45 (C-04)	07:38	07:16 (C-04)	06:33	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
17	07:52	16:45 (C-04)	07:40	07:18 (C-04)	06:35	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
18	07:54	16:45 (C-04)	07:42	07:20 (C-04)	06:37	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
19	07:56	16:45 (C-04)	07:44	07:22 (C-04)	06:39	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
20	07:58	16:45 (C-04)	07:46	07:24 (C-04)	06:41	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
21	07:46	16:45 (C-04)	07:34	07:12 (C-04)	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
22	07:42	16:45 (C-04)	07:30	07:08 (C-04)	06:25	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
23	07:44	16:45 (C-04)	07:32	07:10 (C-04)	06:27	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
24	07:46	16:45 (C-04)	07:34	07:12 (C-04)	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
25	07:48	16:45 (C-04)	07:36	07:14 (C-04)	06:31	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
26	07:50	16:45 (C-04)	07:38	07:16 (C-04)	06:33	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
27	07:52	16:45 (C-04)	07:40	07:18 (C-04)	06:35	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
28	07:54	16:45 (C-04)	07:42	07:20 (C-04)	06:37	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
29	07:56	16:45 (C-04)	07:44	07:22 (C-04)	06:39	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
30	07:58	16:45 (C-04)	07:46	07:24 (C-04)	06:41	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
31	07:46	16:45 (C-04)	07:34	07:12 (C-04)	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:38 (C-04)	11
Potential sun hours	302	300	300	396	444	446	454	435	374	347	302	293	95
Total, worst case													

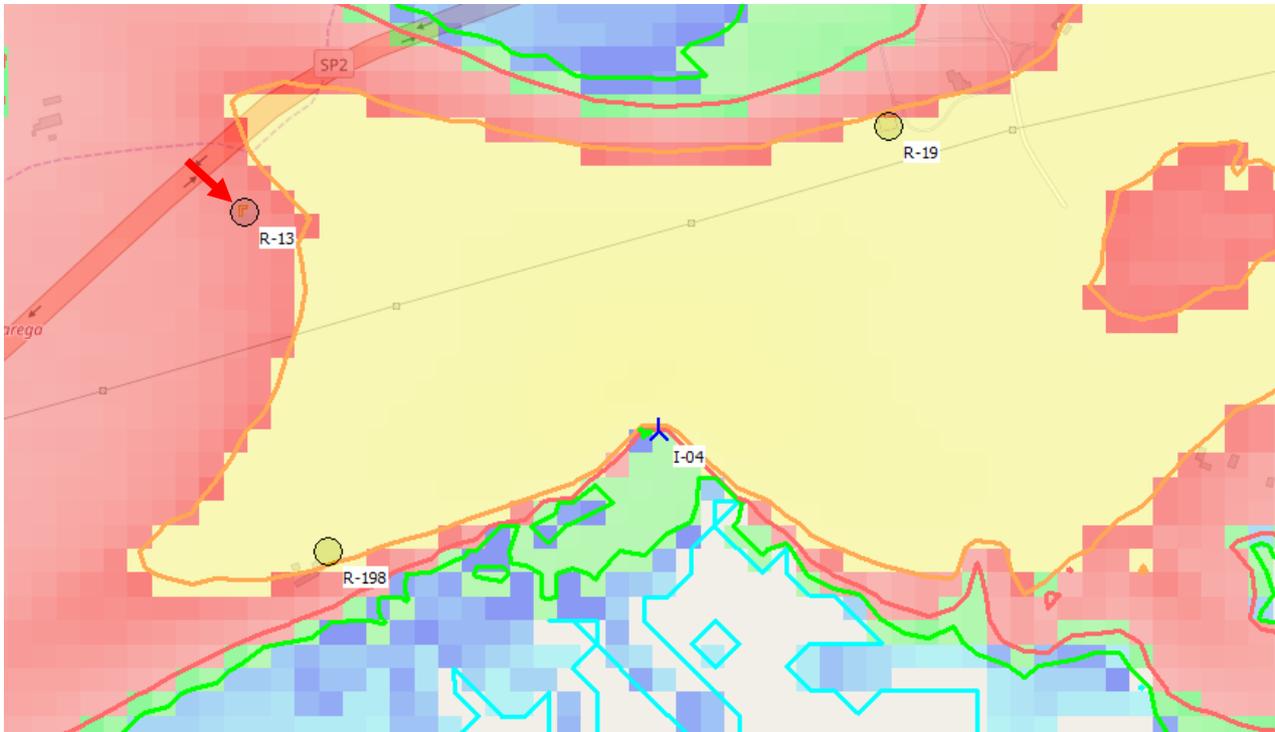


WTGs

■ I-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1)  
■ I-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)

■ C-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)

**Figura 23** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 24** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-13 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di più periodi durante l'arco dell'anno (prevalentemente all'alba e solo in un caso al tramonto), dovuti a 3 differenti aerogeneratori di cui 2 influiscono in maniera marginale e per pochissimi minuti, data la grande distanza da esso, e solo uno (I-04) in maniera significativa perché in prossimità del ricettore e a sud-est rispetto a quest'ultimo ma, in ogni caso, per al massimo 1:02 ore giornaliere all'incirca durante il mese di febbraio nel primo periodo e ottobre fino a metà novembre nel secondo periodo.



**PARCO EOLICO "CARBONIA"**  
**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE  
 DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI  
 (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**



27/05/2022

REV: 1

Pag.42

**RICETTORE R-15**

**Tabella 6 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore**

**Shadow receptor: R-15 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)**  
**Assumptions for shadow calculations**

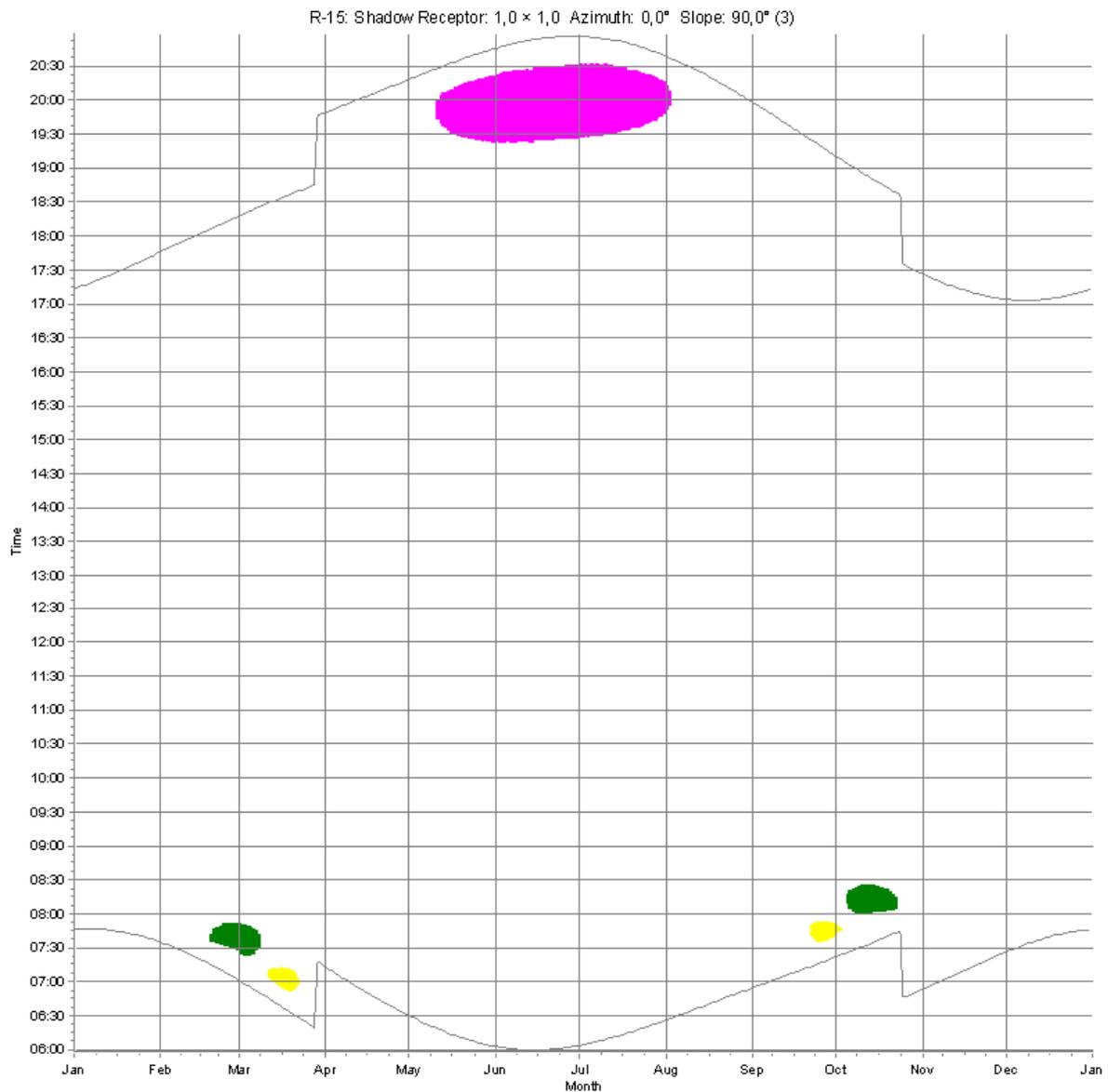
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:45	07:34	07:00	07:00	06:20	06:04	06:04	06:35	06:54	07:21	07:49	07:26
2	07:46	07:33	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
3	07:47	07:34	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
4	07:48	07:35	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
5	07:49	07:36	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
6	07:50	07:37	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
7	07:51	07:38	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
8	07:52	07:39	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
9	07:53	07:40	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
10	07:54	07:41	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
11	07:55	07:42	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
12	07:56	07:43	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
13	07:57	07:44	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
14	07:58	07:45	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
15	07:59	07:46	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
16	08:00	07:47	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
17	08:01	07:48	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
18	08:02	07:49	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
19	08:03	07:50	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
20	08:04	07:51	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
21	08:05	07:52	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
22	08:06	07:53	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
23	08:07	07:54	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
24	08:08	07:55	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
25	08:09	07:56	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
26	08:10	07:57	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
27	08:11	07:58	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
28	08:12	07:59	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
29	08:13	08:00	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
30	08:14	08:01	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
31	08:15	08:02	06:59	07:00	06:18	06:02	06:03	06:36	06:55	07:22	07:45	07:27
Potential sun hours	300	150	370	294	446	1865	1591	425	374	121	338	302
Total, worst case	302	152	372	296	448	1867	1593	427	376	123	340	304

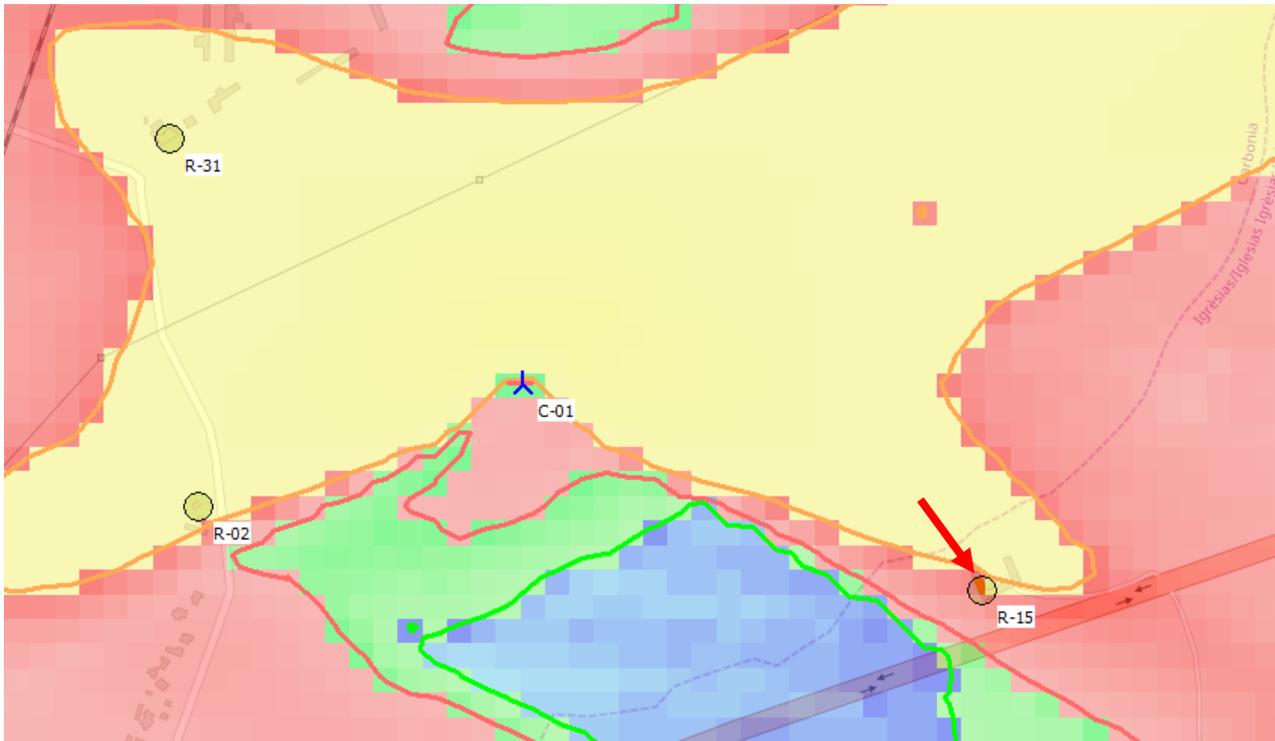


WTGs

I-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1)  
 I-02: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)

C-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)

**Figura 25** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 26** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-15 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di 5 distinti periodi durante l'arco dell'anno, dovuti a 3 differenti aerogeneratori di cui due influiscono in maniera marginale e per pochissimi minuti, data la grande distanza da esso, e uno (C-01) in maniera più significativa perché in prossimità del ricettore e a nord-ovest rispetto a quest'ultimo ma, in ogni caso, per al massimo 1:03 ore giornaliere da maggio a luglio.

**RICETTORE R-19**

**Tabella 7 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore**

**Shadow receptor: R-19 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)**  
**Assumptions for shadow calculations**

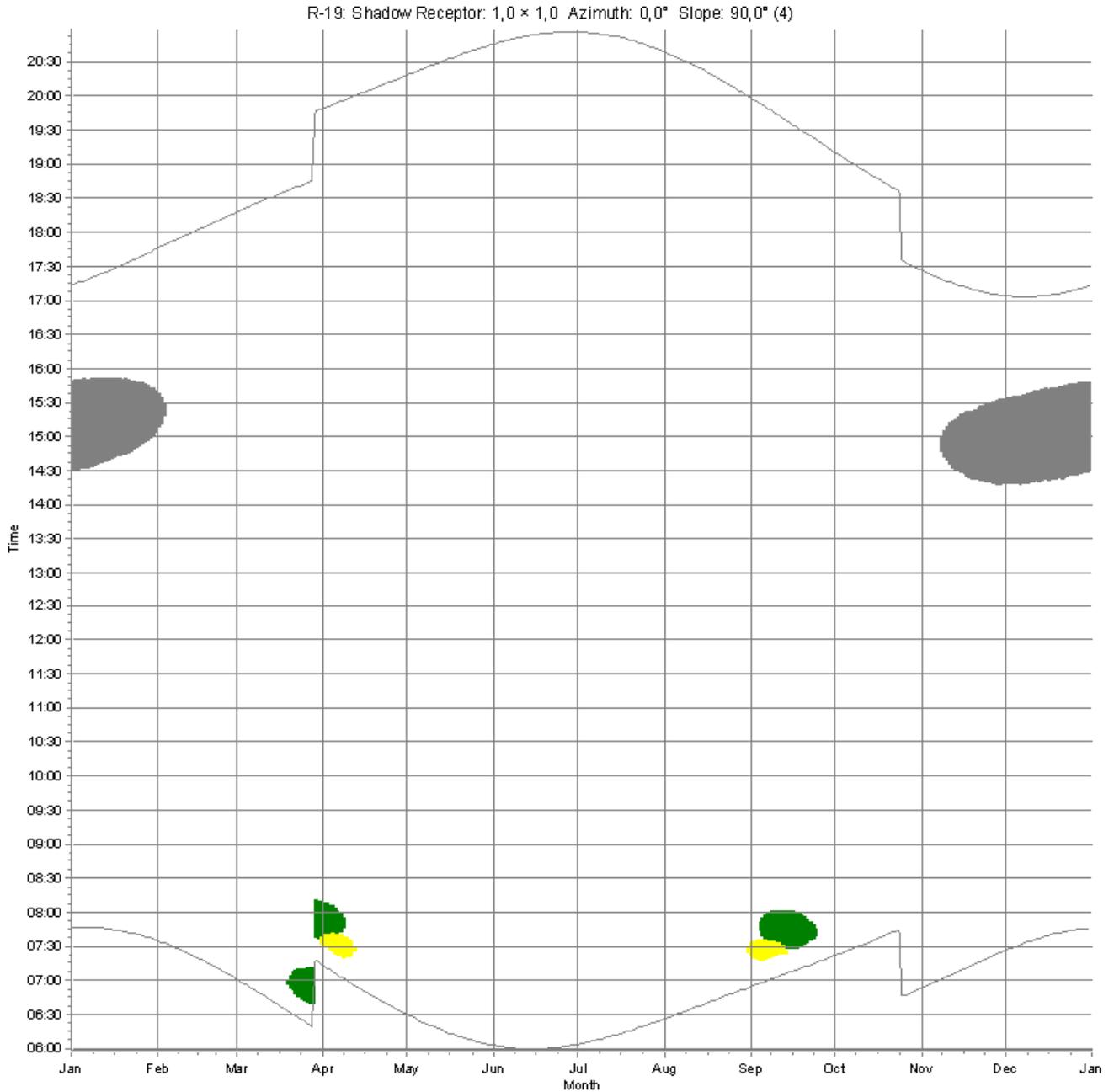
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

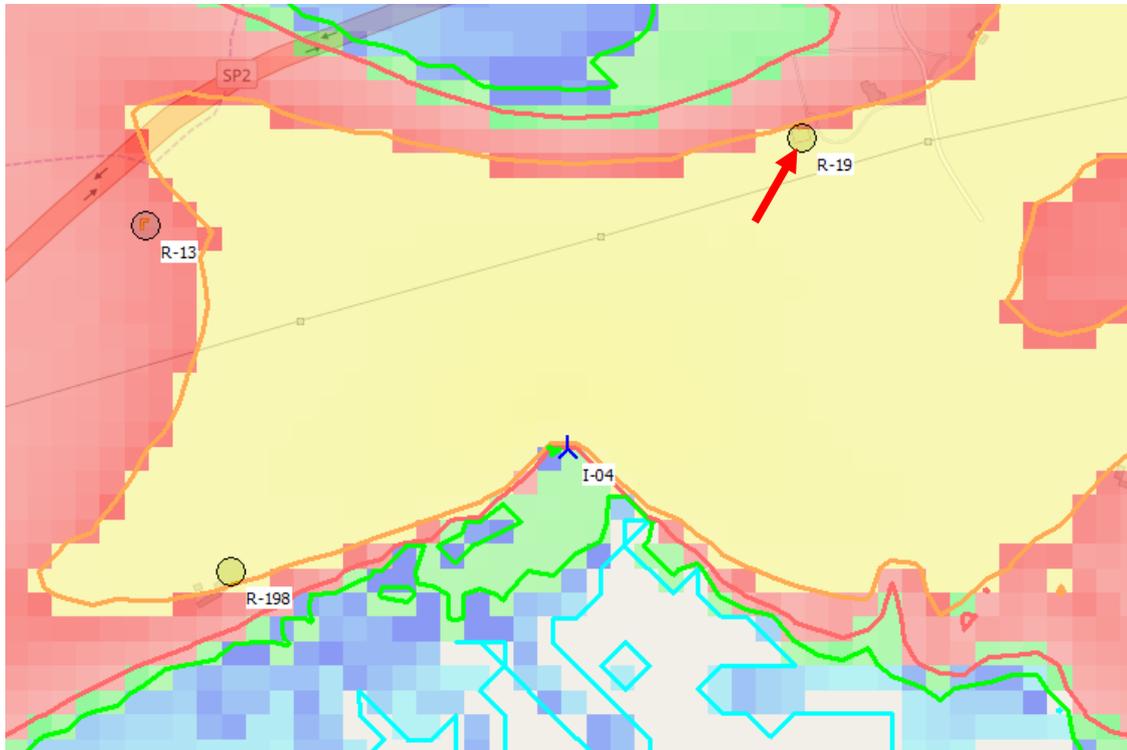
January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 17:46 78 15:48 (-0,4) 2 07:46 78 14:31 (-0,4) 3 07:46 78 14:31 (-0,4) 4 07:46 78 15:49 (-0,4) 5 17:16 77 15:49 (-0,4) 6 07:46 77 14:32 (-0,4) 7 17:46 76 15:50 (-0,4) 8 07:46 76 14:34 (-0,4) 9 07:46 75 15:49 (-0,4) 10 07:46 75 15:50 (-0,4) 11 17:21 74 14:37 (-0,4) 12 17:21 73 15:50 (-0,4) 13 07:46 73 14:38 (-0,4) 14 07:46 73 15:51 (-0,4) 15 17:27 70 15:50 (-0,4) 16 07:44 70 15:51 (-0,4) 17 17:39 68 14:43 (-0,4) 18 07:43 67 15:50 (-0,4) 19 07:43 67 15:50 (-0,4) 20 07:43 65 14:45 (-0,4) 21 07:42 65 15:50 (-0,4) 22 17:34 63 15:49 (-0,4) 23 07:41 61 15:48 (-0,4) 24 17:35 59 15:48 (-0,4) 25 07:40 57 14:51 (-0,4) 26 07:39 55 15:46 (-0,4) 27 17:40 53 14:55 (-0,4) 28 17:40 50 15:45 (-0,4) 29 17:41 47 15:44 (-0,4) 30 07:36 43 15:41 (-0,4) 31 07:35 35 15:39 (-0,4)	07:34 29 15:08 (-0,4) 22 15:12 (-0,4) 10 15:28 (-0,4)	07:00 18:18 06:59 18:20 06:56 18:21 06:52 18:22 06:53 18:23 06:54 18:24 06:55 18:25 06:56 18:26 06:57 18:27 06:58 18:28 06:59 18:29 07:00 18:30 07:01 18:31 07:02 18:32 07:03 18:33 07:04 18:34 07:05 18:35 07:06 18:36 07:07 18:37 07:08 18:38 07:09 18:39 07:10 18:40 07:11 18:41 07:12 18:42 07:13 18:43 07:14 18:44 07:15 18:45 07:16 18:46 07:17 18:47 07:18 18:48 07:19 18:49 07:20 18:50 07:21 18:51 07:22 18:52 07:23 18:53 07:24 18:54 07:25 18:55 07:26 18:56 07:27 18:57 07:28 18:58 07:29 18:59 07:30 19:00	07:12 19:49 07:11 07:09 19:51 07:08 19:52 07:04 19:53 07:05 19:54 07:06 19:55 07:07 19:56 07:08 19:57 07:09 19:58 07:10 19:59 07:11 20:00 07:12 20:01 07:13 20:02 07:14 20:03 07:15 20:04 07:16 20:05 07:17 20:06 07:18 20:07 07:19 20:08 07:20 20:09 07:21 20:10 07:22 20:12 07:23 20:13 07:24 20:14 07:25 20:15 07:26 20:16 07:27 20:17 07:28 20:18 07:29 20:19 07:30 20:20 07:31 20:21 07:32 20:22 07:33 20:23 07:34 20:24 07:35 20:25 07:36 20:26 07:37 20:27 07:38 20:28 07:39 20:29 07:40 20:30 07:41 20:31 07:42 20:32 07:43 20:33 07:44 20:34 07:45 20:35 07:46 20:36 07:47 20:37 07:48 20:38 07:49 20:39 07:50 20:40 07:51 20:41 07:52 20:42 07:53 20:43 07:54 20:44 07:55 20:45 07:56 20:46 07:57 20:47 07:58 20:48 07:59 20:49 08:00 20:50 08:01 20:51 08:02 20:52 08:03 20:53 08:04 20:54 08:05 20:55 08:06 20:56 08:07 20:57 08:08 20:58 08:09 20:59 08:10 21:00 08:11 21:01 08:12 21:02 08:13 21:03 08:14 21:04 08:15 21:05 08:16 21:06 08:17 21:07 08:18 21:08 08:19 21:09 08:20 21:10 08:21 21:11 08:22 21:12 08:23 21:13 08:24 21:14 08:25 21:15 08:26 21:16 08:27 21:17 08:28 21:18 08:29 21:19 08:30 21:20 08:31 21:21 08:32 21:22 08:33 21:23 08:34 21:24 08:35 21:25 08:36 21:26 08:37 21:27 08:38 21:28 08:39 21:29 08:40 21:30 08:41 21:31 08:42 21:32 08:43 21:33 08:44 21:34 08:45 21:35 08:46 21:36 08:47 21:37 08:48 21:38 08:49 21:39 08:50 21:40 08:51 21:41 08:52 21:42 08:53 21:43 08:54 21:44 08:55 21:45 08:56 21:46 08:57 21:47 08:58 21:48 08:59 21:49 09:00 21:50 09:01 21:51 09:02 21:52 09:03 21:53 09:04 21:54 09:05 21:55 09:06 21:56 09:07 21:57 09:08 21:58 09:09 21:59 09:10 22:00 09:11 22:01 09:12 22:02 09:13 22:03 09:14 22:04 09:15 22:05 09:16 22:06 09:17 22:07 09:18 22:08 09:19 22:09 09:20 22:10 09:21 22:11 09:22 22:12 09:23 22:13 09:24 22:14 09:25 22:15 09:26 22:16 09:27 22:17 09:28 22:18 09:29 22:19 09:30 22:20 09:31 22:21 09:32 22:22 09:33 22:23 09:34 22:24 09:35 22:25 09:36 22:26 09:37 22:27 09:38 22:28 09:39 22:29 09:40 22:30 09:41 22:31 09:42 22:32 09:43 22:33 09:44 22:34 09:45 22:35 09:46 22:36 09:47 22:37 09:48 22:38 09:49 22:39 09:50 22:40 09:51 22:41 09:52 22:42 09:53 22:43 09:54 22:44 09:55 22:45 09:56 22:46 09:57 22:47 09:58 22:48 09:59 22:49 10:00 22:50 10:01 22:51 10:02 22:52 10:03 22:53 10:04 22:54 10:05 22:55 10:06 22:56 10:07 22:57 10:08 22:58 10:09 22:59 10:10 23:00 10:11 23:01 10:12 23:02 10:13 23:03 10:14 23:04 10:15 23:05 10:16 23:06 10:17 23:07 10:18 23:08 10:19 23:09 10:20 23:10 10:21 23:11 10:22 23:12 10:23 23:13 10:24 23:14 10:25 23:15 10:26 23:16 10:27 23:17 10:28 23:18 10:29 23:19 10:30 23:20 10:31 23:21 10:32 23:22 10:33 23:23 10:34 23:24 10:35 23:25 10:36 23:26 10:37 23:27 10:38 23:28 10:39 23:29 10:40 23:30 10:41 23:31 10:42 23:32 10:43 23:33 10:44 23:34 10:45 23:35 10:46 23:36 10:47 23:37 10:48 23:38 10:49 23:39 10:50 23:40 10:51 23:41 10:52 23:42 10:53 23:43 10:54 23:44 10:55 23:45 10:56 23:46 10:57 23:47 10:58 23:48 10:59 23:49 11:00 23:50 11:01 23:51 11:02 23:52 11:03 23:53 11:04 23:54 11:05 23:55 11:06 23:56 11:07 23:57 11:08 23:58 11:09 23:59 11:10 24:00 11:11 24:01 11:12 24:02 11:13 24:03 11:14 24:04 11:15 24:05 11:16 24:06 11:17 24:07 11:18 24:08 11:19 24:09 11:20 24:10 11:21 24:11 11:22 24:12 11:23 24:13 11:24 24:14 11:25 24:15 11:26 24:16 11:27 24:17 11:28 24:18 11:29 24:19 11:30 24:20 11:31 24:21 11:32 24:22 11:33 24:23 11:34 24:24 11:35 24:25 11:36 24:26 11:37 24:27 11:38 24:28 11:39 24:29 11:40 24:30 11:41 24:31 11:42 24:32 11:43 24:33 11:44 24:34 11:45 24:35 11:46 24:36 11:47 24:37 11:48 24:38 11:49 24:39 11:50 24:40 11:51 24:41 11:52 24:42 11:53 24:43 11:54 24:44 11:55 24:45 11:56 24:46 11:57 24:47 11:58 24:48 11:59 24:49 12:00 24:50 12:01 24:51 12:02 24:52 12:03 24:53 12:04 24:54 12:05 24:55 12:06 24:56 12:07 24:57 12:08 24:58 12:09 24:59 12:10 25:00 12:11 25:01 12:12 25:02 12:13 25:03 12:14 25:04 12:15 25:05 12:16 25:06 12:17 25:07 12:18 25:08 12:19 25:09 12:20 25:10 12:21 25:11 12:22 25:12 12:23 25:13 12:24 25:14 12:25 25:15 12:26 25:16 12:27 25:17 12:28 25:18 12:29 25:19 12:30 25:20 12:31 25:21 12:32 25:22 12:33 25:23 12:34 25:24 12:35 25:25 12:36 25:26 12:37 25:27 12:38 25:28 12:39 25:29 12:40 25:30 12:41 25:31 12:42 25:32 12:43 25:33 12:44 25:34 12:45 25:35 12:46 25:36 12:47 25:37 12:48 25:38 12:49 25:39 12:50 25:40 12:51 25:41 12:52 25:42 12:53 25:43 12:54 25:44 12:55 25:45 12:56 25:46 12:57 25:47 12:58 25:48 12:59 25:49 13:00 25:50 13:01 25:51 13:02 25:52 13:03 25:53 13:04 25:54 13:05 25:55 13:06 25:56 13:07 25:57 13:08 25:58 13:09 25:59 13:10 26:00 13:11 26:01 13:12 26:02 13:13 26:03 13:14 26:04 13:15 26:05 13:16 26:06 13:17 26:07 13:18 26:08 13:19 26:09 13:20 26:10 13:21 26:11 13:22 26:12 13:23 26:13 13:24 26:14 13:25 26:15 13:26 26:16 13:27 26:17 13:28 26:18 13:29 26:19 13:30 26:20 13:31 26:21 13:32 26:22 13:33 26:23 13:34 26:24 13:35 26:25 13:36 26:26 13:37 26:27 13:38 26:28 13:39 26:29 13:40 26:30 13:41 26:31 13:42 26:32 13:43 26:33 13:44 26:34 13:45 26:35 13:46 26:36 13:47 26:37 13:48 26:38 13:49 26:39 13:50 26:40 13:51 26:41 13:52 26:42 13:53 26:43 13:54 26:44 13:55 26:45 13:56 26:46 13:57 26:47 13:58 26:48 13:59 26:49 14:00 26:50 14:01 26:51 14:02 26:52 14:03 26:53 14:04 26:54 14:05 26:55 14:06 26:56 14:07 26:57 14:08 26:58 14:09 26:59 14:10 27:00 14:11 27:01 14:12 27:02 14:13 27:03 14:14 27:04 14:15 27:05 14:16 27:06 14:17 27:07 14:18 27:08 14:19 27:09 14:20 27:10 14:21 27:11 14:22 27:12 14:23 27:13 14:24 27:14 14:25 27:15 14:26 27:16 14:27 27:17 14:28 27:18 14:29 27:19 14:30 27:20 14:31 27:21 14:32 27:22 14:33 27:23 14:34 27:24 14:35 27:25 14:36 27:26 14:37 27:27 14:38 27:28 14:39 27:29 14:40 27:30 14:41 27:31 14:42 27:32 14:43 27:33 14:44 27:34 14:45 27:35 14:46 27:36 14:47 27:37 14:48 27:38 14:49 27:39 14:50 27:40 14:51 27:41 14:52 27:42 14:53 27:43 14:54 27:44 14:55 27:45 14:56 27:46 14:57 27:47 14:58 27:48 14:59 27:49 15:00 27:50 15:01 27:51 15:02 27:52 15:03 27:53 15:04 27:54 15:05 27:55 15:06 27:56 15:07 27:57 15:08 27:58 15:09 27:59 15:10 28:00 15:11 28:01 15:12 28:02 15:13 28:03 15:14 28:04 15:15 28:05 15:16 28:06 15:17 28:07 15:18 28:08 15:19 28:09 15:20 28:10 15:21 28:11 15:22 28:12 15:23 28:13 15:24 28:14 15:25 28:15 15:26 28:16 15:27 28:17 15:28 28:18 15:29 28:19 15:30 28:20 15:31 28:21 15:32 28:22 15:33 28:23 15:34 28:24 15:35 28:25 15:36 28:26 15:37 28:27 15:38 28:28 15:39 28:29 15:40 28:30 15:41 28:31 15:42 28:32 15:43 28:33 15:44 28:34 15:45 28:35 15:46 28:36 15:47 28:37 15:48 28:38 15:49 28:39 15:50 28:40 15:51 28:41 15:52 28:42 15:53 28:43 15:54 28:44 15:55 28:45 15:56 28:46 15:57 28:47 15:58 28:48 15:59 28:49 16:00 28:50 16:01 28:51 16:02 28:52 16:03 28:53 16:04 28:54 16:05 28:55 16:06 28:56 16:07 28:57 16:08 28:58 16:09 28:59 16:10 29:00 16:11 29:01 16:12 29:02 16:13 29:03 16:14 29:04 16:15 29:05 16:16 29:06 16:17 29:07 16:18 29:08 16:19 29:09 16:20 29:10 16:21 29:11 16:22 29:12 16:23 29:13 16:24 29:14 16:25 29:15 16:26 29:16 16:27 29:17 16:28 29:18 16:29 29:19 16:30 29:20 16:31 29:21 16:32 29:22 16:33 29:23 16:34 29:24 16:35 29:25 16:36 29:26 16:37 29:27 16:38 29:28 16:39 29:29 16:40 29:30 16:41 29:31 16:42 29:32 16:43 29:33 16:44 29:34 16:45 29:35 16:46 29:36 16:47 29:37 16:48 29:38 16:49 29:39 16:50 29:40 16:51 29:41 16:52 29:42 16:53 29:43 16:54 29:44 16:55 29:45 16:56 29:46 16:57 29:47 16:58 29:48 16:59 29:49 17:00 29:50 17:01 29:51 17:02 29:52 17:03 29:53 17:04 29:54 17:05 29:55 17:06 29:56 17:07 29:57 17:08 29:58 17:09 29:59 17:10 30:00 17:11 30:01 17:12 30:02 17:13 30:03 17:14 30:04 17:15 30:05 17:16 30:06 17:17 30:07 17:18 30:08 17:19 30:09 17:20 30:10 17:21 30:11 17:22 30:12 17:23 30:13 17:24 30:14 17:25 30:15 17:26 30:16 17:27 30:17 17:28 30:18 17:29 30:19 17:30 30:20 17:31 30:21 17:32 30:22 17:33 30:23 17:34 30:24 17:35 30:25 17:36 30:26 17:37 30:27 17:38 30:28 17:39 30:29 17:40 30:30 17:41 30:31 17:42 30:32 17:43 30:33 17:44 30:34 17:45 30:35 17:46 30:36 17:47 30:37 17:48 30:38 17:49 30:39 17:50 30:40 17:51 30:41 17:52 30:42 17:53 30:43 17:54 30:44 17:55 30:45 17:56 30:46 17:57 30:47 17:58 30:48 17:59 30:49 18:00 30:50 18:01 30:51 18:02 30:52 18:03 30:53 18:04 30:54 18:05 30:55 18:06 30:56 18:07 30:57 18:08 30:58 18:09 30:59 18:10 31:00 18:11 31:01 18:12 31:02 18:13 31:03 18:14 31:04 18:15 31:05 18:16 31:06 18:17 31:07 18:18 31:08 18:19 31:09 18:20 31:10 18:21 31:11 18:22 31:12 18:23 31:13 18:24 31:14 18:25 31:15 18:26 31:16 18:27 31:17 18:28 31:18 18:29 31:19 18:30 31:20 18:31 31:21 18:32 31:22 18:33 31:23 18:34 31:24 18:35 31:25 18:36 31:26 18:37 31:27 18:38 31:28 18:39 31:29 18:40 31:30 18:41 31:31 18:42 31:32 18:43 31:33 18:44 31:34 18:45 31:35 18:46 31:36 18:47 31:37 18:48 31:38 18:49 31:39 18:50 31:40 18:51 31:41 18:52 31:42 18:53 31:43 18:54 31:44 18:55 31:45 18:56 31:46 18:57 31:47 18:58 31:48 18:								



WTGs

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | I-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1) |  | I-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4) |
|  | I-02: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2) |  |  |

**Figura 27** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 28** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-19 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di 3 distinti periodi durante l'arco dell'anno, dovuti a 3 differenti aerogeneratori di cui 2 influiscono in maniera marginale e per pochi minuti, data la grande distanza da esso, e uno (I-04) in maniera più significativa perché in prossimità del ricettore. Quest'ultimo, rispetto all'aerogeneratore in questione si trova a N-E, viene interessato prevalentemente durante il pomeriggio e per al massimo 1:20 ore al giorno da novembre a gennaio.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.48

RICETTORE R-31

Tabella 8 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Shadow receptor: R-31 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

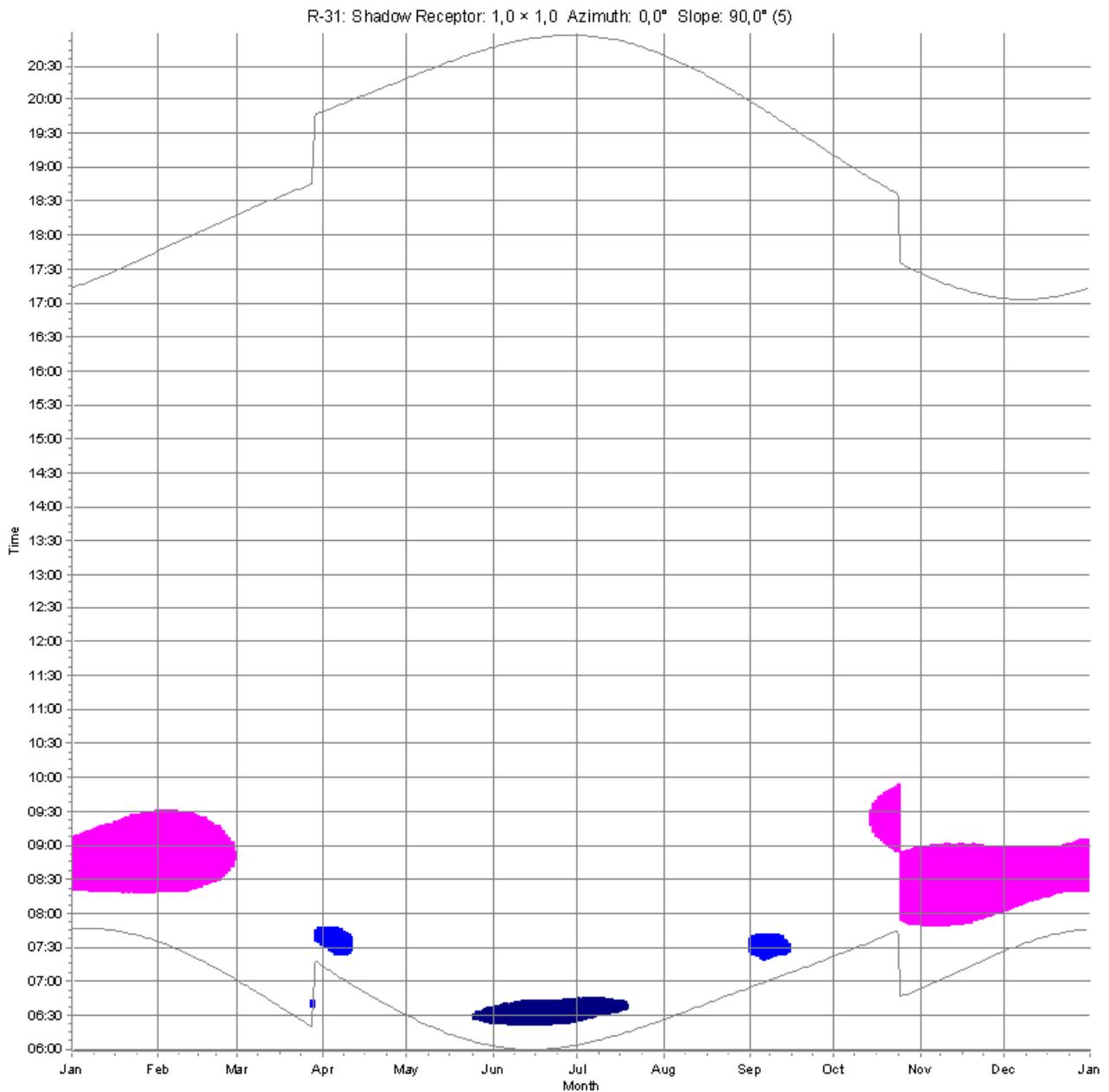
The WTG is always operating

Table with columns for months (January to December) and rows for individual shadow flickering events, including start/end times and potential sun hours.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05



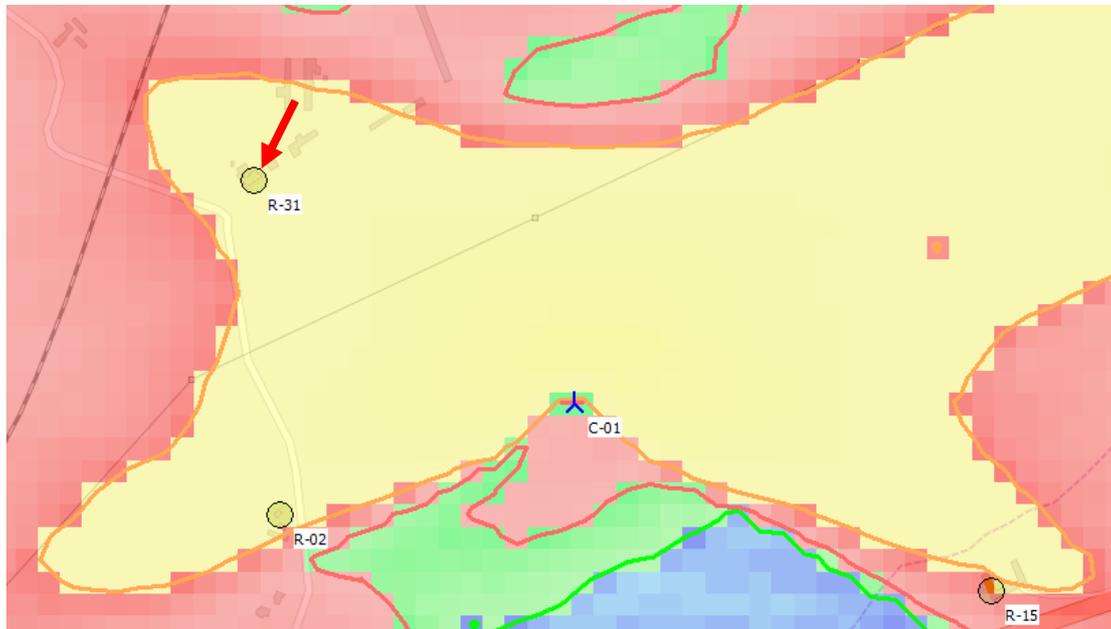


WTGs

 I-03: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)  
 C-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)

 C-03: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (7)

**Figura 29** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 30** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-31 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di diversi periodi durante l'arco dell'anno, dovuti a tre diversi aerogeneratori di cui solo uno (C-01) con effetti apprezzabili. Il ricettore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a nord-est e viene interessato prevalentemente all'alba e per al massimo 1:12 ore al giorno nel periodo che va da metà ottobre a fine febbraio.

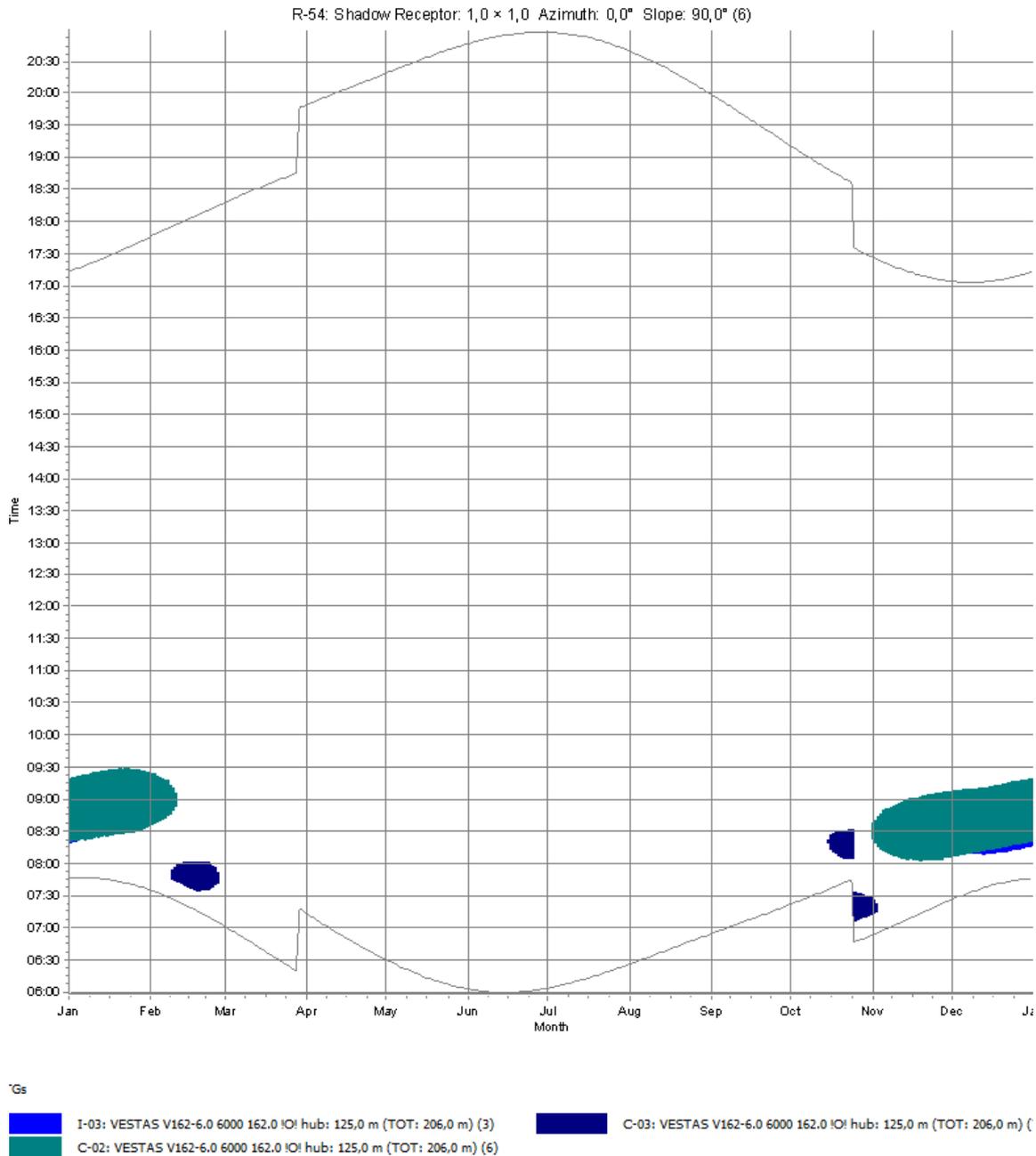
**RICETTORE R-54**

**Tabella 9** Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

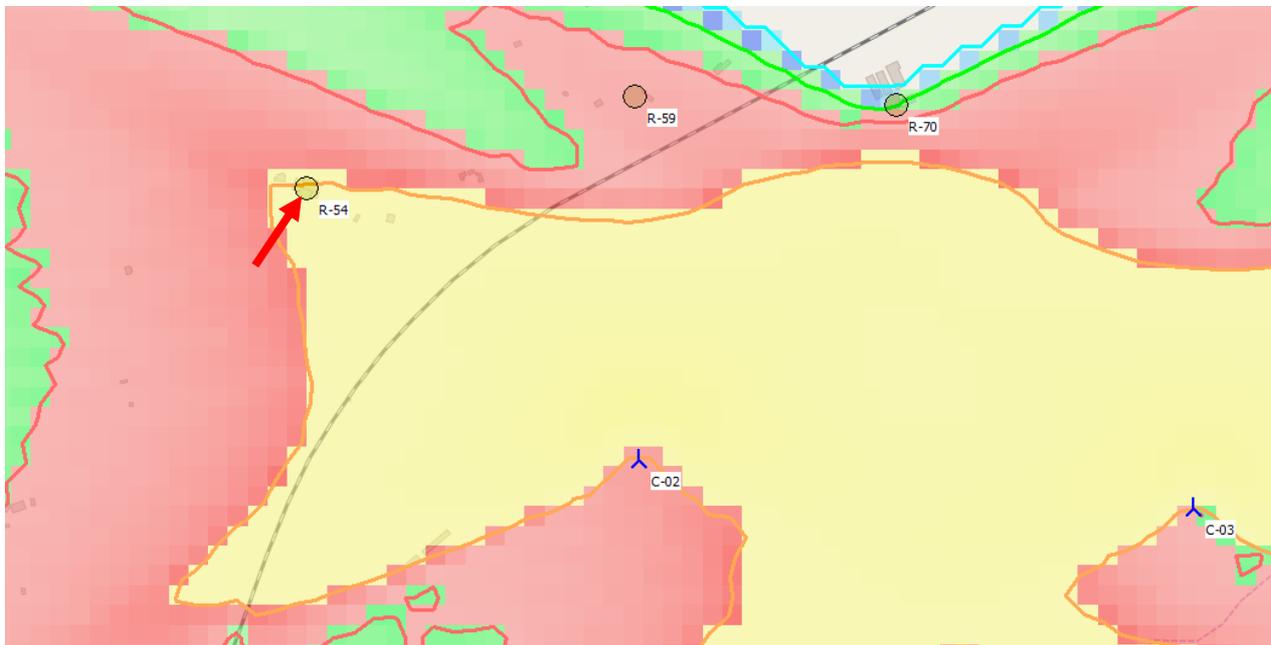
	January	February	March	April	May	June	July	August	September/October	November	December
1	07:46	08:19 (-0:3)	07:34	07:12	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	06:53	07:26
2	17:13	09:19 (-0:3)	17:46	19:49	16:28	20:46	20:57	20:39	19:58	17:26	17:04
3	07:46	08:20 (-0:3)	07:33	08:52	06:31	06:02	06:03	06:25	06:54	06:53	07:26
4	17:15	08:21 (-0:3)	07:32	09:50	06:37	06:01	06:04	06:27	06:56	06:55	07:28
5	07:46	09:20 (-0:3)	07:48	10:51	06:31	06:01	06:04	06:27	06:56	06:55	07:28
6	17:16	08:22 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:04	06:28	06:57	06:56	07:34
7	17:18	09:21 (-0:3)	07:49	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:57	06:57	07:30
8	17:18	08:23 (-0:3)	07:30	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:57	06:57	07:30
9	17:19	09:21 (-0:3)	07:49	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:57	06:57	07:30
10	17:20	08:23 (-0:3)	07:30	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:57	06:57	07:30
11	17:21	09:21 (-0:3)	07:49	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:57	06:57	07:30
12	17:23	08:23 (-0:3)	07:29	07:04	06:23	06:00	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
13	17:24	09:21 (-0:3)	07:49	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:57	06:57	07:30
14	17:25	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
15	17:27	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
16	17:28	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
17	17:29	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
18	17:30	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
19	17:31	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
20	17:32	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
21	17:33	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
22	17:34	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
23	17:35	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
24	17:40	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
25	17:40	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
26	17:38	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
27	17:38	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
28	17:41	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
29	17:42	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
30	17:44	08:24 (-0:3)	07:31	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
31	17:45	09:22 (-0:3)	07:48	07:08	06:25	06:01	06:06	06:30	06:58	06:59	07:31
Potential sun hours	302	300	396	447	444	454	425	374	347	302	293
Total, worst case	1788	687	370	447	444	454	425	374	347	302	293

**Shadow receptor: R-54 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)**  
**Assumptions for shadow calculations**

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:  
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
The WTG is always operating



**Figura 31** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 32** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-54 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di un unico periodo durante l'arco dell'anno, dovuto a tre aerogeneratori, due in maniera poco apprezzabile e uno (C-02) in maniera più tangibile. Il ricettore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a N-O e viene interessato prevalentemente all'alba e per al massimo 1:03 ore al giorno per un periodo che va dai primi giorni di novembre ai primi giorni di febbraio.

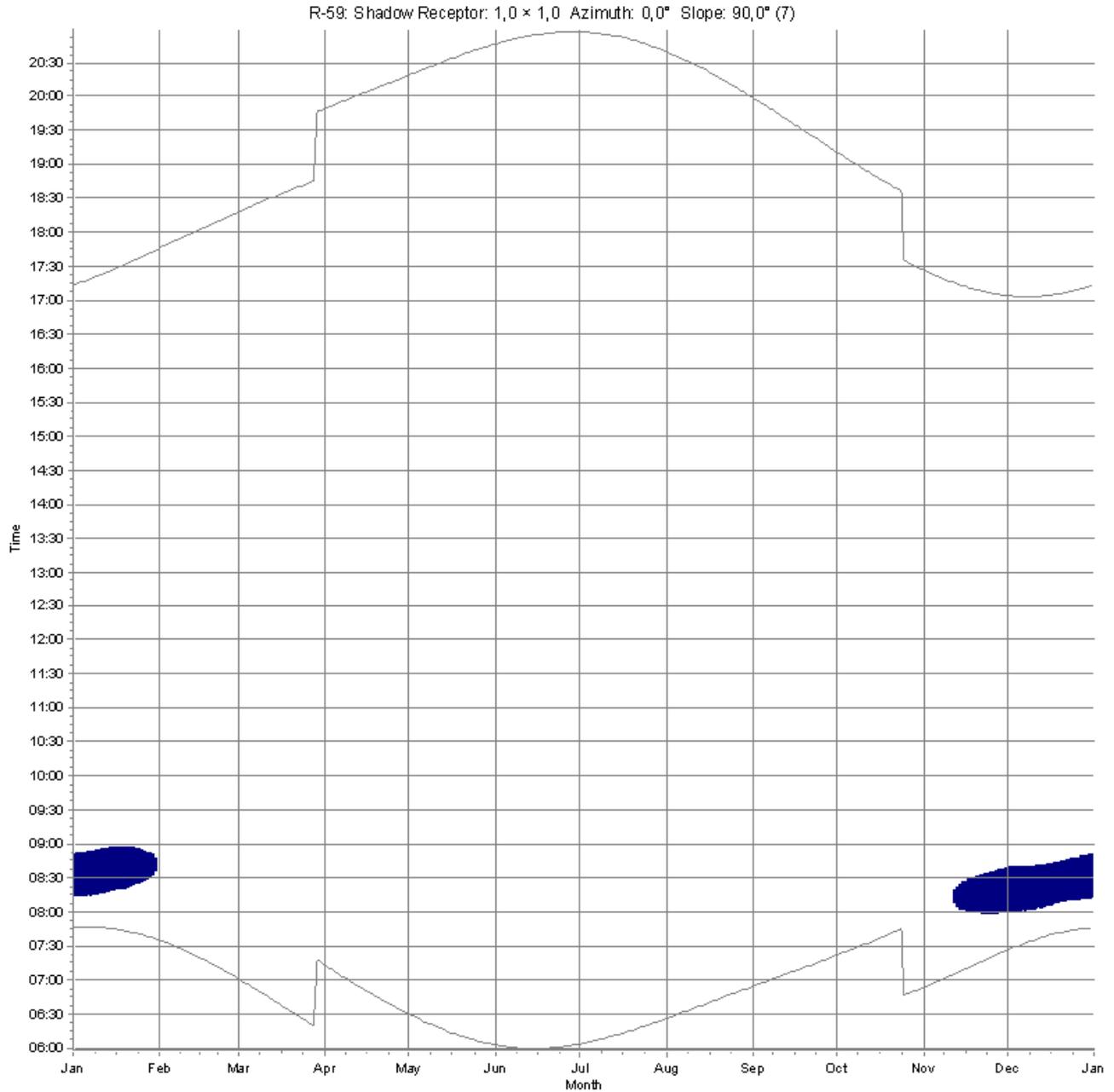
**RICETTORE R-59**

**Tabella 10** Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
1	07:46	08:14 (C-03)	07:34	07:00	07:12	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:26	08:00 (C-03)
2	17:13	08:50 (C-03)	17:46	18:18	19:49	20:19	20:17	20:39	19:58	19:10	17:26	17:04	08:37 (C-03)
3	07:46	08:14 (C-03)	07:33	06:59	07:11	06:02	06:03	06:26	06:55	07:22	06:54	07:27	08:00 (C-03)
4	07:46	08:14 (C-03)	07:32	06:58	07:09	06:01	06:04	06:27	06:56	07:23	06:55	07:28	08:00 (C-03)
5	07:46	08:15 (C-03)	07:31	06:56	07:08	06:01	06:04	06:28	06:57	07:24	06:56	07:29	08:00 (C-03)
6	07:46	08:15 (C-03)	07:30	06:55	07:06	06:01	06:05	06:29	06:57	07:25	06:57	07:30	08:01 (C-03)
7	17:18	08:15 (C-03)	17:52	18:23	19:54	20:13	20:14	20:34	19:51	19:02	17:21	17:03	08:02 (C-03)
8	17:18	08:15 (C-03)	17:53	18:24	19:55	20:14	20:15	20:33	19:49	19:01	17:20	17:03	08:03 (C-03)
9	17:19	08:15 (C-03)	17:54	18:25	19:56	20:15	20:15	20:32	19:48	18:59	17:19	17:03	08:03 (C-03)
10	17:20	08:15 (C-03)	17:55	18:26	19:57	20:15	20:15	20:30	19:46	18:58	17:18	17:03	08:03 (C-03)
11	07:46	08:17 (C-03)	07:25	06:47	06:58	05:59	06:08	06:34	07:02	07:30	07:03	07:34	08:03 (C-03)
12	07:46	08:17 (C-03)	07:24	06:45	06:57	05:59	06:09	06:34	07:03	07:31	07:04	07:35	08:04 (C-03)
13	07:46	08:15 (C-03)	17:58	18:28	19:59	20:28	20:52	20:38	19:43	18:55	17:16	17:03	08:04 (C-03)
14	07:46	08:17 (C-03)	07:23	06:44	06:55	05:59	06:09	06:35	07:04	07:32	07:05	07:36	08:05 (C-03)
15	07:45	08:18 (C-03)	07:22	06:42	06:54	05:59	06:10	06:36	07:05	07:33	07:06	07:37	08:05 (C-03)
16	07:45	08:19 (C-03)	07:21	06:41	06:52	05:59	06:11	06:37	07:06	07:34	07:08	07:37	08:05 (C-03)
17	07:44	08:19 (C-03)	07:19	06:39	06:51	05:59	06:11	06:38	07:07	07:35	07:09	07:38	08:06 (C-03)
18	07:44	08:20 (C-03)	07:18	06:38	06:49	05:59	06:12	06:39	07:07	07:36	07:10	07:39	08:06 (C-03)
19	07:43	08:20 (C-03)	07:17	06:36	06:48	05:59	06:13	06:40	07:08	07:37	07:11	07:40	08:07 (C-03)
20	07:43	08:21 (C-03)	07:16	06:35	06:46	05:59	06:14	06:41	07:09	07:38	07:12	07:40	08:08 (C-03)
21	07:42	08:21 (C-03)	07:14	06:33	06:45	05:59	06:14	06:42	07:10	07:39	07:13	07:41	08:08 (C-03)
22	07:42	08:22 (C-03)	07:13	06:31	06:44	05:59	06:15	06:43	07:11	07:40	07:14	07:41	08:09 (C-03)
23	07:41	08:22 (C-03)	07:11	06:30	06:44	05:59	06:15	06:43	07:11	07:40	07:14	07:41	08:09 (C-03)
24	07:40	08:22 (C-03)	07:10	06:29	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
25	07:40	08:23 (C-03)	07:09	06:28	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
26	07:39	08:23 (C-03)	07:08	06:27	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
27	07:38	08:24 (C-03)	07:07	06:26	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
28	07:37	08:24 (C-03)	07:06	06:25	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
29	07:37	08:25 (C-03)	07:05	06:24	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
30	07:36	08:25 (C-03)	07:04	06:23	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
31	07:35	08:26 (C-03)	07:03	06:22	06:44	05:59	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	08:09 (C-03)
Potential sun hours	302		300	396	444	447	454	425	374	347	302	293	1122
Total, worst case													572

**Shadow receptor: R-59 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)**  
**Assumptions for shadow calculations**

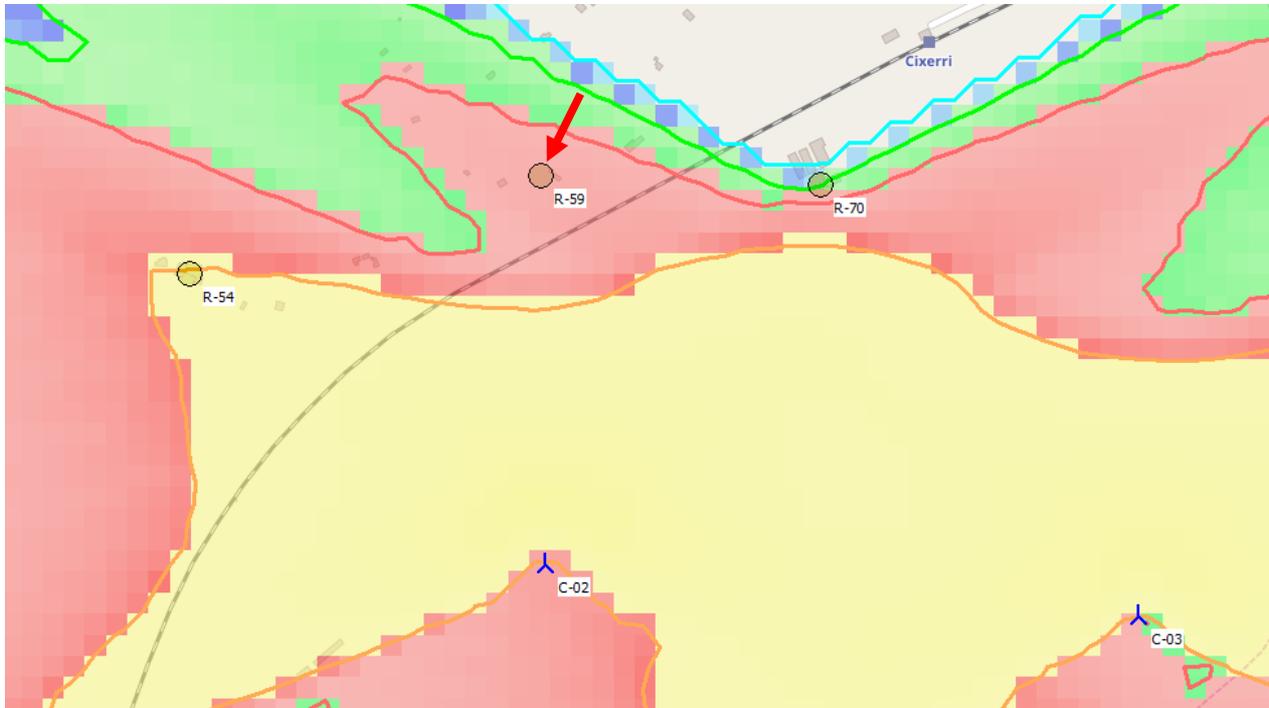
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:  
 The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
 The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
 The WTG is always operating



WTGs

 C-03: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IOI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (7)

**Figura 33** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 34** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*

Per il ricettore R-59 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di un unico periodo durante l'arco dell'anno, dovuto ad un unico aerogeneratore (C-03). Il ricettore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a N-O e quindi viene interessato prevalentemente all'alba e per al massimo 0:38ore al giorno per un periodo che va dai primi giorni di novembre a fine gennaio.

**RICETTORE R-70**

**Tabella 11** Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

**Shadow receptor: R-70 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (8)**  
**Assumptions for shadow calculations**

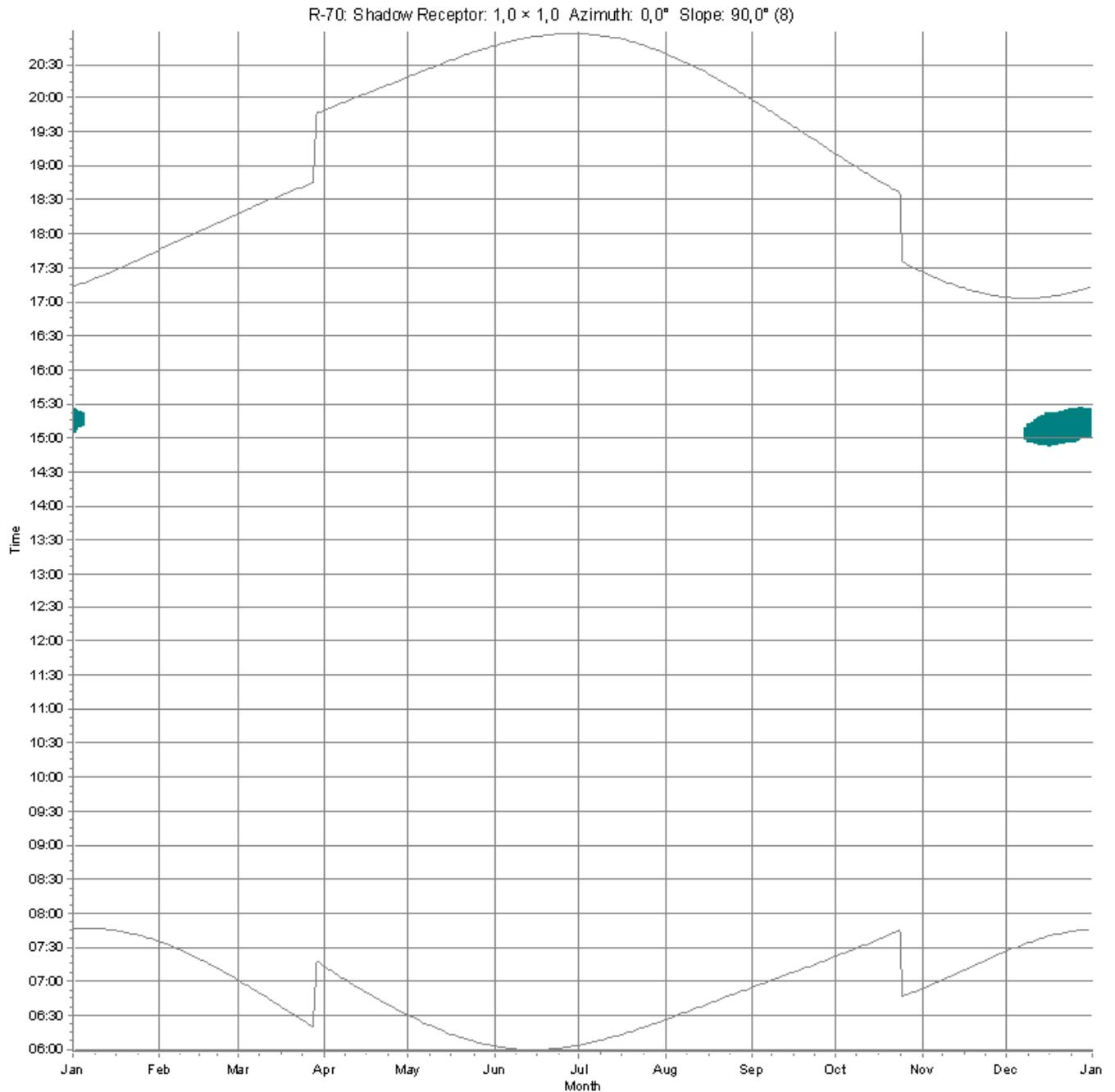
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

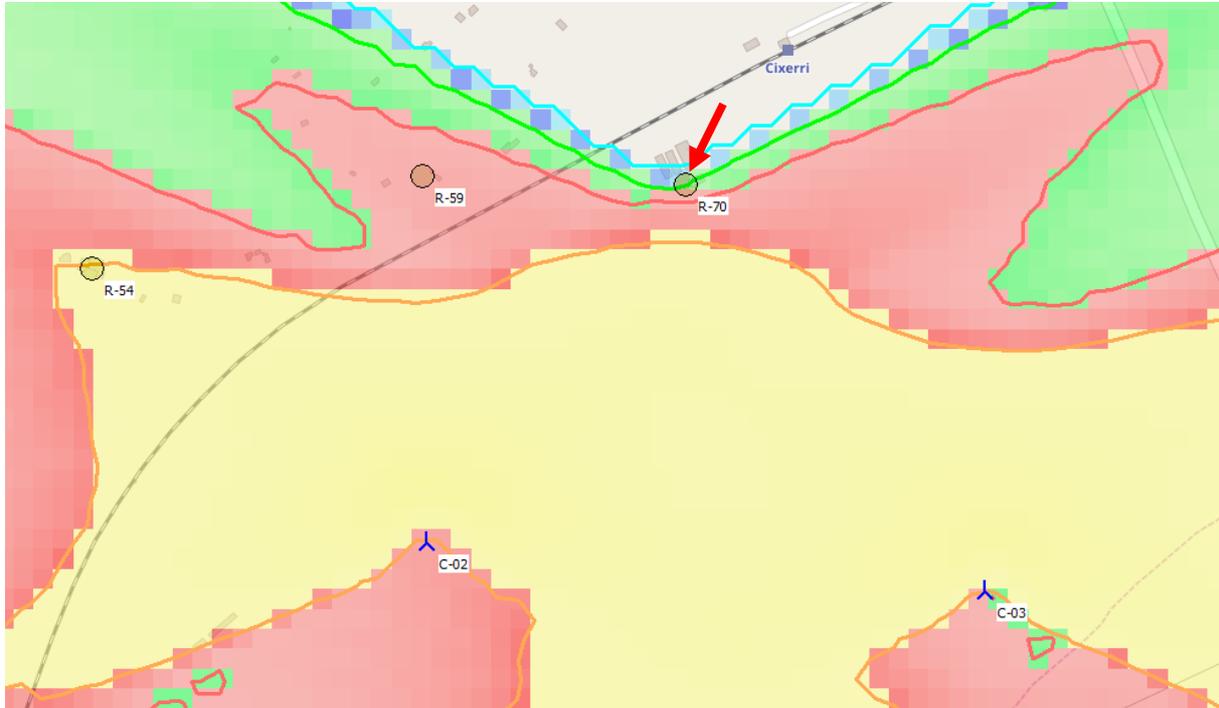
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
1	07:46	07:34	07:00	07:12	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:26	14:59 (C-02)
2	07:46	17:13	18:18	19:49	20:19	20:45	20:57	20:57	19:58	19:10	17:26	17:04	15:08 (C-02)
3	07:46	15:05 (C-02)	06:59	07:11	06:28	06:02	06:03	06:54	06:55	07:22	06:54	07:27	14:57 (C-02)
4	07:46	15:07 (C-02)	07:33	06:59	06:28	06:02	06:03	06:54	06:55	07:22	06:54	07:27	15:17 (C-02)
5	07:46	15:24 (C-02)	07:47	06:59	06:28	06:02	06:03	06:54	06:55	07:22	06:54	07:27	14:57 (C-02)
6	07:46	15:09 (C-02)	07:32	06:58	06:26	06:01	06:04	06:57	06:56	07:23	06:55	07:28	14:54 (C-02)
7	07:46	15:23 (C-02)	07:48	06:58	06:26	06:01	06:04	06:57	06:56	07:23	06:55	07:28	15:17 (C-02)
8	07:46	15:11 (C-02)	07:31	06:56	06:25	06:01	06:04	06:58	06:57	07:24	06:56	07:29	14:55 (C-02)
9	07:46	15:21 (C-02)	07:49	06:56	06:24	06:01	06:04	06:58	06:57	07:24	06:56	07:29	15:15 (C-02)
10	07:46	17:16	18:21	19:52	20:21	20:48	20:56	20:36	19:54	19:06	17:23	17:03	14:57 (C-02)
11	07:46	17:17	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:55 (C-02)
12	07:46	17:15	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:54 (C-02)
13	07:46	17:17	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:54 (C-02)
14	07:46	17:15	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:54 (C-02)
15	07:46	17:15	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:54 (C-02)
16	07:46	17:15	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:54 (C-02)
17	07:46	17:15	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:54 (C-02)
18	07:46	17:15	18:22	19:53	20:22	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03	14:54 (C-02)
19	07:43	07:14	06:33	06:45	06:10	06:01	06:20	06:48	07:17	06:46	07:21	07:44	14:55 (C-02)
20	07:43	07:13	06:31	06:44	06:09	06:01	06:21	06:49	07:18	06:48	07:22	07:45	14:55 (C-02)
21	07:42	07:12	06:30	06:42	06:09	06:00	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	14:55 (C-02)
22	07:42	07:13	06:30	06:42	06:09	06:00	06:16	06:44	07:12	07:41	07:15	07:42	14:55 (C-02)
23	07:41	07:09	06:27	06:39	06:07	06:00	06:18	06:46	07:14	07:43	07:18	07:46	14:55 (C-02)
24	07:40	07:08	06:25	06:38	06:06	06:00	06:18	06:46	07:15	07:44	07:19	07:43	14:55 (C-02)
25	07:40	07:06	06:23	06:37	06:06	06:01	06:19	06:47	07:16	07:45	07:20	07:44	14:55 (C-02)
26	07:39	07:05	06:22	06:35	06:05	06:01	06:20	06:48	07:17	07:46	07:21	07:44	14:55 (C-02)
27	07:38	07:03	06:20	06:34	06:05	06:01	06:21	06:49	07:18	07:46	07:22	07:45	14:55 (C-02)
28	07:37	07:02	06:19	06:33	06:04	06:02	06:22	06:50	07:18	07:46	07:23	07:45	14:55 (C-02)
29	07:37	07:17	06:31	06:41	06:03	06:02	06:23	06:51	07:19	07:46	07:24	07:45	14:55 (C-02)
30	07:36	07:15	06:30	06:40	06:03	06:02	06:24	06:52	07:20	07:45	07:25	07:45	14:55 (C-02)
31	07:35	07:14	06:29	06:39	06:02	06:01	06:24	06:53	07:21	07:46	07:26	07:46	14:55 (C-02)
Potential sun hours	302	300	370	396	444	447	454	425	374	347	302	293	584
Total, worst case													



WTGs

C-02: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (6)

**Figura 35** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 36** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-70 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di un unico periodo durante l'arco dell'anno e causato da un unico aerogeneratore (C-02) che influisce arrivando ad un massimo di 0:28 ore al giorno per un periodo che va da dicembre ai primissimi giorni di gennaio.

**RICETTORE R-95**

**Tabella 12** Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

**Shadow receptor: R-95 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9) Assumptions for shadow calculations**

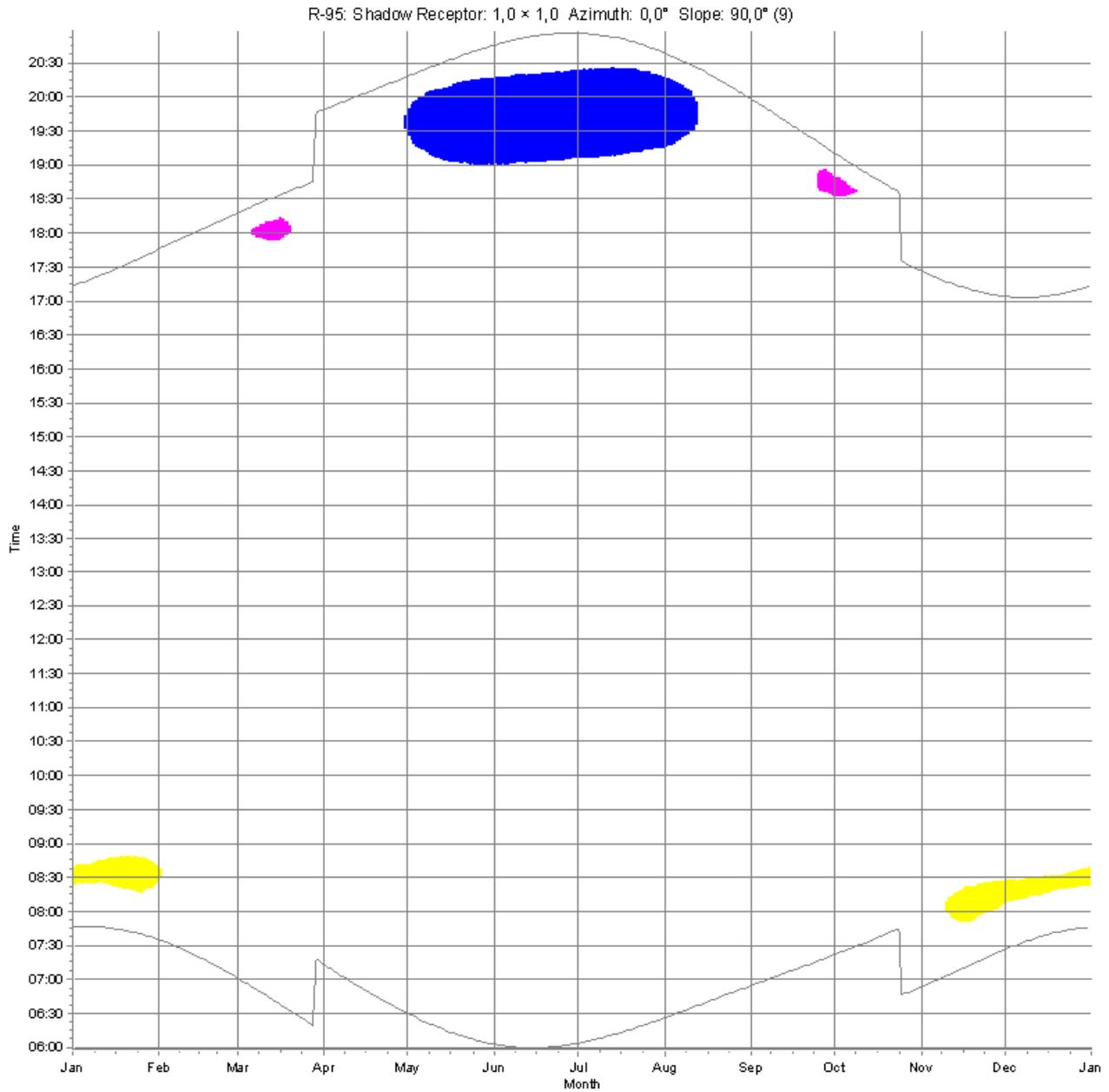
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 17:43	13 06:24 (C-01) 17:46	01 01:52 (C-01) 07:58	01 19:49	01 19:49	01 19:49	01 19:49	01 19:49	01 19:49	01 19:49	01 19:49	01 19:49
2 17:46	14 06:25 (C-01) 17:46	02 01:52 (C-01) 07:58	02 19:49	02 19:49	02 19:49	02 19:49	02 19:49	02 19:49	02 19:49	02 19:49	02 19:49
3 17:46	15 06:25 (C-01) 17:46	03 01:52 (C-01) 07:58	03 19:49	03 19:49	03 19:49	03 19:49	03 19:49	03 19:49	03 19:49	03 19:49	03 19:49
4 17:46	16 06:25 (C-01) 17:46	04 01:52 (C-01) 07:58	04 19:49	04 19:49	04 19:49	04 19:49	04 19:49	04 19:49	04 19:49	04 19:49	04 19:49
5 17:47	17 06:25 (C-01) 17:46	05 01:52 (C-01) 07:58	05 19:49	05 19:49	05 19:49	05 19:49	05 19:49	05 19:49	05 19:49	05 19:49	05 19:49
6 17:48	18 06:25 (C-01) 17:46	06 01:52 (C-01) 07:58	06 19:49	06 19:49	06 19:49	06 19:49	06 19:49	06 19:49	06 19:49	06 19:49	06 19:49
7 17:46	19 06:25 (C-01) 17:46	07 01:52 (C-01) 07:58	07 19:49	07 19:49	07 19:49	07 19:49	07 19:49	07 19:49	07 19:49	07 19:49	07 19:49
8 17:46	20 06:25 (C-01) 17:46	08 01:52 (C-01) 07:58	08 19:49	08 19:49	08 19:49	08 19:49	08 19:49	08 19:49	08 19:49	08 19:49	08 19:49
9 17:46	21 06:25 (C-01) 17:46	09 01:52 (C-01) 07:58	09 19:49	09 19:49	09 19:49	09 19:49	09 19:49	09 19:49	09 19:49	09 19:49	09 19:49
10 17:20	22 06:25 (C-01) 17:35	10 01:52 (C-01) 07:58	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49
11 17:21	23 06:25 (C-01) 17:35	11 01:52 (C-01) 07:58	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49
12 17:25	24 06:25 (C-01) 17:35	12 01:52 (C-01) 07:58	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49
13 17:25	25 06:25 (C-01) 17:35	13 01:52 (C-01) 07:58	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49
14 17:25	26 06:25 (C-01) 17:35	14 01:52 (C-01) 07:58	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49
15 17:25	27 06:25 (C-01) 17:35	15 01:52 (C-01) 07:58	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49
16 17:25	28 06:25 (C-01) 17:35	16 01:52 (C-01) 07:58	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49
17 17:44	29 06:25 (C-01) 17:35	17 01:52 (C-01) 07:58	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49
18 17:44	30 06:25 (C-01) 17:35	18 01:52 (C-01) 07:58	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49
19 17:20	31 06:25 (C-01) 17:35	19 01:52 (C-01) 07:58	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49
20 17:32	1 06:25 (C-01) 17:35	20 01:52 (C-01) 07:58	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49
21 17:42	2 06:25 (C-01) 17:35	21 01:52 (C-01) 07:58	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49
22 17:42	3 06:25 (C-01) 17:35	22 01:52 (C-01) 07:58	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49
23 17:41	4 06:25 (C-01) 17:35	23 01:52 (C-01) 07:58	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49
24 17:36	5 06:25 (C-01) 17:35	24 01:52 (C-01) 07:58	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49
25 17:36	6 06:25 (C-01) 17:35	25 01:52 (C-01) 07:58	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49
26 17:36	7 06:25 (C-01) 17:35	26 01:52 (C-01) 07:58	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49
27 17:36	8 06:25 (C-01) 17:35	27 01:52 (C-01) 07:58	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49
28 17:36	9 06:25 (C-01) 17:35	28 01:52 (C-01) 07:58	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49
29 17:36	10 06:25 (C-01) 17:35	29 01:52 (C-01) 07:58	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49
30 17:36	11 06:25 (C-01) 17:35	30 01:52 (C-01) 07:58	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49
31 17:35	12 06:25 (C-01) 17:35	31 01:52 (C-01) 07:58	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49
32 17:35	13 06:25 (C-01) 17:35	1 01:52 (C-01) 07:58	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49
33 17:41	14 06:25 (C-01) 17:35	2 01:52 (C-01) 07:58	2 19:49	2 19:49	2 19:49	2 19:49	2 19:49	2 19:49	2 19:49	2 19:49	2 19:49
34 17:36	15 06:25 (C-01) 17:35	3 01:52 (C-01) 07:58	3 19:49	3 19:49	3 19:49	3 19:49	3 19:49	3 19:49	3 19:49	3 19:49	3 19:49
35 17:36	16 06:25 (C-01) 17:35	4 01:52 (C-01) 07:58	4 19:49	4 19:49	4 19:49	4 19:49	4 19:49	4 19:49	4 19:49	4 19:49	4 19:49
36 17:36	17 06:25 (C-01) 17:35	5 01:52 (C-01) 07:58	5 19:49	5 19:49	5 19:49	5 19:49	5 19:49	5 19:49	5 19:49	5 19:49	5 19:49
37 17:36	18 06:25 (C-01) 17:35	6 01:52 (C-01) 07:58	6 19:49	6 19:49	6 19:49	6 19:49	6 19:49	6 19:49	6 19:49	6 19:49	6 19:49
38 17:36	19 06:25 (C-01) 17:35	7 01:52 (C-01) 07:58	7 19:49	7 19:49	7 19:49	7 19:49	7 19:49	7 19:49	7 19:49	7 19:49	7 19:49
39 17:36	20 06:25 (C-01) 17:35	8 01:52 (C-01) 07:58	8 19:49	8 19:49	8 19:49	8 19:49	8 19:49	8 19:49	8 19:49	8 19:49	8 19:49
40 17:36	21 06:25 (C-01) 17:35	9 01:52 (C-01) 07:58	9 19:49	9 19:49	9 19:49	9 19:49	9 19:49	9 19:49	9 19:49	9 19:49	9 19:49
41 17:36	22 06:25 (C-01) 17:35	10 01:52 (C-01) 07:58	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49	10 19:49
42 17:36	23 06:25 (C-01) 17:35	11 01:52 (C-01) 07:58	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49	11 19:49
43 17:36	24 06:25 (C-01) 17:35	12 01:52 (C-01) 07:58	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49	12 19:49
44 17:36	25 06:25 (C-01) 17:35	13 01:52 (C-01) 07:58	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49	13 19:49
45 17:36	26 06:25 (C-01) 17:35	14 01:52 (C-01) 07:58	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49	14 19:49
46 17:36	27 06:25 (C-01) 17:35	15 01:52 (C-01) 07:58	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49	15 19:49
47 17:36	28 06:25 (C-01) 17:35	16 01:52 (C-01) 07:58	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49	16 19:49
48 17:36	29 06:25 (C-01) 17:35	17 01:52 (C-01) 07:58	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49	17 19:49
49 17:36	30 06:25 (C-01) 17:35	18 01:52 (C-01) 07:58	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49	18 19:49
50 17:36	31 06:25 (C-01) 17:35	19 01:52 (C-01) 07:58	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49	19 19:49
51 17:35	1 06:25 (C-01) 17:35	20 01:52 (C-01) 07:58	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49	20 19:49
52 17:35	2 06:25 (C-01) 17:35	21 01:52 (C-01) 07:58	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49	21 19:49
53 17:35	3 06:25 (C-01) 17:35	22 01:52 (C-01) 07:58	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49	22 19:49
54 17:35	4 06:25 (C-01) 17:35	23 01:52 (C-01) 07:58	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49	23 19:49
55 17:35	5 06:25 (C-01) 17:35	24 01:52 (C-01) 07:58	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49	24 19:49
56 17:35	6 06:25 (C-01) 17:35	25 01:52 (C-01) 07:58	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49	25 19:49
57 17:35	7 06:25 (C-01) 17:35	26 01:52 (C-01) 07:58	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49	26 19:49
58 17:35	8 06:25 (C-01) 17:35	27 01:52 (C-01) 07:58	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49	27 19:49
59 17:35	9 06:25 (C-01) 17:35	28 01:52 (C-01) 07:58	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49	28 19:49
60 17:35	10 06:25 (C-01) 17:35	29 01:52 (C-01) 07:58	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49	29 19:49
61 17:35	11 06:25 (C-01) 17:35	30 01:52 (C-01) 07:58	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49	30 19:49
62 17:35	12 06:25 (C-01) 17:35	31 01:52 (C-01) 07:58	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49	31 19:49
63 17:35	13 06:25 (C-01) 17:35	1 01:52 (C-01) 07:58	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49	1 19:49
64 17:35	14 06:25 (C-01) 17:35	2 01:52 (C-01) 07:58	2 19:49	2 19:49	2 19:49	2 19:49</					



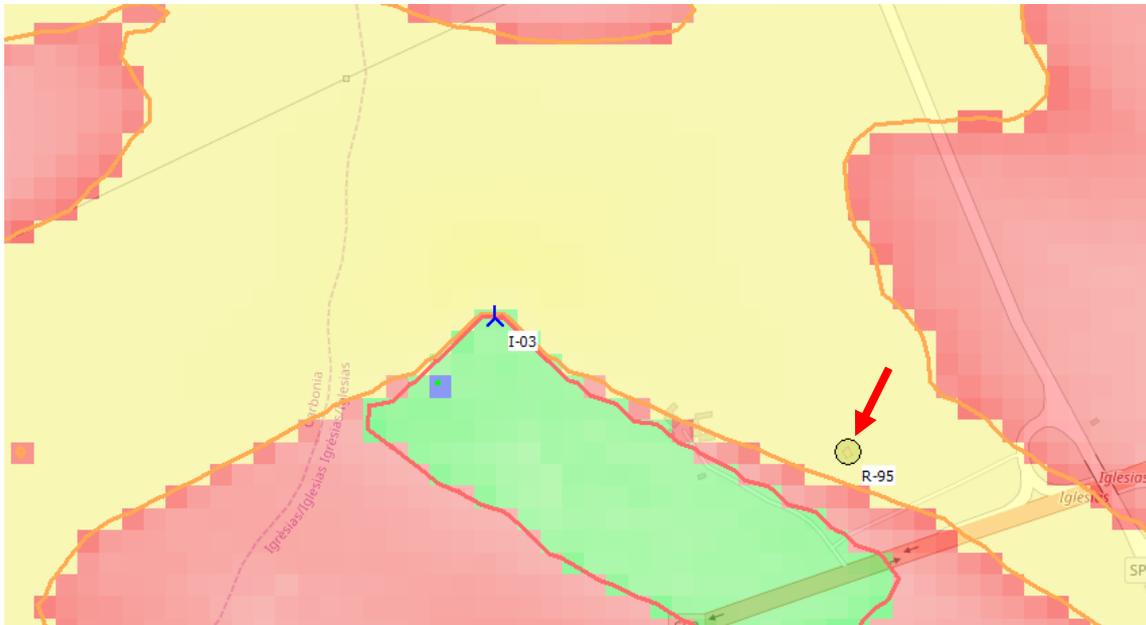
WTGs

I-02: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)

I-03: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)

C-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)

**Figura 37** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 38** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricevitore.

Per il ricevitore R-95 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di quattro distinti periodi durante l'arco dell'anno, dovuto a tre aerogeneratori di cui solo uno incide in maniera più significativa (I-03). Il ricevitore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a E-S-E e viene interessato dal fenomeno per un massimo di 1:17 ore al giorno in prossimità del tramonto e per un periodo che va da maggio ai primi di agosto.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.63

RICETTORE R-96

Tabella 13 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Shadow receptor: R-96 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)

Assumptions for shadow calculations

- The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
The WTG is always operating

Table with columns for months (January to December) and rows for potential sun hours (1 to 854). Each cell contains a date and time range for shadow flickering events.

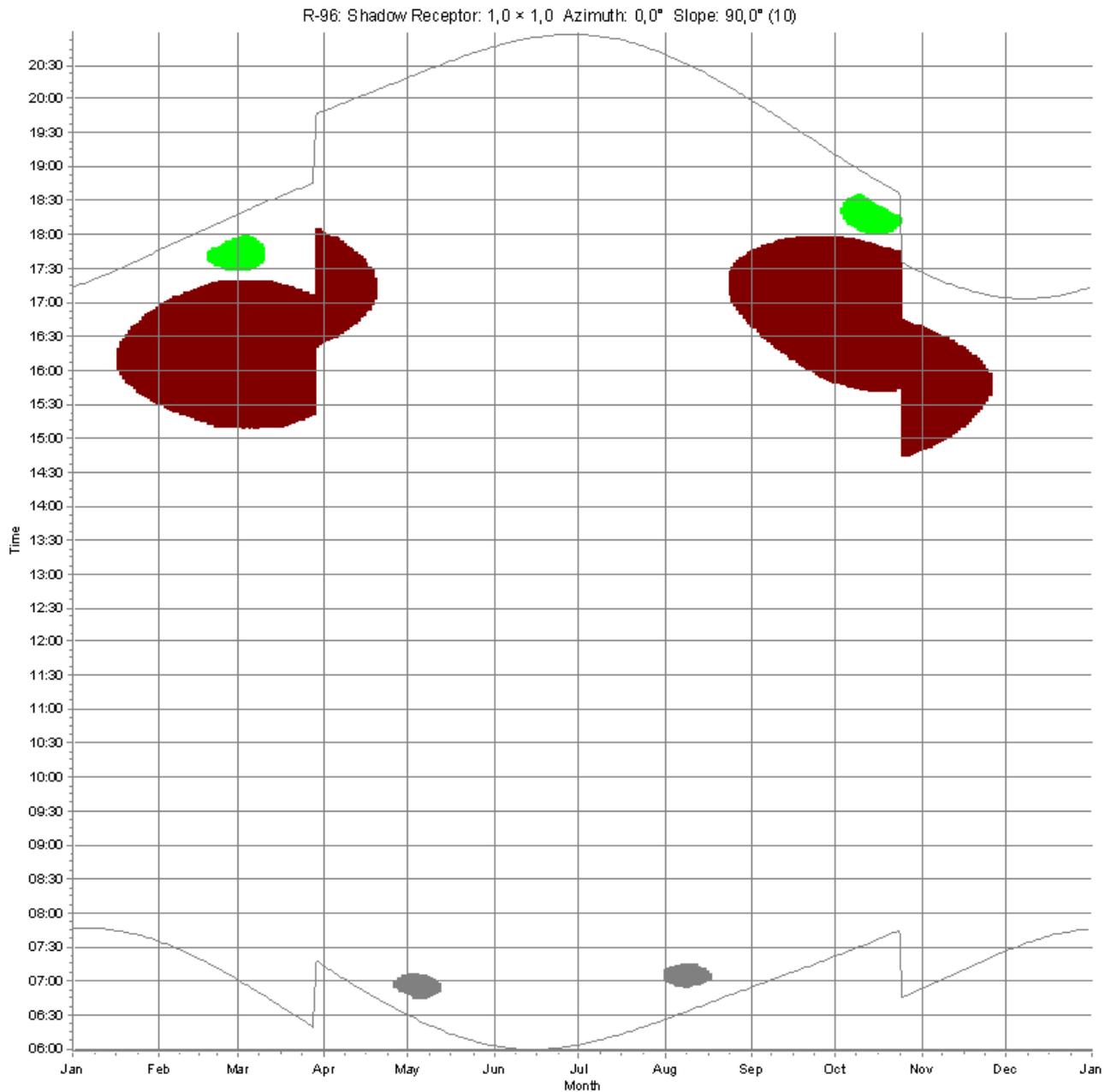
Potential sun hours

Total, worst case

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP s.r.l. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05



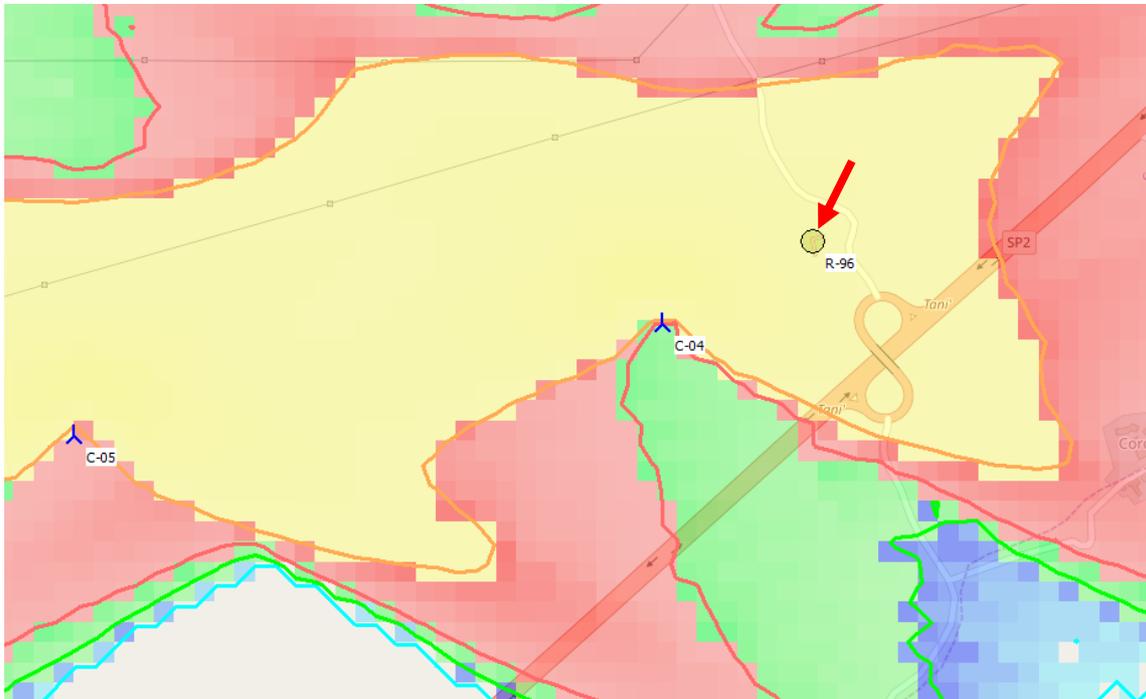


WTGs

I-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)
  C-05: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)

C-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)

**Figura 39** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricevitore



**Figura 40** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricevitore.

Per il ricevitore R-96 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di quattro distinti periodi durante l'arco dell'anno dovuti a tre aerogeneratori di cui solo uno in maniera significativa (C-04). Il ricevitore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a nord-est e viene interessato dal fenomeno per un massimo di 2:41 ore al giorno, prevalentemente dal tardo pomeriggio al tramonto, per i due periodi che vanno da metà gennaio a metà aprile per il primo e da fine agosto a fine novembre per il secondo.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.66

RICETTORE R-145

Tabella 14 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Shadow receptor: R-145 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11) Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

Table with columns for months (January to December) and rows for individual events, including start/end times and duration.

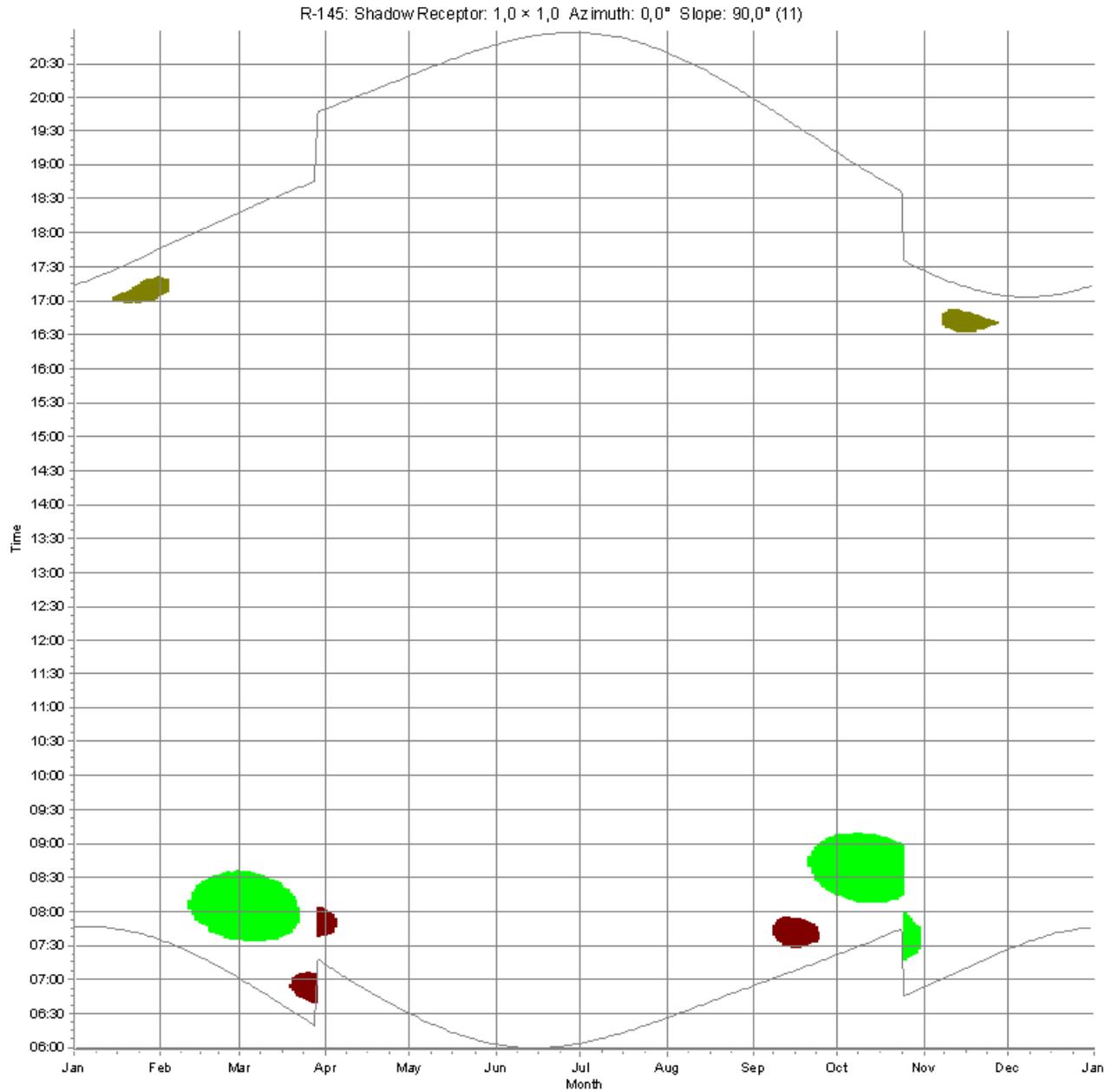
Potential sun hours: 302

Total, worst case: 195

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05

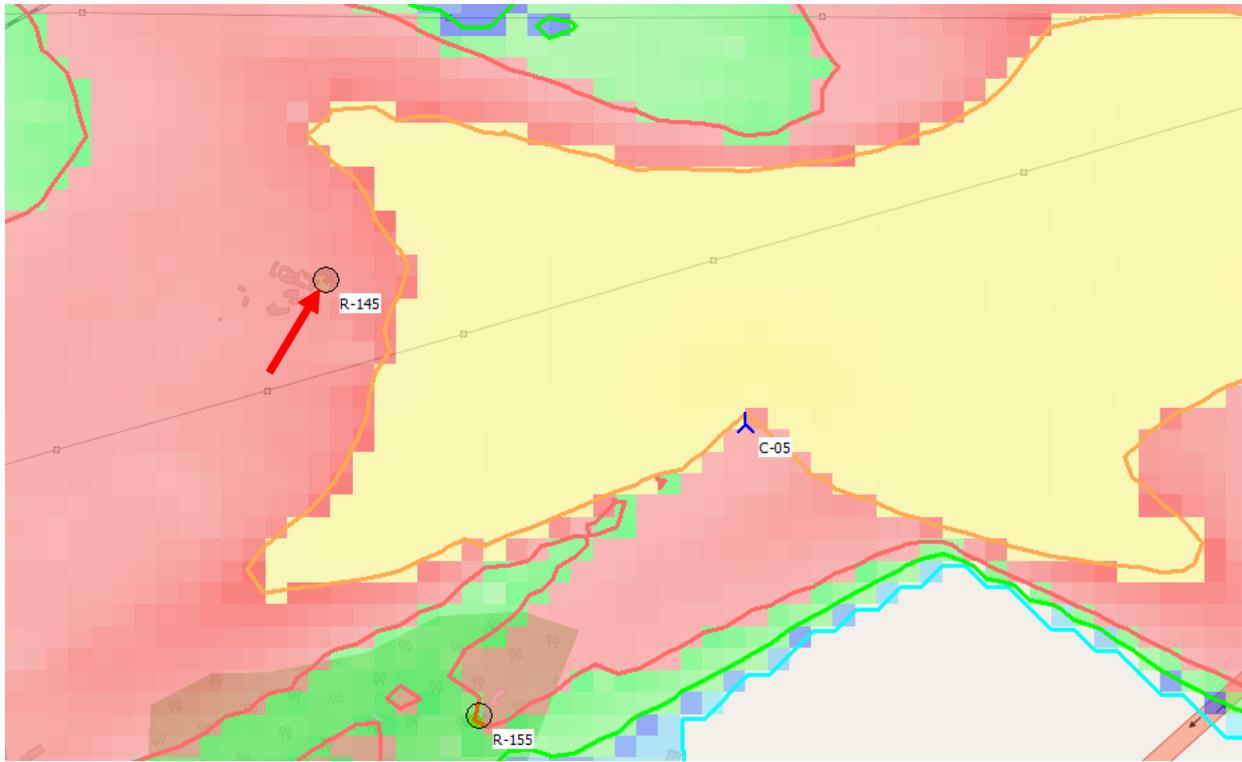




WTGs

- C-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)
- C-05: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)
- C-06: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)

**Figura 41** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 42** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-145 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di quattro distinti periodi durante l'arco dell'anno dovuti a tre aerogeneratori di cui solo uno in maniera significativa (C-05). Il ricettore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a O-N-O e viene interessato dal fenomeno per un massimo di 1:00 ore al giorno, prevalentemente all'alba, per i due periodi che vanno da metà febbraio a metà marzo per il primo e da fine settembre a fine ottobre per il secondo.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.69

RICETTORE R-155

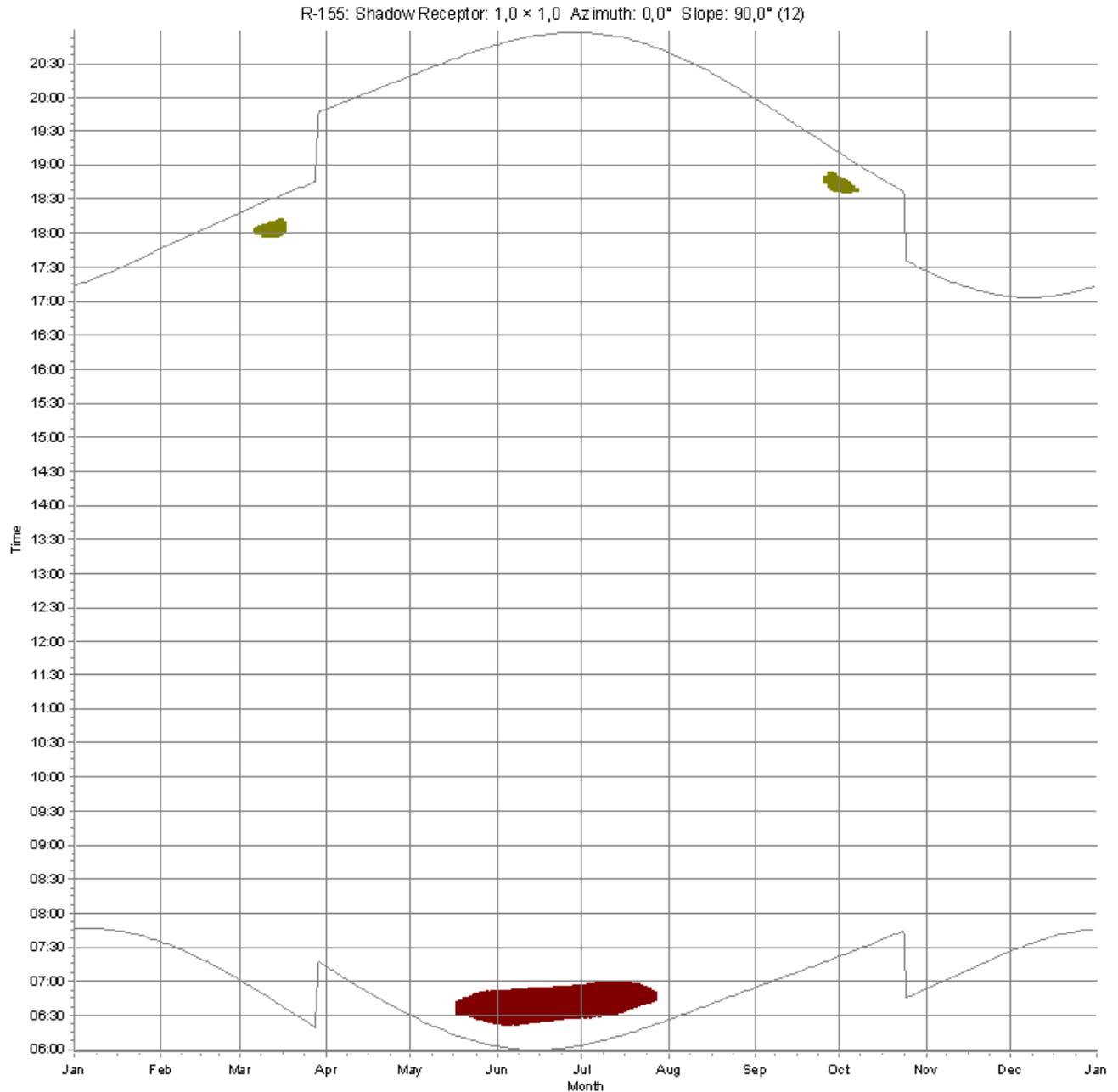
Tabella 15 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Table with columns for months from January to December, listing event details such as start/end times, duration, and frequency. Includes a summary row at the bottom for 'Potential sun hours' and 'Total, worst case'.

Shadow receptor: R-155 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (12) Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions: The sun is shining all the day, from sunrise to sunset The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun The WTG is always operating

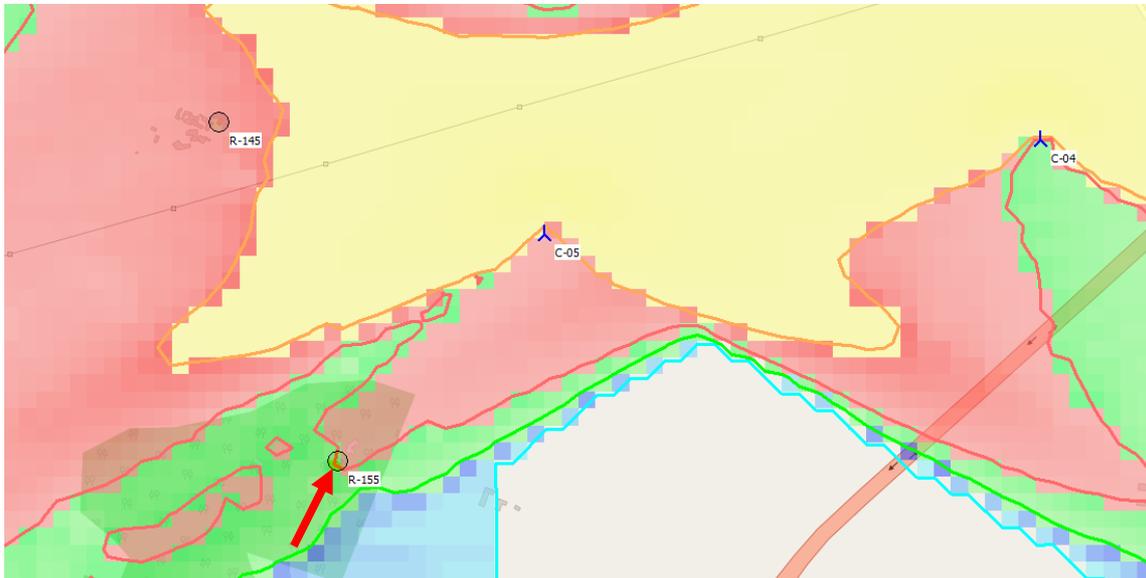




WTGs

C-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)  C-06: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)

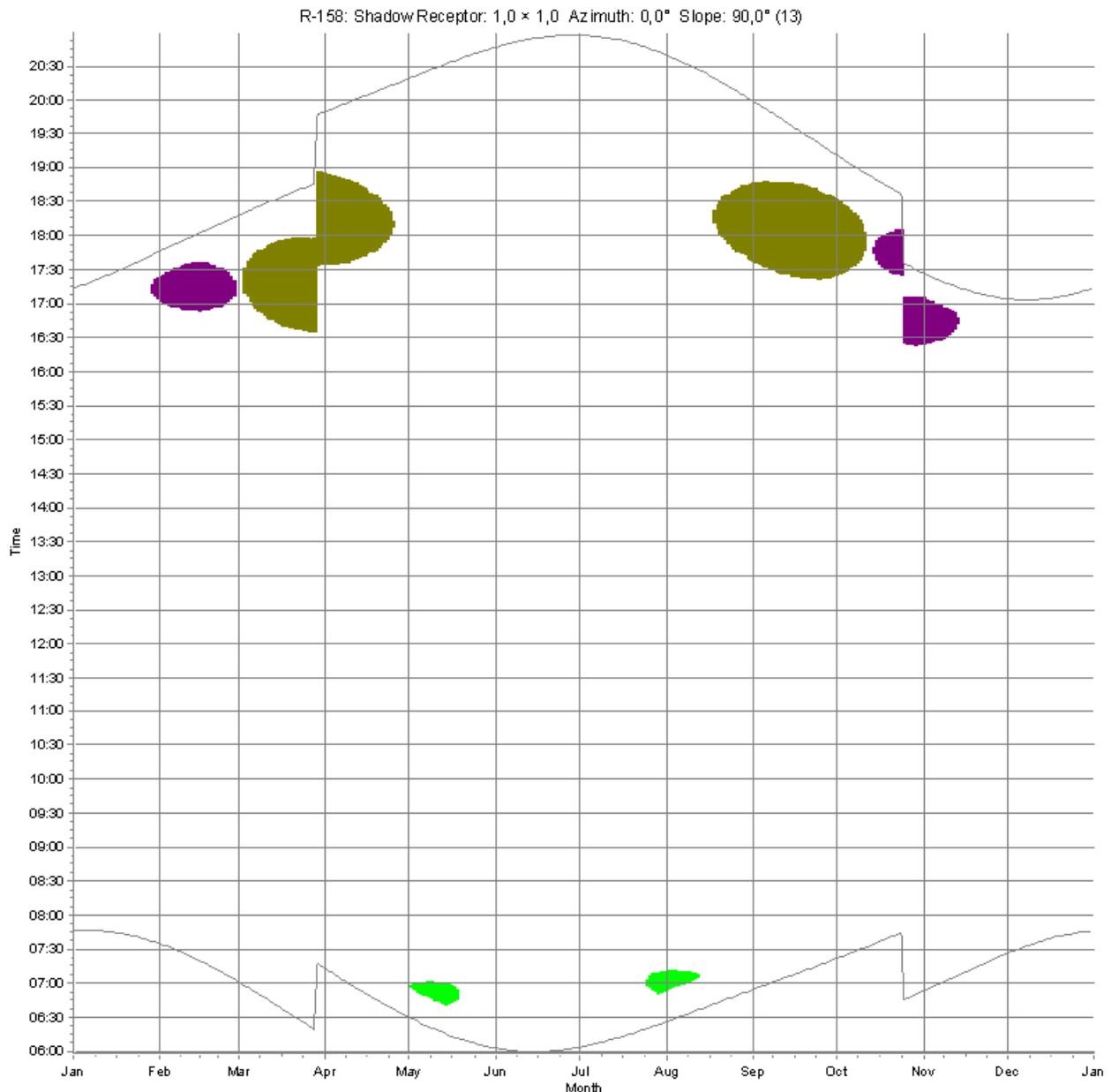
**Figura 43** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 44** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-155 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di tre periodi durante l'arco dell'anno, dovuto due aerogeneratori, di cui uno (T-06) in maniera più significativa. Il ricettore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a S-O e viene interessato dal fenomeno per un massimo di 0:30 ora al giorno in prossimità dell'alba e per un periodo che va da metà maggio a fine luglio.

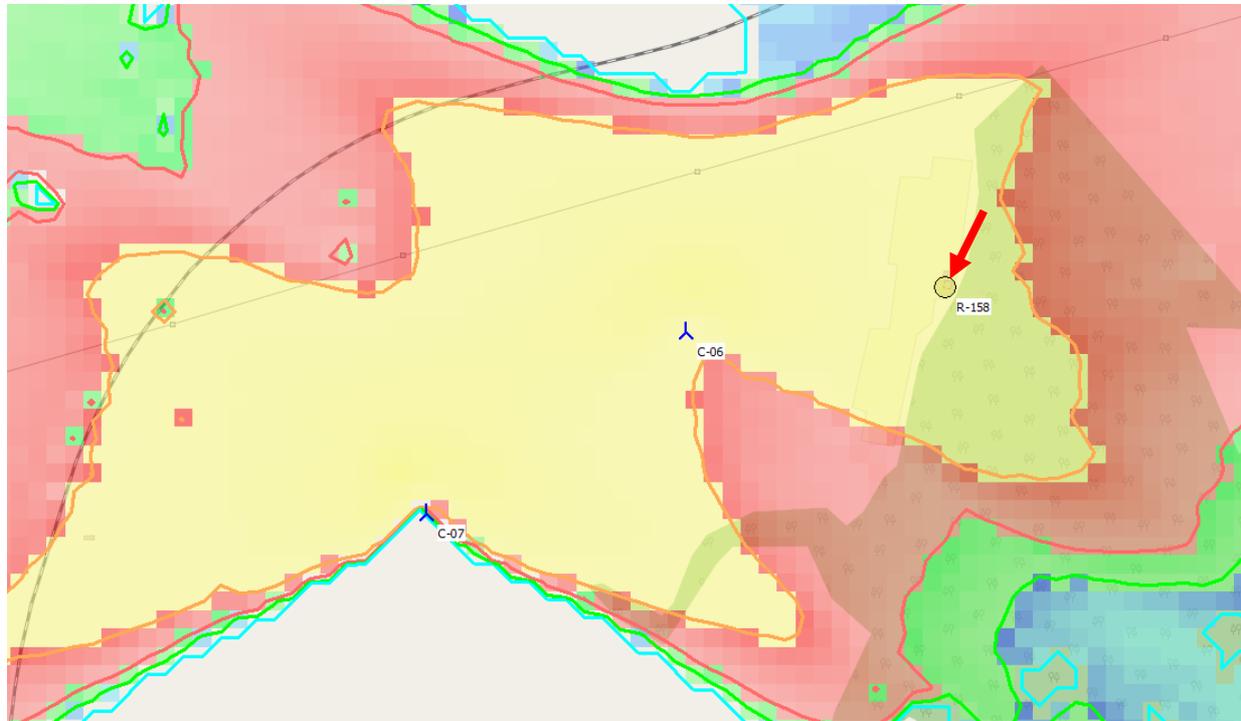




WTGs

- C-05: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)
- C-07: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (11)
- C-06: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)

**Figura 45** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 46** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

Per il ricettore R-158 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di diversi periodi durante l'arco dell'anno, dovuto a tre aerogeneratori, di cui uno (C-06) in maniera più significativa. Il ricettore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a ovest e viene interessato dal fenomeno per un massimo di 1:21 ore al giorno in prossimità del tramonto e per un periodo che va da marzo ad aprile e da metà agosto a metà ottobre.

**RICETTORE R-163**

**Tabella 17 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore**

**Shadow receptor: R-163 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (14)  
 Assumptions for shadow calculations**

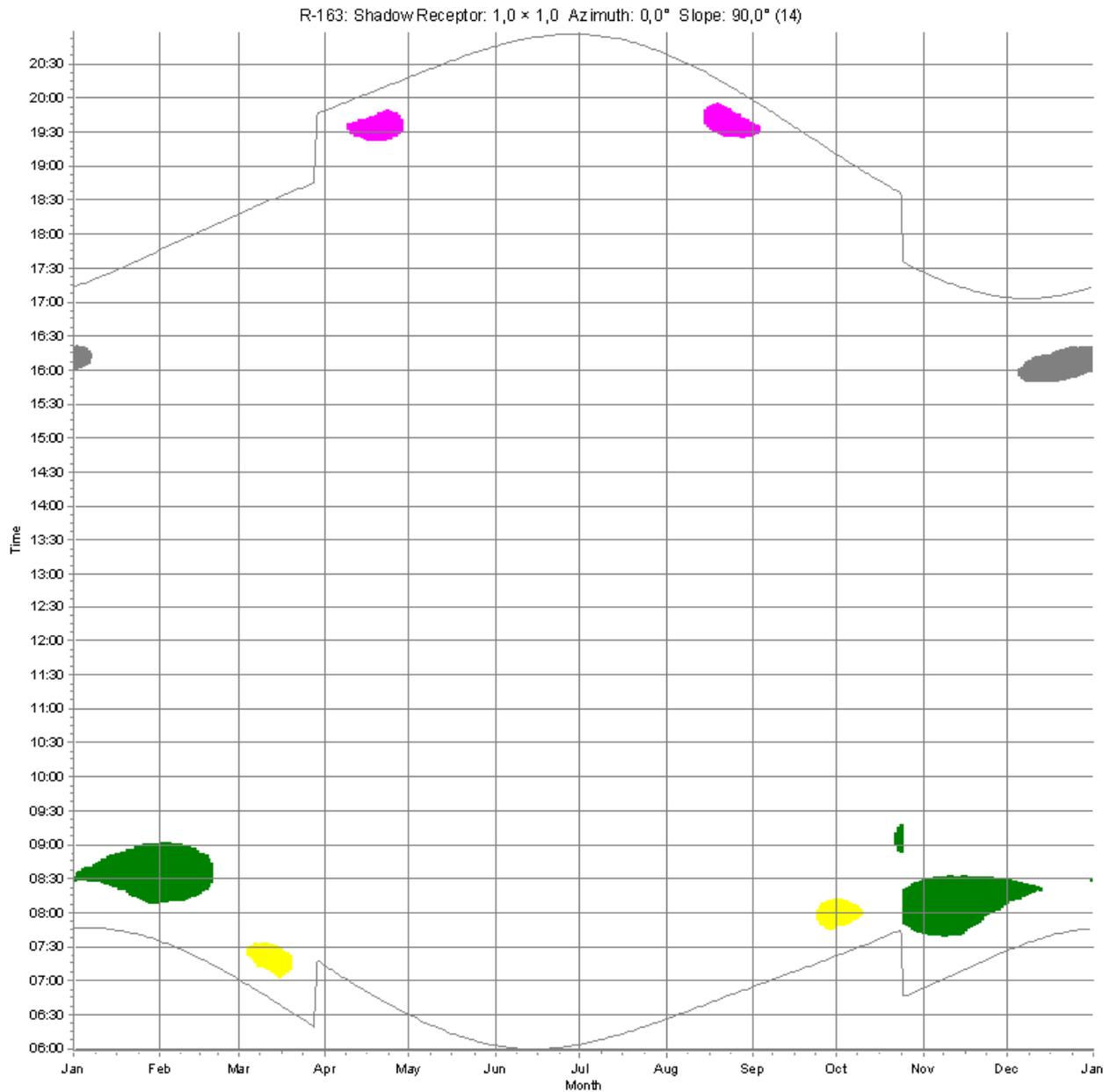
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

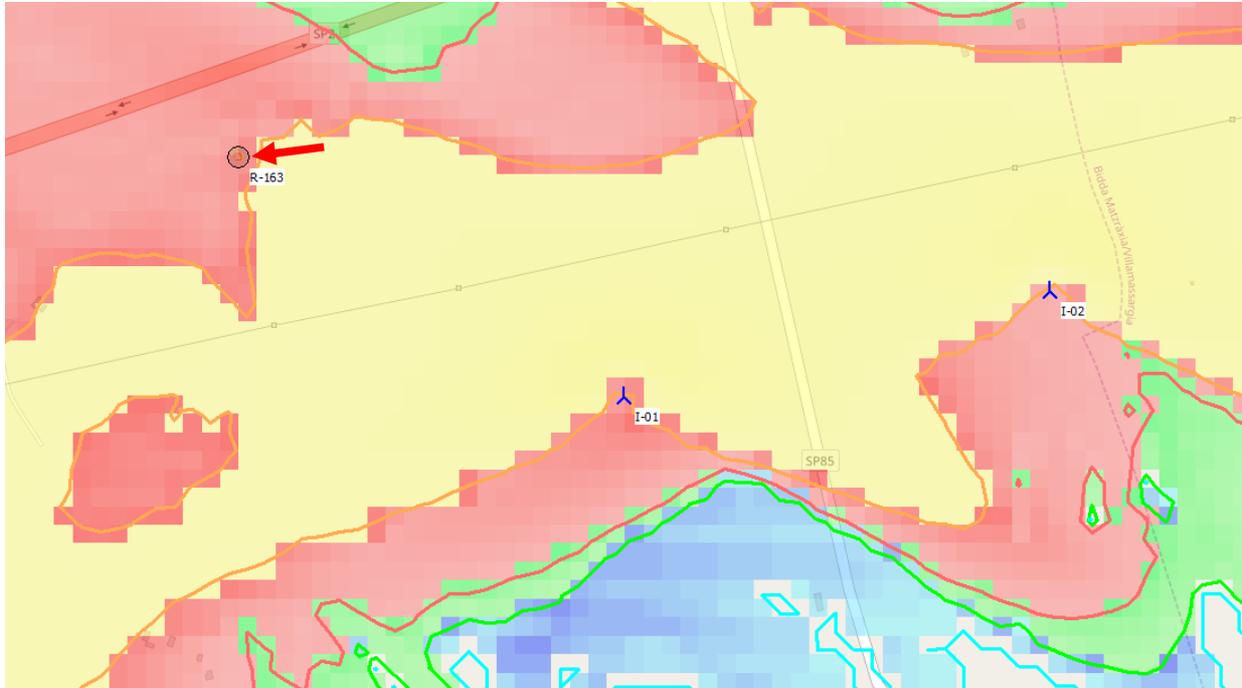
January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1 07:45	08:28 (E-01) 07:34	08:08 (E-01) 07:30	07:13	06:28	06:02	06:03	06:25	06:54	19:29 (E-01) 07:31	06:48 (E-01) 07:32	07:45 (E-01) 07:36
2 07:46	08:29 (E-01) 07:33	08:09 (E-01) 06:59	07:11	06:28	06:02	06:03	06:26	06:55	19:29 (E-01) 07:32	06:49 (E-01) 07:33	07:46 (E-01) 07:37
3 17:14	16:20 (E-01) 17:07	09:01 (E-01) 18:19	09:51	20:19	20:47	20:57	20:39	19:57	19:33 (E-01) 19:09	07:46 (E-01) 07:37	07:41 (E-01) 07:37
4 17:15	16:21 (E-01) 17:08	09:02 (E-01) 18:20	09:52	20:20	20:48	20:58	20:40	19:58	19:34 (E-01) 19:10	07:47 (E-01) 07:38	07:42 (E-01) 07:38
5 17:16	16:22 (E-01) 17:09	09:03 (E-01) 18:21	09:53	20:21	20:49	20:59	20:41	19:59	19:35 (E-01) 19:11	07:48 (E-01) 07:39	07:43 (E-01) 07:39
6 17:17	16:23 (E-01) 17:10	09:04 (E-01) 18:22	09:54	20:22	20:50	20:60	20:42	20:00	19:36 (E-01) 19:12	07:49 (E-01) 07:40	07:44 (E-01) 07:40
7 17:18	16:24 (E-01) 17:11	09:05 (E-01) 18:23	09:55	20:23	20:51	20:61	20:43	20:01	19:37 (E-01) 19:13	07:50 (E-01) 07:41	07:45 (E-01) 07:41
8 17:19	16:25 (E-01) 17:12	09:06 (E-01) 18:24	09:56	20:24	20:52	20:62	20:44	20:02	19:38 (E-01) 19:14	07:51 (E-01) 07:42	07:46 (E-01) 07:42
9 17:20	16:26 (E-01) 17:13	09:07 (E-01) 18:25	09:57	20:25	20:53	20:63	20:45	20:03	19:39 (E-01) 19:15	07:52 (E-01) 07:43	07:47 (E-01) 07:43
10 17:21	16:27 (E-01) 17:14	09:08 (E-01) 18:26	09:58	20:26	20:54	20:64	20:46	20:04	19:40 (E-01) 19:16	07:53 (E-01) 07:44	07:48 (E-01) 07:44
11 17:22	16:28 (E-01) 17:15	09:09 (E-01) 18:27	09:59	20:27	20:55	20:65	20:47	20:05	19:41 (E-01) 19:17	07:54 (E-01) 07:45	07:49 (E-01) 07:45
12 17:23	16:29 (E-01) 17:16	09:10 (E-01) 18:28	10:00	20:28	20:56	20:66	20:48	20:06	19:42 (E-01) 19:18	07:55 (E-01) 07:46	07:50 (E-01) 07:46
13 17:24	16:30 (E-01) 17:17	09:11 (E-01) 18:29	10:01	20:29	20:57	20:67	20:49	20:07	19:43 (E-01) 19:19	07:56 (E-01) 07:47	07:51 (E-01) 07:47
14 17:25	16:31 (E-01) 17:18	09:12 (E-01) 18:30	10:02	20:30	20:58	20:68	20:50	20:08	19:44 (E-01) 19:20	07:57 (E-01) 07:48	07:52 (E-01) 07:48
15 17:26	16:32 (E-01) 17:19	09:13 (E-01) 18:31	10:03	20:31	20:59	20:69	20:51	20:09	19:45 (E-01) 19:21	07:58 (E-01) 07:49	07:53 (E-01) 07:49
16 17:27	16:33 (E-01) 17:20	09:14 (E-01) 18:32	10:04	20:32	21:00	20:70	20:52	20:10	19:46 (E-01) 19:22	07:59 (E-01) 07:50	07:54 (E-01) 07:50
17 17:28	16:34 (E-01) 17:21	09:15 (E-01) 18:33	10:05	20:33	21:01	20:71	20:53	20:11	19:47 (E-01) 19:23	08:00 (E-01) 07:51	07:55 (E-01) 07:51
18 17:29	16:35 (E-01) 17:22	09:16 (E-01) 18:34	10:06	20:34	21:02	20:72	20:54	20:12	19:48 (E-01) 19:24	08:01 (E-01) 07:52	07:56 (E-01) 07:52
19 17:30	16:36 (E-01) 17:23	09:17 (E-01) 18:35	10:07	20:35	21:03	20:73	20:55	20:13	19:49 (E-01) 19:25	08:02 (E-01) 07:53	07:57 (E-01) 07:53
20 17:31	16:37 (E-01) 17:24	09:18 (E-01) 18:36	10:08	20:36	21:04	20:74	20:56	20:14	19:50 (E-01) 19:26	08:03 (E-01) 07:54	07:58 (E-01) 07:54
21 17:32	16:38 (E-01) 17:25	09:19 (E-01) 18:37	10:09	20:37	21:05	20:75	20:57	20:15	19:51 (E-01) 19:27	08:04 (E-01) 07:55	07:59 (E-01) 07:55
22 17:33	16:39 (E-01) 17:26	09:20 (E-01) 18:38	10:10	20:38	21:06	20:76	20:58	20:16	19:52 (E-01) 19:28	08:05 (E-01) 07:56	08:00 (E-01) 07:56
23 17:34	16:40 (E-01) 17:27	09:21 (E-01) 18:39	10:11	20:39	21:07	20:77	20:59	20:17	19:53 (E-01) 19:29	08:06 (E-01) 07:57	08:01 (E-01) 07:57
24 17:35	16:41 (E-01) 17:28	09:22 (E-01) 18:40	10:12	20:40	21:08	20:78	21:00	20:18	19:54 (E-01) 19:30	08:07 (E-01) 07:58	08:02 (E-01) 07:58
25 17:36	16:42 (E-01) 17:29	09:23 (E-01) 18:41	10:13	20:41	21:09	20:79	21:01	20:19	19:55 (E-01) 19:31	08:08 (E-01) 07:59	08:03 (E-01) 07:59
26 17:37	16:43 (E-01) 17:30	09:24 (E-01) 18:42	10:14	20:42	21:10	20:80	21:02	20:20	19:56 (E-01) 19:32	08:09 (E-01) 08:00	08:04 (E-01) 08:00
27 17:38	16:44 (E-01) 17:31	09:25 (E-01) 18:43	10:15	20:43	21:11	20:81	21:03	20:21	19:57 (E-01) 19:33	08:10 (E-01) 08:01	08:05 (E-01) 08:01
28 17:39	16:45 (E-01) 17:32	09:26 (E-01) 18:44	10:16	20:44	21:12	20:82	21:04	20:22	19:58 (E-01) 19:34	08:11 (E-01) 08:02	08:06 (E-01) 08:02
29 17:40	16:46 (E-01) 17:33	09:27 (E-01) 18:45	10:17	20:45	21:13	20:83	21:05	20:23	19:59 (E-01) 19:35	08:12 (E-01) 08:03	08:07 (E-01) 08:03
30 17:41	16:47 (E-01) 17:34	09:28 (E-01) 18:46	10:18	20:46	21:14	20:84	21:06	20:24	20:00 (E-01) 19:36	08:13 (E-01) 08:04	08:08 (E-01) 08:04
31 17:42	16:48 (E-01) 17:35	09:29 (E-01) 18:47	10:19	20:47	21:15	20:85	21:07	20:25	20:01 (E-01) 19:37	08:14 (E-01) 08:05	08:09 (E-01) 08:05
Potential sun hours	300	300	306	444	446	464	452	374	347	302	263
Total worst case	990	796	280	1444	1454	1544	1482	1104	1011	806	687



WTGs

- |   |   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; margin-right: 5px;"></span> I-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; margin-right: 5px;"></span> I-02: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: grey; margin-right: 5px;"></span> I-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: magenta; margin-right: 5px;"></span> C-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)</li> </ul> |
|---|---|

**Figura 47** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 48** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricevitore.

Per il ricevitore R-163 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di diversi periodi durante l'arco dell'anno, dovuto a quattro aerogeneratori, di cui uno (I-01) in maniera più significativa. Il ricevitore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a nord-ovest e viene interessato dal fenomeno per un massimo di 0:52 ore al giorno in prossimità dell'alba e per un periodo che va da gennaio a metà febbraio e da metà ottobre a metà dicembre.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.78

RICETTORE R-198

Tabella 18 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Shadow receptor: R-198 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (15) Assumptions for shadow calculations

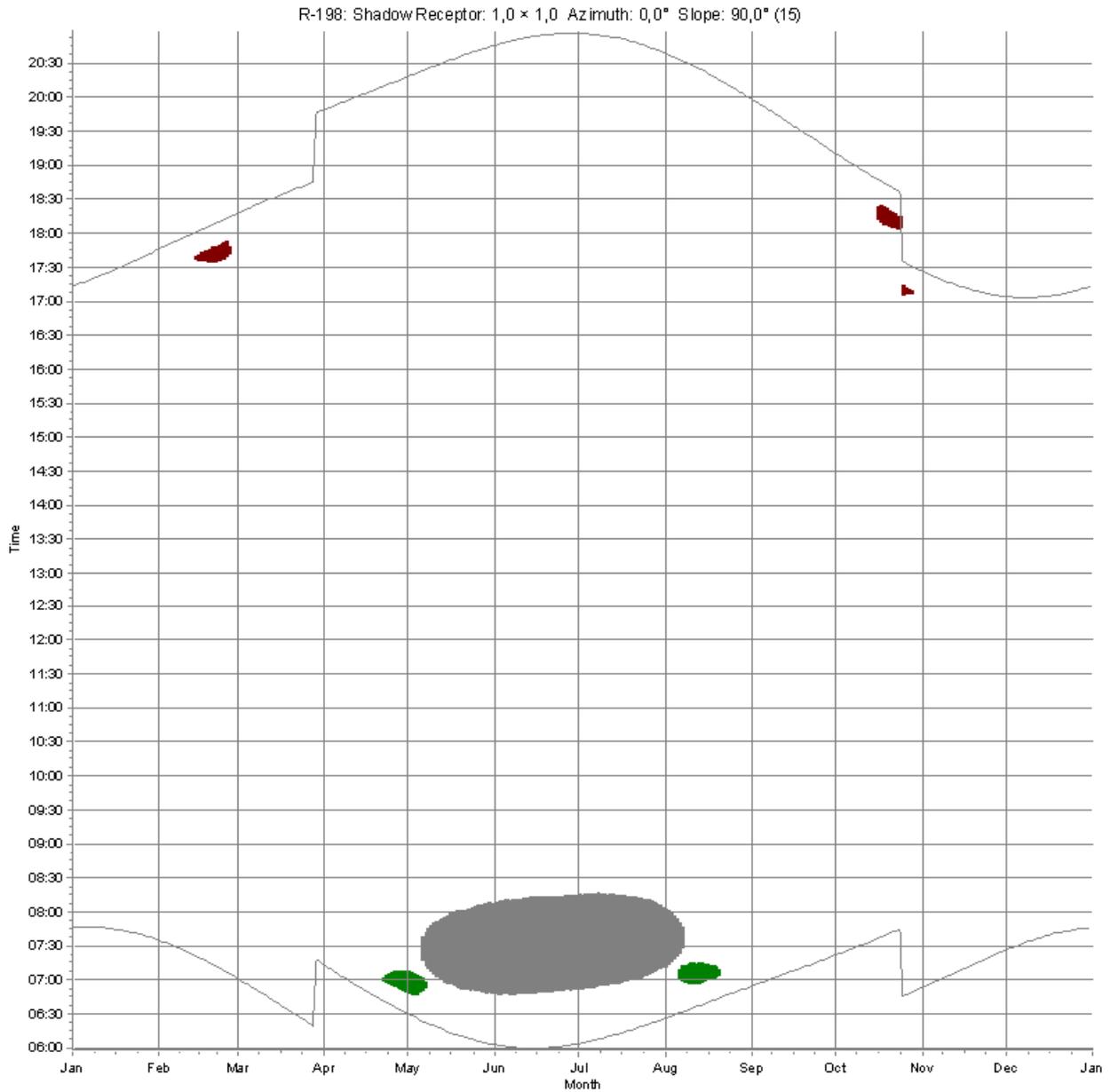
The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:  
 The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
 The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
 The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:46	07:34	07:00	07:12	06:29	06:48	06:48	06:52	07:12	06:54	06:53	07:26
2	07:46	07:33	18:18	18:18	20:19	07:06	06:47	06:52	08:02	07:22	06:54	17:26
3	17:15	17:46	18:19	19:50	20:30	07:05	06:47	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
4	07:46	07:31	18:20	19:51	20:30	07:04	06:46	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
5	07:46	07:30	18:21	19:52	20:30	07:03	06:46	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
6	17:18	17:52	18:23	19:53	20:30	07:02	06:45	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
7	17:19	17:53	18:24	19:54	20:30	07:01	06:45	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
8	07:46	07:27	18:25	19:55	20:30	07:00	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
9	17:20	17:54	18:26	19:56	20:30	06:59	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
10	07:46	07:25	18:27	19:57	20:30	06:58	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
11	07:46	07:24	18:28	19:58	20:30	06:57	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
12	07:46	07:23	18:29	19:59	20:30	06:56	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
13	07:45	07:22	18:30	19:59	20:30	06:55	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
14	07:45	07:20	18:31	19:59	20:30	06:54	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
15	07:45	07:19	18:32	19:59	20:30	06:53	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
16	07:44	07:18	18:33	19:59	20:30	06:52	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
17	07:44	07:17	18:34	19:59	20:30	06:51	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
18	07:44	07:16	18:35	19:59	20:30	06:50	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
19	07:43	07:15	18:36	19:59	20:30	06:49	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
20	07:43	07:13	18:37	19:59	20:30	06:48	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
21	07:42	07:12	18:38	19:59	20:30	06:47	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
22	07:42	07:11	18:39	19:59	20:30	06:46	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
23	07:41	07:09	18:40	19:59	20:30	06:45	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
24	07:40	07:08	18:41	19:59	20:30	06:44	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
25	17:16	17:40	18:42	19:59	20:30	06:43	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
26	07:39	07:05	18:43	19:59	20:30	06:42	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
27	07:38	07:03	18:44	19:59	20:30	06:41	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
28	17:40	18:16	18:45	19:59	20:30	06:40	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
29	07:37	18:17	18:46	19:59	20:30	06:39	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
30	17:44	18:20	18:47	19:59	20:30	06:38	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
31	17:45	18:21	18:48	19:59	20:30	06:37	06:44	06:52	08:00	07:22	06:54	17:26
Potential sun hours	302	300	370	396	444	446	454	425	374	347	302	293
Total, worst case												

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05

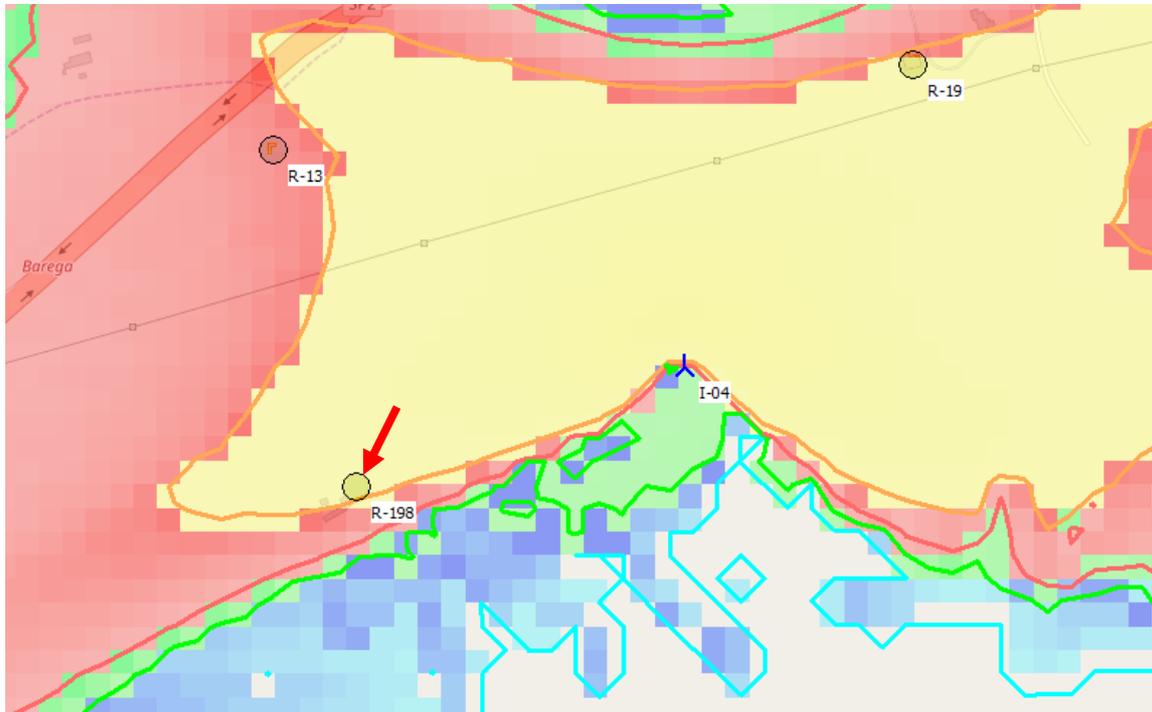




WTGs

- I-01: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1)
- C-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)
- I-04: VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !OI! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)

**Figura 49** Diagramma grafico dei periodi dell'anno con indicazione dell'effetto shadow flickering subito dal ricettore



**Figura 50** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*

Per il ricettore R-198 in "WORST CASE", il fenomeno si può verificare nel corso di diversi periodi durante l'arco dell'anno, dovuto a tre aerogeneratori, di cui uno (I-04) in maniera più significativa. Il ricettore, rispetto all'aerogeneratore in questione, si trova a ovest e viene interessato dal fenomeno per un massimo di 1:24 ore al giorno in prossimità dell'alba e per un periodo che va da maggio ad inizio agosto.

Dai risultati precedentemente esposti si evince che tutti i ricettori considerati sono interessati dal fenomeno di *shadow flickering* in quanto caratterizzati da valori non nulli delle ore/anno, giorni/anno e ore/giorno di *shadow*.

Nella Tabella seguente vengono riportate, per ogni ricettore, le durate totali del fenomeno dello *shadow flickering* causato dalle relative turbine.

**Tabella 19** Tabella riepilogativa dei dati di Shadow per ogni ricettore

Ricettore	Turbine interessate	Shadow WORST CASE RSF01		
		Shadow ore per anno	Shadow giorni per anno	Shadow ore per giorno
R-02	I-03 C-01	129:18	102	1:28
R-13	I-01 I-04 C-04	85:24	174	1:02
R-15	I-01 I-02 C-01	88:33	142	1:03
R-19	I-01 I-02 I-04	117:32	138	1:20
R-31	I-03 C-01 C-03	153:13	224	1:12
R-54	I-03 C-02 C-03	103:22	135	1:03
R-59	C-03	44:35	80	0:38
R-70	C-02	10:45	28	0:28
R-95	I-02 I-03 C-01	146:32	217	1:17
R-96	I-04 C-04 C-05	325:23	221	2:41
R-145	C-04 C-05	79:30	146	1:00

	<b>C-06</b>			
<b>R-155</b>	<b>C-04</b> <b>C-06</b>	33:30	96	0:30
<b>R-158</b>	<b>C-05</b> <b>C-06</b> <b>C-07</b>	150:33	207	1:21
<b>R-163</b>	<b>I-01</b> <b>I-02</b> <b>I-04</b> <b>C-01</b>	88:19	194	0:52
<b>R-198</b>	<b>I-01</b> <b>I-04</b> <b>C-04</b>	120:00	147	1:24

## 6.2 ANALISI DEI RISULTATI PER SINGOLO AEROGENERATORE (WORST CASE)

Nel presente paragrafo vengono riportati i risultati del calcolo del fenomeno di *shadow flickering* per singola turbina.

Tutti gli aerogeneratori proposti causano il fenomeno di *shadow flickering* sui ricettori selezionati ed analizzati nel presente lavoro.

Nelle Tabelle che seguono sono mostrati i risultati principali per singola turbina nel *WORST CASE*.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.83

AEROGENERATORE C-01

Tabella 20 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: C-01 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:

The sun is shining all the day, from sunrise to sunset

The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun

The WTG is always operating

Table with columns for months (January to December) and rows for individual shadow flickering events, including start/end times and duration.

Sum of minutes with flicker

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05



WTG: C-01 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (5)

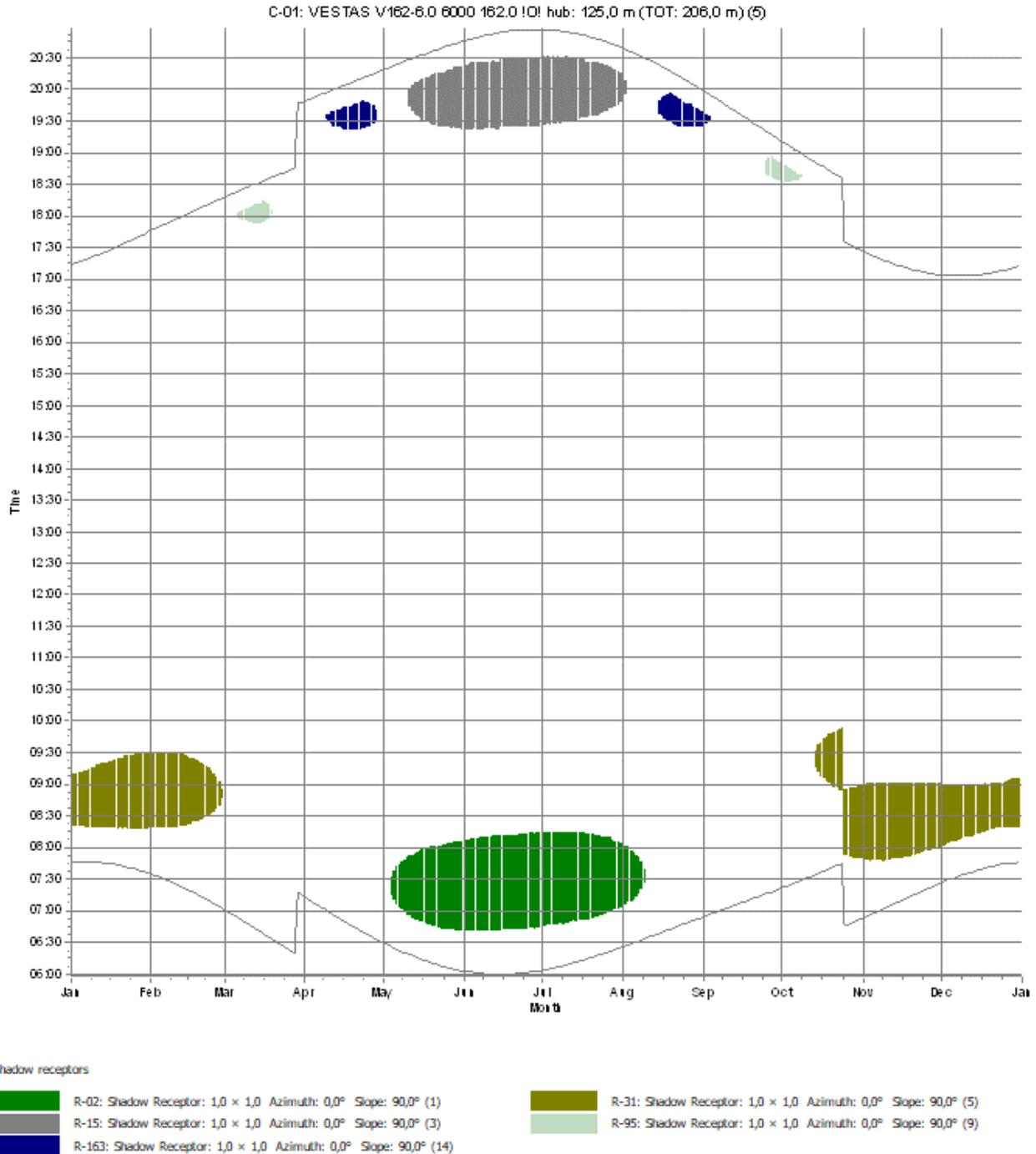
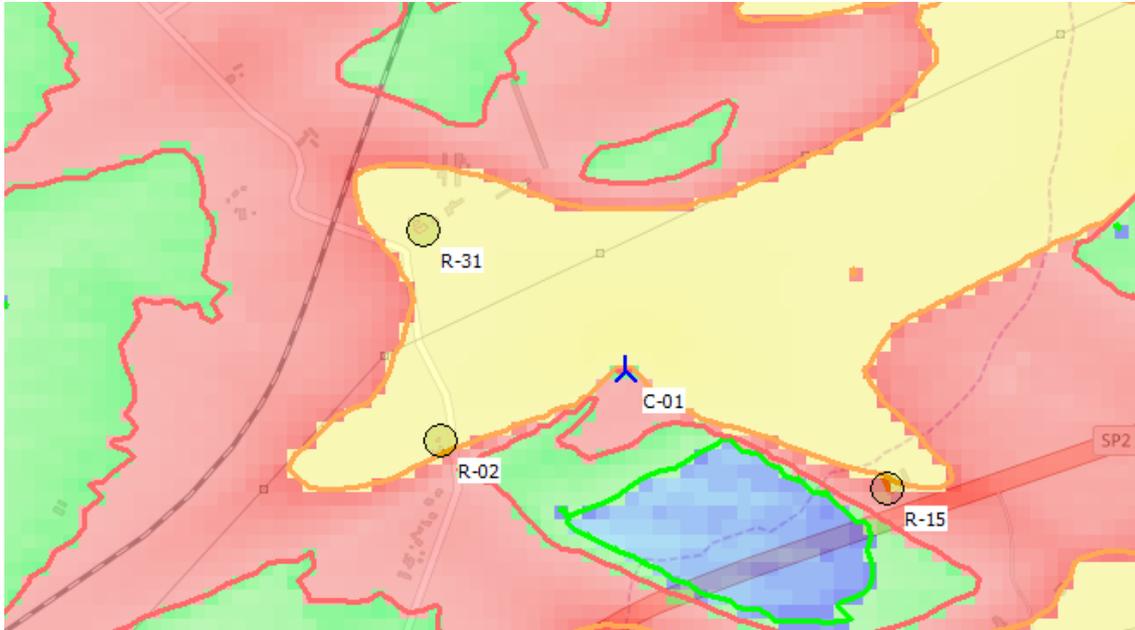


Figura 51 Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 52** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 21** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA C-01</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
1° maggio / 1° agosto	R-02	6.45	8.15	1.30	<b>339.47</b>
3° febbraio / 2° aprile	R-15	19.15	20.30	1.00	
3° ottobre / 4° febbraio	R-31	7.45	9.45	1.15	
2° e 3° marzo	R-95	17.50	18.15	0.20	
4° settembre / 1° ottobre		18.30	19.00	0.30	
2° e 4° aprile	R-163	19.20	19.45	0.30	
3° agosto / 1° settembre		19.20	19.50	0.30	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.86

AEROGENERATORE C-02

Tabella 22 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: C-02 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (6)

Assumptions for shadow calculations

- The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
The WTG is always operating

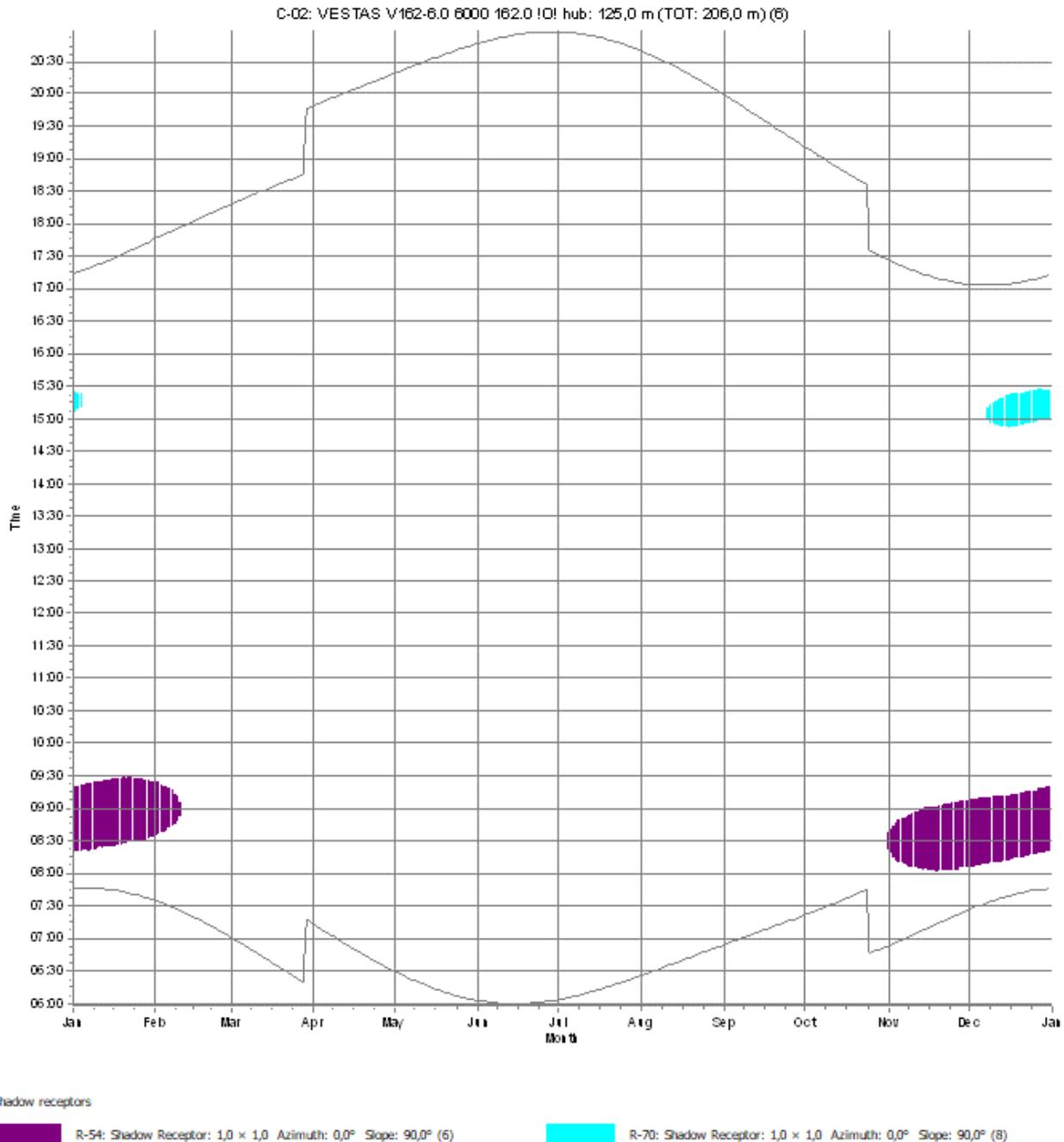
Table with columns for months (January to December) and rows for time intervals (e.g., 07:46, 15:05-15:25/20) and potential sun hours.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

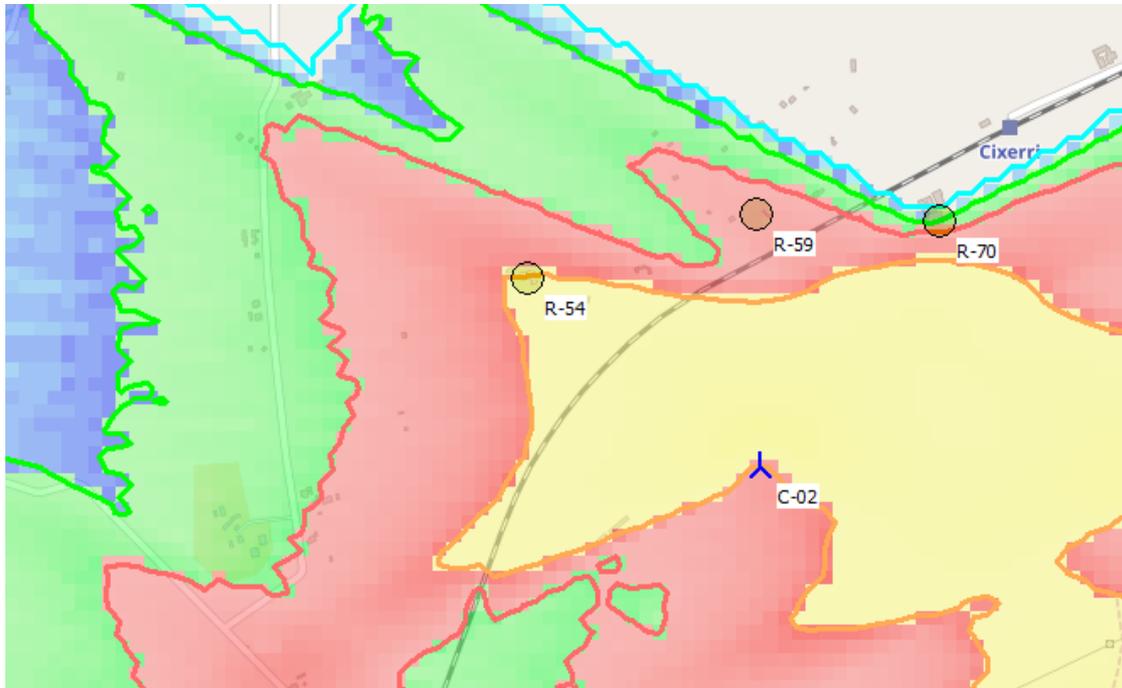
Comm.: C20-033-S05



**WTG: C-02 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (6)**



**Figura 53** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 54** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 23** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA C-02</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
1° novembre / 1° febbraio	R-54	8.00	9.30	1.00	<b>100.47</b>
2° dicembre / 1° gennaio	R-70	14.50	15.30	0.30	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.89

AEROGENERATORE C-03

Tabella 24 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: C-03 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (7)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
The WTG is always operating

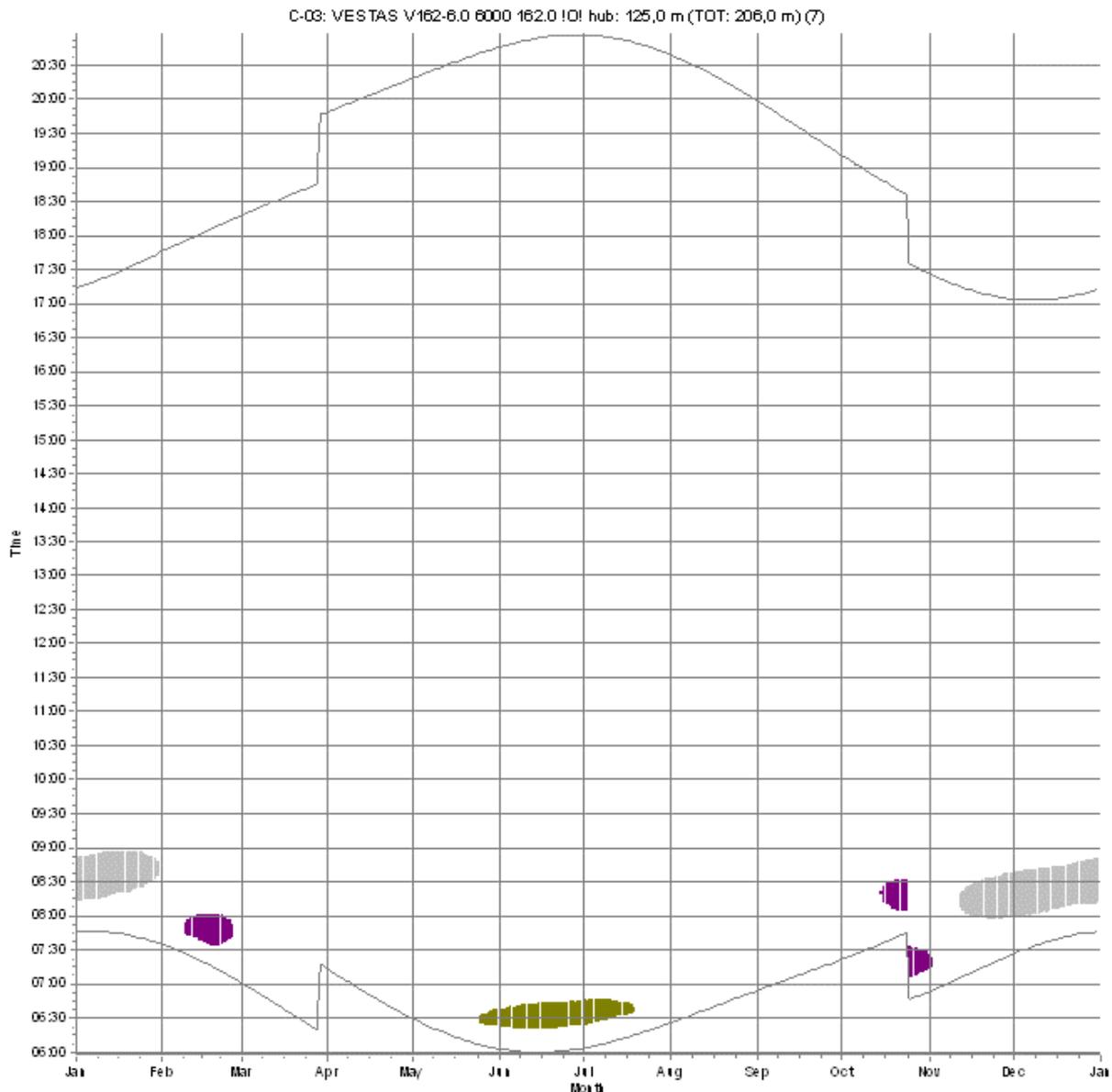
Table with columns for months (January to December) and time intervals. It lists 31 rows of shadow flickering events with start and end times for each month. Totals at the bottom: 891 hours, 350 minutes, 0 seconds.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05



**WTG: C-03 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (7)**

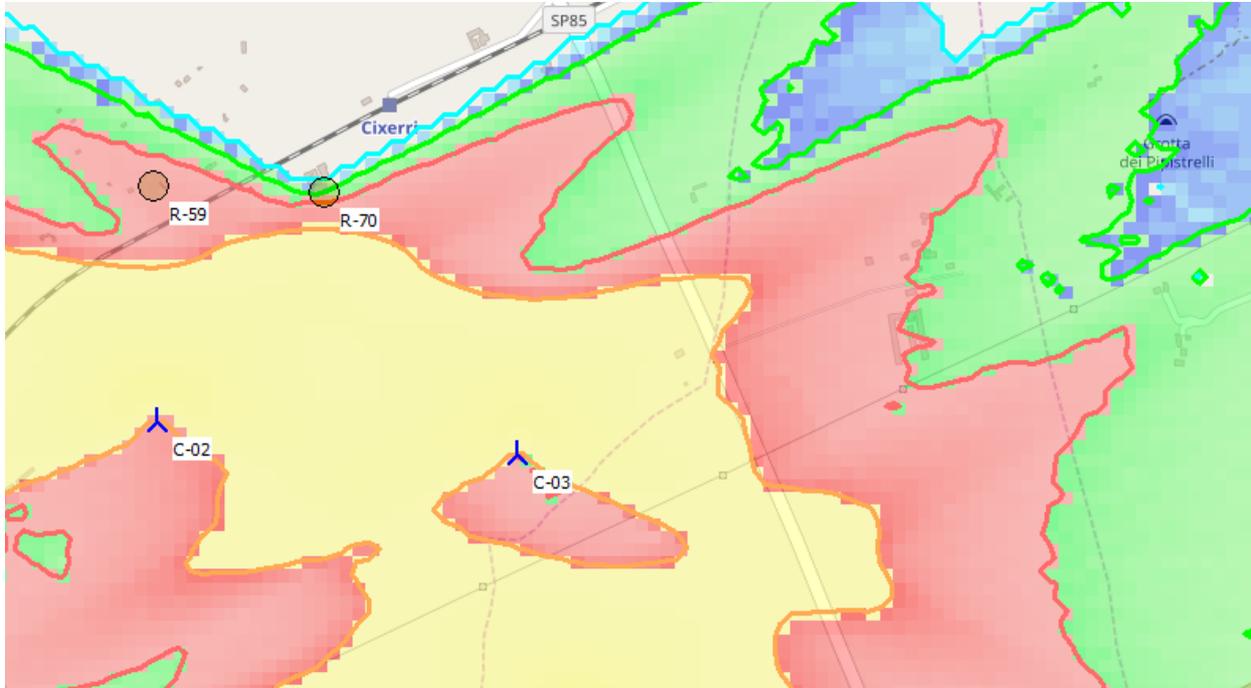


Shadow receptors

 R-31: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)  
 R-54: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)

 R-59: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (7)

**Figura 55** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 56** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 25** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA C-03</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
4° maggio / 3° luglio	R-31	6.20	6.45	0.30	71.21
2° e 3° febbraio	R-54	7.30	8.00	0.30	
3° e 4° ottobre		7.10	8.30	0.30	
2° novembre / 4° gennaio	R-59	8.00	9.00	1.00	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



AEROGENERATORE C-04

Tabella 26 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: C-04 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)

Assumptions for shadow calculations

- The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
The WTG is always operating

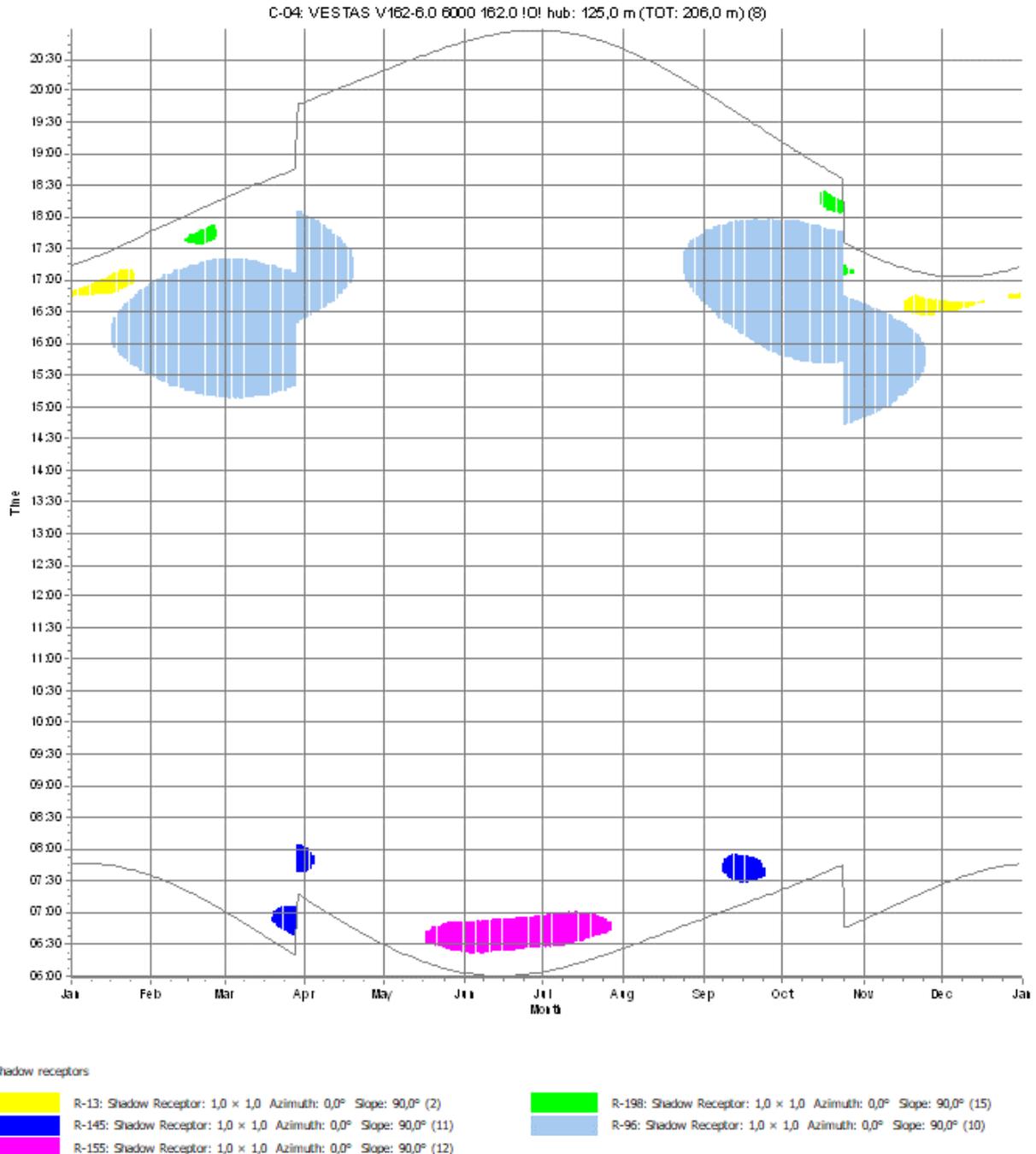
Table with columns for months (January to December) and time intervals (from 00:00 to 24:00). It lists shadow flickering events with start and end times and durations in minutes.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

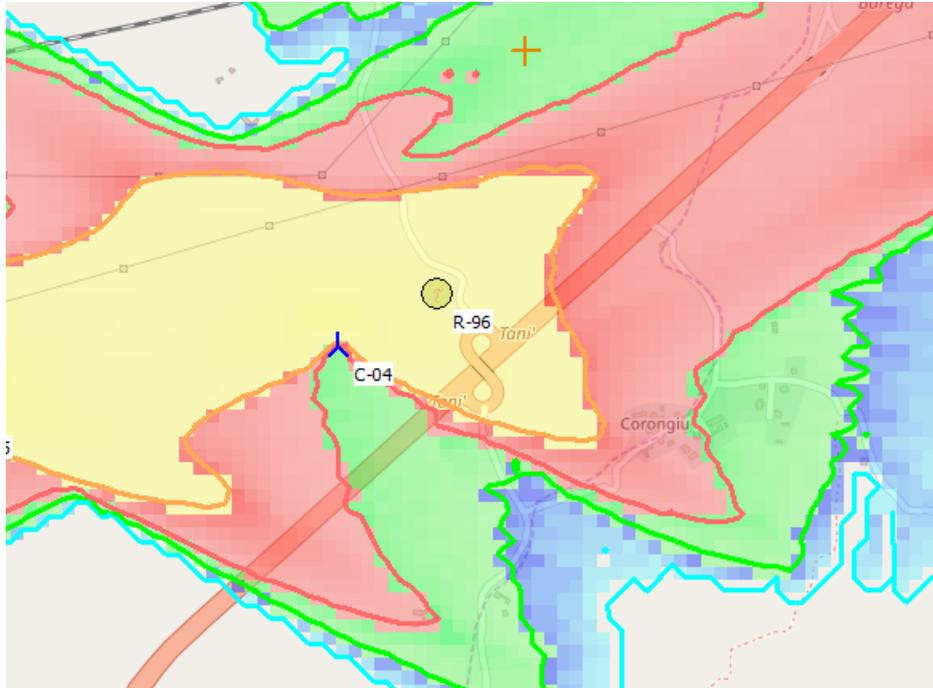
Comm.: C20-033-S05



**WTG: C-04 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (8)**



**Figura 57** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 58** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 27** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA C-04</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
3° ottobre / 2° dicembre	<b>R-13</b>	16.30	16.45	0.15	<b>355.34</b>
4° dicembre / 3° gennaio		16.45	17.15	0.15	
3° gennaio / 2° aprile	<b>R-96</b>	15.15	18.10	2.40	
4° agosto / 3° novembre		14.45	18.00	2.40	
3° marzo / 1° aprile	<b>R-145</b>	6.45	8.10	0.30	
2° e 3° settembre		7.30	8.00	0.30	
3° maggio / 3° luglio	<b>R-155</b>	6.20	7.00	0.30	
3° e 4° febbraio	<b>R-198</b>	17.40	17.50	0.20	
3° e 4° ottobre		17.00	17.20	0.20	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022 REV: 1 Pag.95

AEROGENERATORE C-05

Tabella 28 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: C-05 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions: The sun is shining all the day, from sunrise to sunset The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun The WTG is always operating

Table with columns for months (January to December) and time intervals. It lists specific dates and times for shadow flickering events, such as 07:34 on Jan 01 and 06:53 on Nov 06.

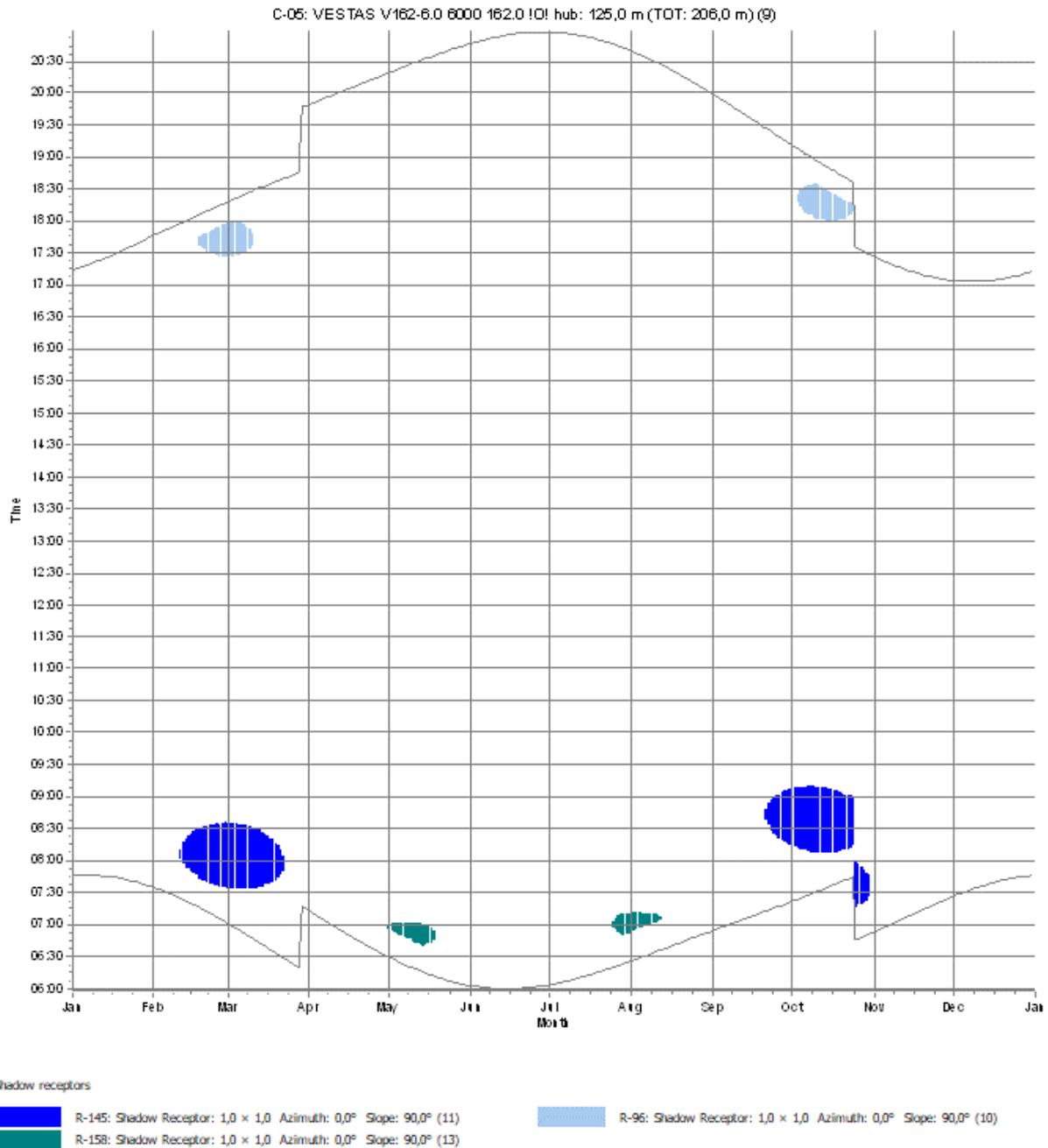
Potential sun hours 302 Sum of minutes with flicker 118

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

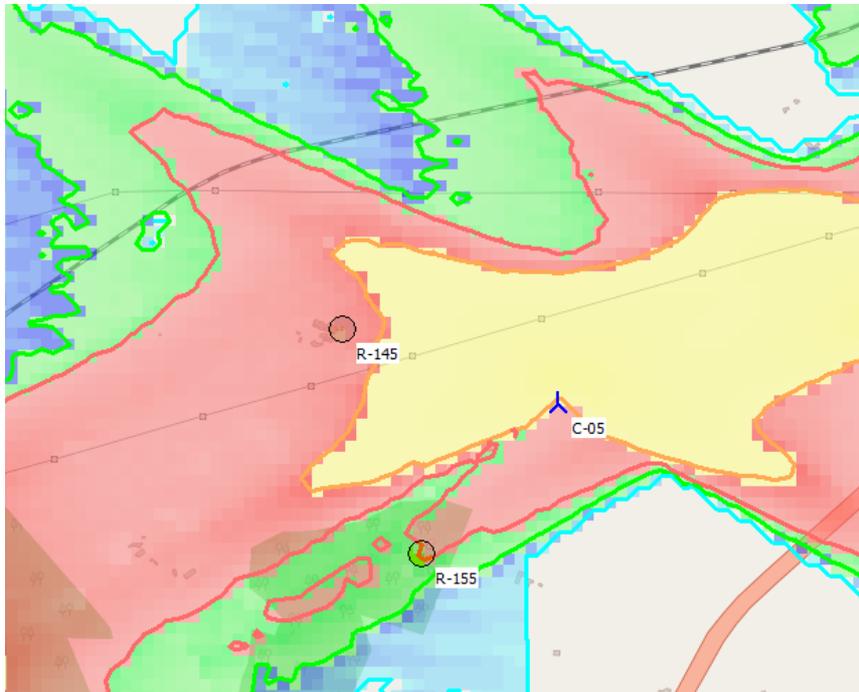
Comm.: C20-033-S05



**WTG: C-05 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (9)**



**Figura 59** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 60** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 29** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA C-05</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
3° febbraio / 1° marzo	<b>R-96</b>	17.30	18.00	0.30	<b>83.17</b>
1° e 3° ottobre		18.00	18.30	0.30	
2° febbraio / 3° marzo	<b>R-145</b>	7.30	8.40	1.00	
4° settembre / 4° ottobre		7.15	9.10	1.00	
1° e 2° maggio	<b>R-158</b>	6.40	7.10	0.20	
4° luglio / 2° agosto		6.50	7.15	0.20	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



AEROGENERATORE C-06

Tabella 30 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: C-06 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10) Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions: The sun is shining all the day, from sunrise to sunset The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun The WTG is always operating

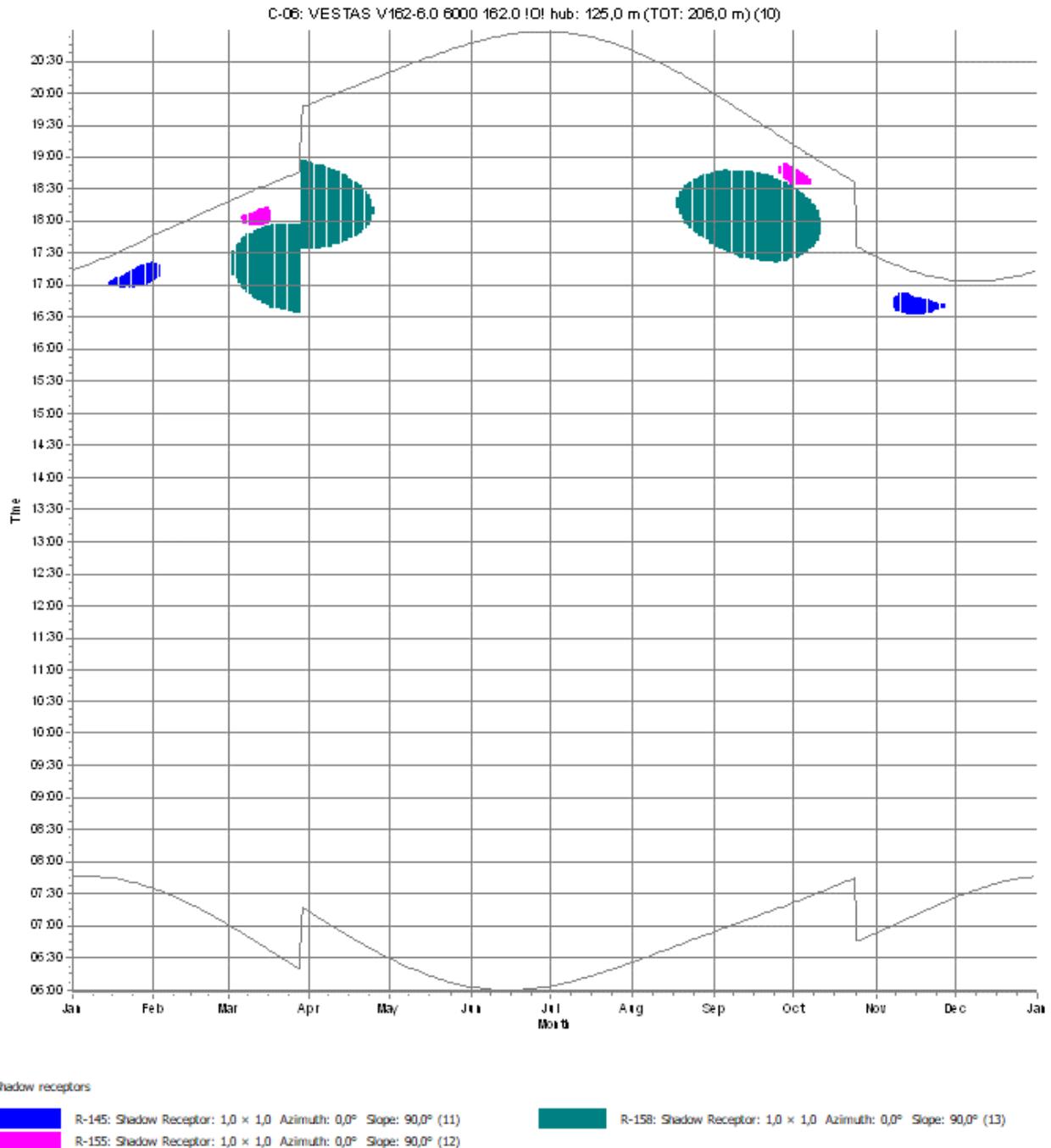
Table with columns for months from January to December, listing specific times for shadow flickering events. Includes a summary row at the bottom with totals for each month and overall sums.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

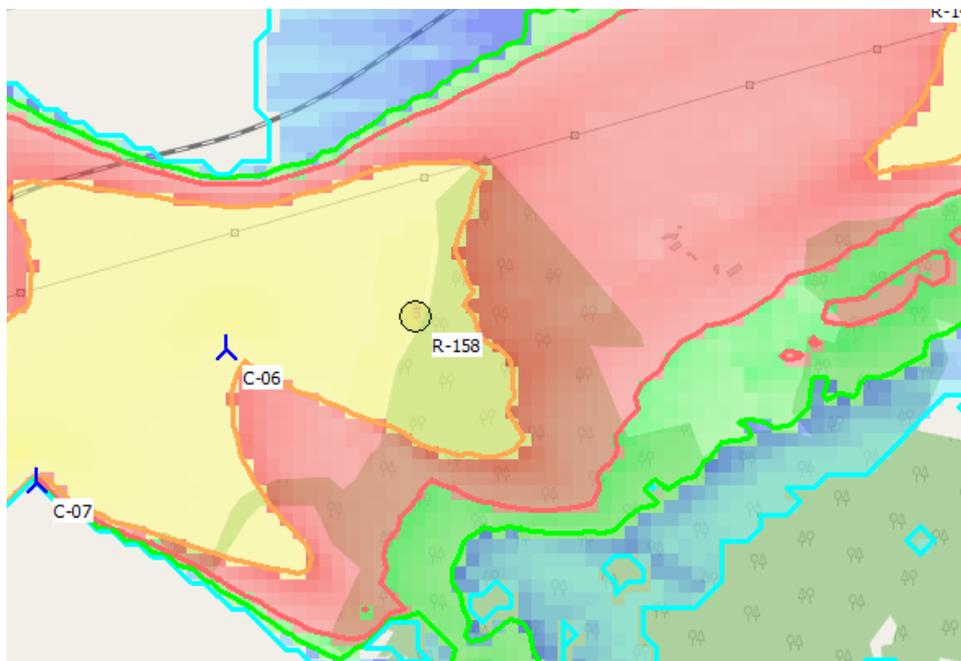
Comm.: C20-033-S05



**WTG: C-06 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (10)**



**Figura 61** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 62** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 31** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA C-06</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
3° gennaio / 1° febbraio	R-145	17.00	17.20	0.20	124.19
2° e 3° novembre		16.30	16.50	0.20	
1° e 2° marzo	R-155	17.50	18.15	0.20	
4° settembre / 1° ottobre		18.30	18.50	0.20	
1° marzo / 3° aprile	R-158	16.30	19.00	1.30	
3° agosto / 1° ottobre		17.20	18.45	1.30	

**AEROGENERATORE C-07**

**Tabella 32** Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

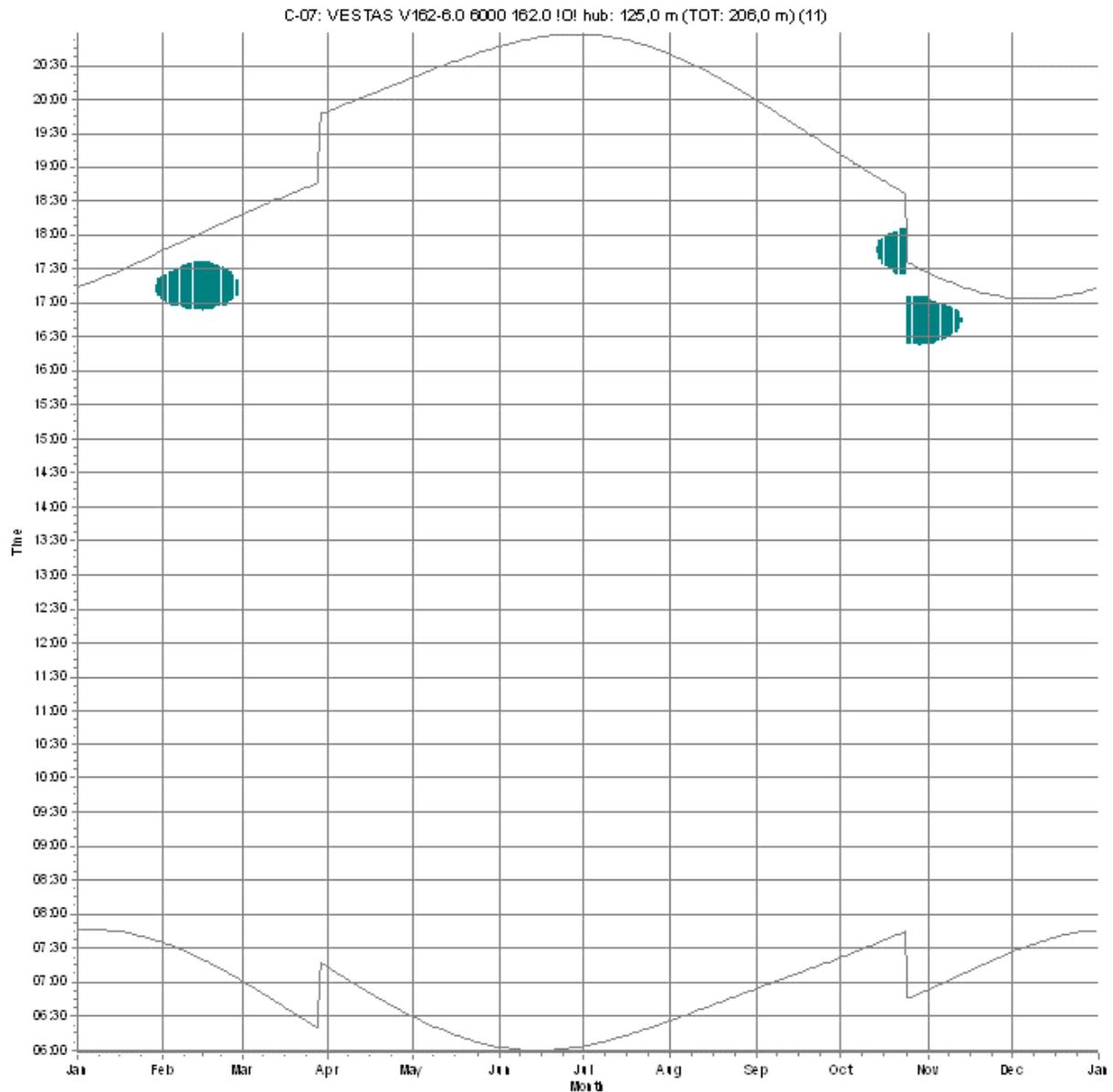
**WTG: C-07 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 IO! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (11)**

**Assumptions for shadow calculations**

- The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:46	07:34 17:02-17:23/21	07:01	07:13	06:29	06:02	06:03	06:26	06:54	07:22	06:53 16:24-17:04/40	07:26
	17:14	17:46	18:18	19:49	20:19	20:46	20:57	20:39	19:59	19:11	17:27	17:04
2	07:46	07:33 17:01-17:24/23	06:59	07:11	06:28	06:02	06:04	06:27	06:55	07:23	06:54 16:25-17:02/37	07:27
	17:14	17:47	18:19	19:50	20:20	20:47	20:57	20:38	19:57	19:09	17:25	17:04
3	07:46	07:33 17:00-17:26/26	06:58	07:09	06:27	06:02	06:04	06:28	06:56	07:23	06:55 16:25-17:01/36	07:28
	17:15	17:49	18:20	19:51	20:21	20:48	20:57	20:37	19:56	19:07	17:24	17:04
4	07:46	07:32 16:59-17:27/28	06:56	07:08	06:26	06:01	06:05	06:28	06:57	07:24	06:57 16:26-17:01/35	07:29
	17:16	17:50	18:21	19:52	20:22	20:48	20:56	20:36	19:54	19:06	17:23	17:04
5	07:46	07:31 16:58-17:28/30	06:55	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:58	07:25	06:58 16:27-16:59/32	07:30
	17:17	17:51	18:22	19:53	20:23	20:49	20:56	20:35	19:52	19:04	17:22	17:03
6	07:46	07:30 16:57-17:30/33	06:53	07:05	06:23	06:01	06:06	06:30	06:59	07:26	06:59 16:28-16:58/30	07:31
	17:18	17:52	18:23	19:54	20:24	20:50	20:56	20:34	19:51	19:03	17:21	17:03
7	07:46	07:29 16:57-17:31/34	06:52	07:03	06:22	06:00	06:06	06:31	07:00	07:27	07:00 16:29-16:57/28	07:32
	17:19	17:53	18:24	19:55	20:25	20:50	20:56	20:33	19:49	19:01	17:20	17:03
8	07:46	07:28 16:56-17:32/36	06:50	07:02	06:21	06:00	06:07	06:32	07:00	07:28	07:01 16:30-16:55/25	07:33
	17:20	17:54	18:25	19:56	20:26	20:51	20:56	20:32	19:48	19:00	17:19	17:03
9	07:46	07:26 16:55-17:33/38	06:49	07:00	06:20	06:00	06:08	06:33	07:01	07:29	07:02 16:32-16:55/23	07:34
	17:21	17:56	18:26	19:57	20:26	20:51	20:55	20:31	19:46	18:58	17:18	17:03
10	07:46	07:25 16:55-17:34/39	06:47	06:59	06:19	06:00	06:08	06:34	07:02	07:30	07:03 16:33-16:54/21	07:34
	17:22	17:57	18:27	19:58	20:27	20:52	20:55	20:29	19:45	18:57	17:17	17:03
11	07:46	07:24 16:55-17:34/39	06:46	06:57	06:18	06:00	06:09	06:35	07:03	07:31	07:04 16:35-16:53/18	07:35
	17:23	17:58	18:28	19:59	20:28	20:52	20:54	20:28	19:43	18:55	17:16	17:03
12	07:46	07:23 16:55-17:35/40	06:44	06:56	06:17	06:00	06:10	06:36	07:04	07:32	07:05 16:36-16:51/13	07:36
	17:24	17:59	18:30	20:00	20:29	20:53	20:54	20:27	19:41	18:54	17:15	17:04
13	07:45	07:22 16:55-17:35/40	06:43	06:54	06:16	06:59	06:10	06:37	07:05	07:33	07:07 16:43-16:46/3	07:37
	17:25	18:00	18:31	20:01	20:30	20:53	20:54	20:26	19:40	18:52	17:14	17:04
14	07:45	07:21 16:55-17:35/40	06:41	06:53	06:15	06:59	06:11	06:38	07:06	07:34 17:44-17:49/5	07:08	07:37
	17:26	18:01	18:32	20:02	20:31	20:54	20:53	20:24	19:38	18:51	17:14	17:04
15	07:45	07:19 16:54-17:35/41	06:39	06:51	06:14	06:59	06:12	06:38	07:07	07:35 17:39-17:54/15	07:09	07:38
	17:27	18:02	18:33	20:03	20:32	20:54	20:53	20:23	19:36	18:49	17:13	17:04
16	07:45	07:18 16:55-17:35/40	06:38	06:50	06:13	06:59	06:12	06:39	07:08	07:36 17:35-17:57/22	07:10	07:39
	17:28	18:04	18:34	20:04	20:33	20:55	20:52	20:22	19:35	18:48	17:12	17:04
17	07:44	07:17 16:55-17:35/40	06:36	06:48	06:12	06:00	06:13	06:40	07:09	07:37 17:33-17:59/26	07:11	07:40
	17:29	18:05	18:35	20:05	20:34	20:55	20:51	20:20	19:33	18:46	17:11	17:05
18	07:44	07:16 16:55-17:34/39	06:35	06:47	06:11	06:00	06:14	06:41	07:10	07:38 17:31-18:00/29	07:12	07:40
	17:30	18:06	18:36	20:06	20:35	20:55	20:51	20:19	19:32	18:45	17:10	17:05
19	07:43	07:14 16:56-17:33/37	06:33	06:45	06:11	06:00	06:15	06:42	07:10	07:39 17:30-18:01/31	07:13	07:41
	17:31	18:07	18:37	20:07	20:36	20:56	20:50	20:18	19:30	18:43	17:10	17:06
20	07:43	07:13 16:57-17:33/36	06:32	06:44	06:10	06:00	06:16	06:43	07:11	07:40 17:28-18:02/34	07:14	07:41
	17:32	18:08	18:38	20:08	20:37	20:56	20:50	20:16	19:28	18:42	17:09	17:06
21	07:42	07:12 16:57-17:31/34	06:30	06:42	06:09	06:00	06:16	06:44	07:12	07:41 17:27-18:02/35	07:15	07:42
	17:33	18:09	18:39	20:09	20:37	20:56	20:49	20:15	19:27	18:41	17:08	17:06
22	07:42	07:10 16:58-17:31/33	06:28	06:41	06:08	06:00	06:17	06:45	07:13	07:42 17:27-18:04/37	07:17	07:43
	17:35	18:10	18:40	20:10	20:38	20:56	20:48	20:13	19:25	18:39	17:08	17:07
23	07:41	07:09 16:59-17:30/31	06:27	06:40	06:08	06:00	06:18	06:46	07:14	07:43 17:26-18:04/38	07:18	07:43
	17:36	18:11	18:41	20:11	20:39	20:56	20:47	20:12	19:24	18:38	17:07	17:07
24	07:40	07:08 17:00-17:28/28	06:25	06:38	06:07	06:01	06:19	06:47	07:15	07:45 17:25-18:04/39	07:19	07:43
	17:37	18:13	18:42	20:12	20:40	20:57	20:47	20:11	19:22	18:37	17:07	17:08
25	07:40	07:06 17:02-17:26/24	06:24	06:37	06:06	06:01	06:20	06:48	07:16	06:46 16:25-17:04/39	07:20	07:44
	17:38	18:14	18:43	20:13	20:41	20:57	20:46	20:09	19:20	17:35	17:06	17:08
26	07:39	07:05 17:04-17:23/19	06:22	06:36	06:06	06:01	06:20	06:49	07:17	06:47 16:24-17:04/40	07:21	07:44
	17:39	18:15	18:43	20:14	20:42	20:57	20:45	20:08	19:19	17:34	17:06	17:09
27	07:38	07:04 17:08-17:20/12	06:20	06:34	06:05	06:02	06:21	06:50	07:18	06:48 16:24-17:04/40	07:22	07:45
	17:40	18:16	18:44	20:15	20:42	20:57	20:44	20:06	19:17	17:33	17:05	17:10
28	07:38	07:02	06:19	06:33	06:04	06:02	06:22	06:50	07:19	06:49 16:24-17:04/40	07:23	07:45
	17:42	18:17	18:45	20:16	20:43	20:57	20:43	20:05	19:15	17:31	17:05	17:10
29	07:37 17:10-17:15/5		07:17	06:32	06:04	06:02	06:23	06:51	07:20	06:50 16:23-17:04/41	07:24	07:45
	17:43		19:46	20:17	20:44	20:57	20:42	20:03	19:14	17:30	17:05	17:11
30	07:36 17:07-17:21/14		07:16	06:30	06:03	06:03	06:24	06:52	07:21	06:51 16:24-17:05/41	07:25	07:46
	17:44		19:47	20:18	20:45	20:57	20:41	20:02	19:12	17:29	17:04	17:12
31	07:35 17:04-17:22/18		07:14		06:03		06:25	06:53		06:52 16:24-17:04/40		07:46
	17:45		19:48		20:46		20:40	20:00		17:28		17:13
Potential sun hours	302	300	370	396	444	446	454	425	374	347	302	293
Sum of minutes with flicker	37	881	0	0	0	0	0	0	0	592	341	0

**WTG: C-07 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !0! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (11)**



Shadow receptors

R-158: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (13)

**Figura 63** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 64** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 33** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA C-07</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
4° gennaio / 4° febbraio	R-158	16.50	17.40	0.40	30.51
3° ottobre / 2° novembre		16.20	18.10	0.40	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



AEROGENERATORE I-01

Tabella 34 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: I-01 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1)

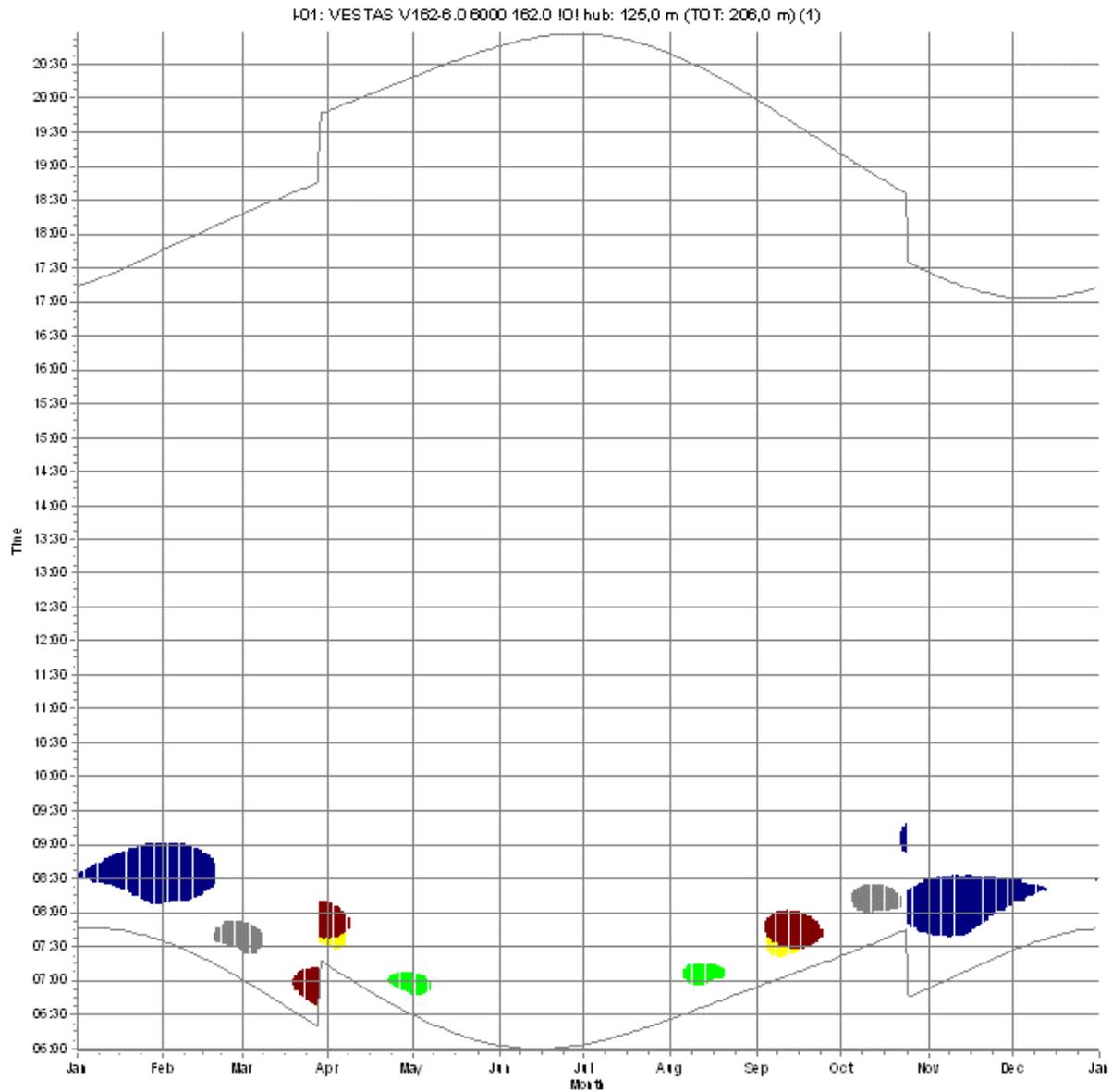
Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
The WTG is always operating

Table with columns for months (January to December) and time intervals. It lists 31 rows of shadow flickering events with start and end times for each month. Summary statistics at the bottom: Potential sun hours 893, Sum of minutes with flicker 374.



**WTG: I-01 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (1)**

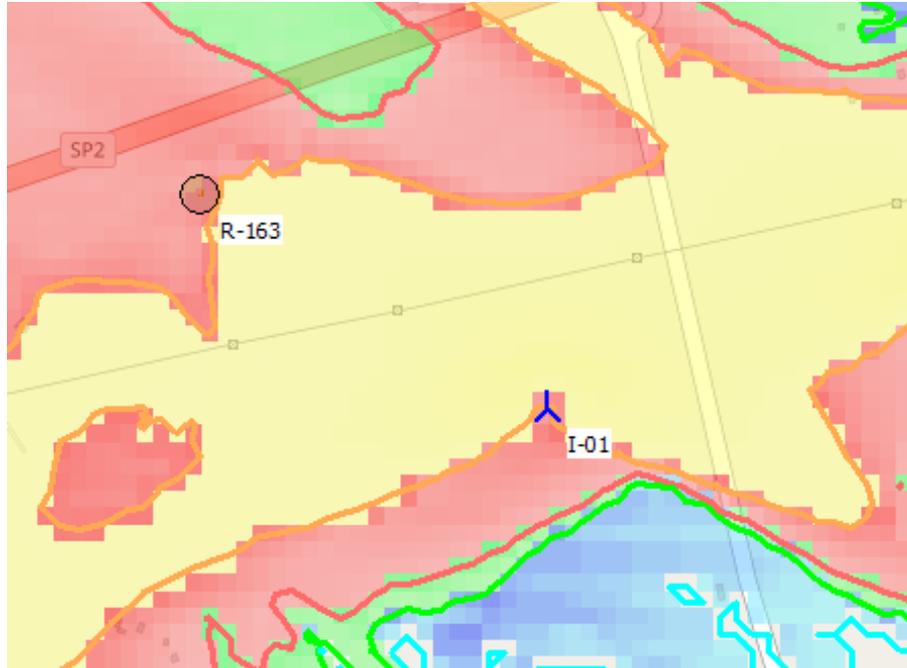


Shadow receptors

 R-13: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)  
 R-15: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (3)  
 R-163: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (14)

 R-19: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)  
 R-198: Shadow Receptor: 1,0 × 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (15)

**Figura 65** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 66** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 35** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA I-01</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
4° marzo / 1° aprile 1° e 2° settembre	R-13	7.30	7.50	0.20	93.09
		7.20	7.45	0.20	
3° febbraio / 1° marzo 1°, 2° e 3° ottobre	R-15	7.20	7.50	0.30	
		8.00	8.30	0.30	
3° marzo / 1° aprile 1°, 2° e 3° settembre	R-19	6.15	8.15	0.40	
		7.30	8.00	0.30	
1° gennaio / 3° febbraio 4° ottobre / 2° dicembre	R-163	8.15	9.00	0.50	
		7.45	9.15	0.50	
3° aprile / 1° maggio 2° e 3° agosto	R-198	6.45	7.15	0.20	
		7.00	7.20	0.20	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



AEROGENERATORE I-02

Tabella 36 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: I-02 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)

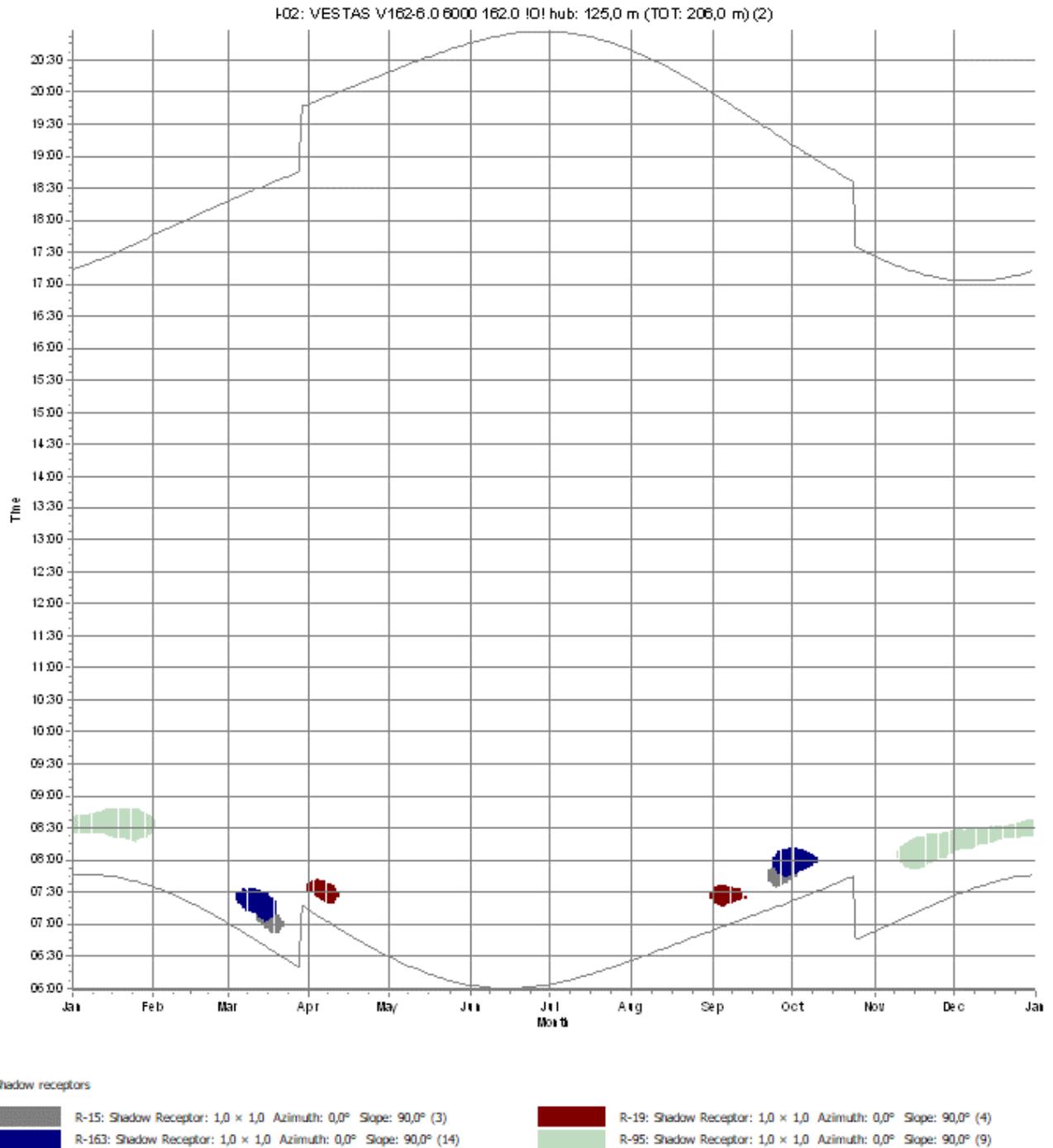
Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:  
 The sun is shining all the day, from sunrise to sunset  
 The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun  
 The WTG is always operating

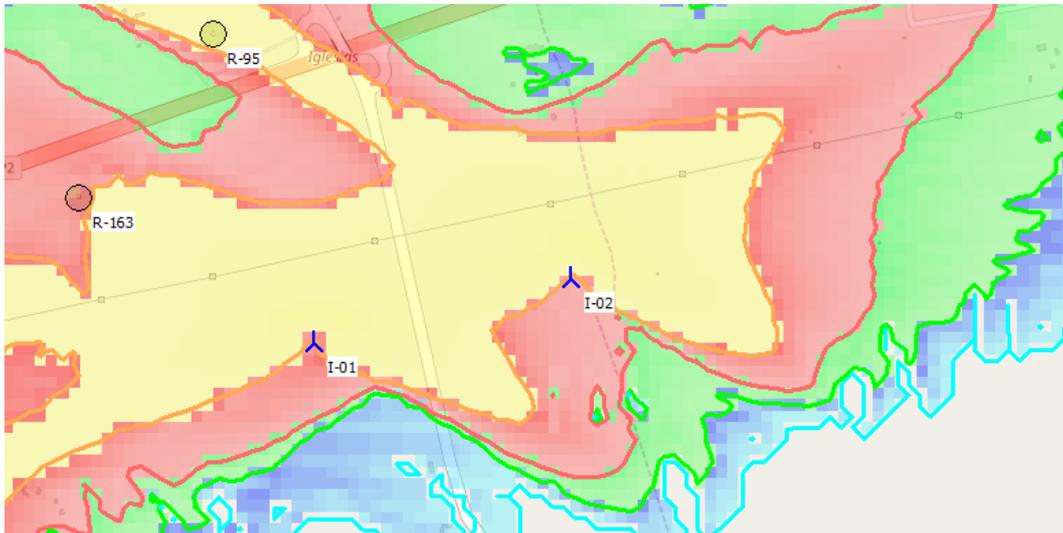
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	17:46	08:31-08:36S	07:00	07:12	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21-07:32(11)	07:43-08:10(27)	07:26
2	17:13	17:46	06:59	07:11	06:28	06:02	06:03	06:26	06:55	07:19-07:34(15)	07:22	07:27
3	17:14	17:47	06:59	07:09	06:26	06:01	06:04	06:27	06:56	07:18-07:35(17)	07:23	07:28
4	17:46	07:31	06:56	07:07	06:25	06:01	06:04	06:28	06:55	07:17-07:35(18)	07:24	07:29
5	17:46	07:30	06:54	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:54	07:17-07:35(18)	07:25	07:30
6	17:46	07:29	06:53	07:04	06:23	06:00	06:05	06:30	06:58	07:18-07:35(17)	07:26	07:31
7	17:46	07:28	06:53	07:05	06:23	06:00	06:05	06:30	06:58	07:19-07:35(17)	07:27	07:32
8	17:46	07:27	06:50	07:01	06:21	06:00	06:07	06:32	07:00	07:20-07:34(14)	07:28	07:33
9	17:46	07:26	06:48	07:00	06:20	06:00	06:07	06:33	07:01	07:21-07:33(12)	07:29	07:34
10	17:20	07:25	06:47	07:00	06:19	06:00	06:08	06:34	07:02	07:22-07:32(10)	07:30	07:35
11	17:46	07:24	06:45	06:57	06:18	06:00	06:09	06:35	07:03	07:23-07:31(8)	07:31	07:36
12	17:22	07:23	06:44	06:55	06:17	06:00	06:10	06:36	07:04	07:24-07:29(5)	07:32	07:37
13	17:23	07:22	06:42	07:00	06:16	06:00	06:10	06:36	07:05	07:24-07:29(5)	07:33	07:38
14	17:24	07:21	06:39	07:01	06:15	06:00	06:11	06:37	07:06	07:25-07:30(5)	07:34	07:39
15	17:45	07:19	06:39	06:57	06:14	06:00	06:11	06:38	07:07	07:26-07:31(5)	07:35	07:40
16	17:26	07:18	06:38	07:03	06:13	06:00	06:12	06:39	07:08	07:27-07:32(5)	07:36	07:41
17	17:44	07:17	06:36	07:04	06:12	06:00	06:13	06:40	07:09	07:28-07:33(5)	07:37	07:42
18	17:32	07:15	06:34	07:05	06:11	06:00	06:14	06:41	07:10	07:29-07:34(5)	07:38	07:43
19	17:30	07:14	06:33	07:06	06:10	06:00	06:14	06:42	07:11	07:30-07:35(5)	07:39	07:44
20	17:31	07:13	06:31	07:07	06:09	06:00	06:15	06:43	07:12	07:31-07:36(5)	07:40	07:45
21	17:32	07:12	06:30	07:08	06:08	06:00	06:16	06:44	07:13	07:32-07:37(5)	07:41	07:46
22	17:41	07:10	06:28	07:09	06:07	06:00	06:17	06:45	07:14	07:33-07:38(5)	07:42	07:47
23	17:41	07:09	06:26	07:10	06:06	06:00	06:18	06:46	07:15	07:34-07:39(5)	07:43	07:48
24	17:40	07:08	06:25	07:11	06:05	06:00	06:19	06:47	07:16	07:35-07:40(5)	07:44	07:49
25	17:38	07:06	06:23	07:12	06:04	06:00	06:20	06:48	07:17	07:36-07:41(5)	07:45	07:50
26	17:39	07:05	06:22	07:13	06:03	06:00	06:21	06:49	07:18	07:37-07:42(5)	07:46	07:51
27	17:38	07:04	06:20	07:14	06:02	06:00	06:22	06:50	07:19	07:38-07:43(5)	07:47	07:52
28	17:40	07:03	06:18	07:15	06:01	06:00	06:23	06:51	07:20	07:39-07:44(5)	07:48	07:53
29	17:41	07:02	06:16	07:16	06:00	06:00	06:24	06:52	07:21	07:40-07:45(5)	07:49	07:54
30	17:42	07:01	06:14	07:17	06:00	06:00	06:25	06:53	07:22	07:41-07:46(5)	07:50	07:55
31	17:43	07:00	06:12	07:18	06:00	06:00	06:26	06:54	07:23	07:42-07:47(5)	07:51	07:56
Sum of minutes with flicker	17:52	300	370	396	444	446	454	465	374	347	302	252
		5	384	157	0	0	0	3	388	154	480	417



**WTG: I-02 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (2)**



**Figura 67** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 68** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 37** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA I-02</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
2° e 3° marzo	R-15	6.50	7.15	0.30	43.56
3° e 4° settembre		7.30	8.00	0.30	
4° marzo / 2° aprile	R-19	7.15	7.45	0.30	
4° agosto / 2° settembre		7.15	7.45	0.30	
2° novembre / 4° gennaio	R-95	7.50	8.45	1.00	
1°, 2° e 3° marzo	R-163	7.00	7.30	0.30	
4° settembre / 1° ottobre		7.45	8.15	0.30	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.110

AEROGENERATORE I-03

Tabella 38 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1   07:46   08:19:08:31/12	07:34   17:34	07:00   18:18	07:13   07:30:07:46/16	06:20   19:27:19:49/22	06:03   19:02:20:17/75	06:03   19:07:20:23/76	06:26   19:18:20:16/59	06:54   07:26:07:37/11	07:21   19:10	06:53   07:26	06:38   17:04
2   17:14   08:20:08:31/11	17:33   18:19	18:18   18:59	07:49   07:29:07:47/18	20:19   06:47:06:51/29	20:57   19:07:20:23/76	20:57   19:07:20:23/76	19:59   06:47:07:20	19:59   07:24:07:38/15	19:10   17:36	17:36   17:04	17:04   17:36
3   07:46   08:21:08:30/9	07:32   17:48	18:20   17:48	07:09   07:27:07:47/20	06:26   19:20:19:53/25	06:01   19:01:20:17/76	06:04   19:08:20:24/76	06:28   06:48:07:07/19	06:55   07:24:07:38/15	19:09   17:09	17:25   17:04	17:04   17:36
4   17:15   08:22:08:30/8	17:48   18:21	18:20   17:48	07:09   07:27:07:47/20	06:26   19:20:19:53/25	06:01   19:01:20:17/76	06:04   19:08:20:24/76	06:28   06:48:07:07/19	06:55   07:24:07:38/15	19:09   17:09	17:25   17:04	17:04   17:36
5   17:15   08:22:08:30/8	17:48   18:21	18:20   17:48	07:09   07:27:07:47/20	06:26   19:20:19:53/25	06:01   19:01:20:17/76	06:04   19:08:20:24/76	06:28   06:48:07:07/19	06:55   07:24:07:38/15	19:09   17:09	17:25   17:04	17:04   17:36
6   07:46   08:22:08:28/3	07:30   17:54	18:22   17:54	07:06   07:24:07:46/22	06:24   19:16:19:59/43	06:01   19:01:20:17/76	06:05   19:08:20:24/76	06:29   19:22:20:12/50	06:57   07:19:07:41/22	19:04   17:22	17:03   17:03	17:03   17:03
7   17:18   08:23:08:28/3	17:52   18:23	18:23   17:52	07:04   07:23:07:46/23	06:22   06:43:06:55/12	06:00   19:02:20:17/75	06:05   19:08:20:23/75	06:30   19:23:20:11/48	06:58   07:18:07:41/23	19:04   17:22	17:03   17:03	17:03   17:03
8   17:18   08:23:08:28/3	17:52   18:23	18:23   17:52	07:04   07:23:07:46/23	06:22   06:43:06:55/12	06:00   19:02:20:17/75	06:05   19:08:20:23/75	06:30   19:23:20:11/48	06:58   07:18:07:41/23	19:04   17:22	17:03   17:03	17:03   17:03
9   17:19   08:24:08:28/3	17:53   18:24	18:24   17:53	07:05   07:23:07:46/22	06:24   06:44:06:56/15	06:00   19:02:20:17/76	06:05   19:08:20:24/76	06:30   19:23:20:11/48	06:58   07:18:07:41/23	19:04   17:22	17:03   17:03	17:03   17:03
10   17:19   08:24:08:28/3	17:53   18:24	18:24   17:53	07:05   07:23:07:46/22	06:24   06:44:06:56/15	06:00   19:02:20:17/76	06:05   19:08:20:24/76	06:30   19:23:20:11/48	06:58   07:18:07:41/23	19:04   17:22	17:03   17:03	17:03   17:03
11   07:46   08:25:08:28/3	07:30   17:54	18:22   17:54	07:01   07:23:07:43/20	06:21   19:12:20:03/51	06:00   19:02:20:17/76	06:07   19:08:20:24/76	06:32   19:26:20:08/42	07:00   07:20:07:41/21	18:59   17:19	17:03   17:03	17:03   17:03
12   07:46   08:25:08:28/3	07:30   17:54	18:22   17:54	07:01   07:23:07:43/20	06:21   19:12:20:03/51	06:00   19:02:20:17/76	06:07   19:08:20:24/76	06:32   19:26:20:08/42	07:00   07:20:07:41/21	18:59   17:19	17:03   17:03	17:03   17:03
13   07:46   08:25:08:28/3	07:30   17:54	18:22   17:54	07:01   07:23:07:43/20	06:21   19:12:20:03/51	06:00   19:02:20:17/76	06:07   19:08:20:24/76	06:32   19:26:20:08/42	07:00   07:20:07:41/21	18:59   17:19	17:03   17:03	17:03   17:03
14   07:45   08:26:08:28/3	07:29   17:53	18:21   17:53	07:00   07:24:07:42/18	06:20   19:10:20:04/54	06:00   19:03:20:19/76	06:07   19:09:20:24/75	06:33   19:28:20:06/28	07:01   07:21:07:41/20	18:58   17:18	17:03   17:03	17:03   17:03
15   07:45   08:26:08:28/3	07:29   17:53	18:21   17:53	07:00   07:24:07:42/18	06:20   19:10:20:04/54	06:00   19:03:20:19/76	06:07   19:09:20:24/75	06:33   19:28:20:06/28	07:01   07:21:07:41/20	18:58   17:18	17:03   17:03	17:03   17:03
16   17:27   08:27:08:28/3	17:56   18:27	18:26   17:56	07:05   07:25:07:46/15	06:27   06:38:06:57/19	06:00   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:56   17:17	17:03   17:03	17:03   17:03
17   17:27   08:27:08:28/3	17:56   18:27	18:26   17:56	07:05   07:25:07:46/15	06:27   06:38:06:57/19	06:00   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:56   17:17	17:03   17:03	17:03   17:03
18   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
19   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
20   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
21   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
22   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
23   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
24   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
25   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
26   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
27   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
28   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
29   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
30   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
31   07:45   08:28:08:28/3	07:24   17:58	18:28   17:58	06:57   07:27:07:38/11	06:18   19:08:20:05/57	06:59   19:03:20:19/76	06:09   19:09:20:24/75	06:34   19:32:20:00/28	07:03   07:23:07:40/17	18:55   17:16	17:03   17:03	17:03   17:03
Sum of minutes with flicker	302	40	396	216	446	454	2447	374	347	302	263
Potential sun hours	302	40	396	216	446	454	2447	374	347	302	263

WTG: I-03 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125.0 m (TOT: 206.0 m) (3)

Assumptions for shadow calculations

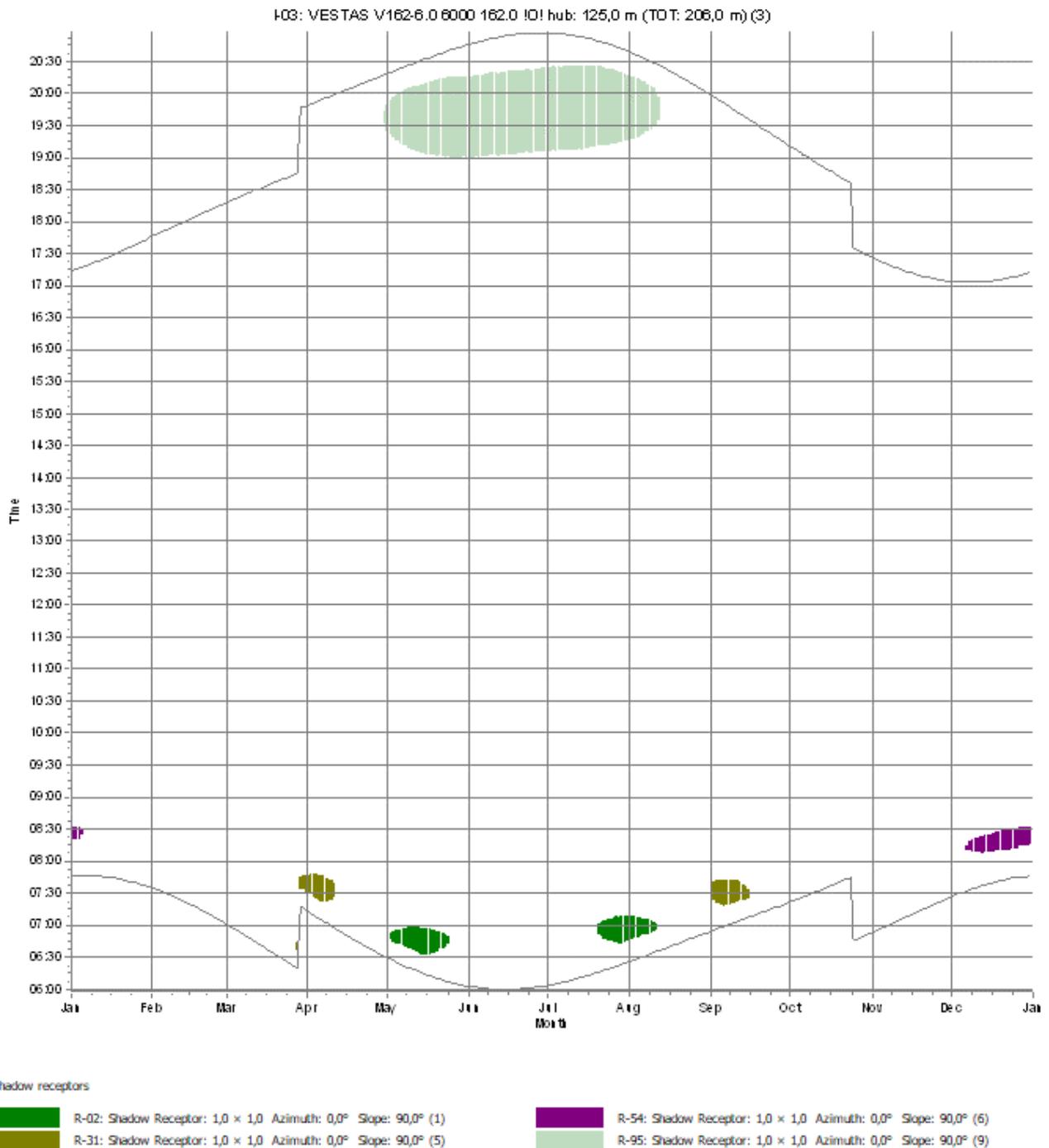
- The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
- The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
- The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
- The WTG is always operating

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

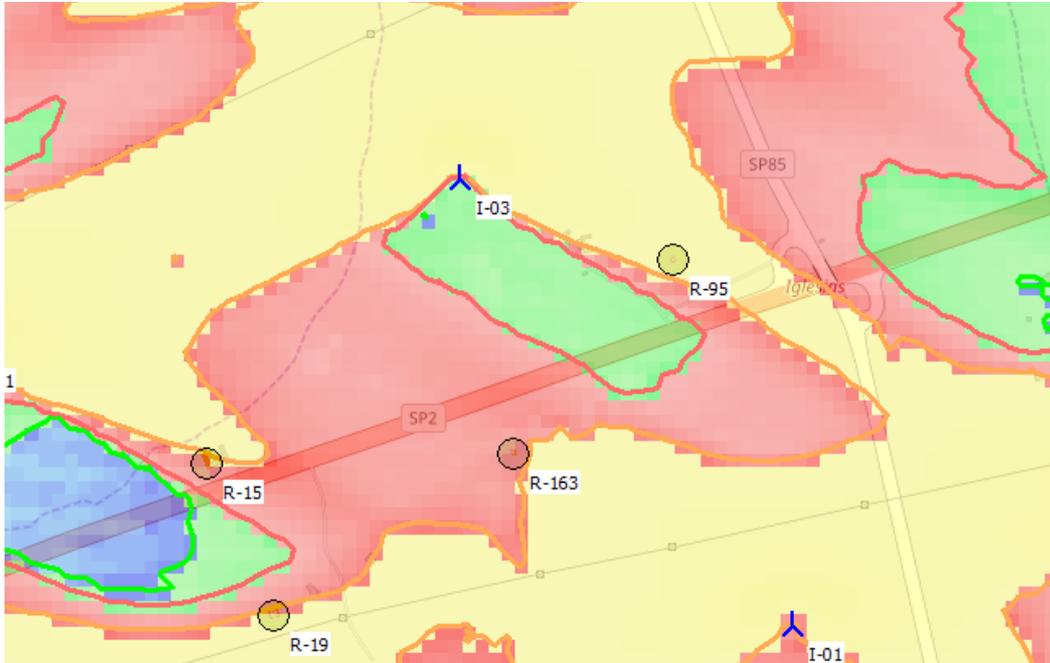
Comm.: C20-033-S05



**WTG: I-03 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (3)**



**Figura 69** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 70** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 39** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA I-03</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
1° , 2° e 3° marzo	R-02	6.30	7.00	0.30	<b>142.04</b>
3° luglio / 2° agosto		6.45	7.15	0.30	
4° marzo / 1° aprile	R-31	7.20	7.50	0.40	
1° e 2° settembre		7.20	7.50	0.40	
2° dicembre / 1° gennaio	R-54	8.15	8.40	0.30	
1° maggio / 2° agosto	R-95	19.00	20.30	1.30	



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.113

AEROGENERATORE I-04

Tabella 40 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering indotti dall'aerogeneratore

WTG: I-04 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)

Assumptions for shadow calculations

The calculated times are "worst case" given by the following assumptions:
The sun is shining all the day, from sunrise to sunset
The rotor plane is always perpendicular to the line from the WTG to the sun
The WTG is always operating

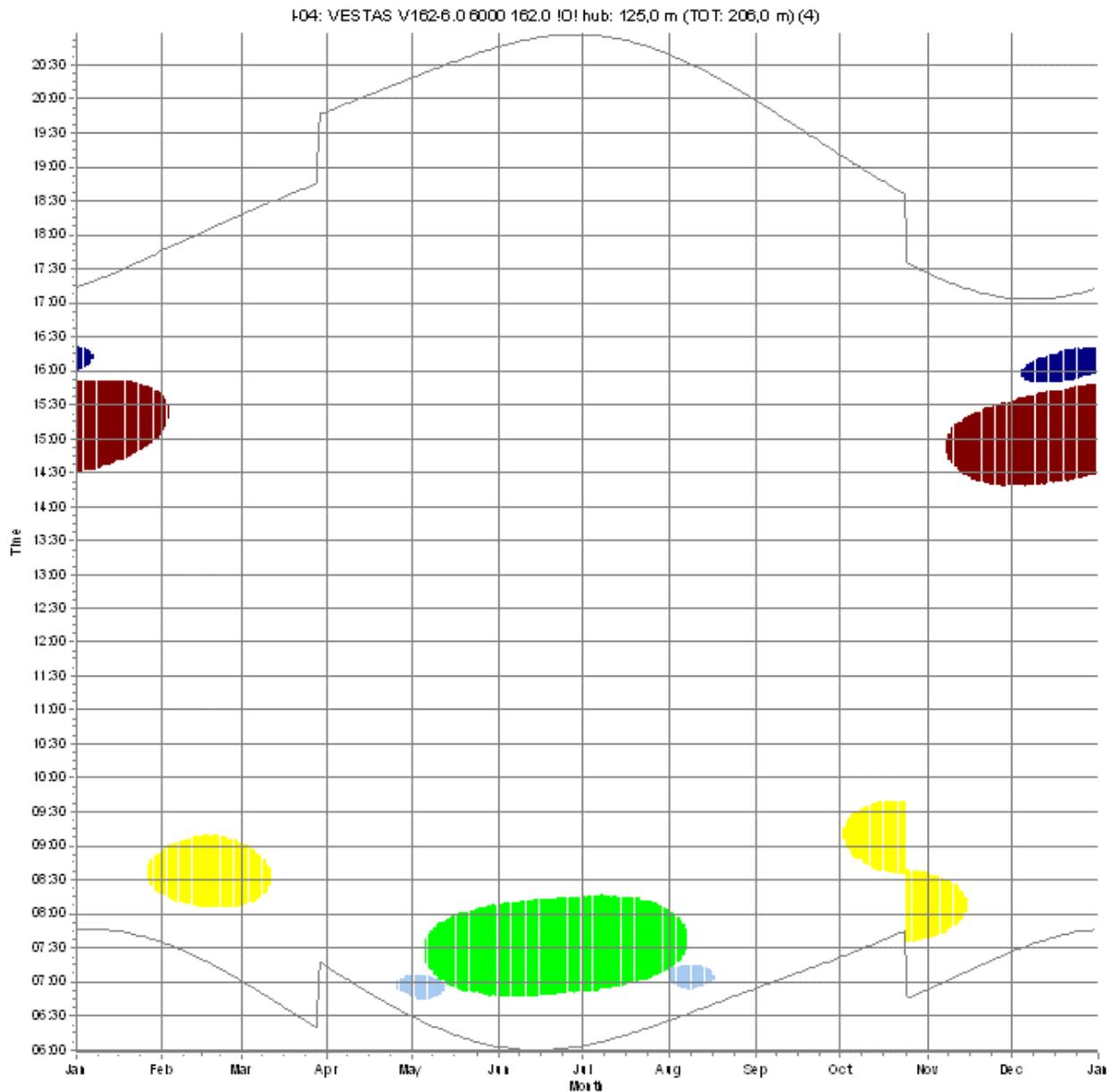
Table with columns for months (January to December) and time intervals. It lists shadow flickering events with start and end times for each month. Totals at the bottom: 302, 249, 300, 1615, 428, 396, 54, 1767, 146, 2473, 464, 2773, 425, 500, 374, 0, 1335, 302, 1650, 2860.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05



**WTG: I-04 - VESTAS V162-6.0 6000 162.0 !O! hub: 125,0 m (TOT: 206,0 m) (4)**

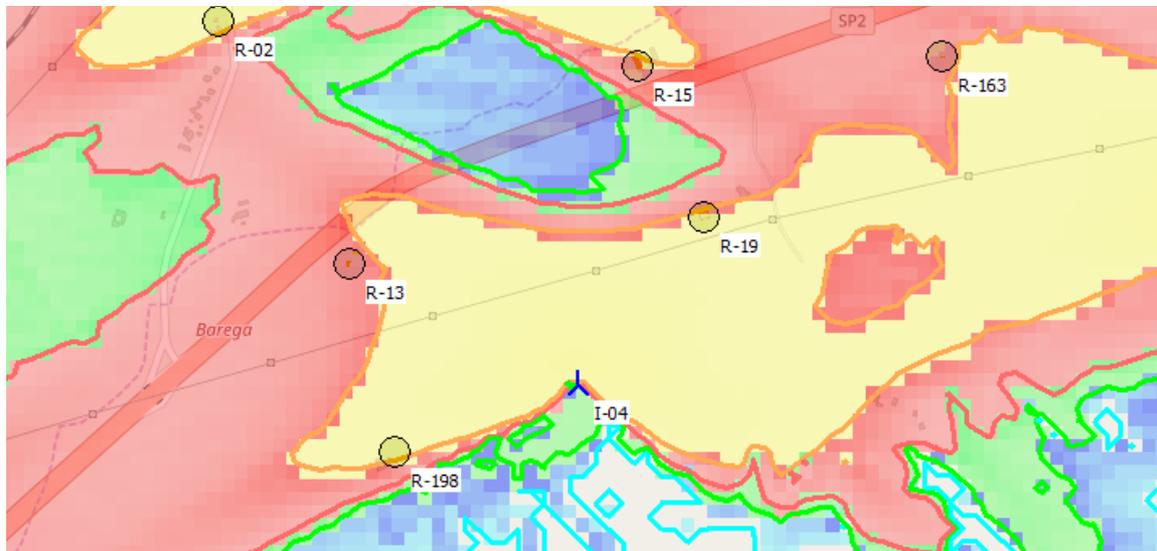


Shadow receptors

 R-13: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (2)  
 R-163: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (14)  
 R-19: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)

 R-198: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (15)  
 R-96: Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (10)

**Figura 71** Diagramma grafico dei periodi dell'anno in cui si verifica l'effetto shadow flickering da parte dell'aerogeneratore



**Figura 72** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno indotto dall'aerogeneratore

**Tabella 41** Riepilogo del calcolo del fenomeno di shadow flickering indotto dall'aerogeneratore nel WORST CASE

<b>TURBINA I-04</b>					
Periodo (da sett. n° / a sett. n°)	Ricettori	Fascia oraria in cui si verifica il fenomeno		Shadow WORST CASE	
				Durata massima approssimativa (ore / giorno)	Durata totale (ore / anno)
4° gennaio / 2° marzo	R-13	8.10	9.10	1.00	295.24
1° ottobre / 2° novembre		7.30	9.40	1.15	
2° novembre / 1° febbraio	R-19	14.20	15.50	1.30	
4° aprile / 2° maggio	R-96	6.45	7.10	0.30	
1° e 2° agosto		6.50	7.15	0.30	
1° dicembre / 1° gennaio	R-163	15.20	16.20	0.30	
1° maggio / 1° agosto	R-198	6.20	8.15	1.30	

## 7 METODOLOGIA DI CALCOLO “REAL CASE” DELLO SHADOW FLICKERING

Come già riportato nei paragrafi precedenti, i diagrammi e le liste elaborati nel WORST CASE, sono rappresentativi delle condizioni di uno *shadow flickering* che nella realtà non hanno alcuna possibilità di verificarsi. In particolare, nei documenti citati, viene riportato il valore massimo di ore /anno di ombreggiamento su superficie orizzontale in ciascun punto nell'intorno delle opere in progetto. Tale valore massimo di ombreggiamento rappresenta pertanto il numero di ore di fenomeno di *shadow flickering* che non ha alcuna probabilità di essere superato nel corso di un anno. Dal punto di vista matematico, tale valore prende il nome di P0, ovverosia quel numero di ore di fenomeno di *shadow flickering* che ha una probabilità dello zero per cento di essere superato nel corso di un anno.

Per quanto riguarda il “REAL CASE” si hanno più opzioni di valutazione tra le cui scegliere come, per esempio, il calcolo del P50 che, per analogia, è un'estensione del concetto precedente (P0) e cioè quel valore di ore di fenomeno di shadow flickering che ha una probabilità del 50 per cento (P50) di essere superato nel corso di un anno. In pratica, ogni anno si hanno le stesse probabilità (50%) di stare sopra o di stare sotto a questo valore P50. Orbene, per la legge dei grandi numeri, si ha che nel corso di un periodo di molti anni (al quale può essere assimilato il periodo ventennale ed oltre di vita attesa dell'impianto) il valore medio di un qualunque fenomeno stocastico tende ad approssimare proprio il valore P50.

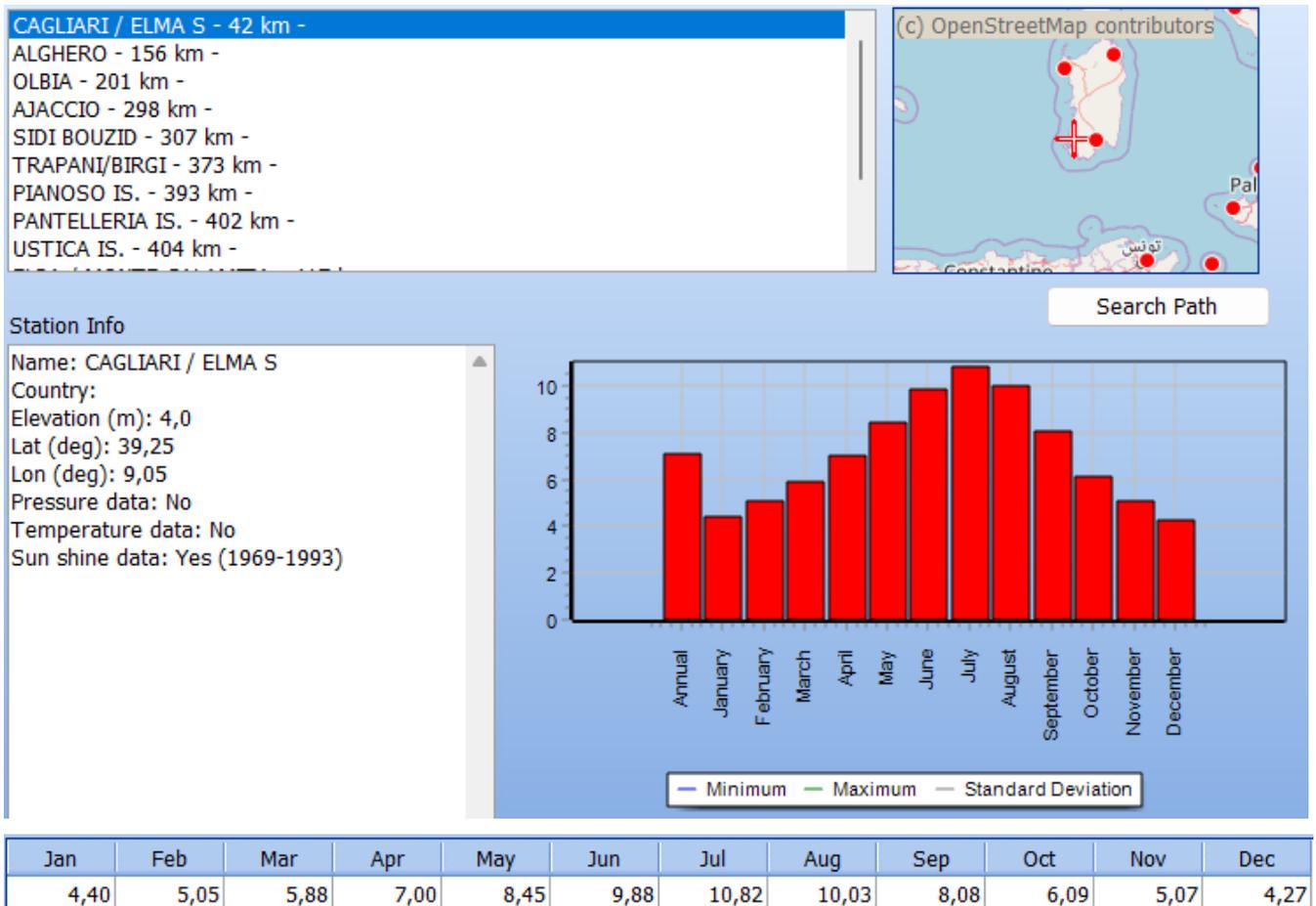
Un'altra opzione di calcolo dello shadow flickering, sempre nel caso del Real Case, è basata sull'interpolazione dei dati statistici di ore di sole ricavati da data base di stazioni climatiche presenti nell'intorno delle aree di studio e le ore attese di operatività dell'impianto.

Entrambi i metodi si basano sulle cosiddette incertezze date dalla possibile presenza di manto nuvoloso, assenza di vento e orientamento del rotore in direzione non ortogonale alla congiungente ricettore-sole, ma sicuramente il secondo metodo, essendo basato su dati statistici (in genere raccolti in decine di anni), è quello che più si avvicina alla realtà dei luoghi e all'attività attesa.

Per il caso in esame, essendo in possesso dei dati necessari, si è optato per il calcolo del Real Case basato su dati statistici. Ritornando al discorso della quantificazione delle incertezze, la prima incertezza (ovvero quella dovuta alla possibile presenza di manto nuvoloso) può essere determinata sulla base della probabilità mensile di presenza di radiazione solare diretta desumibile o da stazioni meteorologiche o da rilevamenti satellitari. In particolare, per il progetto in esame si è utilizzata la banca dati ultra ventennale della stazione climatica “Cagliari”.

I risultati per il progetto in esame vengono mostrati nella seguente tabella.

**Tabella 42** Output dei dati di DSH tratto dalla banca dati della stazione climatica di "Cagliari".



Sulla base di questi dati è possibile quantificare l'errore percentuale che si commette nell'ipotizzare l'assenza di manto nuvoloso. Tale errore (da intendersi matematicamente come incertezza percentuale) viene definito per fasce orarie mensili.

Per quanto riguarda le altre due incertezze, similmente a quanto appena descritto e a partire dall'analisi dei dati anemometrici e dalla producibilità attesa del sito, è possibile quantificare le ore di operatività dell'impianto per settore di provenienza (tabella seguente) così come l'errore percentuale che si commette nell'ipotizzare l'orientamento del rotore in direzione sempre ortogonale alla congiungente ricettore-sole.

**Tabella 43** Output delle ore di operatività attesa per i 16 settori di provenienza.

m/s	0	22,5	45	67,5	90	112,5	135	157,5	180	202,5	225	247,5	270	292,5	315	337,5	%	
4 - 5	42	40	45	35	38	29	31	62	64	77	167	51	64	32	60	70	10,4%	
5 - 6	35	34	41	36	35	32	49	45	41	73	152	36	78	35	67	70	9,8%	
6 - 7	42	35	45	34	36	32	28	47	47	62	121	41	55	43	46	55	8,8%	
7 - 8	24	24	44	34	24	19	25	45	29	55	151	23	29	55	39	33	7,5%	
8 - 9	19	19	40	35	19	7	24	41	15	51	125	16	25	52	35	25	6,3%	
9 - 10	15	14	32	32	12	9	18	29	12	38	107	12	18	29	33	18	4,9%	
10 - 11	10	11	18	17	11	7	17	24	8	36	89	8	15	35	26	15	4,0%	
11 - 12	8	8	16	21	10	6	11	22	7	24	67	5	12	26	19	12	3,1%	
12 - 13	5	7	13	19	7	5	12	17	3	19	47	4	9	21	14	9	2,4%	
13 - 14	3	6	7	20	6	3	11	16	3	10	31	3	5	14	9	5	1,7%	
14 - 15	2	10	4	26	10	2	10	11	0	6	22	1	5	8	7	5	1,4%	
15 - 16	1	1	2	25	1	0	5	8	0	3	10	1	2	6	3	2	0,8%	
16 - 17	1	0	1	25	0	0	4	4	0	2	7	1	2	4	3	2	0,6%	
17 - 18	0	0	0	18	0	0	2	2	0	0	2	0	1	2	1	1	0,3%	
18 - 19	0	0	0	12	0	0	2	2	0	0	1	0	0	1	1	0	0,2%	
19 - 20	0	0	0	6	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1%	
20 - 21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	
21 - 22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	
22 - 23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	
23 - 24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,0%	
%	2,4%	2,4%	3,5%	4,5%	2,4%	1,7%	2,9%	4,3%	2,6%	5,2%	12,6%	2,3%	3,6%	4,2%	4,1%	3,7%		
tot. Ore	5464,7	ore per sett.	207	210	309	396	209	151	250	376	229	457	1101	201	320	364	363	321

### Operational time

N NNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW Sum  
207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

In "Operational Time" sono indicate, in genere, le ore di operatività delle macchine per cui si prevede una velocità del vento superiore al Cut-In dell'aerogeneratore (3 m/s) e inferiore al suo Cut-Off (24 m/s): prima del Cut-in e oltre il Cut-Off il rotore sarà fermo e non produrrà alcun effetto di Shadow Flickering ma solo una Fixed Shadow delle 3 pale. Bisogna considerare, inoltre, che fino a circa 4-5 m/s le rotazioni RPM sono molto lievi (Idling) e quindi epurando anche queste ore "Very Low Work" si otterrà una riduzione sul totale delle ore/anno stimate nel 37,63%.

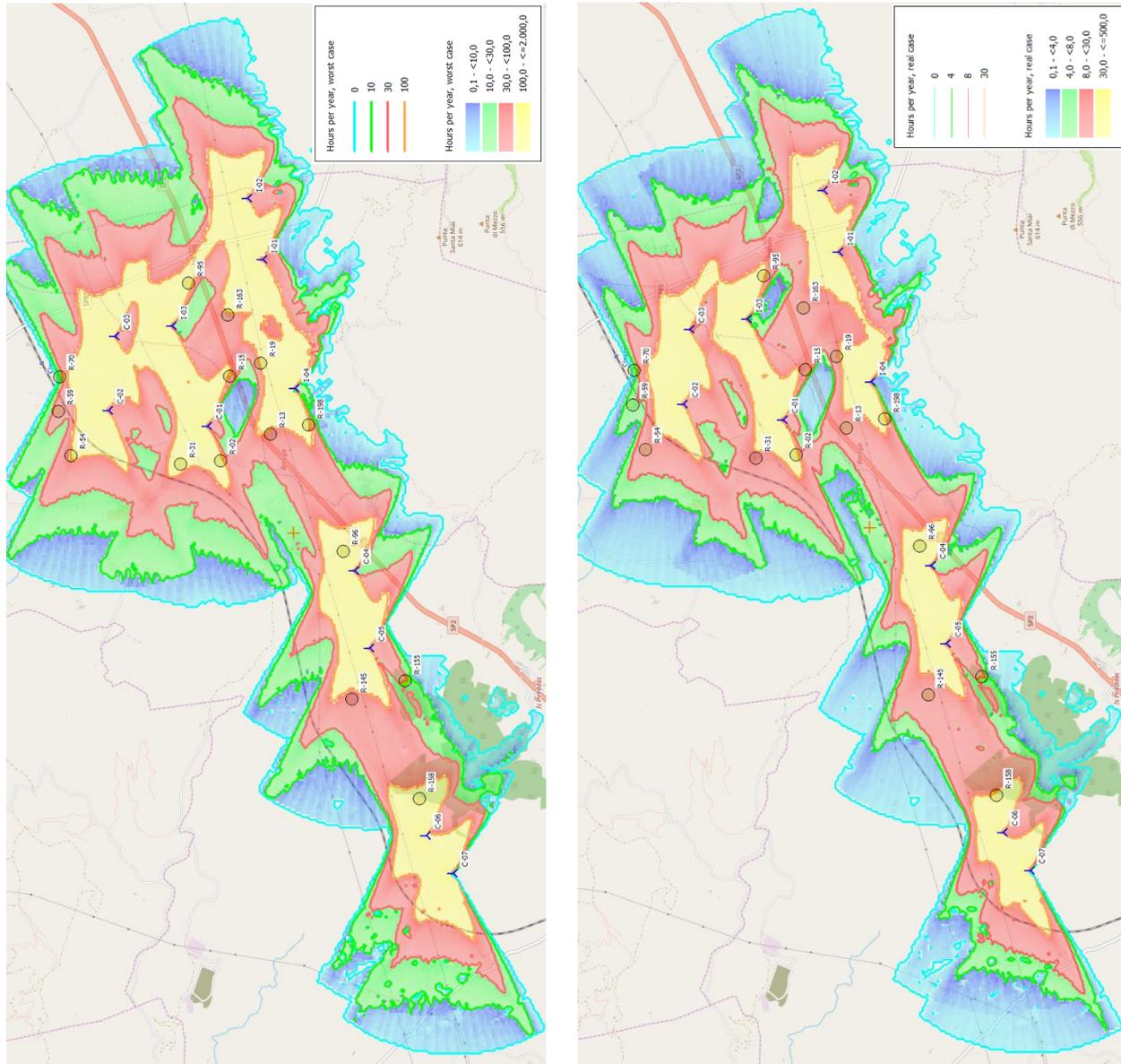
Oltre che delle medie giornaliere di irraggiamento solare e delle ore di operatività per i 16 settori, il calcolo terrà conto delle seguenti ipotesi:

- Altezza minima di 3° gradi sopra l'orizzonte per l'influenza del sole;
- Nessun limite spaziale alla distanza di influenza;
- Day step di 1 giorno;
- Time step di 1 minuto;
- Dati altimetrici Project Wizard Elevation Data Grid (Italian Elevation Model (TINITALY) - 10m);
- Altezza di visuale di calcolo ZVI di 1,5 m;
- Risoluzione griglia di calcolo ZVI di 1,0 m;
- Ombre topografiche incluse nel calcolo.;

Interpolando i dati precedenti si ottiene la stima del fenomeno nel *REAL CASE* calcolata per ogni periodo e per ogni ricevitore o turbina come riportato di seguito.

## 8 RISULTATI DI CALCOLO NEL CASO "REAL CASE"

Di seguito si riportano i risultati di Worst e Real Case sia attraverso il confronto delle mappe sia attraverso opportuna tabella del valore massimo di ombreggiamento annuo su superficie orizzontale indotta dalle opere in progetto.



**Figura 73** Rappresentazioni grafiche dell'ombreggiamento messe a confronto: "Worst Case" a sinistra e "Real Case" a destra

**Tabella 44** Confronto tra i risultati di Worst e Real Case dello Shadow F. dovuto agli aerogeneratori di progetto

<b>Turbina</b>	<b>Shadow WORST CASE (ore / anno)</b>	<b>Shadow REAL CASE (ore / anno)</b>	<b>Percentuale di decremento delle ore/anno di shadow da worst a real case</b>
<b>C-01</b>	339,47	75,31	-77,82%
<b>C-02</b>	100,47	16,37	-83,71%
<b>C-03</b>	71,21	13,23	-81,42%
<b>C-04</b>	355,34	80,23	-77,42%
<b>C-05</b>	83,17	16,33	-80,37%
<b>C-06</b>	124,19	28,28	-77,23%
<b>C-07</b>	30,51	6,24	-79,55%
<b>I-01</b>	93,09	17,12	-81,61%
<b>I-02</b>	43,56	7,52	-82,74%
<b>I-03</b>	142,04	33,52	-76,40%
<b>I-04</b>	295,24	66,07	-77,62%

Come si può notare dal confronto proposto sia nell'immagine sia nella tabella precedente, con il calcolo in Real Case si ha un sensibile abbattimento delle ore di shadow flickering per anno. A seguire un'analisi puntuale per ogni ricettore.



**PARCO EOLICO "CARBONIA"**  
**RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE  
 DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI  
 (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")**



27/05/2022

REV: 1

Pag.121

**8.1 ANALISI DEI RISULTATI "REAL CASE"**

**RICETTORE R-02**

**Tabella 45** Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

**Calculation: Real Case Shadow receptor: R-02 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (1)**  
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]  
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time

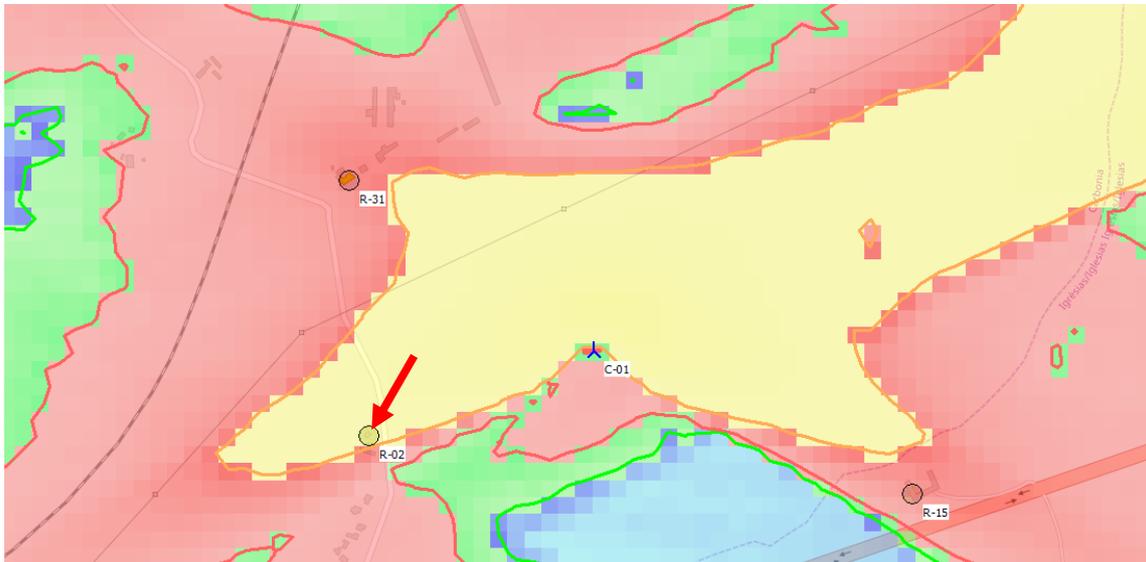
N NINE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WINW NW NNW Sum  
 207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:46	07:34	07:50	07:12	06:29	06:02	06:47 (C-01)	06:25	06:46 (C-01)	06:54	06:21	07:26
2	07:46	07:33	06:59	07:11	06:28	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:26	06:46 (C-01)	06:55	06:20	07:26
3	07:46	07:32	06:58	07:09	06:27	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:27	06:47 (C-01)	06:56	06:22	07:27
4	07:46	07:31	06:57	07:08	06:26	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:28	06:48 (C-01)	06:57	06:23	07:28
5	07:46	07:30	06:56	07:07	06:25	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:29	06:49 (C-01)	06:58	06:24	07:29
6	07:46	07:29	06:55	07:06	06:24	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:30	06:50 (C-01)	06:59	06:25	07:30
7	07:46	07:28	06:54	07:05	06:23	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:31	06:51 (C-01)	07:00	06:26	07:31
8	07:46	07:27	06:53	07:04	06:22	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:32	06:52 (C-01)	07:01	06:27	07:32
9	07:46	07:26	06:52	07:03	06:21	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:33	06:53 (C-01)	07:02	06:28	07:33
10	07:46	07:25	06:51	07:02	06:20	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:34	06:54 (C-01)	07:03	06:29	07:34
11	07:46	07:24	06:50	07:01	06:19	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:35	06:55 (C-01)	07:04	06:30	07:35
12	07:46	07:23	06:49	06:59	06:18	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:36	06:56 (C-01)	07:05	06:31	07:36
13	07:45	07:22	06:48	06:58	06:17	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:37	06:57 (C-01)	07:06	06:32	07:37
14	07:45	07:21	06:47	06:57	06:16	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:38	06:58 (C-01)	07:07	06:33	07:38
15	07:45	07:20	06:46	06:56	06:15	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:39	06:59 (C-01)	07:08	06:34	07:39
16	07:44	07:18	06:45	06:55	06:14	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:40	07:00 (C-01)	07:09	06:35	07:40
17	07:44	07:17	06:44	06:54	06:13	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:41	07:01 (C-01)	07:10	06:36	07:41
18	07:44	07:16	06:43	06:53	06:12	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:42	07:02 (C-01)	07:11	06:37	07:42
19	07:43	07:14	06:42	06:52	06:11	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:43	07:03 (C-01)	07:12	06:38	07:43
20	07:43	07:13	06:41	06:51	06:10	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:44	07:04 (C-01)	07:13	06:39	07:44
21	07:42	07:12	06:40	06:50	06:09	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:45	07:05 (C-01)	07:14	06:40	07:45
22	07:42	07:11	06:39	06:49	06:08	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:46	07:06 (C-01)	07:15	06:41	07:46
23	07:41	07:09	06:38	06:48	06:07	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:47	07:07 (C-01)	07:16	06:42	07:47
24	07:40	07:08	06:37	06:47	06:06	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:48	07:08 (C-01)	07:17	06:43	07:48
25	07:40	07:07	06:36	06:46	06:05	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:49	07:09 (C-01)	07:18	06:44	07:49
26	07:39	07:06	06:35	06:45	06:04	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:50	07:10 (C-01)	07:19	06:45	07:50
27	07:38	07:05	06:34	06:44	06:03	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:51	07:11 (C-01)	07:20	06:46	07:51
28	07:37	07:04	06:33	06:43	06:02	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:52	07:12 (C-01)	07:21	06:47	07:52
29	07:37	07:03	06:32	06:42	06:01	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:53	07:13 (C-01)	07:22	06:48	07:53
30	07:36	07:02	06:31	06:41	06:00	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:54	07:14 (C-01)	07:23	06:49	07:54
31	07:35	07:01	06:30	06:40	05:59	06:01 (C-01)	06:41 (C-01)	06:55	07:15 (C-01)	07:24	06:50	07:55
Potential sun hours	302	300	370	396	441	416	451	425	371	317	302	293
Total, worse case						2617	2574				497	
Sun time, real						0,62	0,62				0,13	
Wind dir. red.						0,66	0,66				0,66	
Total reduction						0,24	0,31				0,30	
Total, real						505	787				150	

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 74** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.



**Figura 75** immagine satellitare e foto del ricettore

Per il ricettore REC-02 si ha una classificazione catastale "A-04" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. Il ricettore sembrerebbe subire il fenomeno dello shadow, prevalentemente dall'aerogeneratore C-01 che si trova a est rispetto al ricettore, per un massimo di circa 36 ore l'anno. Inoltre, come si può vedere dalle immagini sopra riportate, il fabbricato non espone alcuna finestratura ortogonalmente alla direttrice del fenomeno di ombreggiamento generato dall'aerogeneratore e tra il generatore e il ricettore è presente una fascia boscata con alberi ad alto fusto che scherma quasi completamente il fenomeno. Quindi si può concludere che per il ricettore in questione il fenomeno è irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.123

RICETTORE R-13

Tabella 46 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real CaseShadow receptor: R-13 - Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (2)
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI/ELMA S]
Assumptions for shadow calculations

Table with columns for months (January to December) and rows for each day, containing numerical data for shadow flickering events.

Operational time

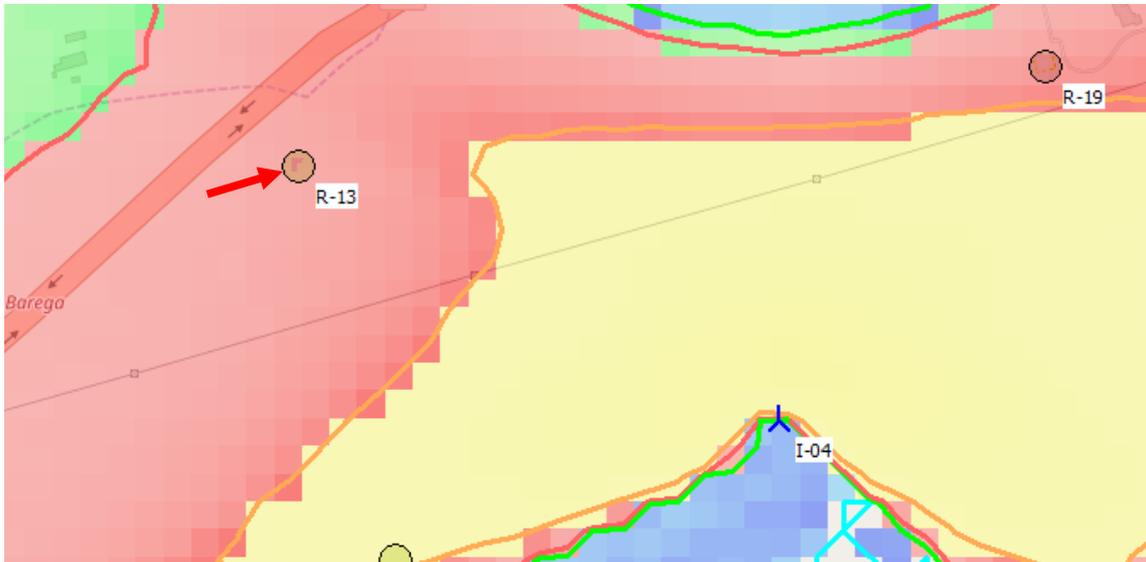
N NINE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WINW NW NNW Sum
207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

Potential sum hours: 302
Total worst case: 396
Total best case: 444
Oper. time red.: 0.62
Wind dir. red.: 0.63
Total reduction: 0.18

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 76** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.

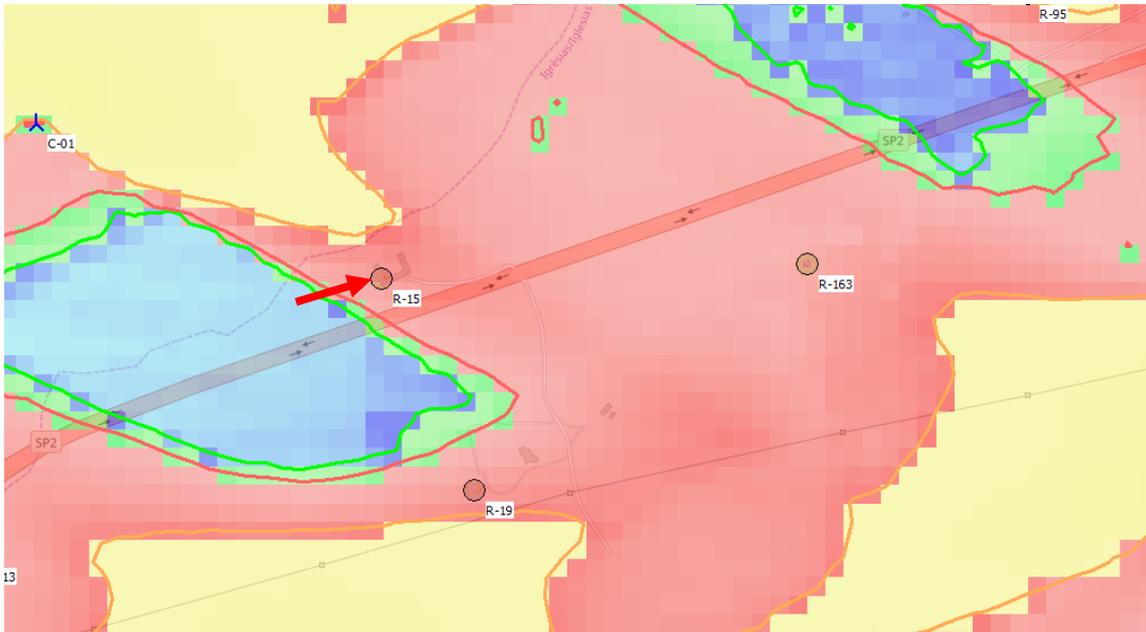


**Figura 77** immagine satellitare e foto del ricettore

Per il ricettore R-13 si ha una classificazione catastale "A-02" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. Come si può vedere dalle immagini, il fabbricato sembra più che altro utilizzato occasionalmente. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 15 ore l'anno, di per sè già irrilevante, ma comunque sovrastimato in quanto non si tiene conto della presenza di alberi ad alto fusto attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.





**Figura 78** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 79** *immagine satellitare e foto del ricettore*

Per il ricettore R-04 si ha una classificazione catastale "A-3" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 15 ore l'anno, di per sè già irrilevante, ma comunque sovrastimato in quanto non si tiene conto della presenza di alberi ad alto fusto attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno. Inoltre, il ricettore sembrerebbe utilizzato prevalentemente per attività di pastorizia. Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.127

RICETTORE R-19

Tabella 48 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

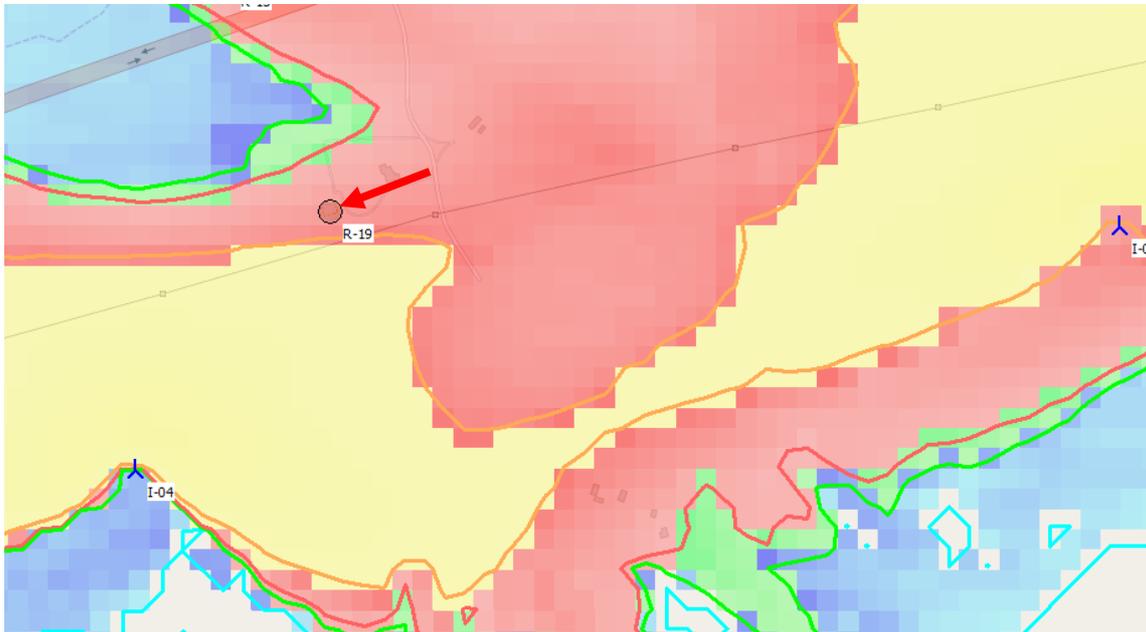
Calculation: Real CaseShadow receptor: R-19 - Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (4)
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]
Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Table with columns for months (January to December) and various metrics including sunrise probability, operational time, and shadow flickering events. Includes a summary row at the bottom for 'Potential sun hours'.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 80** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 81** *immagine satellitare e foto del ricettore*

Per il ricettore R-19 si ha una classificazione catastale "A-02" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 23 ore l'anno, di per sè già irrilevante, ma comunque sovrastimato in quanto non si tiene conto della presenza di alberi ad alto fusto e vegetazione attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.129

RICETTORE R-31

Tabella 49 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real CaseShadow receptor: R-31 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (5)
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time

N NINE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WINW NW NNW Sum
207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

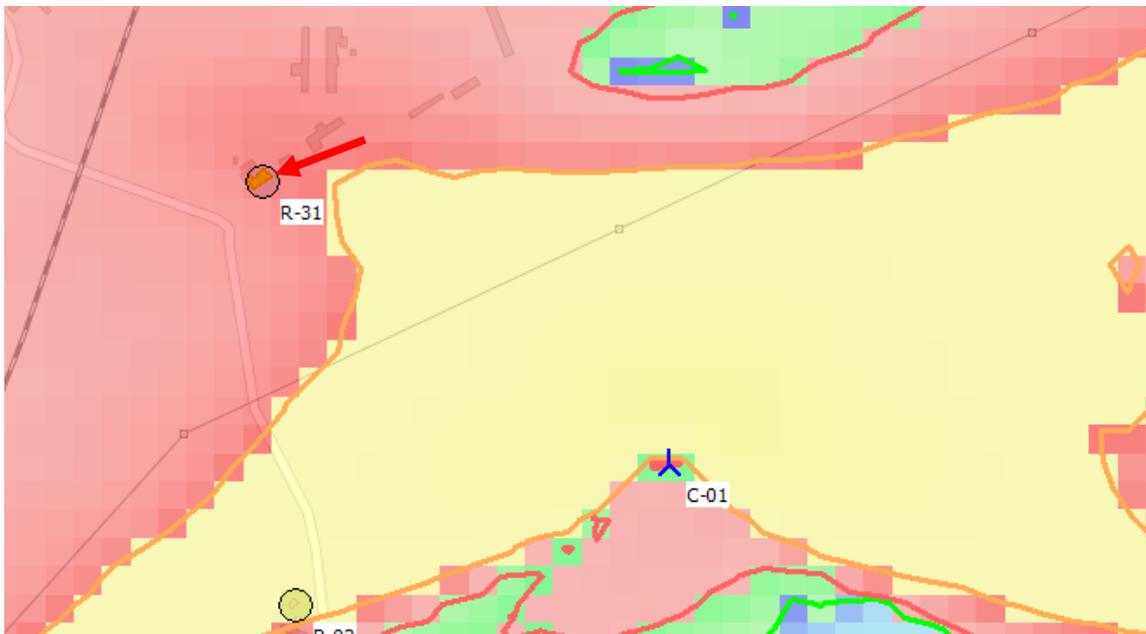
Table with columns for months (January to December) and rows for individual events, including time, duration, and probability.

Probable flicker events: 302
Sun reduction: 0,15
Wind direction: 0,54
Wind speed: 0,18
Total reduction: 0,83

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 82** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 83** *immagine satellitare del ricettore*

Per il ricettore R-31 si ha una classificazione catastale "A-03" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 26 ore l'anno. Come per i ricettori precedenti, bisogna considerare anche la presenza degli alberi ad alto fusto presenti attorno al ricettore che schermano e riducono il già trascurabile fenomeno di shadow.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.131

RICETTORE R-54

Tabella 50 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real CaseShadow receptor: R-54 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (6)
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time

N NINE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW Sum
207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

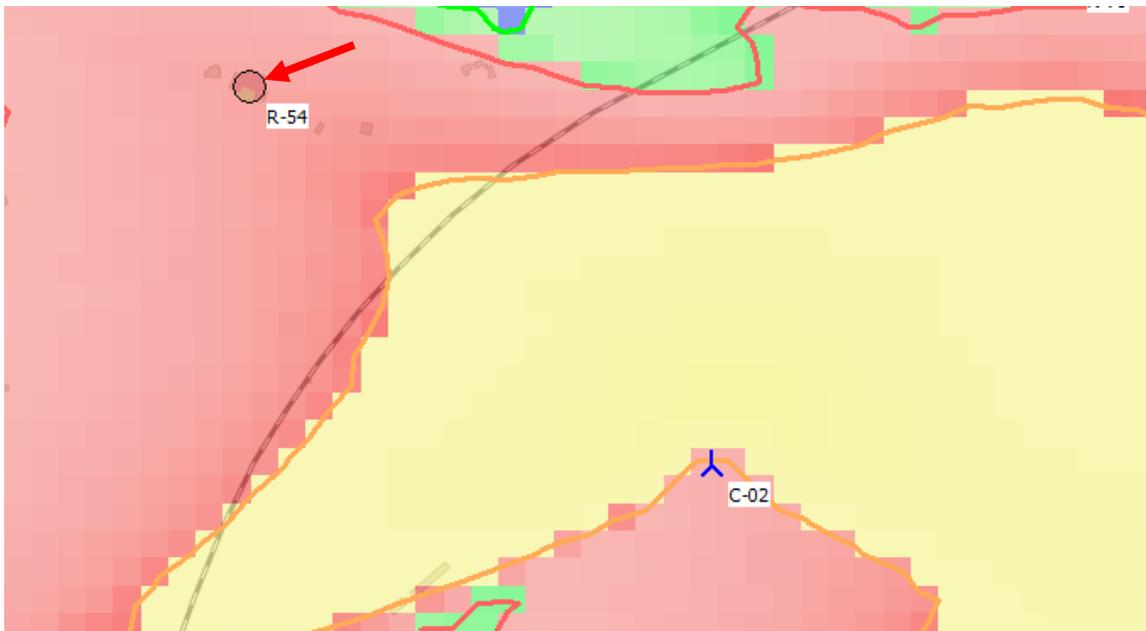
Table with columns for months (January to December) and rows for individual events, including start/end times, duration, and frequency.

Potential sun hours 302
Total, worst case 1788
Sun reduction 0,45
Oper. time red. 0,62
Wind dir. red. 0,56
Total reduction 0,16
Total, real 279

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 84** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.



**Figura 85** immagine satellitare del ricettore

Per il ricettore R-54 si ha una classificazione catastale "D-10" dove la presenza di persone è giustificata sia per scopo lavorativo sia per scopo residenziale ma comunque legato all'attività agricola. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 16 ore l'anno, di per sè già irrilevante, ma comunque sovrastimato in quanto non si tiene conto della presenza di alberi ad alto fusto e vegetazione attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



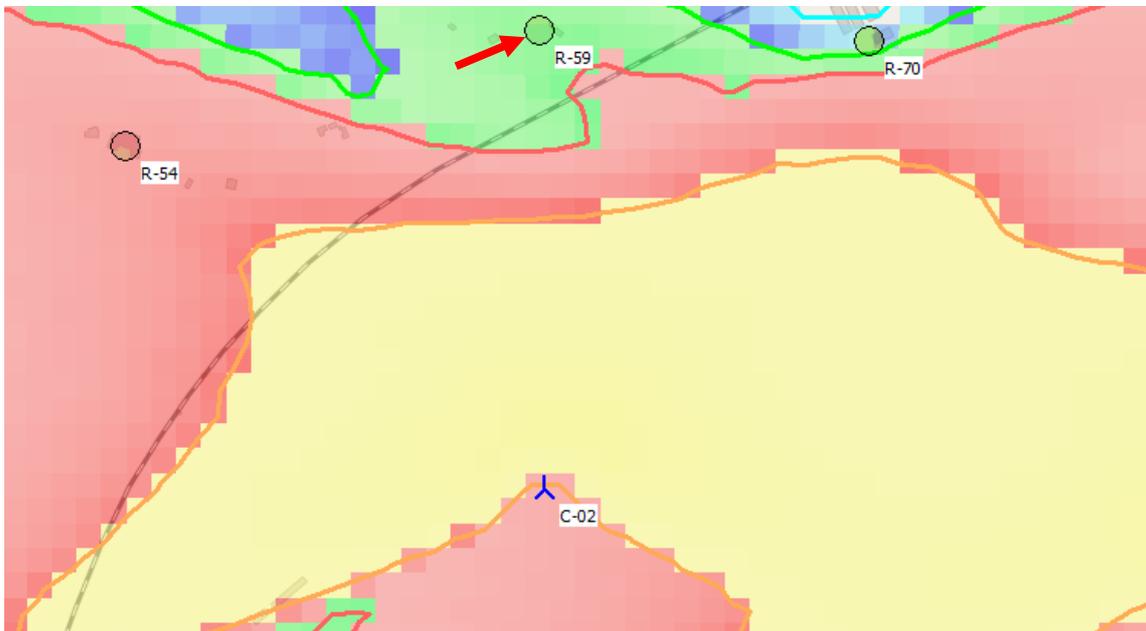


Figura 86 Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.



Figura 87 immagine satellitare e foto del ricettore

Per il ricettore R-59 si ha una classificazione catastale "A-07" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 7 ore l'anno, di per sè già irrilevante, ma comunque sovrastimato in quanto non si tiene conto della fitta presenza di alberi ad alto fusto e vegetazione attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.135

RICETTORE R-70

Tabella 52 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real Case Shadow receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (8)  
 Sunshine probability s (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA 5]  
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

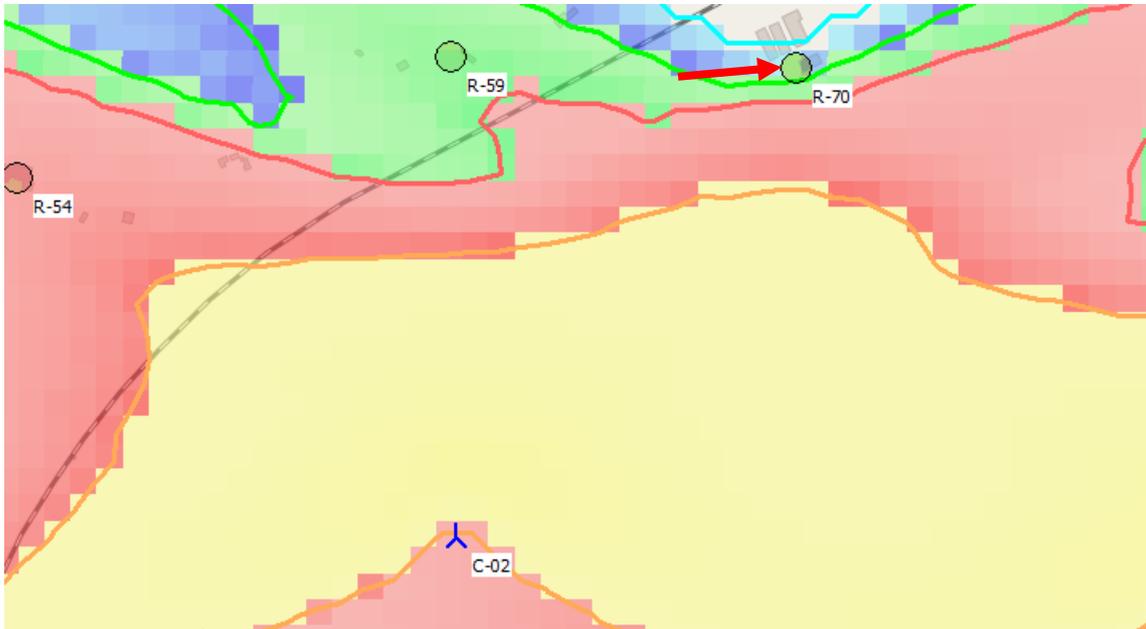
Operational time  
 N NNW NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW Sum  
 207 210 309 396 209 151 250 376 429 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

	[January]	[February]	[March]	[April]	[May]	[June]	[July]	[August]	[September]	[October]	[November]	[December]	
1	07:46	07:24	07:00	07:12	06:29	06:02	06:03	06:25	06:54	07:21	06:53	07:26	14:58 (C-02)
2	07:46	07:46	18:18	19:49	20:19	20:46	20:57	20:39	19:58	19:10	17:36	17:04	15:08 (C-02)
3	07:46	07:37	06:59	07:11	06:28	06:03	06:07	06:36	06:55	07:23	06:54	07:27	14:57 (C-02)
4	07:46	07:31	06:58	07:09	06:26	06:01	06:04	06:27	06:57	07:23	06:55	07:28	14:56 (C-02)
5	07:46	07:31	06:56	07:08	06:25	06:01	06:04	06:28	06:57	07:24	06:56	07:29	14:55 (C-02)
6	07:46	07:30	06:55	07:06	06:24	06:01	06:05	06:29	06:57	07:25	06:57	07:30	14:54 (C-02)
7	07:46	07:29	06:53	07:04	06:23	06:00	06:05	06:30	06:58	07:26	06:59	07:31	14:53 (C-02)
8	07:46	07:28	06:52	07:03	06:22	06:00	06:06	06:31	06:59	07:27	07:00	07:32	14:52 (C-02)
9	07:46	07:27	06:50	07:01	06:21	06:00	06:07	06:32	07:00	07:28	07:01	07:33	14:51 (C-02)
10	07:46	07:26	06:49	07:00	06:20	06:00	06:07	06:33	07:01	07:29	07:02	07:33	14:50 (C-02)
11	07:46	07:25	06:47	06:58	06:19	05:59	06:08	06:34	07:02	07:30	07:03	07:34	14:49 (C-02)
12	07:46	07:24	06:45	06:57	06:18	05:59	06:09	06:34	07:03	07:31	07:04	07:35	14:48 (C-02)
13	07:45	07:23	06:44	06:56	06:17	05:59	06:10	06:35	07:04	07:32	07:05	07:36	14:47 (C-02)
14	07:45	07:22	06:42	06:55	06:16	05:59	06:11	06:36	07:05	07:33	07:06	07:37	14:46 (C-02)
15	07:45	07:21	06:41	06:54	06:15	05:59	06:12	06:37	07:06	07:34	07:07	07:38	14:45 (C-02)
16	07:44	07:20	06:40	06:53	06:14	05:59	06:13	06:38	07:07	07:35	07:08	07:39	14:44 (C-02)
17	07:44	07:19	06:39	06:52	06:13	05:59	06:14	06:39	07:08	07:36	07:09	07:40	14:43 (C-02)
18	07:44	07:18	06:38	06:51	06:12	05:59	06:15	06:40	07:09	07:37	07:10	07:41	14:42 (C-02)
19	07:43	07:17	06:36	06:50	06:11	05:59	06:16	06:41	07:10	07:38	07:11	07:42	14:41 (C-02)
20	07:43	07:16	06:35	06:49	06:10	05:59	06:17	06:42	07:11	07:39	07:12	07:43	14:40 (C-02)
21	07:42	07:15	06:34	06:48	06:09	05:59	06:18	06:43	07:12	07:40	07:13	07:44	14:39 (C-02)
22	07:42	07:14	06:33	06:47	06:08	05:59	06:19	06:44	07:13	07:41	07:14	07:45	14:38 (C-02)
23	07:41	07:13	06:32	06:46	06:07	05:59	06:20	06:45	07:14	07:42	07:15	07:46	14:37 (C-02)
24	07:40	07:12	06:31	06:45	06:06	05:59	06:21	06:46	07:15	07:43	07:16	07:47	14:36 (C-02)
25	07:40	07:11	06:30	06:44	06:05	05:59	06:22	06:47	07:16	07:44	07:17	07:48	14:35 (C-02)
26	07:39	07:10	06:29	06:43	06:04	05:59	06:23	06:48	07:17	07:45	07:18	07:49	14:34 (C-02)
27	07:38	07:09	06:28	06:42	06:03	05:59	06:24	06:49	07:18	07:46	07:19	07:50	14:33 (C-02)
28	07:37	07:08	06:27	06:41	06:02	05:59	06:25	06:50	07:19	07:47	07:20	07:51	14:32 (C-02)
29	07:36	07:07	06:26	06:40	06:01	05:59	06:26	06:51	07:20	07:48	07:21	07:52	14:31 (C-02)
30	07:35	07:06	06:25	06:39	06:00	05:59	06:27	06:52	07:21	07:49	07:22	07:53	14:30 (C-02)
31	07:35	07:05	06:24	06:38	05:59	05:59	06:28	06:53	07:22	07:50	07:23	07:54	14:29 (C-02)
Potential sun hours	302	300	370	396	444	447	454	425	374	347	302	293	584
Total, worst case	61												0,45
Sun reduction	0,45												0,62
Oper. time red.	0,62												0,68
Wind dir. red.	0,19												0,19
Total reduction	1,13												1,13
Total, real													

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 88** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 89** *immagine satellitare del ricettore*

Per il ricettore R-70 si ha una classificazione catastale "D-10" dove la presenza di persone è giustificata sia per scopo lavorativo sia per scopo residenziale ma comunque legato all'attività agricola. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 2 ore l'anno. Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.137

RICETTORE R-95

Tabella 53 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real CaseShadow receptor: R-95 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (9)
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec
4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time

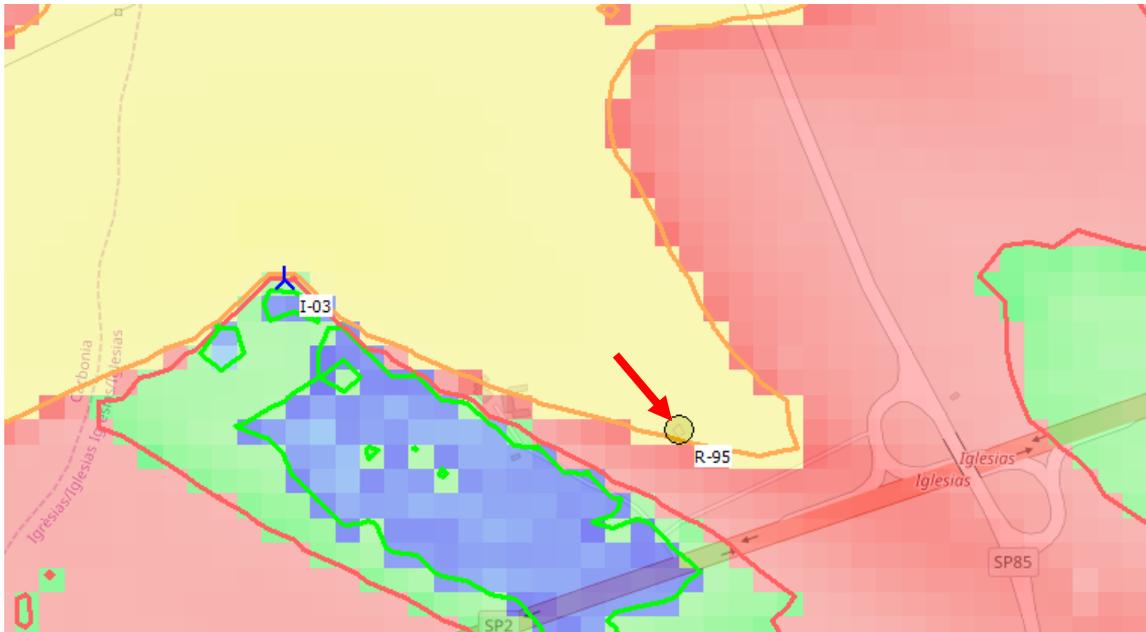
N NNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW W WNW NW NNW Sum
207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

Table with columns for months (January to December) and a 'Sum' column. Each cell contains a date in YYYY-MM-DD format and a numerical value representing shadow flickering events.

Probabil sun hours: 302
Total worst case: 0,17
Total best case: 0,62
Oper. time rec.: 0,14
Wind dir. rec.: 0,16
Tot. rec.: 0,14
Tot. real: 0,17

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05
ISO 9001 BUREAU VERITAS Certification
BUREAU VERITAS 1828
ACCREDITED



**Figura 90** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*

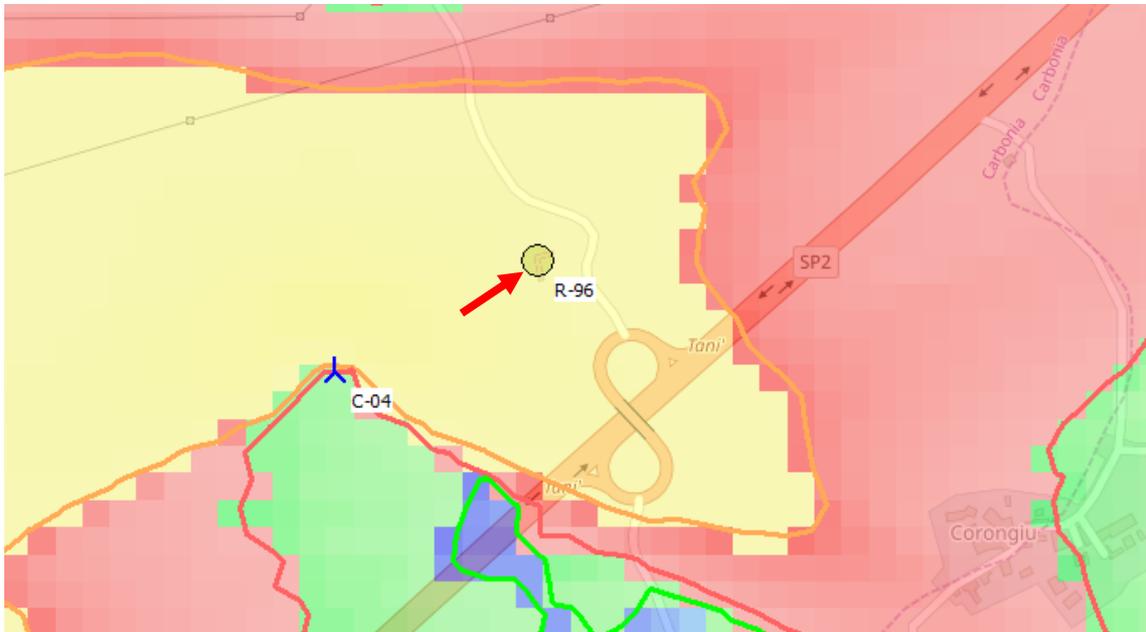


**Figura 91** *immagine satellitare e foto del ricettore*

Anche per il ricettore R-95 si ha una classificazione catastale "A-03" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 32 ore l'anno, comunque sovrastimato in quanto non si tiene conto della fitta presenza di alberi ad alto fusto e vegetazione attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.





**Figura 92** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 93** *immagine satellitare e foto del ricettore*

Per il ricettore R-96 si ha una classificazione catastale "D-10" dove la presenza di persone è giustificata sia per scopo lavorativo sia residenziale ma comunque legato alle attività agricole. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 72 ore l'anno, ma come si può notare dalle foto di cui sopra, il fabbricato sembra essere utilizzato solo ed esclusivamente come magazzino e ricovero bestiame ed in ogni caso bisogna tenere conto della fitta presenza di alberi ad alto fusto e vegetazione attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.141

RICETTORE R-145

Tabella 55 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

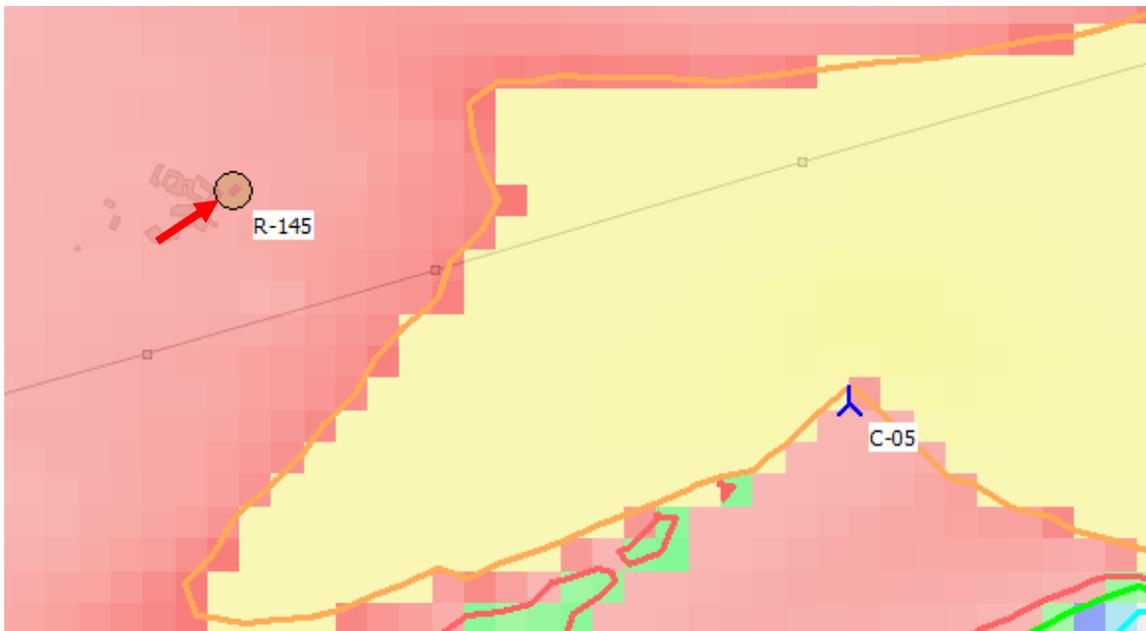
Calculation: Real CaseShadow receptor: R-145 - Shadow calculations
Assumptions for shadow calculations
Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (11)
Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]

Jan Feb Mar Apr May Jun July August September October November December
4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Table with columns for months (Jan-Dec) and time (07:26-17:04). It contains a detailed list of shadow flickering events with columns for start/end times, duration, and frequency.

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl. È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta. La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05
ISO 9001
BUREAU VERITAS Certification
ACCREA



**Figura 94** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 95** *immagine satellitare e foto del ricettore*

Per il ricettore R-145 si ha una classificazione catastale "D-01" dove la presenza di persone è giustificata per scopo produttivo. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 15 ore l'anno.

Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"

RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.143

RICETTORE R-155

Tabella 56 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real CaseShadow receptor: R-155 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (12) Sunrise probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,83 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time

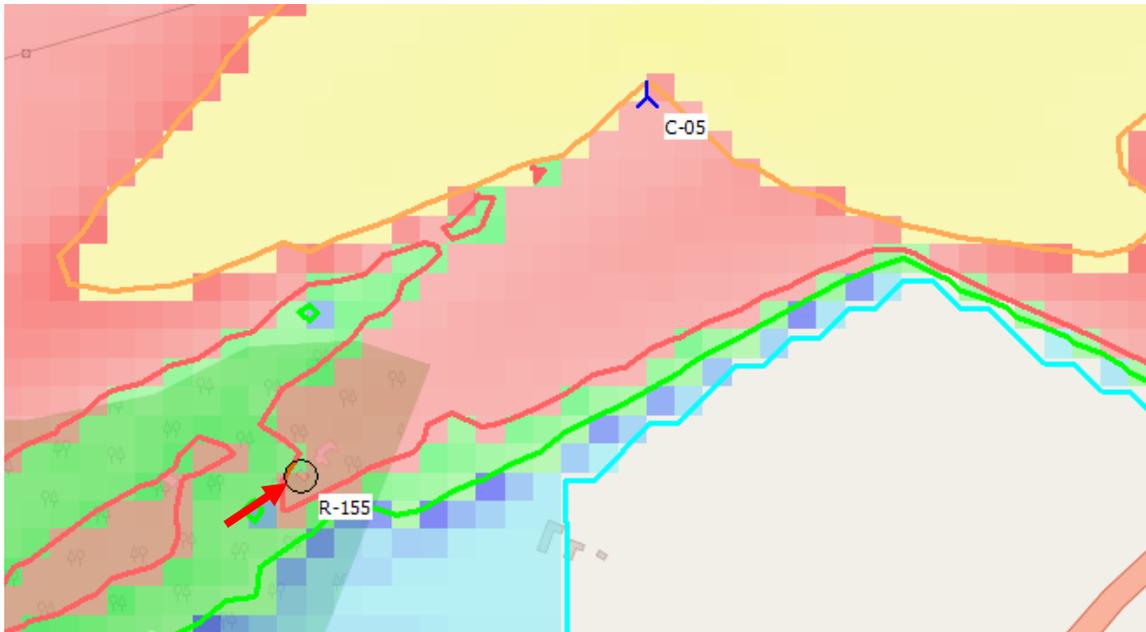
N NNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW W WNW NW NNW Sum  
207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December		
1	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:03	06:28 (C-04)	06:26	06:54	18:26 (C-06)	06:53	07:26
2	17:13	17:46	18:18	19:49	20:19	20:46	06:50 (C-04)	20:57	06:56 (C-04)	20:39	19:59	18:49 (C-06)	17:26	17:04
3	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:04	06:28 (C-04)	06:27	19:59	18:35 (C-06)	06:54	07:27
4	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:04	06:28 (C-04)	06:27	19:59	18:35 (C-06)	06:54	07:27
5	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:05	06:27 (C-04)	06:28	19:55	18:45 (C-06)	06:56	07:29
6	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:05	06:27 (C-04)	06:28	19:54	18:35 (C-06)	06:56	07:29
7	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:05	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:58	07:30
8	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
9	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
10	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
11	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
12	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
13	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
14	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
15	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
16	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
17	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
18	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
19	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
20	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
21	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
22	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
23	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
24	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
25	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
26	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
27	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
28	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
29	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
30	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
31	07:46	07:34	07:01	07:12	06:29	1:06:02	06:23 (C-04)	06:06	06:27 (C-04)	06:28	19:52	18:35 (C-06)	06:59	07:31
Potential sun hours	302	300	370	396	444	446	451	405	374	347	302	283		
Total, west case	117	117	253	293	359	359	359	359	359	359	359	359		
Total, east case	0,49	0,49	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62		
Oper. time red.	0,64	0,64	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67	0,67		
Wire dir. red.	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05		
Total shadow flicker	0,23	0,23	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25		
Total, red														

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 96** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 97** *immagine satellitare del ricettore*

Per il ricettore R-155 si ha una classificazione catastale "A-04" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering estremamente irrilevante e pari a circa 9 ore l'anno. Il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"  
 RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE  
 DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI  
 (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022 REV: 1 Pag.145

**RICETTORE R-158**

Tabella 57 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real CaseShadow receptor: R-158 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (13)  
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]  
 Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sept October November December  
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

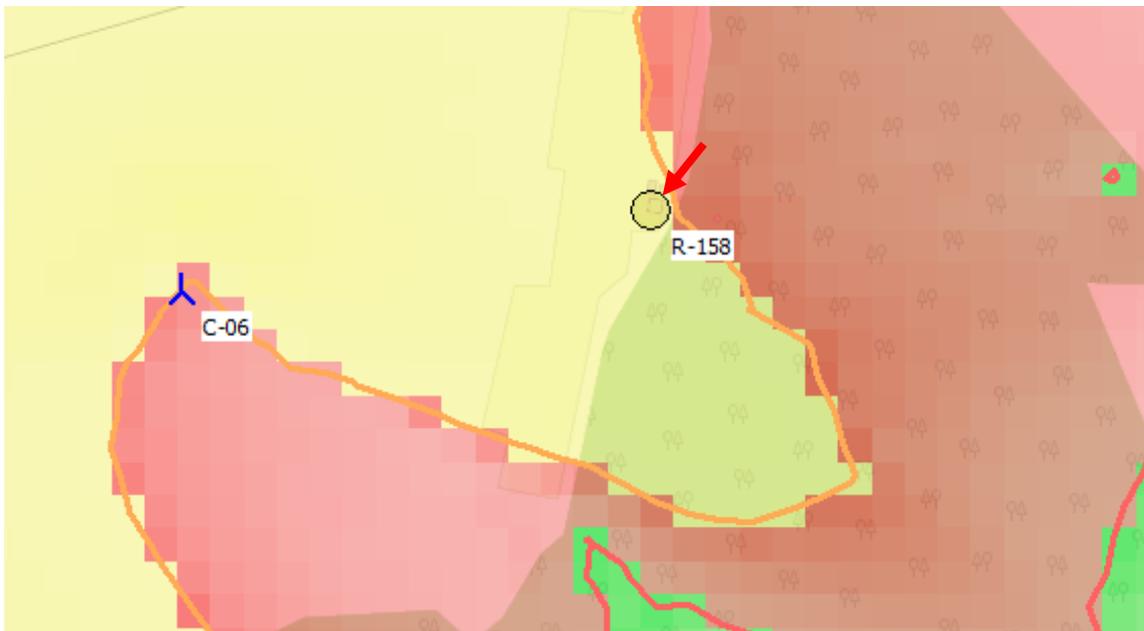
Operational time  
 N INNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW W WNW NW NNW Sum  
 207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

Operational time	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	August	September	October	November	December
Possibili sun hours	302	300	370	396	414	446	451	423	374	347	302	293
Sun radiation	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
Oper. time (real)	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Oper. time (theor.)	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Total radiation	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
Total (real)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 98** *Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.*



**Figura 99** *immagine satellitare e foto del ricettore*

Per il ricettore R-158 si ha una classificazione catastale "D-10" dove la presenza di persone è giustificata per scopo lavorativo e residenziale legate alle attività agricole. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering di circa 34 ore l'anno, di per sè già irrilevante, ma comunque sovrastimato in quanto non si tiene conto presenza sia di altri capannoni/serre e di alberi ad alto fusto attorno al ricettore che mascherano e riducono ulteriormente il fenomeno. Quindi si può concludere che, anche se presente, il fenomeno può essere ritenuto irrilevante.



PARCO EOLICO "CARBONIA"  
 RELAZIONE SULL'ANALISI DELL'EVOLUZIONE  
 DELL'OMBRA INDOTTA DAGLI AEROGENERATORI  
 (EFFETTO "SHADOW FLICKERING")



27/05/2022

REV: 1

Pag.147

RICETTORE R-163

Tabella 58 Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

Calculation: Real CaseShadow receptor: R-163 - Shadow Receptor: 1,0 x 1,0 Azimuth: 0,0° Slope: 90,0° (14)  
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]  
 Assumptions for shadow calculations

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time

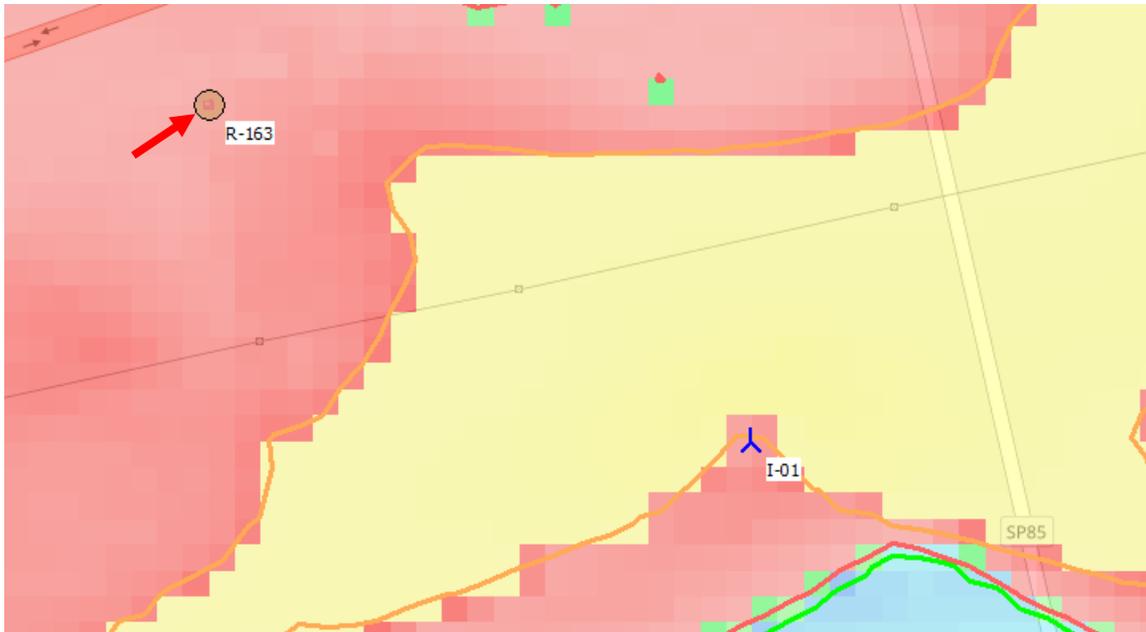
N NNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW Sum  
 207 210 309 396 229 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	
Potential sun hours	302	300	370	396	444	446	425	452	374	397	302	1262	686
Total Sun reduction	990	990	990	990	990	990	990	990	990	990	990	990	990
Other time red.	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Time red. due to flicker	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15
Total reduction	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
Task, red.	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154	154

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
 È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
 La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.

Comm.: C20-033-S05





**Figura 100** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.



**Figura 101** immagine satellitare e foto del ricettore

Per il ricettore R-163 si ha una classificazione catastale "A-03" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering irrilevante che ammonta a circa 15 ore l'anno e quindi il fenomeno può essere considerato irrilevante.

**RICETTORE R-198**

**Tabella 59** Lista giornaliera dei singoli eventi di shadow flickering subita dal ricettore

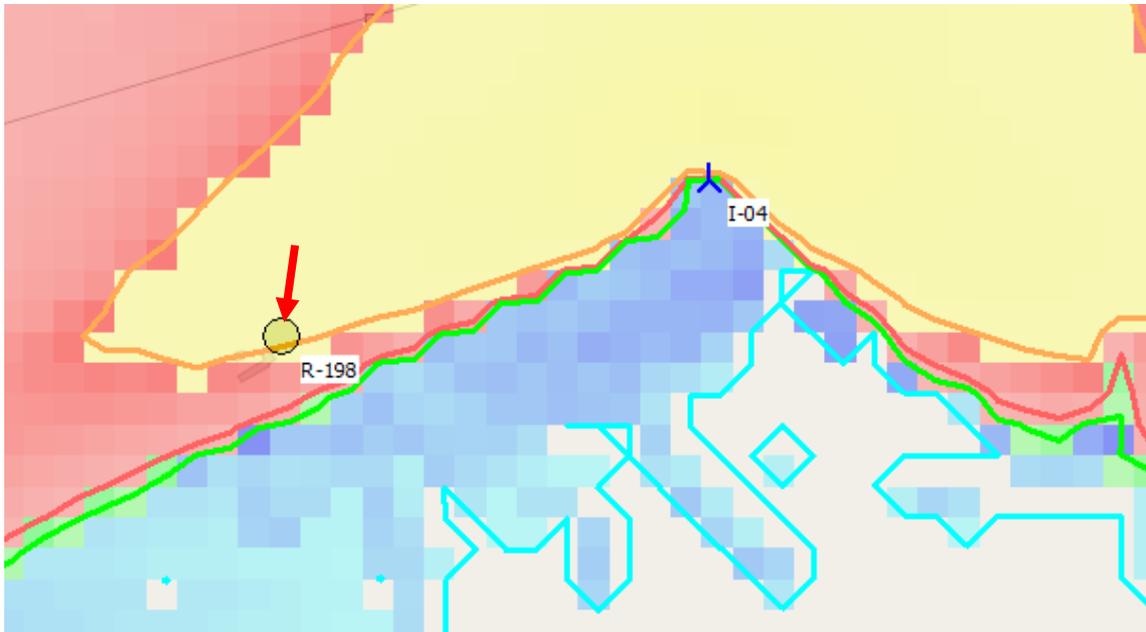
**Calculation: Real CaseShadow receptor: R-198 - Shadow Receptor: 1.0 x 1.0 Azimuth: 0.0° Slope: 90.0° (15)**  
 Sunshine probability S (Average daily sunshine hours) [CAGLIARI / ELMA S]

Jan Feb Mar Apr May Jun Jul Aug Sep Oct Nov Dec  
 4,40 5,05 5,88 7,00 8,45 9,88 10,82 10,03 8,08 6,09 5,07 4,27

Operational time

N NNE NE ENE E ESE SE SSE S SSW SW WSW W WNW NW NNW Sum  
 207 210 309 396 209 151 250 376 229 457 1.101 201 320 364 363 321 5.464

	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
1	07:46	07:34	07:00	07:12	06:29	06:48	06:48	06:52	07:12	06:54	06:53	07:26
2	17:13	17:23	18:08	18:48	19:44	20:19	20:19	20:19	20:19	19:28	19:16	17:24
3	17:41	17:47	18:19	19:00	19:50	20:20	20:20	20:20	20:20	19:06	18:54	17:04
4	17:46	17:32	18:19	19:09	19:59	20:27	20:27	20:27	20:27	19:06	18:54	17:04
5	17:46	17:31	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
6	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
7	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
8	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
9	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
10	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
11	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
12	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
13	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
14	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
15	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
16	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
17	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
18	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
19	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
20	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
21	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
22	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
23	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
24	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
25	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
26	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
27	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
28	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
29	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
30	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
31	17:46	17:48	18:20	19:11	20:00	20:47	20:47	20:47	20:47	19:07	18:55	17:04
Potential sun hours	300	300	370	396	444	446	464	425	374	347	302	283
Total, worst case	119	119	97	97	1670	2473	2273	443	374	347	302	283
Sun reduction	0,47	0,47	0,53	0,53	0,66	0,66	0,74	0,73	0,73	0,73	0,54	0,54
Oper. time red.	0,62	0,62	0,62	0,62	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Wind dir. red.	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Total reduction	0,19	0,19	0,22	0,22	0,24	0,27	0,30	0,30	0,30	0,30	0,22	0,22
Total, real	21	21	21	21	679	679	685	133	133	133	28	28



**Figura 102** Rappresentazione grafica di dettaglio dell'ombreggiamento ore/anno subito dal ricettore.



**Figura 103** immagine satellitare e foto del ricettore

Per il ricettore R-198 si ha una classificazione catastale "A-03" dove la presenza di persone è giustificata per scopo residenziale. In real case si ha una stima del fenomeno di shadow flickering modesta che ammonta a circa 33 ore l'anno.

## 9 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 dell'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione lungo la congiungente sole-ricettori ad esclusione degli ostacoli orografici (topographic shadow), il fenomeno dello *shadow flickering* si verifica per ognuno dei ricettori in esame.

Tale fenomeno si manifesta però in modo differente per i diversi ricettori per cui non si possono generalizzare le conclusioni ma è stato doveroso analizzarne le diverse condizioni.

Per la corretta analisi dello *shadow flickering* nel Real Case, sono stati considerati tutti i fattori che possono influenzarne il risultato, anche nel caso di ricettori che apparentemente subiscono un fenomeno rilevante. È stato necessario verificare se il fenomeno stesso dell'ombreggiamento arreca un disturbo reale oppure non è neppure avvertito da chi abitualmente utilizza i locali. Quindi in generale, e per meglio comprendere l'effettivo “disturbo”, si riepilogano di seguito le condizioni al contorno che portano alle conclusioni in Real Case:

1. Il fenomeno studiato in Worst Case, quindi nelle condizioni peggiori di calcolo, considera il cielo sempre limpido, cosa non del tutto vera specialmente per i ricettori che subiscono maggiore ombreggiamento nel periodo invernale; considera un particolare orientamento delle pale dell'aerogeneratore sempre fisso e nella stessa direzione, nonché una certa disposizione delle finestre. Queste condizioni raramente si verificano nella realtà e soprattutto contemporaneamente, infatti nelle condizioni di Real Case le ore di esposizione al fenomeno si riducono di circa il 70/80%.
2. I ricettori più esposti sono per lo più adibiti a immobili a sostegno delle attività agricole che vengono svolte nei relativi fondi agricoli e alcuni utilizzati come ricovero notturno: tale utilizzo già di per sé esclude o comunque minimizza il problema dell'ombra;

Partendo proprio dai dati e dalle considerazioni adottate nelle precedenti elaborazioni, si è analizzato quale reale disturbo si trasmette alle attività lavorative e o abitative nell'area del parco attraverso ulteriori considerazioni come la mutua disposizione tra ricettori e aerogeneratori ed eventuali ostacoli interposti che filtrano il fenomeno facendolo ulteriormente diminuire e addirittura, in alcuni casi, quasi ad eliminarlo del tutto.

Tutto ciò, applicato al caso in esame, ha permesso di verificare che la maggior parte dei ricettori subiscono emissioni marginali di esposizione al fenomeno.

In generale il fenomeno dello Shadow Flicker, soprattutto alle nostre latitudini, può essere considerato irrilevante sotto le 30 ore/anno e di modesta entità dalle 30 alle 100 ore/anno, spostando la soglia di attenzione sopra le 100 ore/anno (Best Practice Guidelines).

Di seguito vengono riproposti, sinteticamente e in forma tabellare, i risultati di calcolo ore/anno di shadow nel Real Case a confronto con i valori del Worst Case per i ricettori analizzati.

**Tabella 60** Confronto tra i risultati di Worst e Real Case del fenomeno di Shadow subito dai ricettori

Ricettore	Shadow WORST CASE (ore / anno)	Shadow REAL CASE (ore / anno)	Percentuale di decremento delle ore/anno di shadow da worst a real case
R-02	129,18	36,02	-72,12%
R-13	85,24	15,18	-82,19%
R-15	88,33	20,24	-77,09%
R-19	117,32	23,57	-79,91%
R-31	153,13	26,48	-82,71%
R-54	103,22	16,54	-83,98%
R-59	44,35	6,59	-85,14%
R-70	10,45	2,04	-80,48%
R-95	146,32	32,48	-77,80%
R-96	325,23	72,23	-77,79%
R-145	79,30	15,23	-80,79%
R-155	33,30	9,11	-72,64%
R-158	150,33	34,26	-77,21%
R-163	88,19	15,46	-82,47%
R-198	120,00	33,05	-72,46%

Dalla precedente tabella si può facilmente dedurre come nel Real Case si ha un importante ridimensionamento del fenomeno con conseguente rientro dello "stato di attenzione" di alcuni ricettori ad uno stato di scarsa importanza del fenomeno. Alla fine solo cinque dei ricettori analizzati presentano una situazione del fenomeno di moderata entità (in giallo) ma, come descritto nelle schede del precedente paragrafo, da riscontro visivo durante i sopralluoghi e come mostrato dalle foto, quasi tutti i ricettori sono circondati da alberature ad alto fusto o altri fabbricati che vanno a schermare ulteriormente il fenomeno già di per sé blando, **quindi non esiste alcun rischio di effetti negativi per la salute umana dovuta al fenomeno dell'ombreggiamento.**

Inoltre va comunque sottolineato che la velocità di rotazione della tipologia di turbina selezionata raggiunge un massimo di 12,1 rotazioni al minuto, quindi nettamente inferiore ai 60 rpm, frequenza massima raccomandata al fine di ridurre al minimo i fastidi e soddisfare le condizioni di benessere. In tale condizione la frequenza si riduce a solo 0,5 Hz, sensibilmente inferiore alla frequenza critica di 2,5 Hz.

Per quanto riguarda l'eventuale permanenza di ghiaccio sulla carreggiata stradale nei mesi invernali causata dal possibile perdurare dell'ombreggiamento sulla stessa dovuto alle ombre proiettate delle turbine eoliche, il fenomeno si presenterà solo per brevi istanti oltre che in movimento. Inoltre la zona che va da Iglesias a Carbonia si trova in condizioni di altitudine, topografiche, climatiche e con temperature durante l'arco dell'anno per lo più miti, tali da presentare la

formazione di ghiaccio solo in condizioni estremamente rare, quindi il fenomeno viene ritenuto irrilevante.