

ANT S.r.l.



CODICE

C23ANTW001A011R00

PAGINA

1 di 30

AVAILABLE LANGUAGE: IT

Regione Sardegna

Provincia di Sassari

Comune di Sant'Antonio di Gallura

Impianto eolico di potenza nominale pari a 59,4 MW integrato con un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 11,88 MW da realizzarsi nel Comune di Sant'Antonio di Gallura

STUDIO SUGLI EFFETTI SHADOW FLICKERING

Il tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



File: C23ANTW001A011R00\_Studio sugli effetti Shadow flickering.pdf

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	VERIFICATO	APPROVATO
00	16/10/2023	Prima Emissione	A. Lo Feudo	D. Morelli	L.Sblendido

<b>ANT S.r.l.</b>		<b>CODICE</b> <b>C23ANTW001A011R00</b>
		<b>PAGINA</b> 2 di 30

## INDICE

1. INTRODUZIONE .....	3
2. NORMATIVA E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO .....	4
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	5
4. METODO DI CALCOLO .....	10
4.1 Individuazione dei recettori .....	11
4.1.1 Localizzazione dei potenziali recettori .....	12
5. RISULTATI .....	12
6. CONCLUSIONI.....	20
ALLEGATI .....	21
A.1: ELENCO DEI RECETTORI.....	21
A.2: MAPPA DEI RECETTORI.....	22
A.3: RISULTATI DELL'ANALISI DELLA FLUTTUAZIONE D'OMBRA ( <i>WORST CASE SCENARIO</i> ) .....	23
A.4: CONFRONTO TRA <i>WORST CASE SCENARIO</i> E <i>STATISTICAL REAL CASE SCENARIO</i> .....	27
A.5 MAPPA DEI RECETTORI PER I QUALI VIENE SUPERATO IL VALORE N° ORE/ANNO .....	29
A.6: MAPPA DI ISO OMBREGGIAMENTO ( <i>WORST CASE SCENARIO</i> ).....	30

## 1. INTRODUZIONE

Lo *Shadow-flickering* consiste nell'oscillazione dell'ombra prodotta dal rotore di un aerogeneratore che, in prossimità di abitazioni o edifici commerciali, potrebbe causare degli effetti di disturbo anche di notevole intensità. Quest'ombra (*shadow*) proiettata su di un'abitazione apparirà attraverso la finestra in maniera intermittente (*flicking* in inglese), causando, appunto, il fenomeno dello *Shadow-flickering* (letteralmente tradotto con "ombreggiamento intermittente").

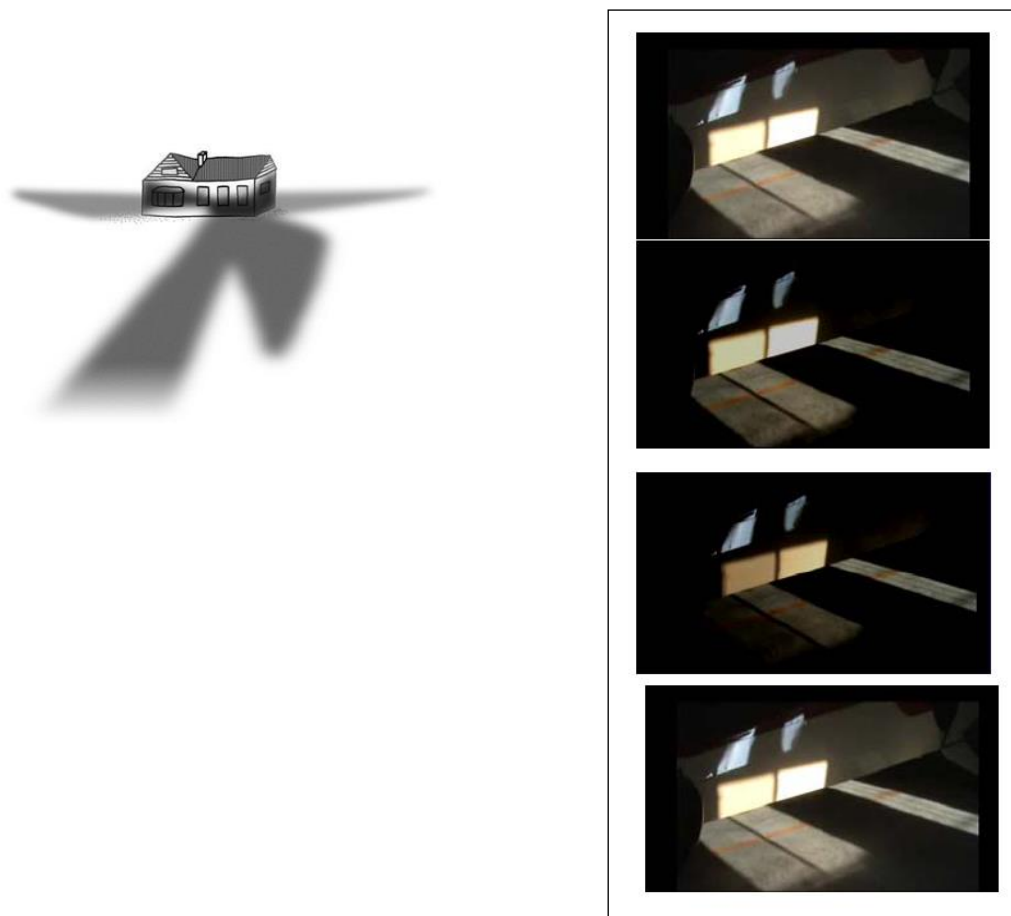


Figura 1 - Esempio di effetto *shadow-flickering* attraverso una finestra di abitazione: dal fotomontaggio si nota l'intermittenza della luce che filtra dalla finestra dovuta alla rotazione della pala.

La probabilità e l'intensità del fenomeno dipende dalla combinazione dei seguenti parametri:

- direzione dell'abitazione rispetto alla turbina o alle turbine;
- distanza dalla turbina, in quanto maggiore è la distanza dell'osservatore dalla turbina, minore sarà l'intensità dell'effetto di *flickering*;
- altezza della turbina e diametro del rotore;
- periodo dell'anno e ora del giorno;
- condizioni meteo (le giornate nuvolose riducono la probabilità che tale fenomeno si manifesti).

ANT S.r.l.		CODICE
		<b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA
		4 di 30

La frequenza o la velocità dell'intermittenza (*flickering*) dipende anche dalla velocità di rotazione del rotore e dal numero di pale da esso montate: tipicamente, i moderni aerogeneratori a 3 pale avranno una frequenza di rotazione al di sotto dei 20 rpm (rotazioni al minuto). Questo significa che la massima frequenza di *flickering* sarà di circa 1HZ o un ciclo al secondo. Con queste basse frequenze, l'intermittenza non causa comunque problemi di salute (ad esempio, secondo la *British Epilepsy Foundation*, per causare attacchi a persone sensibili ad epilessia fotosensibile, le frequenze di *flickering* devono essere superiori ai 3 Hz).

Le raccomandazioni generali in questi casi sono che la frequenza del *flickering* non debba essere superiore a 2,5 Hz che significa, per una turbina a tre pale, una velocità di rotazione di 50 rpm. Essendo un fenomeno dipendente dalla combinazione di una serie di parametri fisici, è possibile in ogni caso calcolare la probabilità di occorrenza di tale fenomeno e la sua intensità, come verrà in seguito illustrato nel presente elaborato.

Le opere del parco eolico (impianto ed opere di connessione) oggetto della presente trattazione, costituito da N.9 aerogeneratori, di potenza nominale singola pari a 6.6 MW, con un sistema di accumulo di 11.88 MWp, per una potenza nominale complessiva di 59.4 MW, ricadono interamente nel territorio comunale di Sant' Antonio di Gallura (SS). Come previsto dalla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) rilasciata da TERNA S.p.A. (Codice Pratica: 202301817), l'impianto sarà collegato alla Rete di Trasmissione (RTN) in antenna a 150 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) di trasformazione a 380/150/36 kV da collegare tramite un nuovo elettrodotto a 380 kV al futuro ampliamento della SE RTN di Codrongianos e da raccordare alla linea 150 kV della RTN "Olbia – Siniscola 2.

## 2. NORMATIVA E SPECIFICHE DI RIFERIMENTO

L'effetto shadow-flickering è più pronunciato, alle latitudini settentrionali durante i mesi invernali. In particolare, nel Nord Europa, il sole splende in un angolo obliquo per più ore del giorno e più giorni l'anno. Alcuni paesi hanno adottato dei limiti relativi all'esposizione all'effetto in questione.

Alcuni studi e le linee guida di vari paesi del Nord Europa e dell'Australia hanno proposto 30 ore di effetto shadow-flickering per anno come soglia di impatto significativo, ovvero il limite per cui l'effetto ombra è comunemente percepito come fastidioso.

L'Italia non si è ancora dotata di una normativa specifica relativa al fenomeno dello *shadow-flickering*, a differenza di altri paesi che hanno basato i propri regolamenti sulle linee guida tedesche ("*Länderausschuss für Immissionsschutz – 2002- Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-SchattenwurfHinweise*" – Linee Guida per l'identificazione e la valutazione delle emissioni ottiche delle turbine eoliche).

<b>ANT S.r.l.</b>		CODICE
		<b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA
		5 di 30

Le linee Guida World Bank Group (*Environmental, Health, and Safety (EHS) Guidelines* – Agosto 2015) ricalcano le linee guida sopra richiamate, raccomandando che la durata prevista degli effetti di *shadow-flickering* su un recettore sensibile non superi le 30 ore all'anno e i 30 minuti al giorno nel giorno più colpito e per lo scenario peggiore. Gli impatti generati dallo *shadow-flickering* sono molto dibattuti. Alcuni studi indicano rischi potenziali sulla salute (tra cui il seguente: Harding et al, 2008; Smedley et al., 2010), mentre altri escludono rischi significativi (tra cui: *Update Shadow-Flicker Evidence Base report - UK Department of Energy and Climate Change* – 2011). In merito all'area di influenza, la maggior parte degli studi e delle linee guida indicano che l'effetto dello *shadow-flickering* sia trascurabile ad una distanza superiore a 10 volte il diametro dell'aerogeneratore.

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area oggetto del presente studio ricade nel territorio comunale di Sant' Antonio di Gallura, in provincia di Sassari. Il sito dell'opera è ubicato sull'altipiano posto in località Scupetu tra quota 375 m.s.l.m in corrispondenza della WTG\_2 e quota 452 m.l.s.m in corrispondenza della WTG\_5. Di seguito si riporta l'inquadramento delle opere in progetto su base satellitare.



Figura 2 - Localizzazione degli aerogeneratori su ortofoto



Si riporta di seguito uno stralcio cartografico dell'area di interesse:

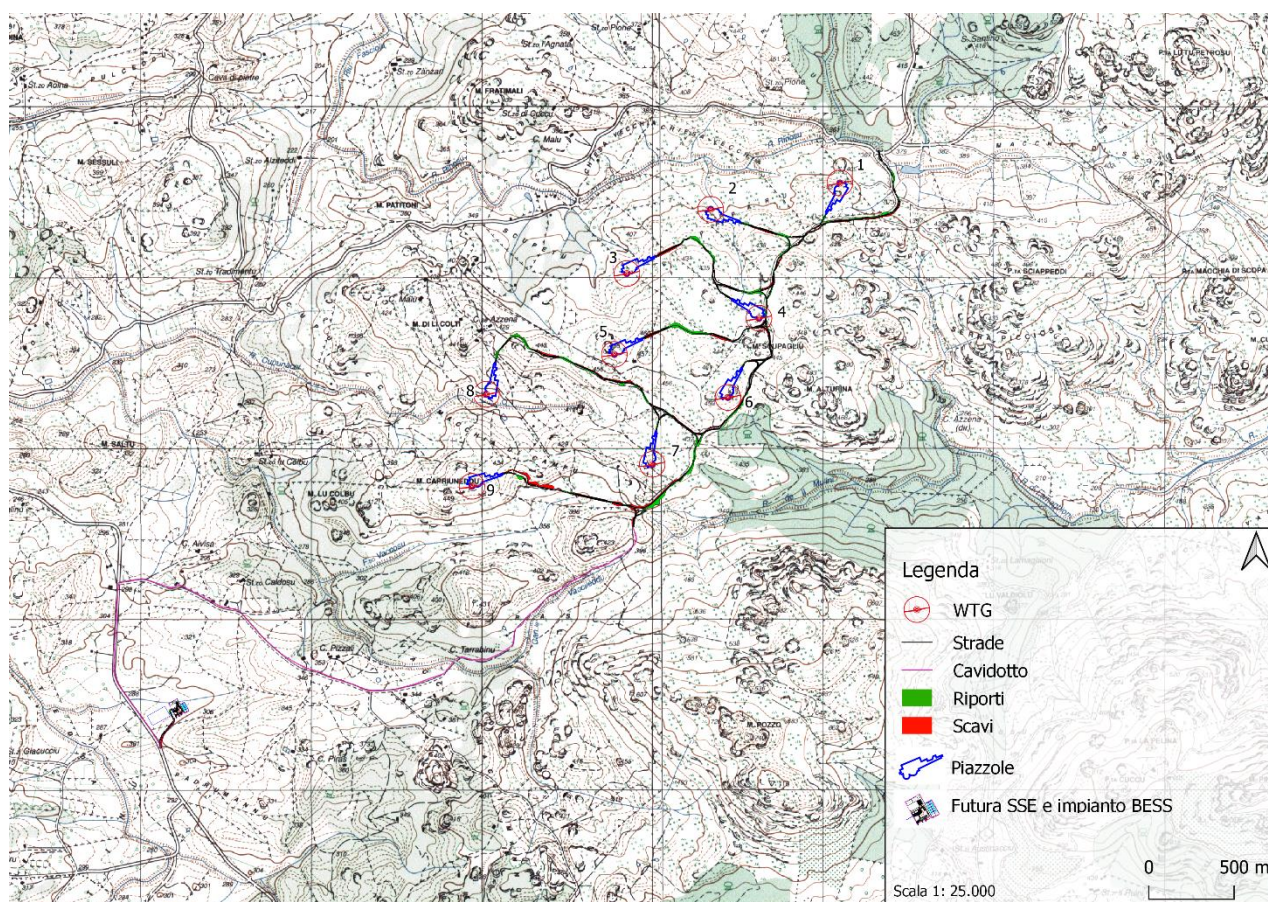


Figura 3 - Inquadramento del layout di progetto su cartografia IGM 1:25000

La seguente tabella, mostra le distanze del sito, sul quale si sviluppa l'impianto eolico rispetto ai centri urbani principali dei comuni in cui ricade l'opera:

<u>Centri abitati limitrofi</u>	<u>DISTANZA DALLE SINGOLE WTG [km]</u>								
	<b>WTG1</b>	<b>WTG2</b>	<b>WTG3</b>	<b>WTG4</b>	<b>WTG5</b>	<b>WTG6</b>	<b>WTG7</b>	<b>WTG8</b>	<b>WTG9</b>
<b>OLBIA</b>	13,26	13,89	14,20	13,38	14,10	13,39	13,69	14,74	14,67
<b>AGGIUS</b>	24,04	23,27	22,70	23,40	22,53	23,13	22,62	21,75	21,56
<b>ARZACHENA</b>	11,14	11,55	12,09	12,04	12,56	12,54	13,07	13,09	13,61
<b>BERCHIDDA</b>	26,53	25,99	25,41	25,61	24,97	25,13	24,55	24,37	23,87
<b>CALANGIANUS</b>	14,78	14,04	13,43	14,01	13,15	13,66	13,09	12,37	12,07
<b>LA MADDALENA</b>	24,36	25,11	25,72	25,15	26,00	25,53	26,11	26,77	27,10
<b>LUOGOSANTO</b>	14,09	13,57	13,41	14,18	13,66	14,33	14,25	13,26	13,58
<b>LURAS</b>	15,01	14,24	13,66	14,33	13,45	14,03	13,51	12,67	12,45

ANT S.r.l.		CODICE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA 7 di 30

<b>MONTI</b>	18,99	18,78	18,39	18,16	17,91	17,69	17,27	17,68	17,14
<b>PALAU</b>	22,49	22,76	23,21	23,34	23,69	23,83	24,29	24,07	24,61
<b>AGLIENTU</b>	22,49	21,91	21,69	22,49	21,89	22,59	22,44	21,41	21,66
<b>S.TERESA DI GALLURA</b>	30,69	30,53	30,68	31,22	31,10	31,58	31,78	31,05	31,53
<b>TEMPIO PAUSANIA</b>	20,39	19,64	19,04	19,64	18,78	19,29	18,73	18,00	17,70
<b>TEITI</b>	11,40	11,33	11,04	10,66	10,60	10,23	9,92	10,56	10,07
<b>GOLFO ARANCI</b>	22,79	23,56	24,09	23,36	24,24	23,62	24,12	25,01	25,19
<b>LOIRI PORTO S.PAOLO</b>	26,28	26,90	27,20	26,38	27,08	26,37	26,63	27,69	27,57
<b>S.ANTONIO DI GALLURA</b>	4,06	3,47	3,32	4,08	3,62	4,25	4,26	3,39	3,84

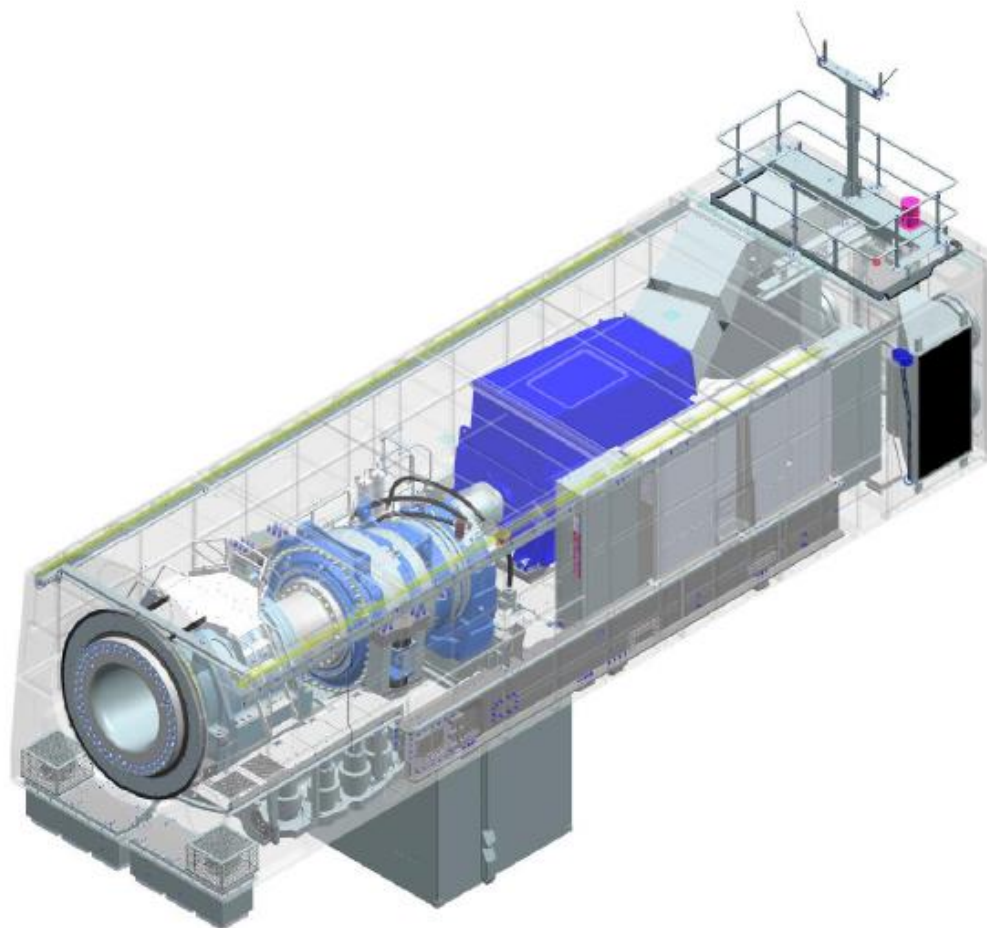
**Tabella 1 -Distanze (in chilometri) delle singole WTG dai centri abitati limitrofi**

Le coordinate degli aerogeneratori costituenti l'impianto, espresse nel sistema di riferimento UTM-WGS84 (fuso 32), risultano:

<u>COMUNE</u>	<u>WTG</u>	<u>FOGLIO</u>	<u>PARTICELLA</u>	<u>UTM-WGS84 32N</u>	
				<u>EST</u>	<u>NORD</u>
Sant'Antonio di Gallura (sez. A)	1	18	85	529015,3	4536357,18
	2	18	79	528257,79	4536207,21
	3	18	10	527766,74	4535830,92
	4	18	49	528541	4535569,49
	5	18	138	527693,4	4535357,61
	6	18	105	528358,94	4535105,59
	7	18	47	527915,45	4534713,83
	8	17	103	526943,17	4535124,44
	9	17	106	526858,93	4534585,29
	SSE-BESS	26	378	525098,00	4533246,70

**Tabella 2 - ID e coordinate degli aerogeneratori in progetto e delle opere di connessione**

Gli aerogeneratori costituenti il parco eolico hanno tutti lo stesso numero di pale (tre) e la stessa altezza. Il modello in progetto è di potenza nominale 6.6 MW di cui di seguito si descrivono le principali caratteristiche tecniche.



**Figura 4 - Allestimento navicella dell'aerogeneratore**

### **Rotore**

Il rotore è costituito da un mozzo (hub) realizzato in ghisa sferoidale, montato sull'albero a bassa velocità della trasmissione con attacco a flangia. Il rotore è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle pale e dei cuscinetti all'interno della struttura.

Diametro: 155 m

Superficie massima spazzata dal rotore: 18.859,62 m<sup>2</sup>

Numero di pale: 3

Velocità: variabile per massimizzare la potenza erogata nel rispetto dei carichi e dei livelli di rumore.

### **Torre**

Tipo tubolare in acciaio e/o in cemento armato.

### **Pale**

Il materiale di cui risulta costituita la pala è composto da una matrice in fibra di vetro e carbonio



pultrusi. La pala utilizza un design basato su profili alari. La lunghezza della singola pala è pari a 76 m.

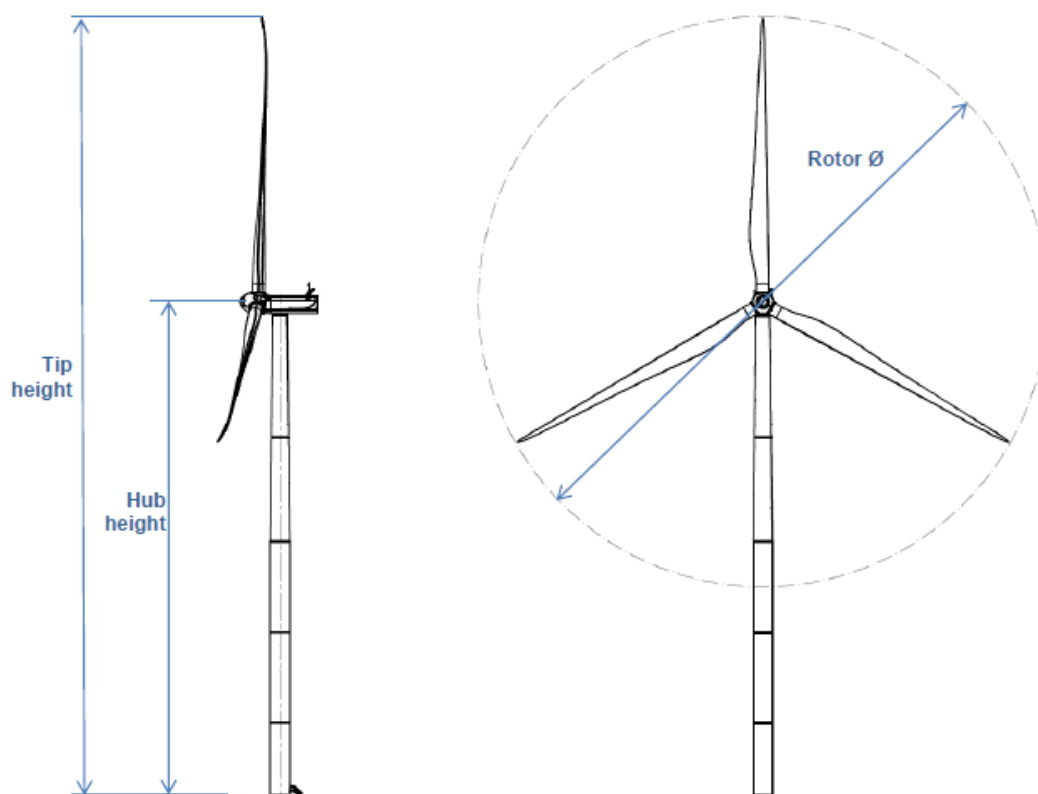


Figura 5 - Dimensioni aerogeneratore tipo

Altezza della punta (Tip height)	200.00 m
Altezza del mozzo (Hub height)	122.50 m
Diametro del rotore (Rotor $\phi$ )	155.00 m

Tabella 3- Dimensioni aerogeneratore tipo

### **Generatore**

I 9 aerogeneratori sono di tipo sincrono trifase collegato alla rete attraverso un convertitore a grandezza naturale. L'alloggiamento del generatore consente la circolazione di aria di raffreddamento all'interno dello statore e del rotore. Il calore generato dalle perdite viene rimosso da uno scambiatore di calore aria-acqua. La potenza massima è pari a 6600 kW e la tensione è pari a 690 V.

ANT S.r.l.		CODICE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA 10 di 30

#### 4. METODO DI CALCOLO

Il presente elaborato intende fornire una stima del fenomeno dello *shadow-flickering* correlato all'installazione di un impianto eolico richiamato in premessa. Tale analisi è stata condotta mediante l'utilizzo del modulo di calcolo *Shadow-flickering* del Software RESoft Windfarm (Version 4.1.2.3).

I dati in input si riferiscono a:

- Modello digitale del terreno dell'area interessata dall'installazione degli aerogeneratori;
- posizioni (E, N, quota) degli aerogeneratori;
- posizione dei recettori.

Inoltre nella verifica con il software vengono considerati i dati che correlano la posizione del sole nell'arco dell'anno con le condizioni operative delle turbine nello stesso arco di tempo.

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

In particolare, il modello numerico utilizzato, al pari degli altri presenti sul mercato, produce in output una mappa di impatto nel caso più penalizzante (*Worst Case Scenario*), corrispondente alle ore in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte nell'arco dell'anno (ore di luce, ca. 4380 h/a), indipendentemente dalla presenza o meno di nubi, le quali inficerebbero il fenomeno stesso dello *shadow-flickering* per l'impossibilità che si generino ombre.

Quindi, allo scopo di pervenire a valori più realistici di impatto, prossimi al caso reale (*Statistical Real Case Scenario*), i dati ricavati dal programma andranno analizzati e tarati tenendo conto dei valori di soleggiamento reale e delle ore di funzionamento dell'impianto che saranno discussi nei capitoli successivi.

Nel modello del calcolo sono stati individuati i recettori ricadenti nel buffer di 1 km da ogni aerogeneratore.

Si precisa che, alla data di redazione del presente documento, non esistono specifiche distanze limite stabilite da dispositivi normativi o da linee guida regionali, provinciali o comunali in materia di *shadow-flickering*.

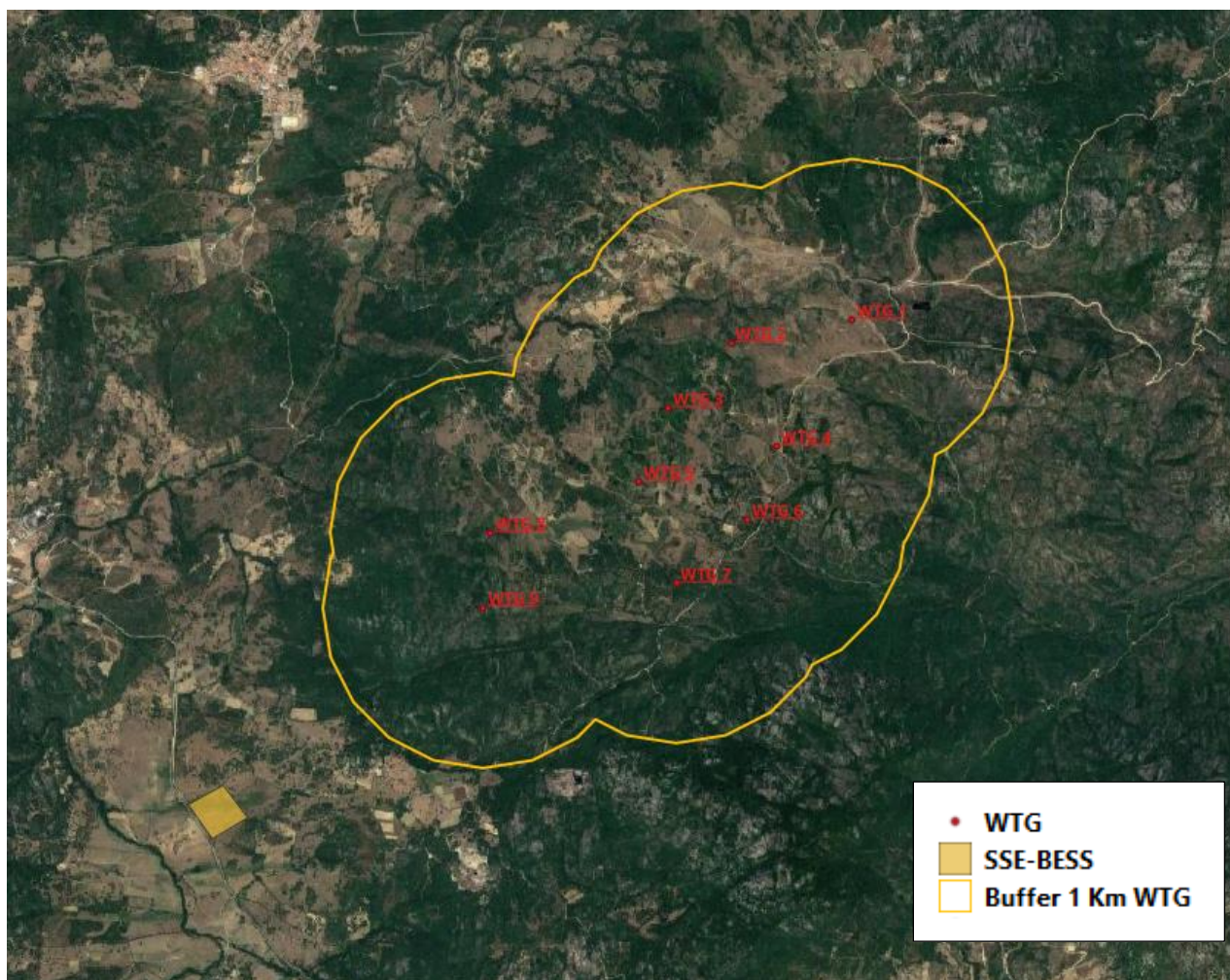


Figura 6 - Buffer di 1km (in giallo) da ciascun aerogeneratore (in rosso) entro cui sono state censiti i recettori per l'analisi dello *Shadow-flickering*.

#### 4.1 Individuazione dei recettori

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestrate che si trovano sul prolungamento della direttrice sole-turbina; per questo motivo, sono state considerate nella simulazione la presenza di finestre con altezza e larghezza pari a 1 metro, posizionate ad un'altezza dal suolo pari a 2 metri e disposte secondo i 4 punti cardinali.

Ricadenti nel buffer di 1 km da ciascun aerogeneratore risultano 24 edifici. L'individuazione dei recettori è stata condotta attraverso la consultazione della cartografia catastale e, successivamente sono stati considerati, tutti gli elementi presenti nel "catasto fabbricati" che corrispondono ad edifici adibiti ad "ambiente abitativo" e tutti quelli destinati alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzati per le diverse attività umane. Questa operazione ha portato all'individuazione di 24 edifici (vedere allegato A.1: Elenco dei Recettori e allegato A2: Mappa dei Recettori).



ANT S.r.l.		CODICE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA 12 di 30

#### 4.1.1 Localizzazione dei potenziali recettori

Si riporta a seguire la localizzazione su Google Earth dei recettori considerati nello studio:

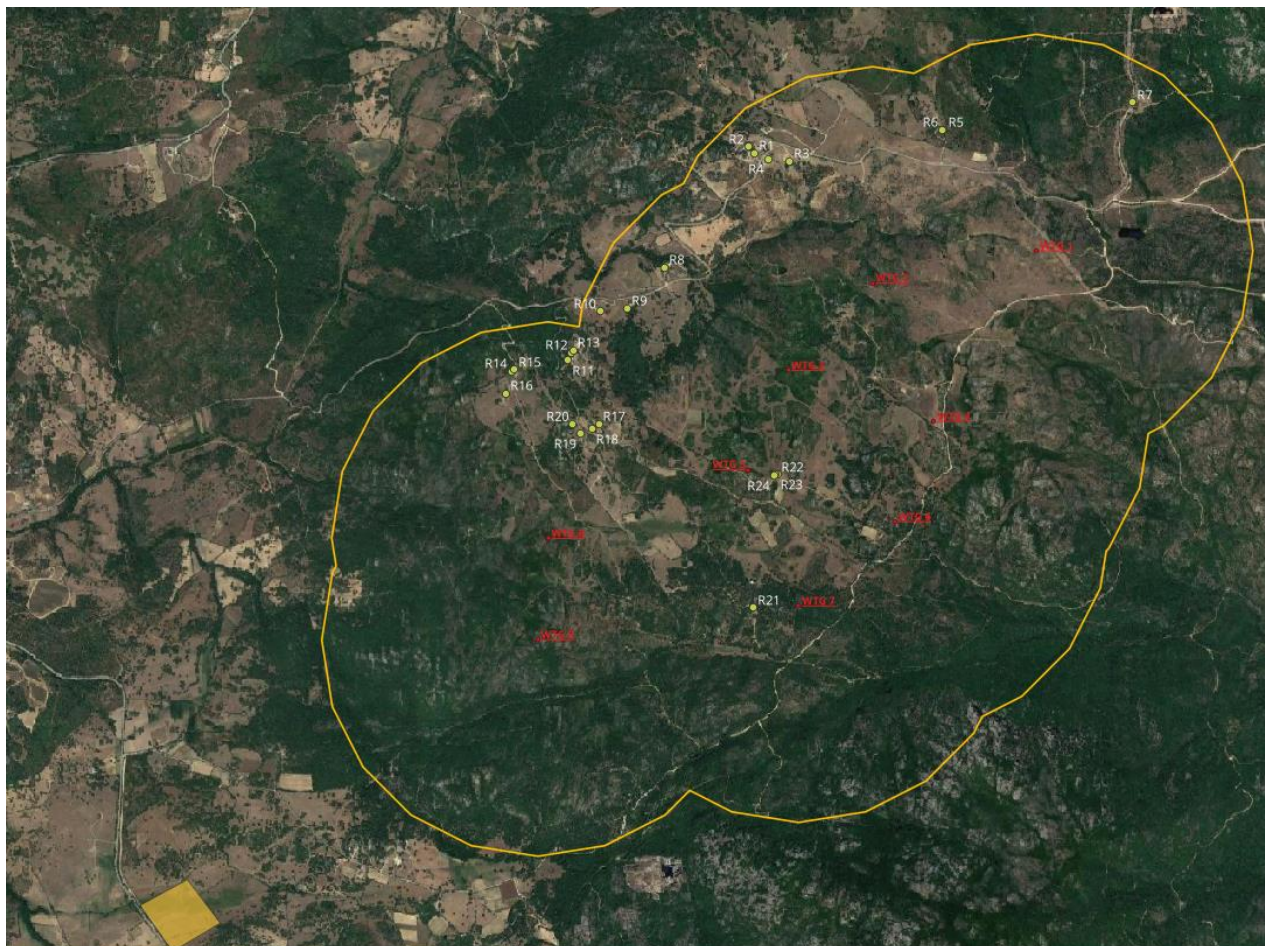


Figura 7 - Individuazione dei recettori su immagine satellitare

Nella simulazione dello *shadow-flickering* sono stati considerati 24 recettori.

## 5. RISULTATI

Le raccomandazioni generali riguardo al fenomeno indicano che lo *shadow-flickering* non ecceda le 30 ore all'anno o i 30 minuti al giorno per ciascuna abitazione.

Queste raccomandazioni sono state tratte da uno studio commissionato a PREDAC (*Promotion of Renewable Energy and Development of Action at a European Level* - un'associazione per la promozione delle migliori pratiche in campo delle energie rinnovabili) dall'Unione Europea sulla base delle esperienze nel campo di Belgio, Danimarca, Francia, Olanda e Germania.

Nella presente trattazione è stato valutato l'effetto della fluttuazione d'ombra per tutte le abitazioni comprese entro un buffer di 1000 m da ciascun aerogeneratore.



ANT S.r.l.		CODICE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA 13 di 30

Al fine di verificare la sussistenza del fenomeno dello *shadow-flickering* indotto dal parco eolico in progetto sono state effettuate una serie di simulazioni che hanno tenuto conto:

- Del diagramma solare riferito alla latitudine di installazione del parco;
- della posizione degli aerogeneratori e dell'altezza complessiva della macchina, intesa quale somma tra l'altezza del mozzo e la lunghezza della pala;
- della posizione del sole e quindi della proiezione dell'ombra rispetto ai recettori;
- della posizione dei possibili recettori rientranti in un buffer di 1000 m da ogni aerogeneratore del parco.

Le simulazioni sono state condotte in condizioni conservative, assumendo il cielo completamente sgombro da nubi e foschia; nessun ostacolo interposto tra i recettori individuati e gli aerogeneratori in progetto, rotore in movimento continuo e luce diretta.

Per ogni recettore sono state considerate 4 finestre distribuite sui 4 punti cardinali,

I risultati della simulazione effettuata sui 24 recettori sono riassunti nell'allegato A3: "Risultati dell'analisi della fluttuazione d'ombra" riportato in calce al documento. Nella tabella sono riportate le coordinate e l'altitudine dei recettori, i dati delle relative finestre (altezza, larghezza, altezza del baricentro dal suolo, angolo di inclinazione e gradi rispetto al nord), il numero di giorni annui interessati dal fenomeno, il numero massimo di ore in un giorno, la media delle ore al giorno ed il n° totale di ore annue.

I risultati della simulazione con il programma WindFarm sono estremamente cautelativi, trattandosi di una stima puramente teorica in quanto considera che:

- Il sole splende per tutta la giornata, dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla direttrice sole-aerogeneratore (l'aerogeneratore "insegue" il sole);
- gli aerogeneratori sono sempre operativi;
- non sono presenti alberi o altri ostacoli che, intercettando l'ombra degli aerogeneratori, riducano o annullino il fastidio del *flickering*;
- sono state inserite finestre sui 4 lati degli edifici.

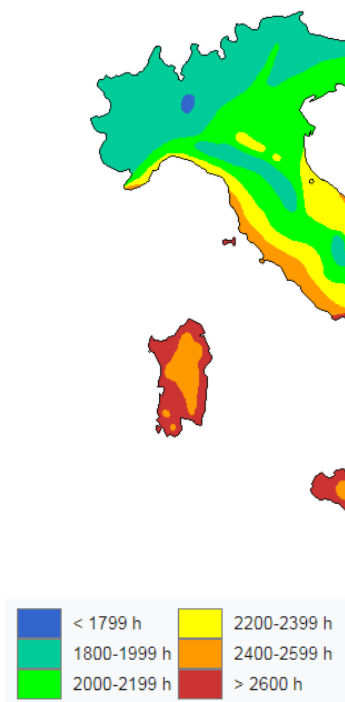
Dal momento che il fenomeno dello *shadow-flickering* è prodotto dalla contemporanea presenza di sole libero da nubi (potenzialità di generare ombre) e funzionamento delle WTG (rotore permanentemente in moto) allo scopo di pervenire a valori più realistici, prossimi al caso reale (*Statistical Real Case Scenario*), si tiene conto dell'eliofania locale e delle ore stimate di funzionamento dell'impianto eolico nell'arco dell'anno.

<b>ANT S.r.l.</b>		CODICE
		<b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA
		14 di 30

Per quanto riguarda i valori di eliofania locale, ovvero il numero di ore di cielo libero da nubi durante il giorno, il dato è stato ricavato dalla “Carta dell'eliofania assoluta media annua in Italia” (Figura 8).

Per l’area in esame tale valore corrisponde a circa 2600 h/a; quindi, considerando che le ore totali in cui il sole si trova sopra l’orizzonte sono 4380, i risultati del calcolo potrebbero, ragionevolmente, essere presi in considerazione nella misura del 59,36% ( $2600/4380 = 59,36\%$ ).

In altri termini, rispetto al *Worst Case Scenario*, la probabilità di occorrenza del fenomeno di *shadow-flickering* si riduce, per l’area in esame, al 59,36% che corrisponde proprio alla probabilità che il disco solare risulti libero da nubi.



**Figura 8 - Carta dell'eliofania assoluta media annua in Italia di Mario Pinna (*M. Pinna, Contributi di climatologia, Roma, Società geografica italiana, 1985, p. 28*)**

Per quanto riguarda le ore equivalenti di funzionamento delle WTG rispetto al totale delle ore in un anno (8760 h) queste risultano pari a 2713. Quindi la probabilità che il rotore di un aerogeneratore risulti in movimento è dell’ordine del 30,97% (pari al rapporto  $2713/8760$ ).

In definitiva, per quanto finora detto, la probabilità composta di avere contemporaneamente l’occorrenza di rotore in moto (vento) e sole libero da nubi (ombre), è pari al 18,38% ( $59,36\% \times 30,97\% = 18,38\%$ ) essendo i due fenomeni stocasticamente indipendenti per cui la probabilità composta risulta pari al prodotto delle singole probabilità.

Nell’allegato A.4: “Confronto tra *Worst Case Scenario* e *Statistical Real Case Scenario*” riportato in appendice, vengono restituiti il numero di giorni e di ore in cui è fisicamente possibile che il

fenomeno si presenti (*Worst Case Scenario*) e il valore reale atteso di ore l'anno in cui il fenomeno potrebbe presentarsi (*Statistical Case Real Scenario*).

A tal proposito è importante sottolineare che anche il caso reale, calcolato tenendo conto dell'eliofania locale e delle ore di funzionamento dell'impianto, è comunque un valore cautelativo in quanto nella stima non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra.

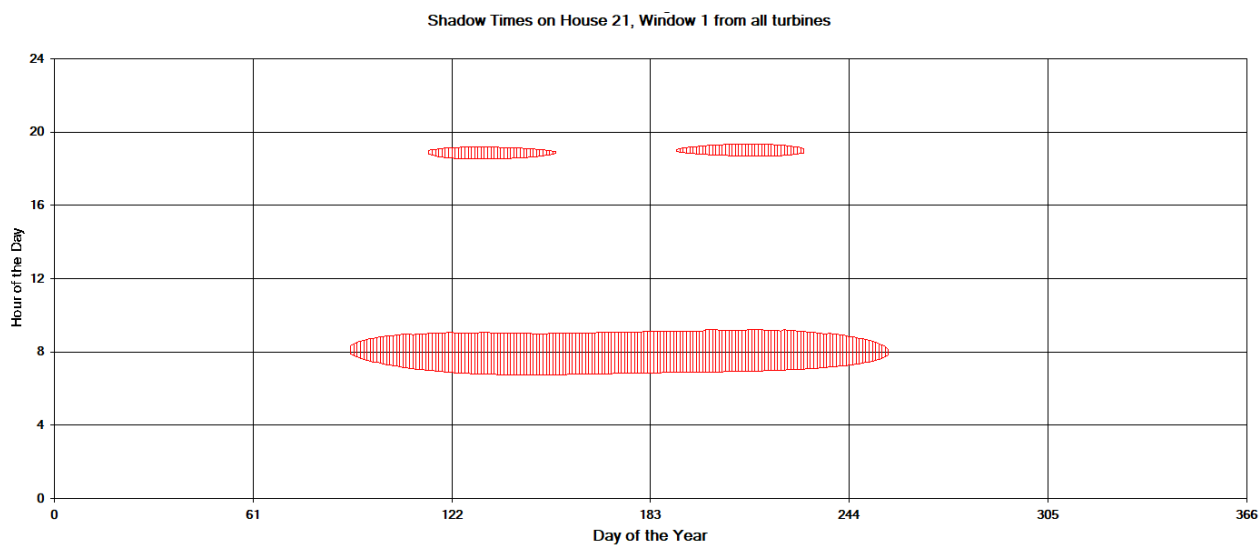
Nel caso reale (*Statistical Real Case Scenario*), in 8 superfici finestrate non risulta soddisfatto il valore limite di riferimento di 30 ore/anno. Per come riportato sinteticamente di seguito:

Num. Recettori	ID	ID WindFarm/Finestra	Worst Case		Statistical Real Case	
			Max ore al giorno	Totale ore annue	Max ore al giorno	Totale ore annue
21	R21	21/1	2 h 56 min	372 h 0 min	0 h 32 min	68 h 22 min
		21/2	2 h 19 min	333 h 48 min	0 h 25 min	61 h 21 min
22	R22	22/1	3 h 40 min	459 h 0 min	0 h 40 min	84 h 22 min
		22/4	2 h 58 min	433 h 30 min	0 h 33 min	79 h 41 min
23	R23	23/1	3 h 41 min	459 h 24 min	0 h 41 min	84 h 26 min
		23/4	3 h 1 min	435 h 0 min	0 h 33 min	79 h 57 min
24	R24	24/1	3 h 40 min	441 h 48 min	0 h 40 min	81 h 12 min
		24/4	3 h 1 min	419 h 0 min	0 h 33 min	77 h 1 min

**Tabella 4: Recettori/finestre che superano i limiti di shadow flickering.**

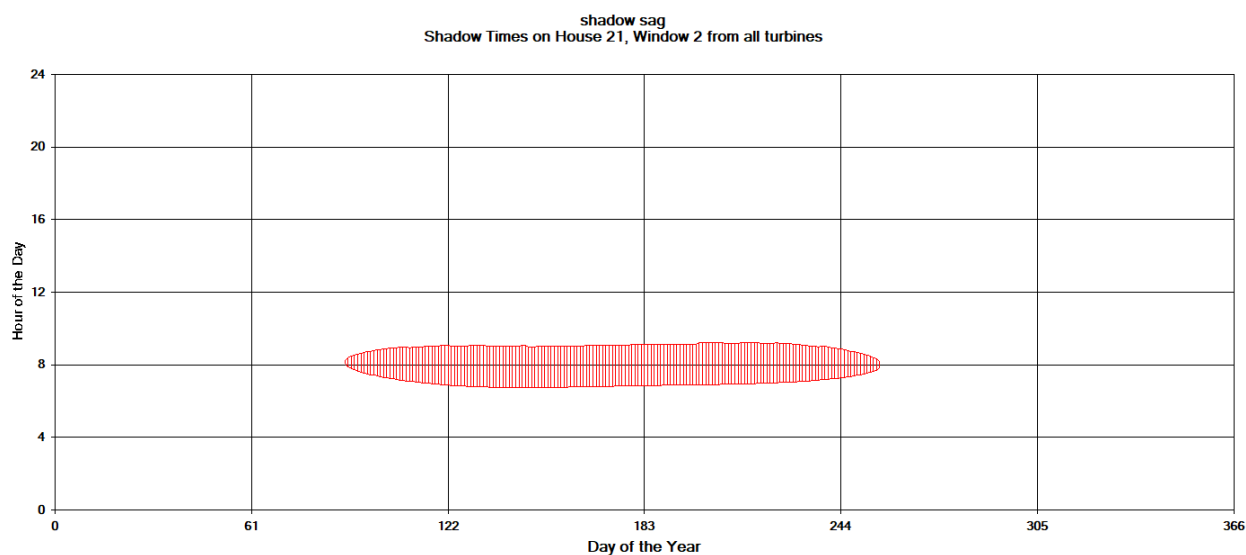
Per i recettori di cui sopra, presso il quale l'effetto di *shadow flickering* risulta superiore a 30 ore l'anno, è stato elaborato un calendario dell'ombra che riporta in maniera grafica i periodi dell'anno in cui è possibile il verificarsi il fenomeno (condizioni del caso peggiore).

Si precisa che il grafico a seguire è relativo al caso peggiore (*Worst Case Scenario*) quindi è rappresentativo del periodo in cui il fenomeno dello *shadow flickering* è fisicamente possibile che si verifichi, pur risultando di intensità minore (in termini di numeri giorni e ore totali) nel caso reale.



**Figura 9: Grafico che mostra per il recettore 21 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 1.**

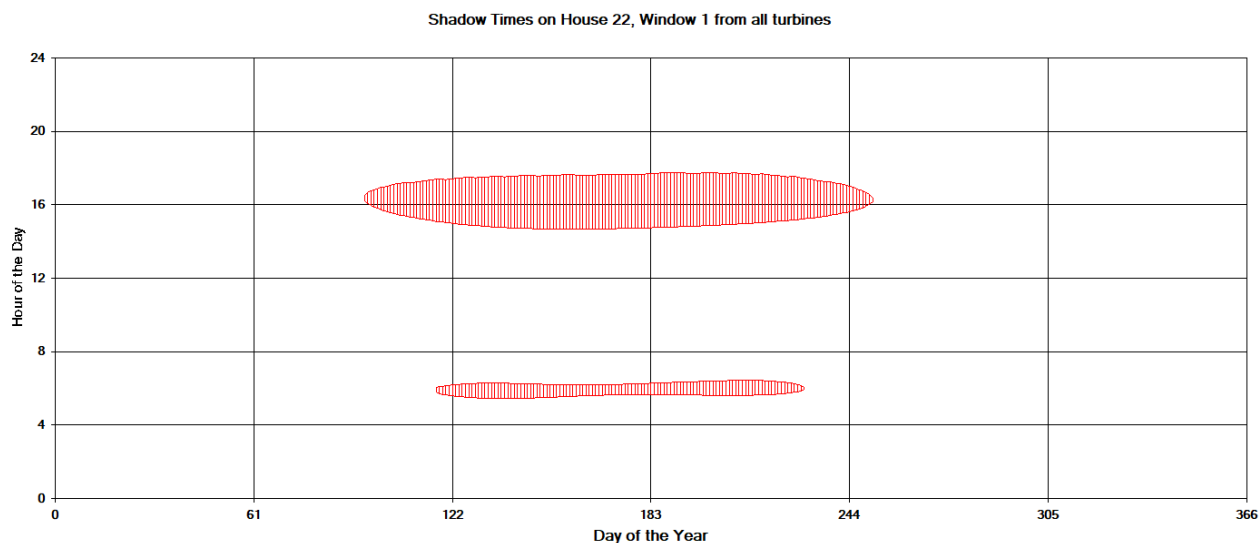
La finestra n° 1 del recettore 21 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG07 e WTG08 rispettivamente per i mesi primaverili/estivi in mattinata ed in serata.



**Figura 10: Grafico che mostra per il recettore 21 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 2.**

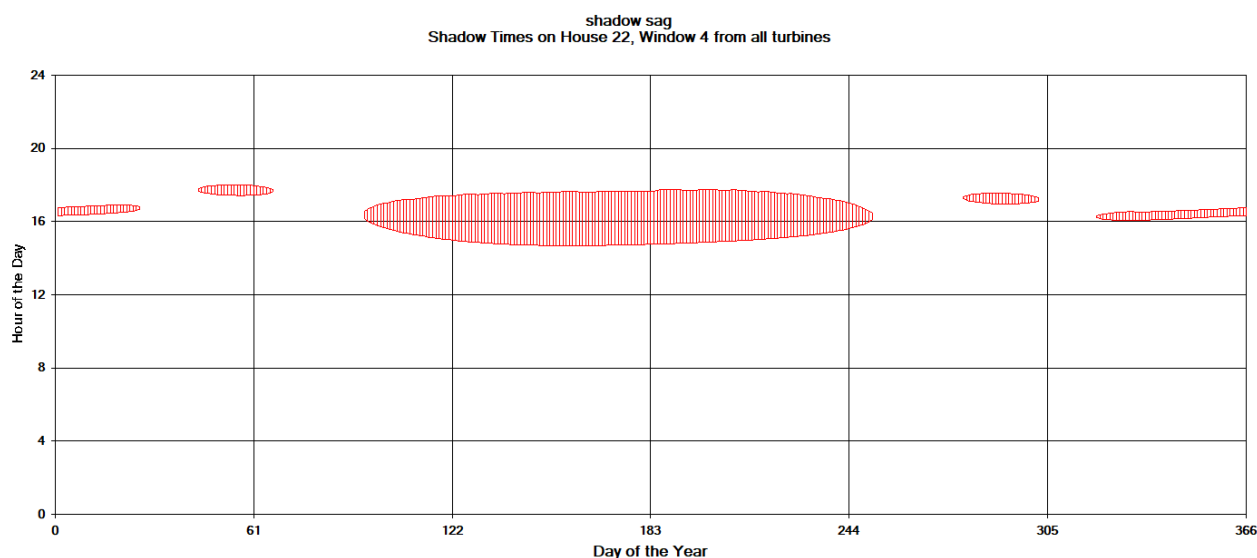
La finestra n° 2 del recettore 21 risulta essere investita dall'ombra proveniente principalmente dalla WTG07 nei mesi primaverili/estivi. Mostra la persistenza del fenomeno nelle ore mattutine.





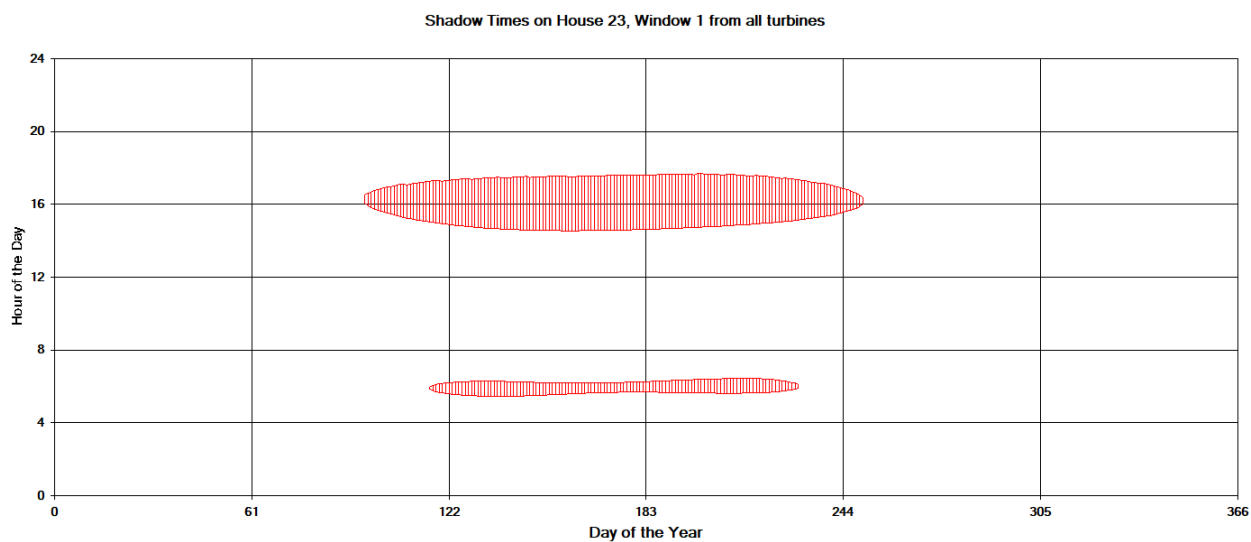
**Figura 11: Grafico che mostra per il recettore 22 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 1.**

La finestra n° 1 del recettore 22 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG04 e della WTG05 nel periodo primaverile estivo. Il grafico mostra come l'elemento finestrato risulti ombreggiato rispettivamente nelle ore mattutine e pomeridiane.



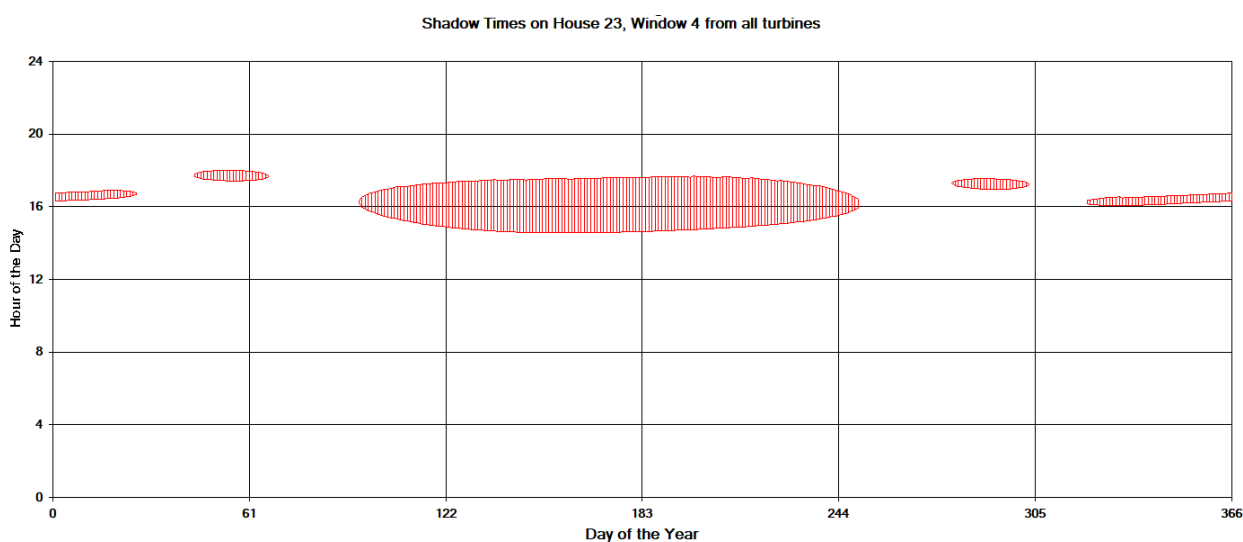
**Figura 12: Grafico che mostra per il recettore 22 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 4.**

La finestra n° 3 del recettore 16 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG05 nei mesi primaverili estivi, dalla WTG08 e WTG09 sia nei mesi invernali che autunnali. Mostra la persistenza del fenomeno nelle ore pomeridiane della giornata.



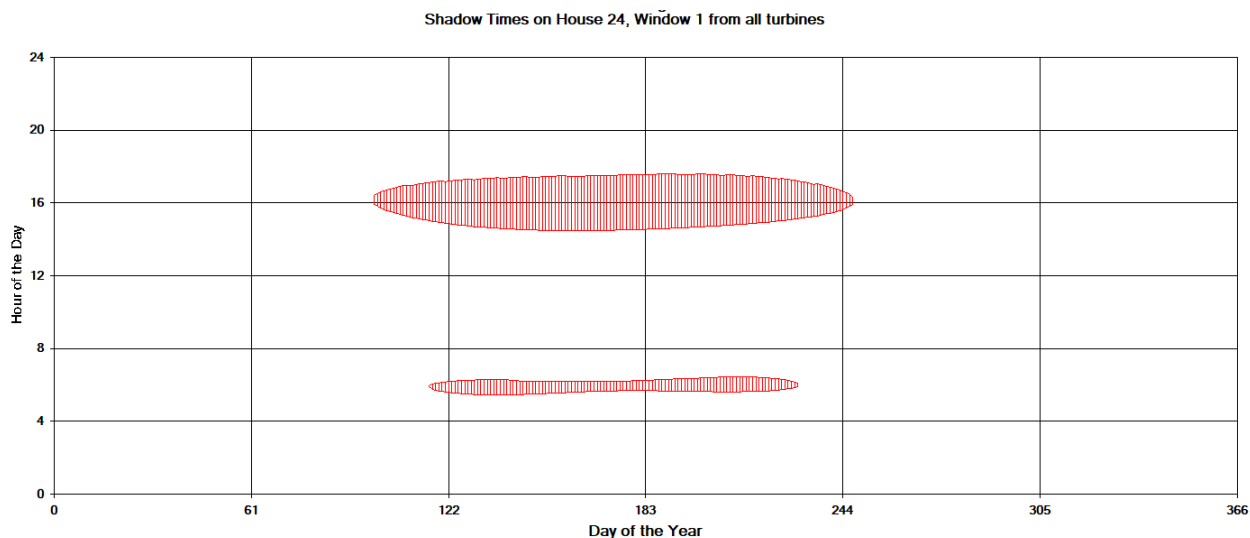
**Figura 13: Grafico che mostra per il recettore 23 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 1.**

La finestra n° 1 del recettore 23 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG04 e dalla WTG05 nei mesi primaverili estivi. Il grafico mostra la persistenza del fenomeno rispettivamente nelle ore mattutine e pomeridiane della giornata.



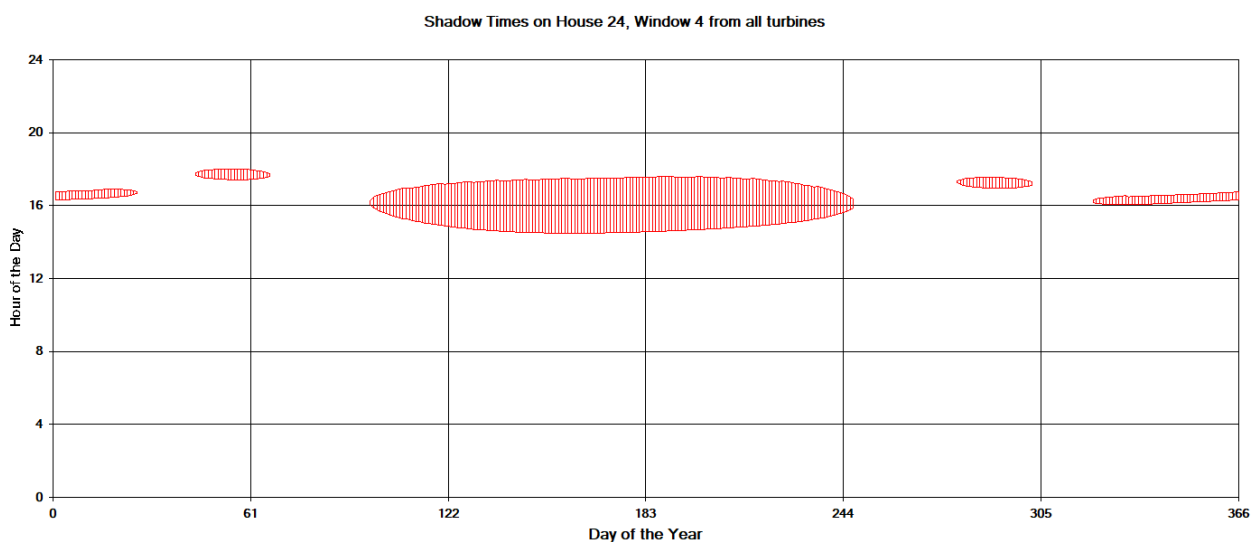
**Figura 14: Grafico che mostra per il recettore 23 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 4.**

La finestra n° 4 del recettore 23 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG05 nei mesi primaverili estivi, dalla WTG08 e WTG09 sia nei mesi invernali che autunnali. Il grafico Mostra la persistenza del fenomeno nelle ore pomeridiane della giornata.



**Figura 14: Grafico che mostra per il recettore 24 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 1.**

La finestra n° 1 del recettore 24 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG04 e dalla WTG05 nei mesi primaverili estivi. Il grafico mostra la persistenza del fenomeno rispettivamente nelle ore mattutine e pomeridiane della giornata.



**Figura 15: Grafico che mostra per il recettore 24 il manifestarsi del fenomeno dell'oscillazione d'ombra sulla finestra 4.**

La finestra n° 4 del recettore 24 risulta essere investita dall'ombra proveniente dalla WTG05 nei mesi primaverili estivi, dalla WTG08 e WTG09 sia nei mesi invernali che autunnali. Il grafico Mostra la persistenza del fenomeno nelle ore pomeridiane della giornata.

ANT S.r.l.		CODICE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA 20 di 30

L'analisi dei grafici mostra la persistenza del fenomeno sia nei mesi autunnali/invernali, che primaverili/estivi. Non si omette di sottolineare che i mesi autunnali/invernali risultano caratterizzati dalle peggiori condizioni metereologiche dell'anno e quindi da una maggiore probabilità di cielo coperto rendendo mitigati gli effetti ed ancora più plausibili le considerazioni fatte a proposito del "caso reale", in cui si è tenuto conto di un fattore correttivo dovuto alle possibilità di avere cielo nuvoloso.

Per quanto riguarda l'analisi dei mesi primaverili/estivi, l'oscillazione dell'ombra riguarda, per ogni caso, una singola turbina dell'intero impianto e si concentra principalmente nelle ore pomeridiane, rendendo quindi minori anche in questo caso, gli effetti causati.

## 6. CONCLUSIONI

A seguito di quanto descritto nei paragrafi precedenti si può concludere che lo studio effettuato sul fenomeno dello *shadow flickering* si basa su una stima cautelativa, in quanto non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra, e dell'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra. È stata altresì considerata l'ipotesi di finestre poste su 4 lati degli immobili.

Il fenomeno è potenzialmente riscontrabile solo in periodi limitati del giorno e durante alcuni mesi dell'anno. Per tutti gli altri recettori indagati lo *shadow flickering* risulta inferiore a 30 ore l'anno e a 30 minuti al giorno.

Va sottolineato comunque che:

- La velocità massima di rotazione delle turbine che verranno montate è 9.31 rpm (rotazioni al minuto), quindi nettamente inferiore a 50 rpm, frequenza massima raccomandata al fine di ridurre al minimo i fastidi e soddisfare le condizioni di benessere;
- non sussiste una normativa italiana in materia, per cui il progetto non si pone in difformità a prescrizioni normative o prassi.

Il Tecnico

Ing. Leonardo Sblendido



ANT S.r.l.		CODICE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGINA 21 di 30

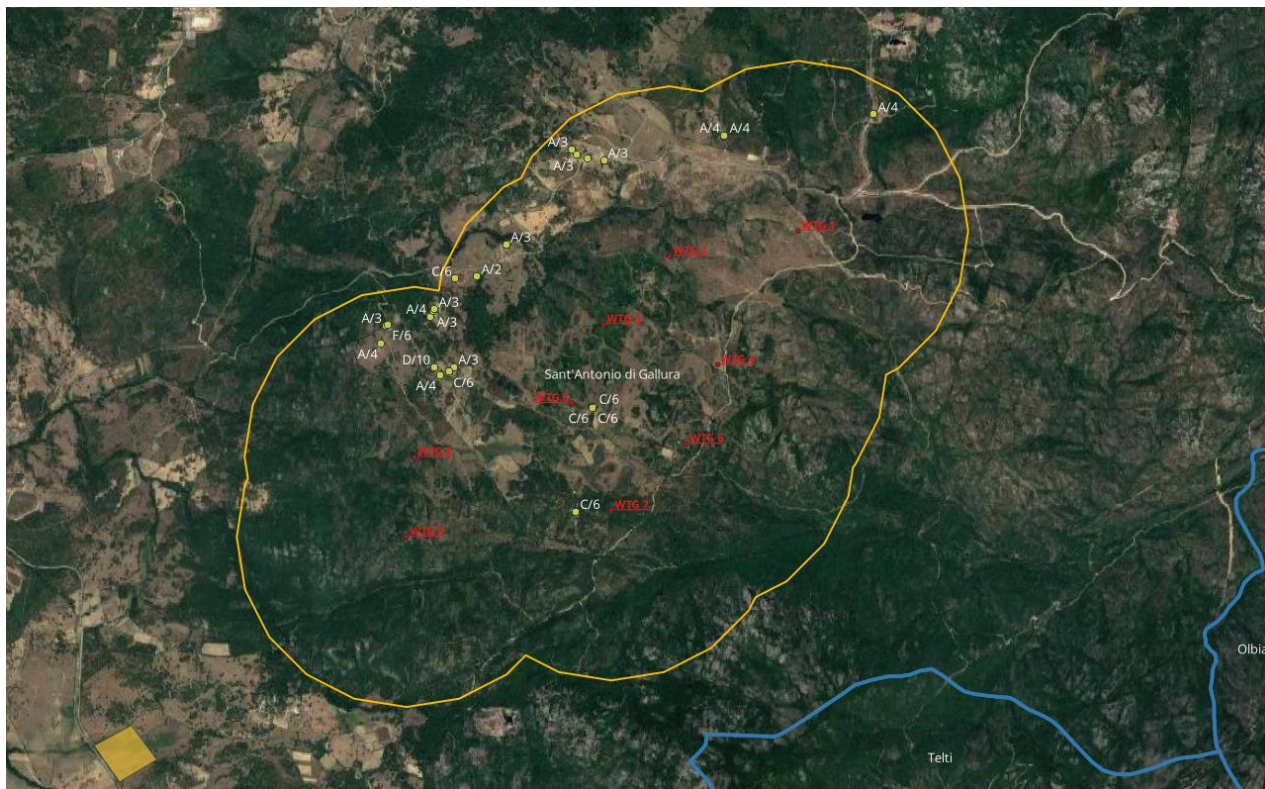
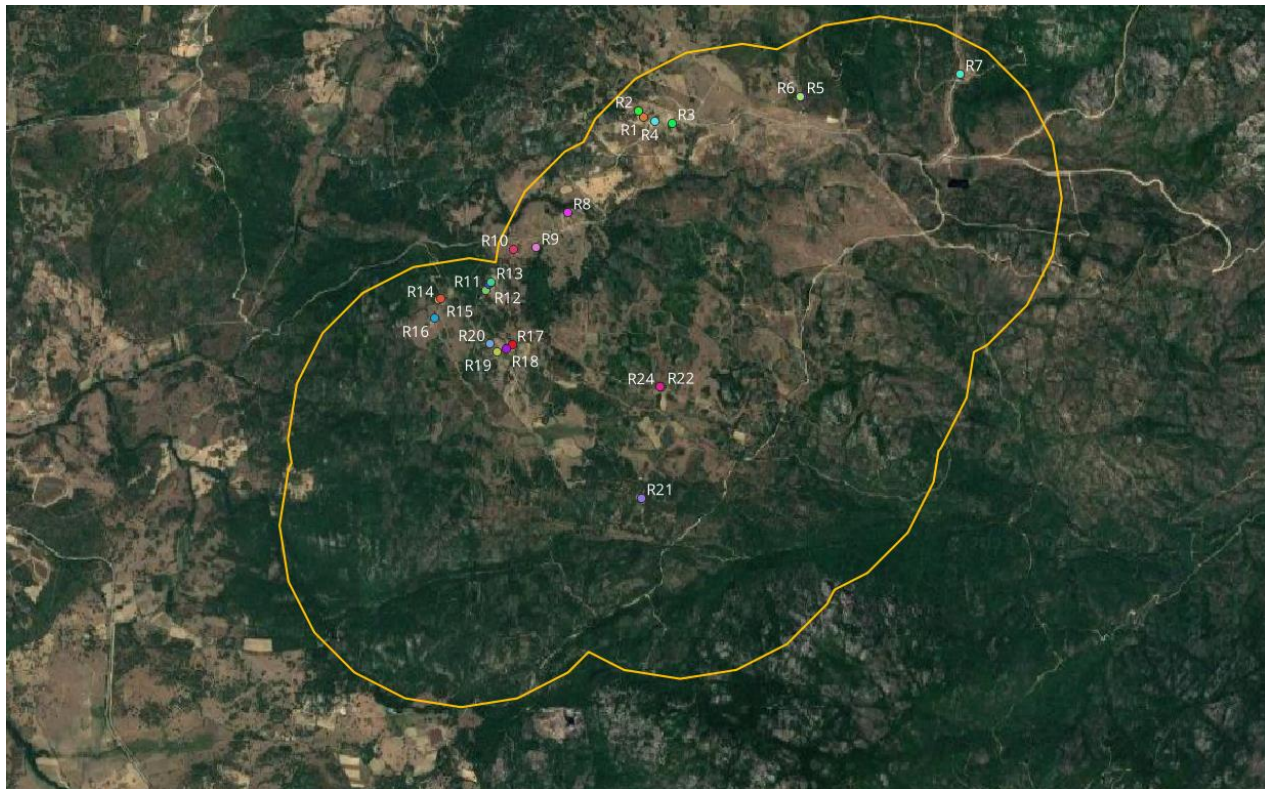
## ALLEGATI

### A.1: ELENCO DEI RECETTORI

ID recettore	Coordinata X	Coordinata Y	Comune	Foglio	Particella	Categoria catastale
R1	527713	4536806	S.Antonio di Gallura (SS)	7	364	A/3
R2	527684	4536837	S.Antonio di Gallura (SS)	7	441	A/3
R3	527872	4536770	S.Antonio di Gallura (SS)	7	430	A/3
R4	527774	4536781	S.Antonio di Gallura (SS)	7	324	A/3
R5	528585	4536917	S.Antonio di Gallura (SS)	7	379	A/4
R6	528577	4536917	S.Antonio di Gallura (SS)	7	283	A/4
R7	529458	4537042	S.Antonio di Gallura (SS)	7	299	A/4
R8	527297	4536278	S.Antonio di Gallura (SS)	18	169	A/3
R9	527124	4536089	S.Antonio di Gallura (SS)	18	102	A/2
R10	526997	4536077	S.Antonio di Gallura (SS)	18	164	C/6
R11	526847	4535851	S.Antonio di Gallura (SS)	18	152	A/4
R12	526865	4535884	S.Antonio di Gallura (SS)	18	136	A/3
R13	526873	4535896	S.Antonio di Gallura (SS)	18	157	A/3
R14	526588	4535799	S.Antonio di Gallura (SS)	17	128	A/3
R15	526599	4535807	S.Antonio di Gallura (SS)	17	138	F/6
R16	526561	4535696	S.Antonio di Gallura (SS)	17	126	A/4
R17	526991	4535554	S.Antonio di Gallura (SS)	18	114	A/3
R18	526959	4535532	S.Antonio di Gallura (SS)	18	168	C/6
R19	526908	4535510	S.Antonio di Gallura (SS)	18	151	A/4
R20	526871	4535556	S.Antonio di Gallura (SS)	18	149	D/10
R21	527704	4534707	S.Antonio di Gallura (SS)	18	119	C/6
R22	527816	4535322	S.Antonio di Gallura (SS)	18	153	C/6
R23	527809	4535322	S.Antonio di Gallura (SS)	18	146	C/6
R24	527802	4535319	S.Antonio di Gallura (SS)	18	147	C/6

Categoria	Descrizione
A/1	Abitazione di tipo signorile
A/2	Abitazione di tipo civile
A/3	Abitazione di tipo economico
A/4	Abitazione di tipo popolari
A/5	Abitazione di tipo ultrapopolare
A/6	Abitazione di tipo rurale
A/7	Abitazione in villini
A/8	Abitazione in villa
A/9	Castelli, palazzi di eminenti pregi artistici o storici
A/10	Uffici e studi privati
A/11	Abitazione o alloggi tipici dei luoghi

### A.2: MAPPA DEI RECETTORI



ANT S.r.l		GRE CODE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGE 23 di/of 30

### A.3: RISULTATI DELL'ANALISI DELLA FLUTTUAZIONE D'OMBRA (WORST Case Scenario)

Num, Recettori	ID	ID WindFarm/ Finestra	Est	Nord	Larghezza finestra (m)	Altezza Finestra (m)	Baricentro Finestra dal suolo (m)	Gradi dal Nord	Angolo inclinazione	Num, di giorni annui	Max ore al giorno	Ore medie al giorno	Totale ore annue
1	R1	1/1	527713,00	4536806,00	1,00	1,00	2,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
		1/2	527713,00	4536806,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	86,00	0,59	0,44	37,80
		1/3	527713,00	4536806,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	87,00	0,59	0,44	37,90
		1/4	527713,00	4536806,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
2	R2	2/1	527684,00	4536837,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
		2/2	527684,00	4536837,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	81,00	0,51	0,40	32,00
		2/3	527684,00	4536837,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	81,00	0,51	0,40	32,00
		2/4	527684,00	4536837,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
3	R3	3/1	527872,00	4536770,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
		3/2	527872,00	4536770,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	82,00	0,55	0,44	35,90
		3/3	527872,00	4536770,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	82,00	0,55	0,44	35,90
		3/4	527872,00	4536770,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
4	R4	4/1	527774,00	4536781,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
		4/2	527774,00	4536781,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	90,00	0,64	0,47	41,90
		4/3	527774,00	4536781,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	91,00	0,64	0,46	42,00
		4/4	527774,00	4536781,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
5	R5	5/1	528585,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
		5/2	528585,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	48,00	0,63	0,51	24,60
		5/3	528585,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	48,00	0,64	0,51	24,70
		5/4	528585,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
6	R6	6/1	528577,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
		6/2	528577,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	50,00	0,66	0,54	26,80



ANT S.r.l



GRE CODE

**C23ANTW001A011R00**

PAGE

24 di/of 30

		6/3	528577,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	50,00	0,66	0,54	26,90
		6/4	528577,00	4536917,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
7	R7	7/1	529458,00	4537042,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
		7/2	529458,00	4537042,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
		7/3	529458,00	4537042,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	65,00	0,45	0,39	25,40
		7/4	529458,00	4537042,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	66,00	0,45	0,39	25,50
8	R8	8/1	527297,00	4536278,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	29,00	0,38	0,31	9,00
		8/2	527297,00	4536278,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	140,00	1,29	0,72	100,50
		8/3	527297,00	4536278,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	139,00	1,29	0,66	91,30
		8/4	527297,00	4536278,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
9	R9	9/1	527124,00	4536089,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	48,00	0,71	0,51	24,60
		9/2	527124,00	4536089,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	187,00	0,86	0,55	102,50
		9/3	527124,00	4536089,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	139,00	0,86	0,56	77,70
		9/4	527124,00	4536089,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
10	R10	10/1	526997,00	4536077,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	43,00	0,63	0,46	19,70
		10/2	526997,00	4536077,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	187,00	0,83	0,53	99,80
		10/3	526997,00	4536077,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	144,00	0,83	0,56	80,00
		10/4	526997,00	4536077,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
11	R11	11/1	526847,00	4535851,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	45,00	0,46	0,35	15,70
		11/2	526847,00	4535851,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	185,00	0,98	0,50	91,70
		11/3	526847,00	4535851,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	139,00	0,97	0,54	75,70
		11/4	526847,00	4535851,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
12	R12	12/1	526865,00	4535884,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	44,00	0,46	0,35	15,60
		12/2	526865,00	4535884,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	188,00	1,02	0,51	95,90
		12/3	526865,00	4535884,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	144,00	1,02	0,56	80,10
		12/4	526865,00	4535884,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00



ANT S.r.l



GRE CODE

**C23ANTW001A011R00**

PAGE

25 di/of 30

13	R13	13/1	526873,00	4535896,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	43,00	0,46	0,36	15,60
		13/2	526873,00	4535896,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	192,00	1,04	0,51	97,50
		13/3	526873,00	4535896,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	148,00	1,04	0,55	81,80
		13/4	526873,00	4535896,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
14	R14	14/1	526588,00	4535799,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	74,00	0,50	0,35	26,20
		14/2	526588,00	4535799,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	188,00	0,64	0,37	68,80
		14/3	526588,00	4535799,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	114,00	0,64	0,37	42,50
		14/4	526588,00	4535799,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
15	R15	15/1	526599,00	4535807,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	37,00	0,39	0,30	11,10
		15/2	526599,00	4535807,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	187,00	0,66	0,36	68,20
		15/3	526599,00	4535807,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	151,00	0,66	0,38	56,90
		15/4	526599,00	4535807,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
16	R16	16/1	526561,00	4535696,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	82,00	0,49	0,34	27,80
		16/2	526561,00	4535696,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	221,00	0,54	0,35	78,00
		16/3	526561,00	4535696,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	139,00	0,54	0,35	50,00
		16/4	526561,00	4535696,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
17	R17	17/1	526991,00	4535554,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	157,00	1,01	0,60	94,30
		17/2	526991,00	4535554,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	269,00	1,02	0,59	158,70
		17/3	526991,00	4535554,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	118,00	0,84	0,54	64,00
		17/4	526991,00	4535554,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
18	R18	18/1	526959,00	4535532,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	152,00	0,99	0,59	89,80
		18/2	526959,00	4535532,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	275,00	1,00	0,57	157,90
		18/3	526959,00	4535532,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	131,00	0,82	0,52	67,60
		18/4	526959,00	4535532,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
19	R19	19/1	526908,00	4535510,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	151,00	0,96	0,55	83,60
		19/2	526908,00	4535510,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	281,00	0,96	0,55	154,00

<b>ANT S.r.l</b>		GRE CODE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGE 26 di/of 30

		19/3	526908,00	4535510,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	140,00	0,77	0,50	69,90
		19/4	526908,00	4535510,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
20	R20	20/1	526871,00	4535556,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	163,00	0,88	0,48	78,00
		20/2	526871,00	4535556,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	286,00	0,88	0,49	139,00
		20/3	526871,00	4535556,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	127,00	0,74	0,48	60,60
		20/4	526871,00	4535556,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	0,00	0,00	0,00	0,00
21	R21	21/1	527704,00	4534707,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	166,00	2,94	2,24	372,00
		21/2	527704,00	4534707,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	167,00	2,31	2,00	333,80
		21/3	527704,00	4534707,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	47,00	0,62	0,49	23,10
		21/4	527704,00	4534707,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	128,00	0,66	0,50	63,60
22	R22	22/1	527816,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	157,00	3,66	2,92	459,00
		22/2	527816,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	198,00	1,04	0,74	146,00
		22/3	527816,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	157,00	1,61	0,76	119,60
		22/4	527816,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	278,00	2,97	1,56	433,50
23	R23	23/1	527809,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	155,00	3,69	2,96	459,40
		23/2	527809,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	198,00	1,03	0,72	143,40
		23/3	527809,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	156,00	1,60	0,76	118,20
		23/4	527809,00	4535322,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	277,00	3,01	1,57	435,00
24	R24	24/1	527802,00	4535319,00	1.0	1.0	2.0	0.0	0.0	149,00	3,66	2,97	441,80
		24/2	527802,00	4535319,00	1.0	1.0	2.0	90.0	0.0	197,00	1,02	0,72	140,90
		24/3	527802,00	4535319,00	1.0	1.0	2.0	180.0	0.0	154,00	1,59	0,76	117,30
		24/4	527802,00	4535319,00	1.0	1.0	2.0	270.0	0.0	270,00	3,02	1,55	419,00

ANT S.r.l		GRE CODE <b>C23ANTW001A011R00</b>
		PAGE 27 di/of 30

#### A.4: CONFRONTO TRA WORST CASE SCENARIO E STATISTICAL REAL CASE SCENARIO

ID	ID WindFarm/Finestra	Worst Case		Statistical Real Case	
		Max ore al giorno	Totale ore annue	Max ore al giorno	Totale ore annue
R1	1/1	0,00	0,00	0,00	0,00
	1/2	0,59	37,80	0,11	6,95
	1/3	0,59	37,90	0,11	6,97
	1/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R2	2/1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2/2	0,51	32,00	0,09	5,88
	2/3	0,51	32,00	0,09	5,88
	2/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R3	3/1	0,00	0,00	0,00	0,00
	3/2	0,55	35,90	0,10	6,60
	3/3	0,55	35,90	0,10	6,60
	3/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R4	4/1	0,00	0,00	0,00	0,00
	4/2	0,64	41,90	0,12	7,70
	4/3	0,64	42,00	0,12	7,72
	4/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R5	5/1	0,00	0,00	0,00	0,00
	5/2	0,63	24,60	0,12	4,52
	5/3	0,64	24,70	0,12	4,54
	5/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R6	6/1	0,00	0,00	0,00	0,00
	6/2	0,66	26,80	0,12	4,93
	6/3	0,66	26,90	0,12	4,94
	6/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R7	7/1	0,00	0,00	0,00	0,00
	7/2	0,00	0,00	0,00	0,00
	7/3	0,45	25,40	0,08	4,67
	7/4	0,45	25,50	0,08	4,69
R8	8/1	0,38	9,00	0,07	1,65
	8/2	1,29	100,50	0,24	18,47
	8/3	1,29	91,30	0,24	16,78
	8/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R9	9/1	0,71	24,60	0,13	4,52
	9/2	0,86	102,50	0,16	18,84
	9/3	0,86	77,70	0,16	14,28
	9/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R10	10/1	0,63	19,70	0,12	3,62
	10/2	0,83	99,80	0,15	18,34
	10/3	0,83	80,00	0,15	14,70
	10/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R11	11/1	0,46	15,70	0,08	2,89
	11/2	0,98	91,70	0,18	16,85
	11/3	0,97	75,70	0,18	13,91
	11/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R12	12/1	0,46	15,60	0,08	2,87
	12/2	1,02	95,90	0,19	17,63
	12/3	1,02	80,10	0,19	14,72

	12/4	0,00	0,00	0,00	0,00
R13	13/1	0,46	15,60	0,08	2,87
	13/2	1,04	97,50	0,19	17,92
	13/3	1,04	81,80	0,19	15,03
	13/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	14/1	0,50	26,20	0,09	4,82
R14	14/2	0,64	68,80	0,12	12,65
	14/3	0,64	42,50	0,12	7,81
	14/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	15/1	0,39	11,10	0,07	2,04
R15	15/2	0,66	68,20	0,12	12,54
	15/3	0,66	56,90	0,12	10,46
	15/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	16/1	0,49	27,80	0,09	5,11
R16	16/2	0,54	78,00	0,10	14,34
	16/3	0,54	50,00	0,10	9,19
	16/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	17/1	1,01	94,30	0,19	17,33
R17	17/2	1,02	158,70	0,19	29,17
	17/3	0,84	64,00	0,15	11,76
	17/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	18/1	0,99	89,80	0,18	16,51
R18	18/2	1,00	157,90	0,18	29,02
	18/3	0,82	67,60	0,15	12,42
	18/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	19/1	0,96	83,60	0,18	15,37
R19	19/2	0,96	154,00	0,18	28,31
	19/3	0,77	69,90	0,14	12,85
	19/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	20/1	0,88	78,00	0,16	14,34
R20	20/2	0,88	139,00	0,16	25,55
	20/3	0,74	60,60	0,14	11,14
	20/4	0,00	0,00	0,00	0,00
	21/1	2,94	372,00	0,54	68,37
R21	21/2	2,31	333,80	0,42	61,35
	21/3	0,62	23,10	0,11	4,25
	21/4	0,66	63,60	0,12	11,69
	22/1	3,66	459,00	0,67	84,36
R22	22/2	1,04	146,00	0,19	26,83
	22/3	1,61	119,60	0,30	21,98
	22/4	2,97	433,50	0,55	79,68
	23/1	3,69	459,40	0,68	84,44
R23	23/2	1,03	143,40	0,19	26,36
	23/3	1,60	118,20	0,29	21,73
	23/4	3,01	435,00	0,55	79,95
	24/1	3,66	441,80	0,67	81,20
R24	24/2	1,02	140,90	0,19	25,90
	24/3	1,59	117,30	0,29	21,56
	24/4	3,02	419,00	0,56	77,01

**A.5 MAPPA DEI RECETTORI PER I QUALI VIENE SUPERATO IL VALORE N° ORE/ANNO**



**A.6: MAPPA DI ISO OMBREGGIAMENTO (*Worst Case Scenario*)**

