



REGIONE  
SICILIANA



LIBERO CONSORZIO  
COMUNALE DI PALERMO



COMUNE DI  
CORLEONE



COMUNE DI  
CONTESSA ENTELLINA



COMUNE DI  
MONREALE

COMMITTENTE:

**RWE**

RWE RENEWABLES ITALIA S.R.L.  
via A. Doria, 41/G - 00192 ROMA (RM)  
P.IVA/C.F. 06400370968  
pec: [rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it](mailto:rwerenewablesitaliasrl@legalmail.it)

Titolo del Progetto:

**PARCO EOLICO CORLEONE-CONTESSA**

Documento:

**PROGETTO DEFINITIVO**

N° Documento:

**PELE-P-R-0512**

ID PROGETTO:

**PELE**

DISCIPLINA:

**P**

TIPOLOGIA:

FORMATO:

TITOLO:

**STUDIO SHADOW FLICKERING**

FOGLIO:

1/1

SCALA:

INDICATA

FILE:

**PELE-P-R-0512\_00.dwg**

**Progetto:**



**REWIND ENERGY S.R.L.S.**  
viale Europa, 249 - 91011 ALCAMO (TP)  
P.IVA/C.F. 02785820818  
pec: [rewindenergy@pec.it](mailto:rewindenergy@pec.it)

**Studi ambientali:**



**VAMIRGEOIND**  
via Tevere, 9 - 90144 PALERMO (PA)  
P.IVA/C.F. 05030350820  
mail: [vamirsas@yahoo.it](mailto:vamirsas@yahoo.it)

Rev:	Data Revisione	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	17.04.2023	PRIMA EMISSIONE	BELLOMO	VAMIRGEOIND	REWIND ENERGY

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING .....</b>	<b>7</b>
3.1	<i>Descrizione del contesto territoriale.....</i>	<i>7</i>
3.1	<i>Configurazione di impianto.....</i>	<i>10</i>
3.2	<i>Definizione dell’ambito di studio .....</i>	<i>12</i>
3.3	<i>Individuazione dei ricettori .....</i>	<i>13</i>
3.4	<i>Metodologia di calcolo e software utilizzato .....</i>	<i>16</i>
3.5	<i>Risultati.....</i>	<i>22</i>
<b>4</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>26</b>
<b>5</b>	<b>APPENDICE A.....</b>	<b>27</b>

## Elaborati grafici

- Mappa di potenziale interferenza da shadow flickering

## 1 PREMESSA

In provincia di Palermo, più precisamente in un'area che interessa i comuni di Corleone e Contessa Entellina, è prevista la realizzazione di un campo eolico costituito da 12 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 5,7 MW. L'impianto è localizzato su quote che vanno da 380 a 550 m s.l.m circa.

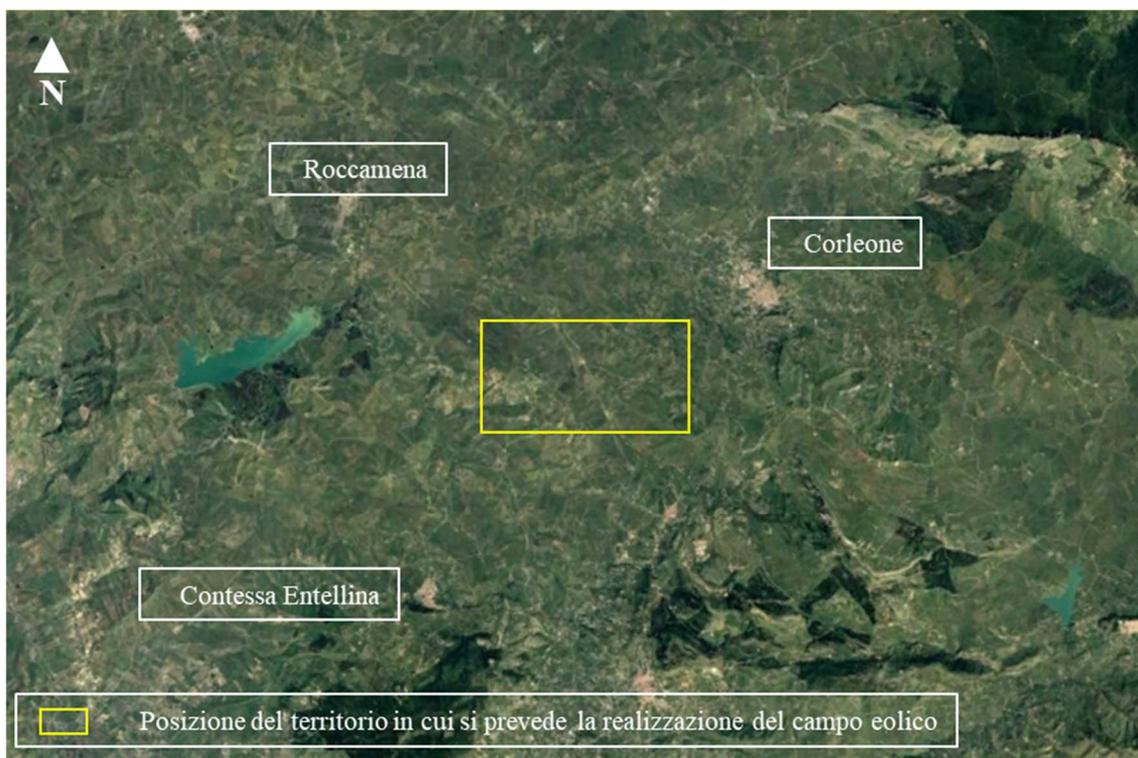


Figura 1-1 Localizzazione del campo eolico oggetto di studio

La tipologia di macchina impiegata è di tipo ad asse orizzontale in cui il sostegno, ovvero una torre tubolare con altezza pari a 115 m, porta alla sua sommità la navicella, al cui lato esterno è collegata un rotore di diametro di 170 m.

## 2 CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING

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

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

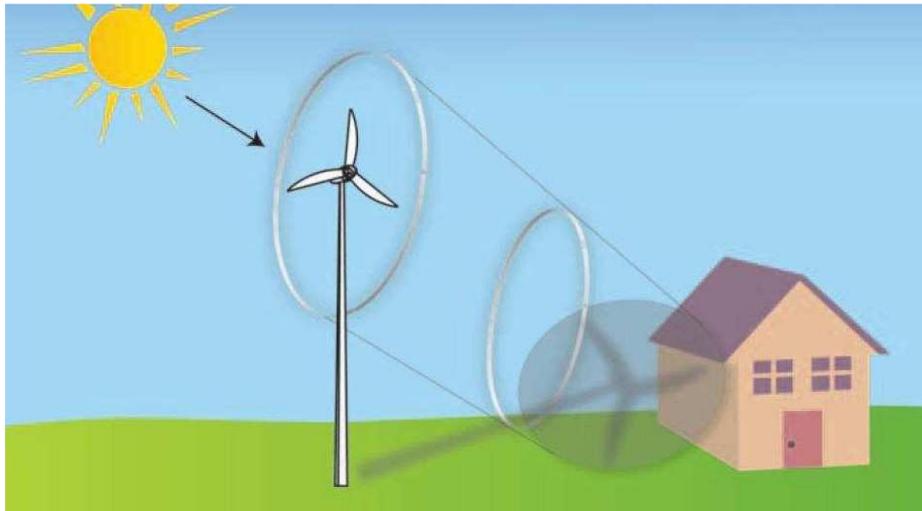


Figura 2-1 Esempio di effetto flickering

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

In particolare, le frequenze che possono provocare un senso di fastidio sono comprese tra i 2.5 ed i 20 Hz (Verkuijlen and Westra, 1984), e, l'effetto sugli individui è simile a quello che si sperimenterebbe in seguito alle variazioni di intensità luminosa di una lampada ad incandescenza sottoposta a continui sbalzi della tensione della rete di alimentazione elettrica.

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

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

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

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

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

Come è facile immaginare, la condizione più penalizzante corrisponde al caso in cui il piano del rotore risulta ortogonale alla congiungente ricettore –

sole; infatti, in tali condizioni, l'ombra proiettata darà origine ad un cerchio di diametro pari al rotore del generatore eolico.

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti con finestrate rivolte verso le ombre.

In un'ottica generale e in relazione alle condizioni meteorologiche medie della penisola italiana, è possibile affermare che le aree soggette al fenomeno di shadow flickering non si estendono mai oltre i 500-1000 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono solitamente entro i 300 m di distanza dalle macchine con durata del fenomeno dell'ordine delle 200 ore all'anno e non superiore in genere ai 20/30 minuti di durata nell'arco di una giornata.

L'intensità del fenomeno è definita come la differenza di luminosità che si percepisce in presenza ed in assenza di flickering in una data posizione. In generale, si può affermare che:

- ⇒ Avendo le pale una forma rastremata con lo spessore che cresce verso il mozzo; il fenomeno risulterà tanto più intenso quanto maggiore sarà la porzione di disco solare coperta dalla pala stessa e quanto minore la distanza dal 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.

La tipologia di aerogeneratore prevista per l'installazione ha una velocità di rotazione massima di 8,5 rpm che corrisponde ad una velocità massima di

flickering di 0,45 tagli al secondo, nettamente inferiore alla frequenza massima raccomandata per la tutela della salute umana.

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

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

### **3 CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING**

#### *3.1 Descrizione del contesto territoriale*

I comuni di Corleone e Contessa Entellina sono situati nel territorio della provincia di Palermo in Sicilia.

Il comune di Corleone si estende per 229,46 km<sup>2</sup> e ha una densità abitativa di 46,26 abitanti/ km<sup>2</sup> (scarsamente popolato). Il centro abitato di Corleone si trova ad un'altitudine di 558 metri sul livello del mare: l'altezza massima raggiunta nel territorio comunale è di 1.569 metri s.l.m., mentre la quota minima è di 218 metri. s.l.m.

Il comune di Contessa Entellina si estende per 136,48 km<sup>2</sup> e ha una densità abitativa di 11,2 abitanti/ km<sup>2</sup> (scarsamente popolato). Il centro abitato raggiunge un'altitudine massima di circa 571 m s.l.m. L'altezza massima raggiunta nel territorio comunale è di 1.150 metri s.l.m., mentre la quota minima è di 106 metri. s.l.m.

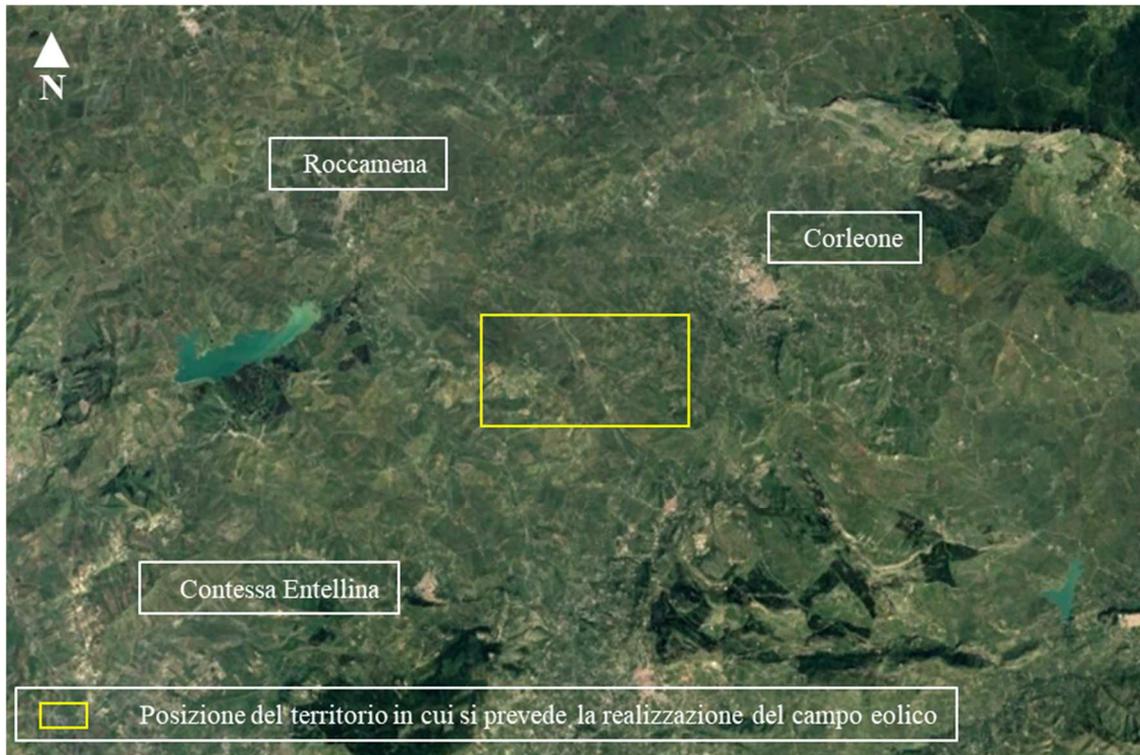


Figura 3-1 Contesto territoriale in cui si prevede l'inserimento del campo eolico

Nello specifico, il contesto in cui il progetto si inserisce è delimitato:

- ❖ a Nord dai centri abitati di Corleone e Roccamena oltreché dalla Strada Provinciale 97;
- ❖ a Sud dai centri abitati di Contessa Entellina e Campofiorito;
- ❖ a Ovest dal territorio collinare a margine del Lago Garcia;
- ❖ ad Est dalle campagne a carattere collinare che si protraggono alla Strada Statale 118;

Dalle indagini effettuate, la presenza antropica in questa porzione di territorio è molto ridotta se non per la presenza di alcuni agglomerati urbani posti, comunque, a distanza notevole dal campo eolico di progetto.



**Legenda**

■ Seminativi semplici   ■ Praterie aride calcaree   ■ Oliveti   ■ Incolti

*Figura 2 Inquadramento area di intervento su Carta uso suolo Corine Land Cover, fonte: Geo portale Regione Sicilia*

Come si evince dalla figura, l'intera area di progetto ricade quasi totalmente in terreni ad uso seminativo semplice.

In generale, l'area interessata dalla realizzazione del parco eolico è omogenea per conformazione e caratteristiche meteo climatiche in quanto tutto l'ambito di studio ricade su territori collinari con elevazione compresa tra i 469 m e 597 m s.l.m.

### 3.1 Configurazione di impianto

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

Turbina	Comune	Coordinate UTM		Altitudine [m]
		Long. E [m]	Lat. N [m]	
COR01	Contessa Entellina	343696.68	4181158.50	420
COR02	Contessa Entellina	343595.55	4181844.47	438
COR03	Contessa Entellina	344035.00	4182334.00	452
COR04	Contessa Entellina	342325.00	4182874.00	422
COR05	Contessa Entellina	343131.00	4183053.00	435
COR06	Corleone	344979.00	4182127.00	501
COR07	Corleone	344211.66	4183208.86	504
COR08	Corleone	344644.00	4183461.00	428
COR09	Corleone	342641.31	4184271.79	537
COR10	Corleone	343255.05	4184184.31	518
COR11	Corleone	345517.09	4184800.83	465
COR12	Corleone	346106.00	4184876.00	475

Tabella 1 Coordinate geografiche puntuali turbine d'impianto



Figura 3-3 Posizione delle turbine di progetto COR01-12 sul territorio

Di seguito è riportata una scheda riassuntiva delle principali caratteristiche della turbina che si intendono installare di potenza nominale pari a 6,6 MW:

<b>Potenza nominale</b>	6,6 MW
<b>n° pale</b>	3
<b>Diametro rotore</b>	170 m
<b>Area spazzata</b>	20 867 m <sup>2</sup>
<b>Altezza mozzo rotore</b>	115,0 m
<b>Tipologia torre</b>	Tubolare

<b>Velocità di rotazione del rotore</b>	8,5 rpm
<b>Velocità vento di avvio</b>	3,0 m/s
<b>Velocità vento nominale</b>	15,0 m/s
<b>Velocità vento di stacco</b>	26,0 m/s

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

### 3.2 Definizione dell'ambito di studio

In generale, come ambito di studio si intende la porzione di territorio che si ritiene potenzialmente interferita dalle opere in progetto nelle loro modalità di funzionamento. Di conseguenza, per quanto anticipato al paragrafo 2, a ciascun aerogeneratore è stata associata un'area di potenziale interferenza dovuta al fenomeno di shadow flickering delimitata da una circonferenza avente centro nel singolo aerogeneratore e raggio pari a 1000 m. Considerando che gli effetti di shadow flickering possono ritenersi nulli per distanze maggiori a 1000 m dalla generica turbina.

L'ambito di studio complessivo (cfr. Figura 3-4) del parco eolico in progetto è quindi definito dall'involuppo delle 12 singole aree, ciascuna definita per ogni aerogeneratore secondo il suddetto criterio.

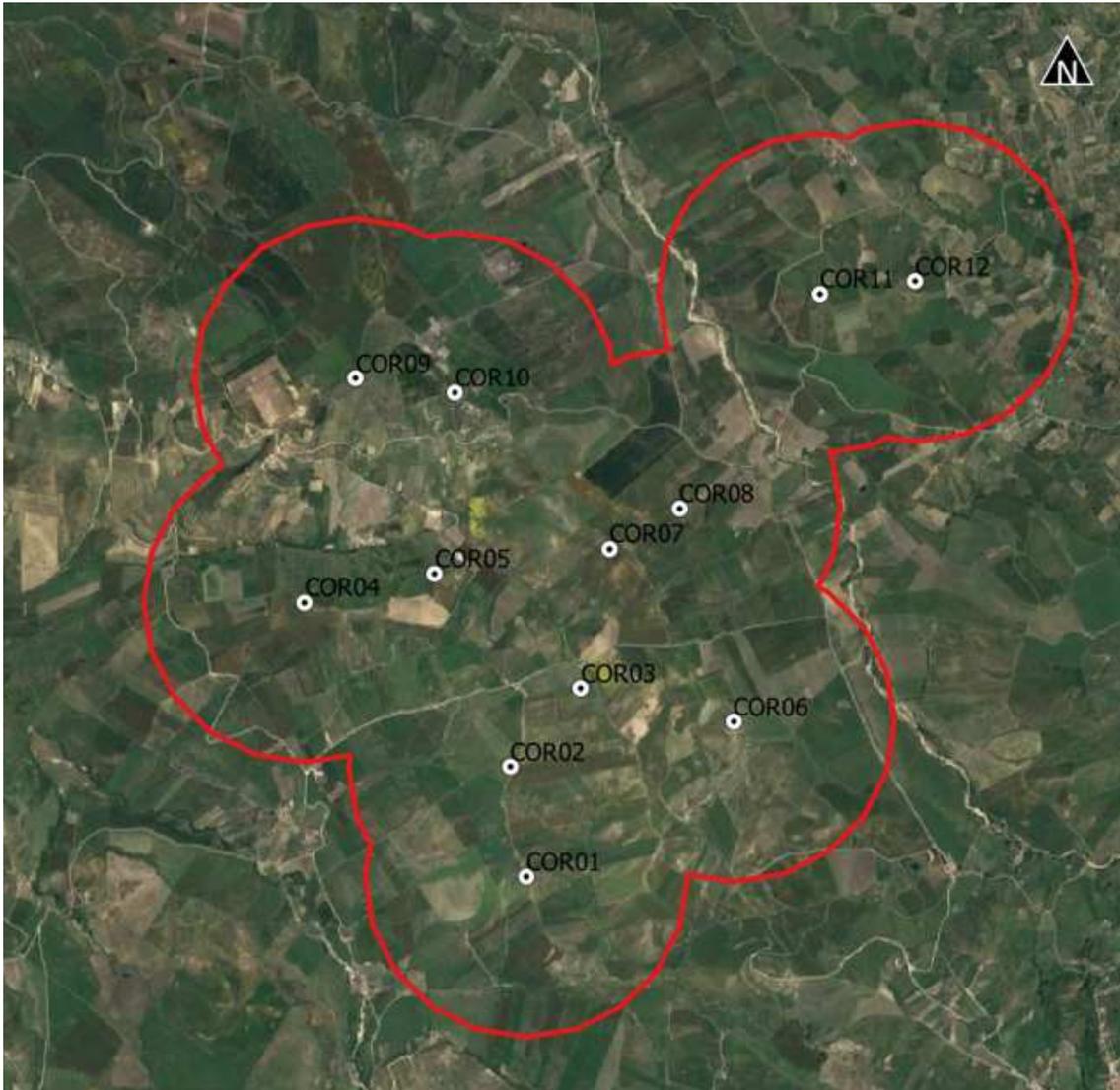


Figura 3-4 Ambito di studio shadow flickering (rosso) per il campo eolico in progetto

### 3.3 Individuazione dei ricettori

Ai fini della previsione degli impatti indotti sulle abitazioni e sugli edifici lavorativi dall'impianto eolico in progetto, sono stati censiti i ricettori presenti nel raggio di 1km dagli aerogeneratori. Distanza oltre la quale si può ipotizzare essere nullo il fenomeno di shadow flickering.

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

Per snellire il modello di calcolo, considerato che il software di analisi WindFarm R5 non è in grado di tenere conto delle zone d'ombra prodotte reciprocamente da edifici ravvicinati, le quali di fatto annullano il fenomeno di shadow flickering dovuto alle turbine, nel caso di più edifici molto ravvicinati tra loro si prendono in considerazione i soli ricettori perimetrali.

Sono stati quindi censiti un totale di 185 edifici, appartenenti ai Comuni di Corleone e Contessa Entellina, i quali risultano essere adibiti ad edifici residenziali o depositi agricoli / box / ruderi per lo più in stato di abbandono. In particolare, dal censimento risultano 109 edifici residenziali e 76 ruderi, box o depositi agricoli.

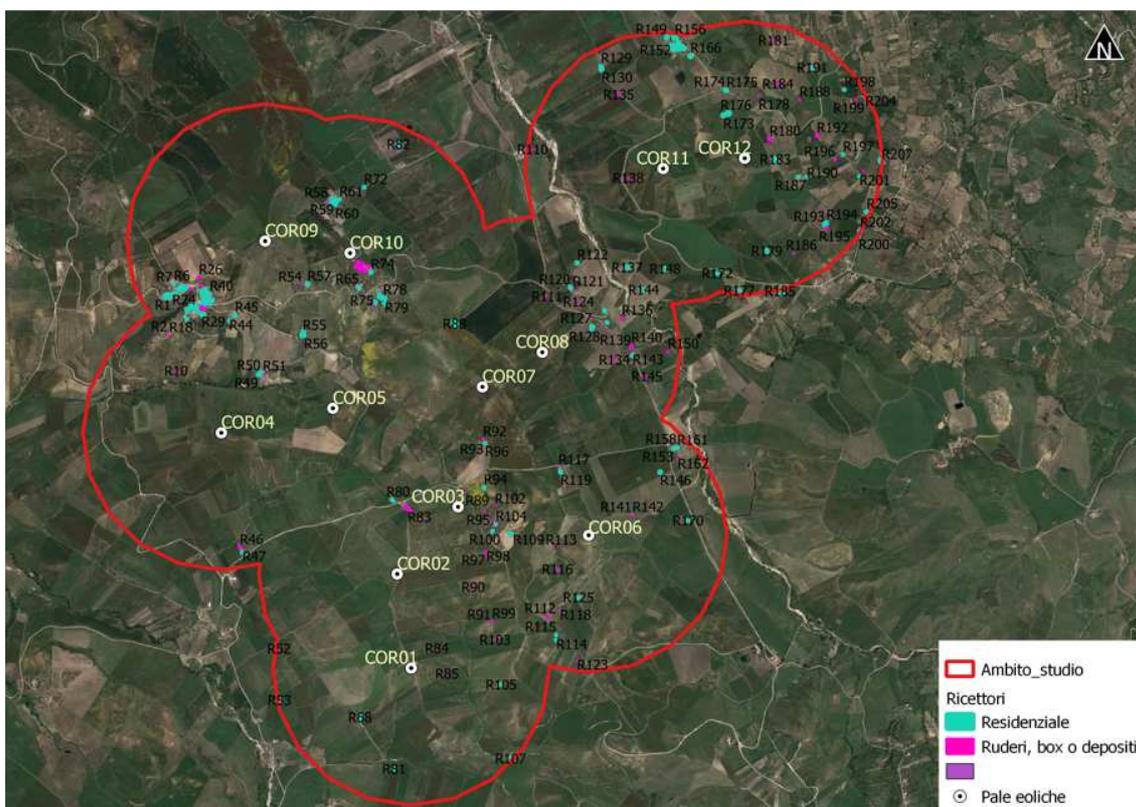


Figura 3-5 Censimento dei ricettori all'interno dell'ambito di studio.

Sebbene il fenomeno possa essere percepito anche all'esterno, esso risulta evidente e fastidioso in quegli ambienti abitativi o lavorativi con finestrate che si trovano sul prolungamento della direttrice sole-turbina, per questo motivo, si è considerato nella simulazione la presenza di finestre di altezza 1 metro e larghezza 1 metro posizionate ad altezza dal suolo di 2 metri e disposte su tutte le facciate degli edifici. Per lo stesso motivo, seppur censiti per completezza, **sono stati esclusi dall'analisi box, depositi e ruderi** in quanto non sensibili al fenomeno indagato.

In APPENDICE A sono riportati i riferimenti geografici, l'uso in atto dei fabbricati, la distanza dall'aerogeneratore più vicino e l'orientamento delle finestre ipotizzato. Le celle evidenziate in tabella rappresentano i ricettori per i quali è stata eseguita l'analisi dell'interferenza da shadow flickering in quanto a destinazione d'uso residenziale o lavorativa.



Figura 3-6 Esempio di identificazione dell'orientamento delle finestre dei ricettori

Data l'entità dei ricettori in studio, è stata ipotizzata una disposizione fissa delle finestre rispetto al nord pari a 0, 90, 180 e 270 gradi. In questo modo sono state prese in considerazione tutte le possibili esposizioni delle finestrate al fenomeno di shadow flickering, rendendo i risultati dell'analisi ancor più cautelativi e completi.

### *3.4 Metodologia di calcolo e software utilizzato*

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

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

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

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



- l'altimetria della zona simulata (formato GTH, vedi Figura 3-8);
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);
- la disposizione geografica dei ricettori sensibili al fenomeno indagato (abitazioni/edifici lavorativi e relative finestre);
- la latitudine e longitudine dell'area interessata.

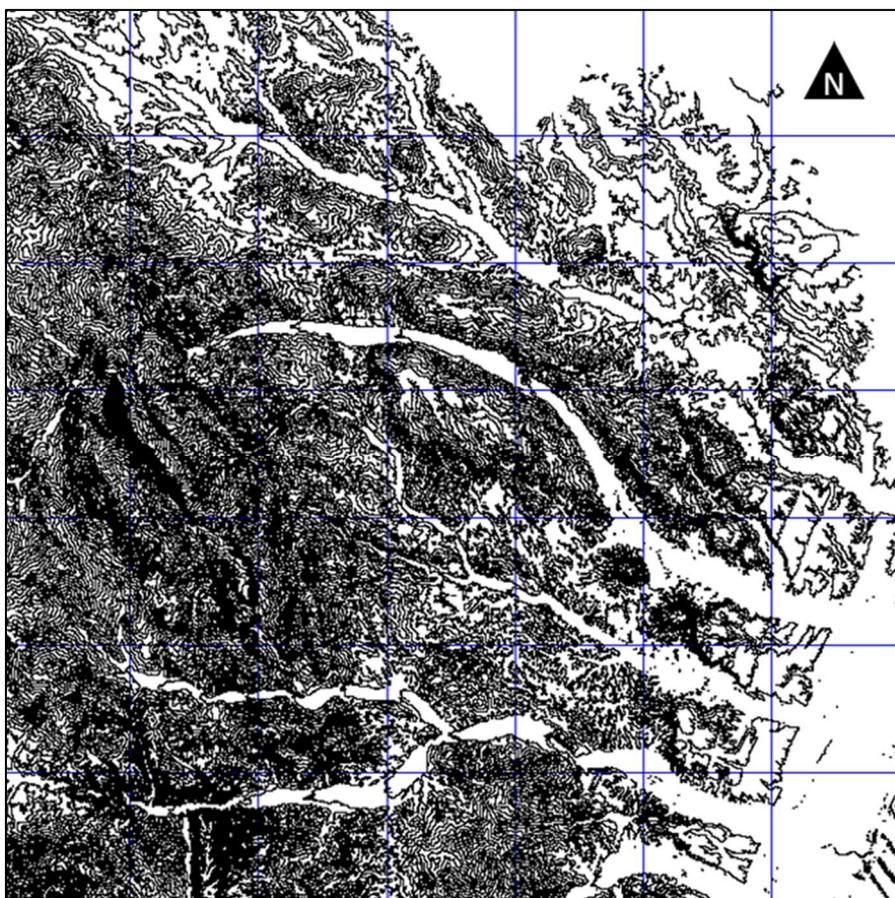


Figura 3-8 Esempio di curve di livello del terreno in WindFarm

Sulla base di questi dati il software calcola il numero di ore annue di esposizione allo shadow flickering per ciascun nodo del grigliato che copre l'intera area, nonché il numero di ore di esposizione per gli ambienti abitativi/lavorativi attraverso le finestre.

```

Project : ESCALAPLANO
Run Name : ESCALAPLANO SHF.WFK
Title : ESCALAPLANO SHF
Time : 18:31:51, 21 Jul 2022

SUMMARY OF MERGED SHADOW TIMES ON EACH HOUSE FROM ALL TURBINES
    
```

House	Easting	Northing	Days per year	Max hours per day	Mean hours per day	Total hours
1	1526517	4397015	137	1.62	1.23	168.2
2	1526345	4397212	75	1.31	1.05	79.1
3	1527258	4397636	105	1.58	1.31	137.9
4	1527279	4398006	158	1.43	1.14	180.9
5	1528148	4398071	73	1.01	0.83	60.9
6	1529421	4397538	221	2.65	1.77	391.9
7	1530427	4399392	125	1.57	1.22	153.1
8	1531859	4398252	0	0.00	0.00	0.0
9	1530160	4396450	97	1.14	0.88	85.7
10	1530322	4395445	179	1.05	0.73	130.7

Figura 3-9 Esempio di output elaborato tramite WindFarm5

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

- ⇒ coordinate geografiche baricentriche (UTM): 336800 m - Est,  
4177500 m -Nord
- ⇒ coordinate geografiche delle turbine considerate (vedi Tabella 1)
- ⇒ coordinate geografiche delle turbine del Parco Eolico (cfr. Figura 3-9)
- ⇒ coordinate geografiche dei ricettori considerati e disposizione delle finestre (vedi APPENDICE A)
- ⇒ estensione area simulata: 10 km x 5 km (50 km<sup>2</sup>)
- ⇒ risoluzione di calcolo: 10 m
- ⇒ raggio d'influenza massimo: 1 km dal punto di installazione dell'aerogeneratore;
- ⇒ altezza del punto di vista dell'osservatore: 2 m
- ⇒ parametri turbina (cfr. Tabella 2 ):
  - ✓ diametro rotore: 170 m
  - ✓ altezza torre: 115 m

✓ larghezza media della pala: 3 m

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

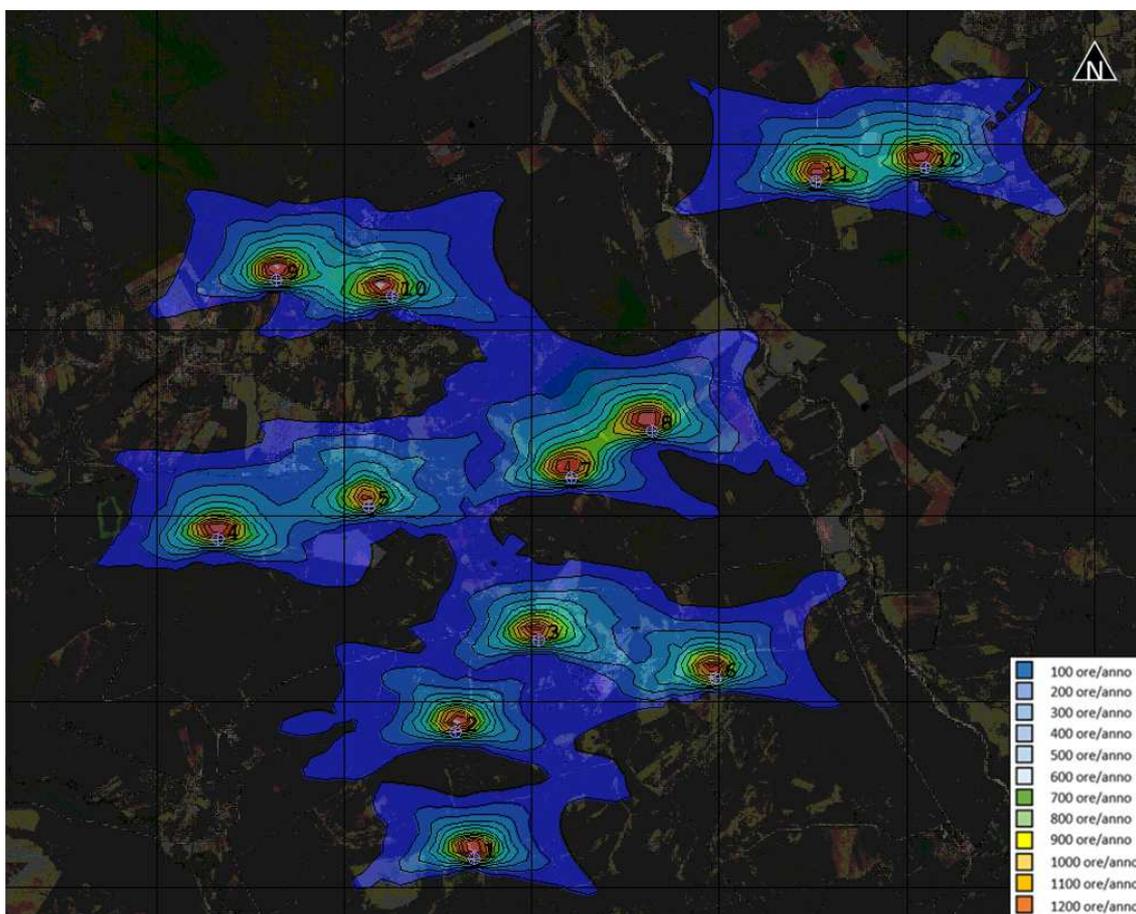


Figura 3-10 Stralcio di output restituito dal software WindFarm.

Di seguito vengono riportate tutte le ipotesi utilizzate per il calcolo del fenomeno di shadow flickering (vedi “caso peggiore” in Tabella 3) effettuato tramite il software WindFarm5:

- ❖ il sole splende per tutta la giornata, dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- ❖ il piano di rotazione delle pale è sempre perpendicolare alla direttrice sole - aerogeneratore (ovvero l'aerogeneratore “insegue” il sole);
- ❖ gli aerogeneratori sono sempre operativi;
- ❖ non sono presenti alberi o altri ostacoli che, intercettando l'ombra degli aerogeneratori, riducano o annullino l'effetto di flickering.

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

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

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

### *3.5 Risultati*

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

<b>Ricettore</b>	<b>Caso peggiore</b>		<b>Caso reale [ore/anno]</b>
	<b>Giorni /anno</b>	<b>Ore /anno</b>	
R001	112	45,9	28
R003	102	41,3	25
R004	126	60,3	36
R006	117	52,1	31
R008	98	39,3	24
R009	108	44,0	26
R017	60	21,8	13
R021	163	74,8	45
R024	155	76,5	46
R025	154	77,2	46
R034	136	65,8	39
R037	77	38,0	23
R039	122	60,0	36
R040	84	42,6	26
R041	100	55,1	33
R044	94	44,8	27
R045	70	24,4	15
R047	164	66,9	40
R049	208	188,8	113
R050	209	183,7	110
R055	66	25,4	15
R056	67	25,4	15
R059	167	178,0	107
R061	164	159,3	96
R064	139	58,4	35

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R065	145	62,1	37
R068	0	0,0	0
R074	172	98,9	59
R076	128	69,9	42
R077	116	60,7	36
R078	117	63,5	38
R094	306	510,1	306
R108	244	208,9	125
R118	109	50,9	31
R119	123	62,6	38
R120	116	124,8	75
R125	26	8,0	5
R127	176	166,6	100
R128	182	167,7	101
R129	95	38,6	23
R130	81	34,3	21
R131	152	119,5	72
R132	148	115,1	69
R133	148	111,6	67
R137	73	64,6	39
R146	181	117,5	71
R148	91	49,6	30
R153	168	79,0	47
R154	0	0,0	0
R156	0	0,0	0
R158	163	76,7	46
R161	164	78,8	47
R163	0	0,0	0
R165	0	0,0	0
R166	0	0,0	0
R168	0	0,0	0
R175	0	0,0	0

Ricettore	Caso peggiore		Caso reale [ore/anno]
	Giorni /anno	Ore /anno	
R177	45	19,9	12
R185	32	9,8	6
R191	79	36,1	22
R193	83	36,4	22
R194	74	32,9	20
R200	58	22,3	13
R202	52	20,0	12
R205	123	65,7	39
R207	62	33,4	20
R019	153	65,8	39
R060	179	216,7	130
R042	108	54,8	33
R052	54	29,4	18
R098	178	128,8	77
R204	82	55,3	33

*Tabella 3 Risultati di calcolo.*

In particolare, nella Tabella 3 vengono riportati il numero di giorni e di ore in cui è fisicamente possibile che il fenomeno si presenti (caso peggiore) e il valore reale atteso di ore l'anno in cui il fenomeno potrebbe presentarsi (caso reale). A tal proposito è importante sottolineare che anche il caso reale, calcolato tenendo conto dell'eliofania locale e delle ore di funzionamento dell'impianto, è comunque un valore cautelativo in quanto nella stima non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra.

***Sempre dalla Tabella 3 si evince che su 72 recettori residenziali e lavorativi, si manifesta il superamento delle 150 ore annue del fenomeno***

***di flickering solo su 1 di esso ovvero sul recettore R094 nel periodo che va da ottobre a dicembre. Il superamento è dato dalla Turbina COR03.***

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

***Inoltre va specificato che l'analisi ha preso in considerazione tutti i recettori presenti sul territorio, anche quelli che da censimento catastale non hanno riscontrato corrispondenza nei database del catasto e il recettore R094 è uno di questi.***

#### 4 CONCLUSIONI

A seguito di quanto descritto nei paragrafi precedenti si può concludere che, pur considerando una stima cautelativa, in quanto non si è tenuto conto degli effetti mitigativi dovuti al piano di rotazione delle pale non sempre ortogonale alla direttrice sole-finestra e all'eventuale presenza di ostacoli e/o vegetazione interposti tra il sole e la finestra, il fenomeno dello shadow flickering si verifica in modo limitato sui recettori presenti nell'area oggetto di studio. Solamente 1 su 72 risulta essere soggetto ad una esposizione che supera le 150 ore annue (vedi Tabella 3).

L'incidenza di tale fenomeno sulla qualità della vita può quindi considerarsi trascurabile con un'esposizione massima giornaliera di 3 ore per un solo recettore (R094) che tra l'altro è uno dei ricettori che da censimento catastale non ha riscontrato corrispondenza nei database del catasto.

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

## 5 APPENDICE A

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R001	Residenziale	798	341931,743	4183865,65
R002	Ruderi, box e depositi	810	341933,843	4183588,75
R003	Residenziale	798	341937,779	4183887,09
R004	Residenziale	789	341951,693	4183972,46
R005	Ruderi, box e depositi	757	341953,111	4183874,24
R006	Residenziale	722	341968,479	4183966,45
R007	Ruderi, box e depositi	734	341975,303	4183932,29
R008	Residenziale	741	341979,717	4183889,15
R009	Residenziale	680	341982,457	4183960,25
R010	Ruderi, box e depositi	553	341998,195	4183325,34
R011	Ruderi, box e depositi	704	342001,452	4183887,07
R017	Residenziale	660	342062,839	4183931,14
R018	Ruderi, box e depositi	795	342075,493	4183703,63
R019	Residenziale	739	342080,334	4183768,68
R020	Ruderi, box e depositi	634	342102,29	4183922,94
R021	Residenziale	714	342103,192	4183789,75
R022	Ruderi, box e depositi	681	342130,008	4183810,22
R024	Residenziale	685	342140,813	4183784,13
R025	Residenziale	705	342146,731	4183764,05
R026	Ruderi, box e depositi	537	342162,647	4184006,48
R027	Ruderi, box e depositi	670	342179,231	4183780,28
R028	Ruderi, box e depositi	659	342181,21	4183793,26
R029	Ruderi, box e depositi	689	342181,983	4183744,28
R030	Ruderi, box e depositi	675	342182,811	4183771,09
R031	Ruderi, box e depositi	558	342184,127	4183942,75

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R032	Ruderi, box e depositi	629	342187,4	4183824,49
R034	Residenziale	626	342199,87	4183817,32
R035	Ruderi, box e depositi	645	342205,766	4183786,09
R036	Ruderi, box e depositi	619	342210,921	4183816,26
R037	Residenziale	547	342211,153	4183880,74
R038	Ruderi, box e depositi	610	342221,764	4183820,46
R039	Residenziale	601	342238,087	4183816,56
R040	Residenziale	551	342241,68	4183885,14
R041	Residenziale	564	342255,051	4183841,44
R042	Residenziale	557	342256,046	4183865,51
R044	Residenziale	633	342381,474	4183689,25
R045	Residenziale	577	342422,918	4183730,21
R046	Ruderi, box e depositi	835	342459,038	4182036,75
R047	Residenziale	876	342477,508	4182003,51
R049	Residenziale	493	342590,172	4183297,88
R050	Residenziale	504	342607,694	4183307,18
R051	Ruderi, box e depositi	516	342625,091	4183302,16
R052	Residenziale	958	342741,665	4181299,52
R053	Ruderi, box e depositi	976	342745,131	4180923,45
R054	Ruderi, box e depositi	413	342907,096	4183952,08
R055	Lavorativo	565	342913,585	4183599,48
R056	Lavorativo	562	342922,955	4183584,26
R057	Ruderi, box e depositi	371	342948,316	4183957,22
R058	Ruderi, box e depositi	412	343095,863	4184567,24
R059	Residenziale	369	343137,013	4184562,11
R060	Residenziale	361	343147,64	4184531,8
R061	Residenziale	390	343178,523	4184573,8
R062	Ruderi, box e depositi	79	343306,911	4184102,75

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R063	Ruderi, box e depositi	118	343313,59	4184074,36
R064	Residenziale	258	343314,985	4183931,38
R065	Residenziale	254	343319,041	4183936,54
R066	Ruderi, box e depositi	270	343321,792	4183916,41
R067	Ruderi, box e depositi	260	343323,135	4183926,84
R068	Residenziale	504	343326,775	4180799,01
R069	Ruderi, box e depositi	274	343334,381	4183919,73
R070	Ruderi, box e depositi	125	343345,477	4184062,65
R071	Ruderi, box e depositi	115	343347,946	4184102,67
R072	Ruderi, box e depositi	484	343356,603	4184663,87
R073	Ruderi, box e depositi	150	343384,22	4184084,17
R074	Residenziale	198	343405,411	4184044,36
R075	Ruderi, box e depositi	407	343425,333	4183808,98
R076	Residenziale	393	343437,397	4183825,49
R077	Residenziale	363	343466,337	4183873,31
R078	Residenziale	392	343495,24	4183857,11
R079	Ruderi, box e depositi	435	343505,826	4183815,79
R080	Ruderi, box e depositi	468	343560,47	4182383,94
R081	Ruderi, box e depositi	739	343572,445	4180422,97
R082	Ruderi, box e depositi	857	343604,716	4184977,75
R083	Ruderi, box e depositi	333	343672,08	4182319,46
R084	Ruderi, box e depositi	231	343881,888	4181301,98
R085	Ruderi, box e depositi	259	343955,832	4181116,65
R088	Ruderi, box e depositi	479	344009,701	4183668,55

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R089	Ruderi, box e depositi	116	344088,672	4182440,06
R090	Ruderi, box e depositi	551	344145,49	4181748,08
R091	Ruderi, box e depositi	623	344187,56	4181548,97
R092	Ruderi, box e depositi	378	344215,833	4182825,55
R093	Ruderi, box e depositi	388	344219,744	4182814,98
R094	Residenziale	228	344221,862	4182473,83
R095	Ruderi, box e depositi	188	344224,35	4182298,59
R096	Ruderi, box e depositi	405	344231,109	4182798,22
R097	Ruderi, box e depositi	405	344231,411	4181975,97
R098	Residenziale	380	344240,115	4182005,23
R099	Ruderi, box e depositi	672	344281,62	4181497,45
R100	Ruderi, box e depositi	301	344283,877	4182156,66
R101	Ruderi, box e depositi	277	344293,757	4182227,23
R102	Ruderi, box e depositi	263	344300,312	4182363,26
R103	Ruderi, box e depositi	637	344302,87	4181364,17
R104	Ruderi, box e depositi	296	344307,097	4182205,54
R105	Ruderi, box e depositi	655	344347,068	4181037,42
R107	Ruderi, box e depositi	965	344415,165	4180497,76
R108	Residenziale	413	344415,344	4182137,12
R109*	Residenziale	444	344432,601	4182125,35
R110	Ruderi, box e depositi	950	344573,73	4184940,96
R111	Ruderi, box e depositi	405	344677,703	4183868,43

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R112	Ruderi, box e depositi	655	344684,885	4181534,31
R113	Ruderi, box e depositi	266	344726,065	4182034,42
R114	Ruderi, box e depositi	795	344744,112	4181361,91
R115	Ruderi, box e depositi	759	344744,415	4181399,97
R116	Ruderi, box e depositi	330	344752,954	4181878,91
R117	Ruderi, box e depositi	536	344761,753	4182619,63
R118	Residenziale	585	344772,302	4181577,78
R119	Residenziale	498	344775,238	4182590,8
R120	Residenziale	505	344846,41	4183932,88
R121*	Residenziale	506	344864,624	4183918,94
R122	Ruderi, box e depositi	690	344894,836	4184112,45
R123	Ruderi, box e depositi	915	344895,305	4181212,81
R124	Ruderi, box e depositi	449	344905,967	4183830,2
R125	Residenziale	452	344906	4181672,7
R126	Ruderi, box e depositi	423	344984,87	4183719,47
R127	Residenziale	395	345000,32	4183649,2
R128	Residenziale	388	345004,626	4183635,11
R129	Residenziale	865	345067,306	4185546,68
R130	Residenziale	840	345071,511	4185524,8
R131	Residenziale	536	345090,706	4183766,79
R132	Residenziale	539	345098,124	4183760,61
R133	Residenziale	511	345112,382	4183678,9
R134	Ruderi, box e depositi	518	345165,1	4183405,84
R135	Ruderi, box e depositi	621	345195,758	4185340,08
R136	Ruderi, box e depositi	618	345217,906	4183708,59
R137	Residenziale	759	345256,175	4184079,2

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R138	Ruderi, box e depositi	258	345265,341	4184730,83
R139	Ruderi, box e depositi	634	345285,329	4183489,92
R140	Ruderi, box e depositi	638	345286,4	4183509,58
R141	Ruderi, box e depositi	339	345288,487	4182273,06
R142	Ruderi, box e depositi	347	345296,721	4182273,17
R143	Ruderi, box e depositi	645	345296,903	4183438,42
R144	Ruderi, box e depositi	848	345376,172	4183916,26
R145	Ruderi, box e depositi	769	345399,544	4183283,62
R146	Residenziale	682	345495,372	4182587,84
R148	Residenziale	723	345530,742	4184069,76
R149	Ruderi, box e depositi	946	345543,459	4185757,62
R150	Ruderi, box e depositi	900	345550,034	4183465,06
R152	Ruderi, box e depositi	884	345573,955	4185694,59
R153	Residenziale	873	345591,77	4182760,06
R154	Residenziale	859	345596,702	4185675,92
R156	Residenziale	946	345601,492	4185756,38
R158	Residenziale	898	345613,293	4182768,78
R159	Ruderi, box e depositi	898	345617,819	4185701,46
R160	Ruderi, box e depositi	873	345617,905	4185676,88
R161	Residenziale	896	345619,035	4182763,3
R162	Ruderi, box e depositi	844	345622,814	4182678,83
R163	Residenziale	917	345629,007	4185718,56
R165	Residenziale	870	345638,073	4185682,57
R166	Residenziale	831	345654,77	4185622,71
R168	Residenziale	878	345668,198	4185675,47
R170	Ruderi, box e depositi	721	345696,895	4182233,71

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R172	Ruderi, box e depositi	853	345908,12	4184036,17
R173	Ruderi, box e depositi	338	345952,019	4185188,4
R174	Ruderi, box e depositi	511	345965,313	4185374,96
R175	Residenziale	503	345975,501	4185370,54
R176	Ruderi, box e depositi	335	345987,609	4185203,89
R177	Residenziale	956	346067,692	4183910,27
R178	Ruderi, box e depositi	461	346206,381	4185329,64
R179	Ruderi, box e depositi	684	346265,626	4184199,39
R180	Ruderi, box e depositi	218	346285,771	4185015,84
R181	Ruderi, box e depositi	878	346315,671	4185734,4
R183	Ruderi, box e depositi	211	346328,306	4184867,42
R184	Ruderi, box e depositi	586	346346,398	4185417,25
R185	Lavorativo	981	346362,708	4183905,37
R186	Ruderi, box e depositi	774	346460,21	4184182,72
R187	Ruderi, box e depositi	404	346493,087	4184738,72
R188	Ruderi, box e depositi	576	346501,494	4185300,9
R190	Ruderi, box e depositi	464	346554,878	4184739,92
R191	Residenziale	813	346595,62	4185535,47
R192	Ruderi, box e depositi	536	346628,34	4185039,8
R193	Residenziale	746	346685,362	4184390,21
R194	Residenziale	748	346697,277	4184405,41
R195	Ruderi, box e depositi	774	346699,204	4184365,88
R196	Ruderi, box e depositi	648	346760,253	4184865,36

Ricettore	Tipologia	Distanza da aerogeneratore [m]	Coordinate UTM	
			Long E [m]	Lat N [m]
R197	Ruderi, box e depositi	706	346816,348	4184901,93
R198	Ruderi, box e depositi	871	346826,156	4185374,39
R199	Ruderi, box e depositi	911	346914,497	4185301,44
R200	Residenziale	995	346928,068	4184307,59
R201	Ruderi, box e depositi	834	346935,222	4184744,92
R202	Residenziale	979	346939,858	4184348,44
R203	Ruderi, box e depositi	861	346965,692	4184781,65
R204	Residenziale	972	346977,899	4185323,6
R205	Residenziale	958	346988,04	4184484,17
R206	Ruderi, box e depositi	973	347083,965	4184867,46
R207	Residenziale	973	347096,413	4184845,59

\*I recettori Residenziali non evidenziati fanno parte di un agglomerato di edifici quindi si è preso in considerazione quello che da verifica da immagini satellitari è risultato più esposto all'effetto.

