

INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "WinBis"

**ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING
DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI**



Winbis Srl



Progettazione Coordinamento

GEKO S.p.A.
Via Reno, 5 - 00198 Roma (RM)
Tel. 06.88803910 | Fax 06.45654740
E-Mail: gekospa@pec.gekospa.it

Studio Acustico e avifaunistico

Teasistemi
Via Ponte Piglieri, nr 8 - 56122 Pisa (PI)
Tel. 05.06396101
E-Mail: info@tea-group.com

Progettazione, Studi Ambientali e Specialistici

Progettista:
Progetto Energia s.r.l.
Via Cardito, 202 - 83031 Ariano Irpino (AV)
Tel. 0825.831313
E-Mail: info@progettoenergia.biz

Ing. Massimo Lo Russo
(Circular stamp: ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI AREZZO, ISCRITTO ALL'ALBO PROFESSIONALE COL N. 1555)

Rev.	Data	Descrizione revisione	Redatto	Controllato	Approvato
00	13.12.2023	EMISSIONE PER AUTORIZZAZIONE	R. DI PIETRO	G. LO RUSSO	M. LO RUSSO

Titolo Documento:

RELAZIONE DI SHADOW FLICKERING

Numero documento:

Commessa	Fase	Tipo doc.	Prog. doc.	Rev.														
<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>3</td><td>5</td><td>0</td><td>3</td></tr> </table>	2	3	3	5	0	3	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>D</td></tr> </table>	D	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>R</td></tr> </table>	R	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>2</td><td>2</td><td>6</td></tr> </table>	0	2	2	6	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse;"> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> </table>	0	0
2	3	3	5	0	3													
D																		
R																		
0	2	2	6															
0	0																	

Opera

Progetto di Integrale Ricostruzione di un impianto eolico composto da 13 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 85,80MW e relative opere di connessione nei Comuni di Bisaccia (AV), Vallata (AV) e Andretta (AV) con smantellamento di n.18 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 54MW

Approvazione documento	Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
	00	Dicembre 2023	Emissione per progetto definitivo	Progetto Energia S.r.l.	Geko S.p.A.	Edison Rinnovabili S.p.A.

INDICE

1.	SCOPO	3
2.	CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING	4
3.	CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING	5
3.1	CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO	5
3.2	INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI	6
3.3	METODOLOGIA DI CALCOLO	12
3.4	RISULTATI.....	14
4.	CONCLUSIONI.....	27
5.	ALLEGATI.....	27

1. SCOPO

Scopo del presente documento è la valutazione dell'eventuale impatto generato dallo shadow-flickering (letteralmente "ombreggiamento intermittente") finalizzata all'ottenimento dei permessi necessari per l'**ammodernamento complessivo (repowering) di un impianto eolico esistente, sito nel Comune di Bisaccia (AV)**, della società WinBis s.r.l., incorporata in Edison Rinnovabili S.p.A., connesso alla Stazione Elettrica di Trasformazione della RTN 150/380kV "Bisaccia", realizzato ed in esercizio con l'autorizzazione unica del D.D. n.68 del 03/04/2008 e successive voltture (D.D. n.401 del 22/09/2011 e D.D. n.43 del 26/11/2013), previo termine dell'endoprocedimento di valutazione ambientale, concluso positivamente con l'emissione del D.D. n.80 del 27/03/2008.

L'impianto eolico esistente è costituito da 18 aerogeneratori con diametro di 90 m, altezza al mozzo pari a 80 m e potenza di 3,0MW per una potenza totale di impianto pari a 54 MW, realizzato nella località "La Toppa - Formicoso", nel Comune di Bisaccia (AV), con opere di connessione ricadenti ancora nel Comune di Bisaccia, dove il cavidotto in media tensione interrato raggiunge la Stazione Elettrica di Utenza 150/30 kV, a sua volta connessa alla Rete Elettrica Nazionale, mediante collegamento alla sezione 150kV dell'adiacente stazione di trasformazione elettrica 150/380kV. L'impianto eolico appena descritto è definito nel seguito "**Impianto eolico esistente**".

L'ammodernamento complessivo dell'impianto eolico esistente, oggetto della presente valutazione, consta invece nell'installazione di 13 aerogeneratori con diametro massimo di 155,0 m, altezza massima pari a 180 m e potenza unitaria massima di 6,6 MW, per una potenza totale massima pari a 85,80 MW, da realizzare nel medesimo sito. È prevista la sostituzione dei cavidotti interrati MT, con modeste variazioni al tracciato per le nuove posizioni degli aerogeneratori e l'ammodernamento della stazione elettrica d'utenza esistente. L'impianto di rete per la connessione resta, invece, inalterato. Il Progetto, nella configurazione innanzi descritta, viene definito nel seguito "**Progetto di ammodernamento**".

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto (aerogeneratore di progetto) è ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 6,6 MW, avente le caratteristiche principali di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo pari a 155 m, posto sopravvento alla torre di sostegno, costituito da 3 pale generalmente in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro e da mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico, il moltiplicatore di giri, il convertitore elettronico di potenza, il trasformatore BT/MT e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- torre di sostegno tubolare troncoconica in acciaio;
- altezza massima complessiva fuori terra dell'aerogeneratore pari a 180,00 m;
- diametro alla base del sostegno tubolare: 4,70 m;
- area spazzata massima: 18.869 m².

Nello specifico, il modello di aerogeneratore selezionato, a titolo esemplificativo, sulla base del quale sono state fatte le analisi della presente documentazione, è il seguente:

- Siemens Gamesa, SG 6.6-155.

Si evidenzia che i modelli di macchina sono indicativi e al momento della eventuale realizzazione saranno effettuate analisi del mercato al fine di cogliere le migliori opportunità tecniche ed economiche nella scelta dell'aerogeneratore, mantenendosi in linea con le caratteristiche del modello di macchina utilizzato nelle presenti relazioni.

Le caratteristiche di dettaglio del modello commerciale più sfavorevole, utilizzate al fine di redigere il presente studio, sono quelle dell'aerogeneratore tipo Siemens Gamesa SG 6.6-155.

2. CENNI SUL FENOMENO DELLO SHADOW FLICKERING

Lo shadow-flickering (letteralmente ombreggiamento intermittente) è l'espressione comunemente impiegata per descrivere una variazione periodica dell'intensità luminosa osservata. Tale effetto (stroboscopico) è causato dalla proiezione, su una generica superficie, dell'ombra indotta da oggetti in movimento. Nel caso specifico di un impianto eolico tale fenomeno è generato dalla proiezione, al suolo o su un ricettore (abitazione), dell'ombra prodotta dalle pale in rotazione degli aerogeneratori allorquando il sole si trova alle loro spalle (cfr. figura successiva).

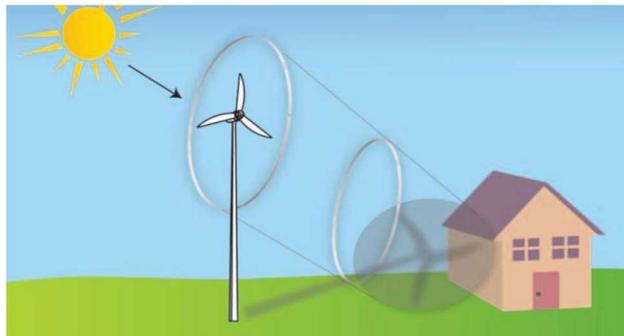


Figura 1 - Rappresentazione schematica del fenomeno dello shadow flicker

Il fenomeno, dal punto di vista di un potenziale ricettore, si traduce in una variazione alternata e ciclica 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 dalla nebbia, sia quando, in assenza di vento, le pale dell'aerogeneratore 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.

I più recenti aerogeneratori tripala operano ad una velocità di rotazione inferiore ai 35 giri al minuto, corrispondente ad una frequenza di passaggio delle pale sulla verticale inferiore a 1,75 Hz, minore, quindi, della frequenza critica di 2,5 Hz. Inoltre, i generatori di grande potenza (dal MW in su) raramente superano la velocità di rotazione di 20 giri al minuto, corrispondente a frequenze di passaggio delle pale ampiamente minori di quelle ritenute fastidiose per la maggioranza degli individui.

Tale fenomeno, se sperimentato da un ricettore per periodi di tempo prolungati, può generare un disturbo, nelle seguenti condizioni:

- presenza di un livello sufficiente di intensità luminosa, ovvero in condizioni di cielo sereno sgombro da nubi ed in assenza di nebbia e con sole alto rispetto all'orizzonte;
- assenza di ostacoli sulla congiungente ricettore - aerogeneratore: la presenza di vegetazione e/o edifici interposti l'ombra generata da questi ultimi annullerebbe il fenomeno. Quindi, condizione favorevole affinché il fenomeno in esame si verifichi, è quella rappresentata dall'orientamento perpendicolare delle finestre di un'abitazione rispetto alla linea congiungente il ricettore all'aerogeneratore in assenza di ostacoli fisici (alberi, altri edifici ecc...);
- orientamento perpendicolare del rotore rispetto alla congiungente sole - ricettore: infatti, quando il piano del rotore è perpendicolare alla linea sole-ricettore, l'ombra proiettata dalle pale risulta muoversi all'interno di un "disco" che induce un effetto non trascurabile di shadow flickering; viceversa, nel caso in cui il piano del rotore risulti essere in linea con il sole ed il ricettore, l'ombra proiettata risulterebbe molto assottigliata e di bassa intensità per cui l'effetto di shadow flickering sarebbe del tutto trascurabile.

Inoltre, affinché lo shadow flickering, abbia un'intensità non trascurabile è necessario che:

- la posizione del sole sia tale da produrre una luminosità sufficiente; tale condizione corrisponde, per la latitudine di progetto, in un'altezza del sole sull'orizzonte dell'ordine di almeno 10÷15 gradi;
- le pale del rotore siano ovviamente in rotazione;
- l'aerogeneratore ed il potenziale ricettore non siano troppo distanti: infatti, le ombre proiettate in prossimità dell'aerogeneratore risultano di maggiore intensità rispetto a quelle proiettate ad una distanza crescente. Tale condizione

deriva dal fatto che in presenza di un ricettore molto prossimo all'aerogeneratore, una porzione ampia di pala copre il disco solare così come osservato dal punto di vista del ricettore stesso, e, quindi, l'intensità del flicker risulta maggiormente percepibile. All'aumentare della distanza tra aerogeneratore e ricettore, le pale, durante il loro moto di rotazione, andranno a coprire una porzione sempre più piccola del disco solare, inducendo un effetto di flicker di minore intensità.

Alla luce di quanto sopra esposto, le relazioni spaziali tra un aerogeneratore ed un ricettore (abitazione), così come la direzione del vento risultano essere fattori chiave per la durata del fenomeno di shadow flicker. Per distanze dell'ordine dei 300-400 m, il fenomeno in esame potrebbe verificarsi all'alba oppure al tramonto, ovvero in quelle ore in cui le ombre risultano molto lunghe e la radiazione diretta è di minore intensità per effetto della piccola elevazione solare. Al di là di una certa distanza l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala ed il diametro apparente del sole diventa molto piccolo. Quindi, 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 a quello del 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 generale, l'area soggetta a shadow flicker non si estende oltre i 500 m dall'aerogeneratore e le zone a maggiore impatto ricadono entro i 300 - 400 m di distanza dalle macchine; il flickering, se presente, non supera in genere i 30/40 minuti di durata potenziale 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 definitiva, 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.

3. CALCOLO DELLO SHADOW FLICKERING

3.1 CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO

Il Progetto prevede l'installazione di n. 13 aerogeneratori per una potenza massima di 85,80 MW. La disposizione prevista per le turbine è riportata nella tabella 1.

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		Altitudine [m]
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
WTG WinBis-01	527.603	4.539.677	862,50
WTG WinBis-02	527.830	4.539.114	888,78
WTG WinBis-03	526.171	4.538.242	879,28
WTG WinBis-04	525.997	4.539.698	837,16
WTG WinBis-05	527.406	4.540.158	851,72
WTG WinBis-06	528.037	4.538.621	900,28
WTG WinBis-07	526.222	4.537.697	860,32
WTG WinBis-09	527.225	4.537.180	894,77
WTG WinBis-10	528.089	4.536.747	871,50
WTG WinBis-11	525.745	4.536.538	831,70
WTG WinBis-12	526.425	4.536.553	844,04

AEROGENERATORE	COORDINATE AEROGENERATORE UTM (WGS84) - FUSO 33		Altitudine [m]
	Long. E [m]	Lat. N [m]	
WTG WinBis-13	526.212	4.535.895	870,50
WTG WinBis-14	526.350	4.535.435	877,54

Tabella 1: Coordinate UTM - WGS84 – fuso 33 degli aerogeneratori

La tabella 2 riporta la scheda riassuntiva delle principali caratteristiche della turbina di progetto.

Potenza nominale	6.600 kW
Velocità di accensione	3 m/s
Velocità di spegnimento	27 m/s
ROTORE	
Diametro del rotore	155 m
Area spazzata	18.869 m ²
Numero pale	3
Speed, Dynamic Operation Range	9,31 rpm
TORRE	
Altezza del mozzo	102,5 m

Tabella 2: Estratto delle specifiche tecniche turbina Siemens Gamesa SG 6.6-155

3.2 INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI

Ai fini della previsione degli impatti indotti sulle abitazioni dall'impianto eolico in progetto sono stati individuati i ricettori presenti nei pressi degli aerogeneratori.

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, 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. La tabella 3 riporta i riferimenti geografici dei fabbricati riscontrati e l'orientamento delle finestre ipotizzate.

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Numero finestre e orientamento
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
77	VALLATA (AV)	29	23	FABB DIRUTO	525055	4540618	4 (6° , 96° , 186° , 276°)
78	VALLATA (AV)	29	25-26-27	FABB DIRUTO	525073	4540619	4 (12° , 102° , 192° , 282°)
79	VALLATA (AV)	29	28	FABB DIRUTO	525099	4540615	4 (25° , 115° , 205° , 295°)
80	VALLATA (AV)	29	1083	C02	525118	4540638	4 (55° , 145° , 235° , 325°)
81	VALLATA (AV)	29	1084	C06	525140	4540597	4 (40° , 130° , 220° , 310°)
82	VALLATA (AV)	29	1082	A04-C02-C06	525158	4540633	4 (47° , 137° , 227° , 317°)
83	VALLATA (AV)	29	9	FABB RURALE	525969	4541010	-
84	VALLATA (AV)	29	850	A04	526124	4540949	4 (9° , 99° , 189° , 279°)
85	BISACCIA (AV)	26	469	Censito catastalmente ma non classato	526352	4540936	4 (69° , 159° , 249° , 339°)
86	BISACCIA (AV)	26	470	Censito catastalmente ma non classato	526366	4540916	4 (53° , 143° , 233° , 323°)
87	BISACCIA (AV)	16	235-234	Censito catastalmente ma non classato	526356	4540978	4 (70° , 160° , 250° , 340°)
88	BISACCIA (AV)	16	229	A02-C02	526376	4540997	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
89	BISACCIA (AV)	16	223	A03-C02	526371	4540958	4 (61° , 151° , 241° , 331°)
90	BISACCIA (AV)	16	224	A04	526381	4540963	4 (61° , 151° , 241° , 331°)
91	BISACCIA (AV)	16	230	C02	526405	4541009	4 (64° , 154° , 244° , 334°)
92	BISACCIA (AV)	16	231	C06	526408	4540981	4 (62° , 152° , 242° , 332°)

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Numero finestre e orientamento
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
93	BISACCIA (AV)	16	232	C02	526405	4540962	4 (63° , 153° , 243° , 333°)
94	BISACCIA (AV)	26	452	A03-C06	526784	4540907	4 (72° , 162° , 252° , 342°)
95	BISACCIA (AV)	26	490	C02	526896	4540848	4 (64° , 154° , 244° , 334°)
96	BISACCIA (AV)	26	478	C02	526919	4540836	4 (51° , 141° , 231° , 321°)
97	BISACCIA (AV)	16	242	C02	526938	4540861	4 (49° , 139° , 229° , 319°)
98	BISACCIA (AV)	16	237	Censito catastalmente ma non classato	526972	4540835	4 (53° , 143° , 233° , 323°)
99	BISACCIA (AV)	26	475	A02-C02-C06	526914	4540801	4 (77° , 167° , 257° , 347°)
100	BISACCIA (AV)	26	479-489-463	C02	526962	4540772	4 (56° , 146° , 236° , 326°)
101	BISACCIA (AV)	17	1209	C02	527160	4540854	4 (72° , 162° , 252° , 342°)
102	BISACCIA (AV)	17	1207	A03-C02	527183	4540864	4 (75° , 165° , 255° , 345°)
103	BISACCIA (AV)	17	1216	C02	527208	4540870	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
104	BISACCIA (AV)	17	1132	C06	527238	4540818	4 (78° , 168° , 258° , 348°)
105	BISACCIA (AV)	17	1133	D10	527240	4540798	4 (78° , 168° , 258° , 348°)
106	BISACCIA (AV)	17	1130-1242	A03	527214	4540801	4 (72° , 162° , 252° , 342°)
107	BISACCIA (AV)	17	1241	C02	527194	4540781	4 (72° , 162° , 252° , 342°)
108	BISACCIA (AV)	26	471	A03-C06	527085	4540741	4 (70° , 160° , 250° , 340°)
109	BISACCIA (AV)	26	510-472	C02-C06	527127	4540728	4 (22° , 112° , 202° , 292°)
110	BISACCIA (AV)	26	473	C02	527120	4540704	4 (21° , 111° , 201° , 291°)
111	BISACCIA (AV)	26	474-511-512	C06-C02	527166	4540719	4 (23° , 113° , 203° , 293°)
112	BISACCIA (AV)	26	500	Censito catastalmente ma non classato	527216	4540717	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
113	BISACCIA (AV)	26	467	A02-C06	527246	4540739	4 (82° , 172° , 262° , 352°)
114	BISACCIA (AV)	26	466	C02	527247	4540705	4 (79° , 169° , 259° , 349°)
115	BISACCIA (AV)	26	499	Censito catastalmente ma non classato	527278	4540708	4 (83° , 173° , 263° , 353°)
116	BISACCIA (AV)	26	485	A03	527323	4540667	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
117	BISACCIA (AV)	26	496	A03	527369	4540670	4 (65° , 155° , 245° , 335°)
118	BISACCIA (AV)	26	494	C06	527392	4540641	4 (51° , 141° , 231° , 321°)
119	BISACCIA (AV)	26	487	C02	527323	4540631	4 (67° , 157° , 247° , 337°)
120	BISACCIA (AV)	26	507	C06	526450	4540437	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
121	BISACCIA (AV)	26	482	C02	526480	4540484	4 (67° , 157° , 247° , 337°)
122	BISACCIA (AV)	26	411	A04	526451	4540492	4 (63° , 153° , 243° , 333°)
123	BISACCIA (AV)	26	501-503	A03-C02	526487	4540576	4 (75° , 165° , 255° , 345°)
124	BISACCIA (AV)	26	484	A03-C02	526475	4540597	4 (62° , 152° , 242° , 332°)
125	BISACCIA (AV)	26	521	F02	526269	4540676	4 (45° , 135° , 225° , 315°)
126	BISACCIA (AV)	26	508	C02	526254	4540663	4 (46° , 136° , 226° , 316°)
127	VALLATA (AV)	29	855	C02	526072	4540566	4 (59° , 149° , 239° , 329°)
128	VALLATA (AV)	29	1140	C02	526063	4540561	4 (59° , 149° , 239° , 329°)
129	VALLATA (AV)	29	854	A04	526053	4540554	4 (59° , 149° , 239° , 329°)
130	VALLATA (AV)	29	1010-1008	C02-F03	526036	4540544	4 (60° , 150° , 240° , 330°)
131	VALLATA (AV)	29	1007	F02	526012	4540530	4 (57° , 147° , 237° , 327°)
132	VALLATA (AV)	29	1026-1065-1027	D10-C02	525997	4540479	4 (62° , 152° , 242° , 332°)
133	VALLATA (AV)	29	1067	C06	525931	4540474	4 (50° , 140° , 230° , 320°)
134	VALLATA (AV)	29	1066	C02	525911	4540460	4 (49° , 139° , 229° , 319°)
135	VALLATA (AV)	29	1024	D10	525922	4540447	4 (52° , 142° , 232° , 322°)
136	VALLATA (AV)	29	1125	C02	525936	4540414	4 (84° , 174° , 264° , 354°)
137	VALLATA (AV)	29	1124	C02	525946	4540405	4 (88° , 178° , 268° , 358°)
138	VALLATA (AV)	29	822	C02-A04	525967	4540399	4 (2° , 92° , 182° , 272°)

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Numero finestre e orientamento
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
139	VALLATA (AV)	29	904	C02	525976	4540403	4 (13° , 103° , 193° , 283°)
140	VALLATA (AV)	29	44-43-42-1119	FABB DIRUTO - FABB RURALE-C02	525984	4540428	4 (1° , 91° , 181° , 271°)
141	VALLATA (AV)	29	39	A04	526014	4540432	4 (85° , 175° , 265° , 355°)
142	VALLATA (AV)	29	852	A07	526026	4540434	4 (85° , 175° , 265° , 355°)
143	VALLATA (AV)	29	41-1111-1110-1112	C02-F02-A04	526026	4540414	4 (90° , 180° , 270° , 360°)
144	VALLATA (AV)	29	1114	A04	526101	4540441	4 (83° , 173° , 263° , 353°)
145	VALLATA (AV)	29	583-628-1157-1155	AREA FAB DM-C02	526023	4540376	4 (84° , 174° , 264° , 354°)
146	VALLATA (AV)	29	896	C02	525968	4540360	4 (2° , 92° , 182° , 272°)
147	VALLATA (AV)	29	897	C02	525972	4540326	4 (83° , 173° , 263° , 353°)
148	VALLATA (AV)	29	571-570	Censito catastalmente ma non classato	525989	4540325	4 (83° , 173° , 263° , 353°)
149	VALLATA (AV)	29	898	C02	525975	4540308	4 (74° , 164° , 254° , 344°)
150	VALLATA (AV)	29	1018	D10	526009	4540302	4 (86° , 176° , 266° , 356°)
151	VALLATA (AV)	29	1019	D10	526042	4540296	4 (87° , 177° , 267° , 357°)
152	VALLATA (AV)	29	874	A04-C02	526092	4540327	4 (3° , 93° , 183° , 273°)
153	VALLATA (AV)	29	802	A04	526102	4540257	4 (3° , 93° , 183° , 273°)
154	VALLATA (AV)	29	492	FABB DIRUTO	525931	4539971	4 (30° , 120° , 210° , 300°)
174	VALLATA (AV)	29	1077	A04	524646	4539149	4 (7° , 97° , 187° , 277°)
175	VALLATA (AV)	29	1078	C02	524685	4539135	4 (6° , 96° , 186° , 276°)
176	VALLATA (AV)	29	1079	C02	524698	4539130	4 (6° , 96° , 186° , 276°)
177	VALLATA (AV)	29	430	FABB DIRUTO	524925	4539283	4 (14° , 104° , 194° , 284°)
178	VALLATA (AV)	29	424	FABB DIRUTO	525230	4539348	4 (58° , 148° , 238° , 328°)
179	BISACCIA (AV)	26	339	Censito catastalmente ma non esistente	527604	4540434	-
180	BISACCIA (AV)	29	378	A03-C06	528066	4539829	4 (79° , 169° , 259° , 349°)
181	VALLATA (AV)	29	828	FABB RURALE	525059	4538421	4 (14° , 104° , 194° , 284°)
182	VALLATA (AV)	29	786-780	C02-A04	525074	4538288	4 (13° , 103° , 193° , 283°)
183	VALLATA (AV)	29	632	A04-C02	525031	4538274	4 (4° , 94° , 184° , 274°)
184	VALLATA (AV)	29	934	C02	525060	4538248	4 (20° , 110° , 200° , 290°)
185	VALLATA (AV)	29	250-552	FABB RURALE	525027	4538249	4 (2° , 92° , 182° , 272°)
186	VALLATA (AV)	29	249	A04	525016	4538244	4 (20° , 110° , 200° , 290°)
187	VALLATA (AV)	29	776	C02	524999	4538248	4 (28° , 118° , 208° , 298°)
188	VALLATA (AV)	29	774	C02	524972	4538253	4 (20° , 110° , 200° , 290°)
189	VALLATA (AV)	29	886-889	D10	525025	4538205	4 (36° , 126° , 216° , 306°)
190	VALLATA (AV)	29	892	D10	525020	4538131	4 (7° , 97° , 187° , 277°)
191	VALLATA (AV)	29	541	C02	525144	4538106	4 (17° , 107° , 197° , 287°)
192	VALLATA (AV)	29	542	C02	525188	4538072	4 (18° , 108° , 198° , 288°)
193	VALLATA (AV)	29	911	C02	525217	4538066	4 (9° , 99° , 189° , 279°)
194	VALLATA (AV)	29	910	C02	525214	4538081	4 (13° , 103° , 193° , 283°)
195	VALLATA (AV)	29	912-921-916-922-949-147-146-1115-909	F02-F03-C06-F04-C06-A04	525205	4538103	4 (38° , 128° , 218° , 308°)
196	VALLATA (AV)	29	913-945	C02	525211	4538130	4 (27° , 117° , 207° , 297°)
197	VALLATA (AV)	29	943-951-944	F02-C06-C02	525230	4538145	4 (20° , 110° , 200° , 290°)
198	VALLATA (AV)	29	871	C02-C06-A04	525242	4538119	4 (32° , 122° , 212° , 302°)
199	VALLATA (AV)	29	1133	Non censito catastalmente	525293	4538121	4 (30° , 120° , 210° , 300°)
200	VALLATA (AV)	29	825	A04	525307	4538101	4 (11° , 101° , 191° , 281°)

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Numero finestre e orientamento
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
201	VALLATA (AV)	29	178-478-903-317-318-479	C02-A04-D10-FABB RURALE	524528	4537847	4 (28° , 118° , 208° , 298°)
202	VALLATA (AV)	29	310	A04	524551	4537796	4 (40° , 130° , 220° , 310°)
203	VALLATA (AV)	29	788-789	Censito catastalmente ma non esistente	525047	4537940	-
204	VALLATA (AV)	29	1072	C02	525105	4537960	4 (82° , 172° , 262° , 352°)
205	VALLATA (AV)	29	863-1118	A04-F02	525105	4537945	4 (79° , 169° , 259° , 349°)
206	VALLATA (AV)	29	1070	A04	525110	4537923	4 (85° , 175° , 265° , 355°)
207	VALLATA (AV)	29	159	FABB RURALE	525396	4537893	-
208	VALLATA (AV)	29	1086	C02	525167	4537821	4 (2° , 92° , 182° , 272°)
209	VALLATA (AV)	29	293	F02	525120	4537814	4 (6° , 96° , 186° , 276°)
210	VALLATA (AV)	29	884	A04	525128	4537795	4 (3° , 93° , 183° , 273°)
211	VALLATA (AV)	29	675	A04	525082	4537737	4 (66° , 156° , 246° , 336°)
212	VALLATA (AV)	29	876	A04-C02	525158	4537661	4 (77° , 167° , 257° , 347°)
213	VALLATA (AV)	29	1054-164-165-166	A04-C02-FABB RURALE	525122	4537622	4 (57° , 147° , 237° , 327°)
214	VALLATA (AV)	29	787	A04	525107	4537607	4 (48° , 138° , 228° , 318°)
215	VALLATA (AV)	29	797	A04	525096	4537585	4 (46° , 136° , 226° , 316°)
216	BISACCIA (AV)	37	223-221	C02	525159	4537586	4 (21° , 111° , 201° , 291°)
217	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	247	C06-A04	524724	4537552	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
229	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	282	F02-C02	524362	4537104	4 (88° , 178° , 268° , 358°)
230	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	362	C02	524639	4537447	4 (34° , 124° , 214° , 304°)
231	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	78-361-368-370-369-367-74	A04-C02-C06-AREA FAB DM	524650	4537441	4 (36° , 126° , 216° , 306°)
232	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	309	C06	524614	4537399	4 (34° , 124° , 214° , 304°)
233	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	310	A07-C02	524614	4537373	4 (33° , 123° , 213° , 303°)
234	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	250	A04	524683	4537454	4 (66° , 156° , 246° , 336°)
235	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	92-93-94-351	AREA FAB DM-F02	524660	4537413	4 (40° , 130° , 220° , 310°)
236	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	315	C02-C06	524723	4537439	4 (69° , 159° , 249° , 339°)
237	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	350	C02	524692	4537385	4 (59° , 149° , 239° , 329°)
238	GUARDIA LOMBARDI (AV)	18	343	F02-C06	524872	4537500	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
239	BISACCIA (AV)	37	227	C02	525071	4537407	4 (40° , 130° , 220° , 310°)
240	BISACCIA (AV)	37	228-229-230	C06	525095	4537407	4 (31° , 121° , 211° , 301°)
241	BISACCIA (AV)	37	219	A04-C06	525373	4537354	4 (71° , 161° , 251° , 341°)
242	BISACCIA (AV)	37	205	A03	525480	4537174	4 (74° , 164° , 254° , 344°)
243	BISACCIA (AV)	37	211	A04-C02-C06	525473	4537131	4 (47° , 137° , 227° , 317°)
244	BISACCIA (AV)	37	215	A02-C02	525573	4537117	4 (67° , 157° , 247° , 337°)
245	BISACCIA (AV)	37	202	A02-C02	525679	4537342	4 (61° , 151° , 241° , 331°)
246	BISACCIA (AV)	38	404	A02-C06	525833	4537187	4 (58° , 148° , 238° , 328°)
247	BISACCIA (AV)	38	406-378	C02	525821	4537220	4 (58° , 148° , 238° , 328°)
248	BISACCIA (AV)	38	376	C02	525887	4537262	4 (67° , 157° , 247° , 337°)
249	BISACCIA (AV)	38	380-419	A02-C02	525888	4537233	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
250	BISACCIA (AV)	38	417	C02	525915	4537284	4 (75° , 165° , 255° , 345°)
251	BISACCIA (AV)	38	418	C02-C06-A02	525919	4537259	4 (72° , 162° , 252° , 342°)
252	BISACCIA (AV)	38	373	C02-A02	525949	4537267	4 (72° , 162° , 252° , 342°)

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Numero finestre e orientamento
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
253	BISACCIA (AV)	38	398	C02-A03	526023	4537263	4 (75° , 165° , 255° , 345°)
254	BISACCIA (AV)	38	400	E07	526068	4537271	4 (73° , 163° , 253° , 343°)
255	BISACCIA (AV)	38	402	A03-C06	526661	4537647	4 (43° , 133° , 223° , 313°)
257	BISACCIA (AV)	40	356	A03-C06	526948	4537742	4 (29° , 119° , 209° , 299°)
258	BISACCIA (AV)	40	361	F02	527098	4537870	4 (63° , 153° , 243° , 333°)
259	BISACCIA (AV)	40	362	C02	527125	4537849	4 (67° , 157° , 247° , 337°)
260	BISACCIA (AV)	40	364	F03	527153	4537806	4 (66° , 156° , 246° , 336°)
261	BISACCIA (AV)	40	379	Non censito catastalmente	527175	4537796	4 (59° , 149° , 239° , 329°)
262	BISACCIA (AV)	40	358	A03	527371	4537760	4 (79° , 169° , 259° , 349°)
263	BISACCIA (AV)	40	148	Non censito catastalmente	527740	4537987	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
265	BISACCIA (AV)	41	229	Censito catastalmente ma non esistente	528724	4538755	-
266	BISACCIA (AV)	42	249-276-250	A03-C06-C02	528187	4538031	4 (39° , 129° , 219° , 309°)
267	BISACCIA (AV)	42	251	C06	528215	4538036	4 (37° , 127° , 217° , 307°)
268	BISACCIA (AV)	42	232	A02-C02	528416	4538060	4 (17° , 107° , 197° , 287°)
269	BISACCIA (AV)	42	233	C02	528432	4538028	4 (32° , 122° , 212° , 302°)
270	BISACCIA (AV)	42	234	C02	528408	4538021	4 (36° , 126° , 216° , 306°)
271	BISACCIA (AV)	43	392	C02	528629	4537945	4 (37° , 127° , 217° , 307°)
272	BISACCIA (AV)	42	253-256-255	F02	528620	4537674	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
273	BISACCIA (AV)	42	246-247	C02-A03	528436	4537223	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
274	BISACCIA (AV)	42	287	A03	528466	4537208	4 (36° , 126° , 216° , 306°)
275	BISACCIA (AV)	42	281	C02	528469	4537179	4 (45° , 135° , 225° , 315°)
276	BISACCIA (AV)	42	248	C02	528503	4537162	4 (39° , 129° , 219° , 309°)
277	BISACCIA (AV)	42	270	A03-C06	528506	4537216	4 (35° , 125° , 215° , 305°)
278	BISACCIA (AV)	42	268	C06	528535	4537235	4 (43° , 133° , 223° , 313°)
280	BISACCIA (AV)	58	297	A03	528561	4537182	4 (35° , 125° , 215° , 305°)
281	BISACCIA (AV)	58	109	Non censito catastalmente	528444	4537025	4 (45° , 135° , 225° , 315°)
282	BISACCIA (AV)	58	113	Non censito catastalmente	528602	4536904	4 (46° , 136° , 226° , 316°)
283	BISACCIA (AV)	58	310	A03	528414	4536818	4 (21° , 111° , 201° , 291°)
284	BISACCIA (AV)	58	312	C02	528418	4536773	4 (45° , 135° , 225° , 315°)
285	BISACCIA (AV)	58	299	A03-C02-D10	528387	4536744	4 (37° , 127° , 217° , 307°)
286	BISACCIA (AV)	58	313	C06	528295	4536650	4 (44° , 134° , 224° , 314°)
287	BISACCIA (AV)	59	280	A03-C06	529078	4536660	4 (37° , 127° , 217° , 307°)
288	BISACCIA (AV)	60	290	F02	529471	4536274	4 (45° , 135° , 225° , 315°)
289	BISACCIA (AV)	72	15	Non censito catastalmente	529453	4536105	4 (30° , 120° , 210° , 300°)
290	BISACCIA (AV)	60	286	C02	529317	4535976	4 (44° , 134° , 224° , 314°)
291	BISACCIA (AV)	58	252-253	A02-C06-C02	529303	4535954	4 (37° , 127° , 217° , 307°)
292	BISACCIA (AV)	72	18-19-20	AREA FAB DM	529344	4535943	4 (35° , 125° , 215° , 305°)
293	BISACCIA (AV)	72	349	A04-C02	529340	4535911	4 (36° , 126° , 216° , 306°)
307	ANDRETTA (AV)	4	301	A04	528926	4535644	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
308	BISACCIA (AV)	57	353	A03	527255	4535898	4 (90° , 180° , 270° , 360°)
309	BISACCIA (AV)	56	305	C02	526804	4536087	4 (40° , 130° , 220° , 310°)
310	BISACCIA (AV)	56	341-339-313-340	A03-A04	526772	4536171	4 (44° , 134° , 224° , 314°)
311	BISACCIA (AV)	56	309-338	A03-C02-C06	526743	4536176	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
312	BISACCIA (AV)	56	302	C06-A03	526746	4536135	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
313	BISACCIA (AV)	56	308	A02-C06	526712	4536156	4 (45° , 135° , 225° , 315°)

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Numero finestre e orientamento
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
314	BISACCIA (AV)	54	256-155	Censito catastalmente ma non esistente	525656	4536365	-
315	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	293	A04	524485	4536501	4 (44° , 134° , 224° , 314°)
316	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	275	C02	524632	4536450	4 (15° , 105° , 195° , 285°)
317	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	290-291	C02	524572	4536398	4 (13° , 103° , 193° , 283°)
318	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	298	C02-C06	524604	4536409	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
319	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	299	C02	524631	4536389	4 (23° , 113° , 203° , 293°)
320	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	284-296	A02-C06-C02-A04	524604	4536386	4 (17° , 107° , 197° , 287°)
321	GUARDIA LOMBARDI (AV)	27	300	C02	524617	4536346	4 (22° , 112° , 202° , 292°)
323	GUARDIA LOMBARDI (AV)	38	161-160	C02	524670	4536282	4 (78° , 168° , 258° , 348°)
324	GUARDIA LOMBARDI (AV)	38	165	C02	524822	4536324	4 (53° , 143° , 233° , 323°)
325	ANDRETTA (AV)	2	464-515	C06-C02-F03	525961	4535199	4 (54° , 144° , 234° , 324°)
326	ANDRETTA (AV)	2	480-427-481	C06-A04-C02	525994	4535147	4 (66° , 156° , 246° , 336°)
327	ANDRETTA (AV)	2	466	C06-C02	525986	4535129	4 (74° , 164° , 254° , 344°)
328	ANDRETTA (AV)	2	502	A04-C06	526148	4534920	4 (90° , 180° , 270° , 360°)
329	ANDRETTA (AV)	2	473-505	C02	526106	4534879	4 (68° , 158° , 248° , 338°)
330	ANDRETTA (AV)	2	430	A02	526124	4534858	4 (58° , 148° , 238° , 328°)
331	ANDRETTA (AV)	2	510	C02	526108	4534832	4 (47° , 137° , 227° , 317°)
332	ANDRETTA (AV)	2	500-501-482-483	C02-F02-A04	526091	4534807	4 (33° , 123° , 213° , 303°)
333	ANDRETTA (AV)	2	477	C02	526073	4534812	4 (37° , 127° , 217° , 307°)
334	ANDRETTA (AV)	2	475	C02	526047	4534816	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
335	ANDRETTA (AV)	2	429	C02	526040	4534760	4 (46° , 136° , 226° , 316°)
336	ANDRETTA (AV)	2	469	C02	526093	4534785	4 (39° , 129° , 219° , 309°)
337	ANDRETTA (AV)	2	506	F03	526107	4534802	4 (45° , 135° , 225° , 315°)
338	ANDRETTA (AV)	2	507-512-513	C02	526160	4534806	4 (57° , 147° , 237° , 327°)
339	ANDRETTA (AV)	2	175	Non censito catastalmente	526354	4534842	4 (74° , 164° , 254° , 344°)
340	ANDRETTA (AV)	2	486	C02	526404	4534832	4 (70° , 160° , 250° , 340°)
341	ANDRETTA (AV)	2	485	F02	526370	4534818	4 (57° , 147° , 237° , 327°)
342	ANDRETTA (AV)	2	493-497	C02	526361	4534738	4 (62° , 152° , 242° , 332°)
343	ANDRETTA (AV)	2	442	C02	526428	4534691	4 (75° , 165° , 255° , 345°)
344	ANDRETTA (AV)	2	472	A04-C06	526403	4534681	4 (74° , 164° , 254° , 344°)
345	ANDRETTA (AV)	2	498-88-89	A04-F02-C02	526357	4534679	4 (73° , 163° , 253° , 343°)
346	ANDRETTA (AV)	2	446	C02	526427	4534623	4 (84° , 174° , 264° , 354°)
347	ANDRETTA (AV)	2	444	A02	526376	4534623	4 (72° , 162° , 252° , 342°)
348	ANDRETTA (AV)	2	488-489-95-96	C02-C06- FABB DIRUTO	526341	4534603	4 (27° , 117° , 207° , 297°)
349	ANDRETTA (AV)	2	120-487-92-93	A02-F02-FABB RURALE	526348	4534624	4 (19° , 109° , 199° , 289°)
350	ANDRETTA (AV)	2	90	FABB RURALE	526340	4534655	4 (63° , 153° , 243° , 333°)
351	ANDRETTA (AV)	2	436-450	C02	526156	4534606	4 (64° , 154° , 244° , 334°)
352	ANDRETTA (AV)	7	741	C02	525995	4534675	4 (48° , 138° , 228° , 318°)
353	ANDRETTA (AV)	7	740	A04	526011	4534661	4 (44° , 134° , 224° , 314°)
354	ANDRETTA (AV)	7	762	C02-A04	525972	4534629	4 (34° , 124° , 214° , 304°)
355	ANDRETTA (AV)	7A	705	A04-C06	526045	4534603	4 (50° , 140° , 230° , 320°)
356	ANDRETTA (AV)	7A	765-766-767	C02-D01	526102	4534534	4 (41° , 131° , 221° , 311°)

Ricettore	Comune	Foglio	Particella	Destinazione d'uso	UTM - WGS84		Numero finestre e orientamento
					Long. E [m]	Lat. N [m]	
357	ANDRETTA (AV)	2	454-447-260-416-519	C02-C06-A02-A04	526170	4534550	4 (74° , 164° , 254° , 344°)
358	ANDRETTA (AV)	2	456-457	C02	526200	4534540	4 (71° , 161° , 251° , 341°)
359	ANDRETTA (AV)	2	463	C02	526182	4534515	4 (65° , 155° , 245° , 335°)
360	ANDRETTA (AV)	7A	753	A04-C06	526125	4534431	4 (63° , 153° , 243° , 333°)
361	ANDRETTA (AV)	7A	800-798-799-701	C02-A04	526140	4534405	4 (57° , 147° , 237° , 327°)
362	ANDRETTA (AV)	7A	328-329-563-539-538-413	FABB RURALE	526135	4534360	4 (27° , 117° , 207° , 297°)
363	ANDRETTA (AV)	7A	790	A04	526199	4534371	4 (41° , 131° , 221° , 311°)
364	ANDRETTA (AV)	7A	788	C02-A04	526193	4534402	4 (42° , 132° , 222° , 312°)
365	ANDRETTA (AV)	2	227	A02-C06-F03	526253	4534474	4 (72° , 162° , 252° , 342°)
366	ANDRETTA (AV)	2	448	D10	526285	4534489	4 (71° , 161° , 251° , 341°)
367	ANDRETTA (AV)	2	460	A02-C06	526282	4534410	4 (69° , 159° , 249° , 339°)
368	ANDRETTA (AV)	2	77	Non censito catastalmente	526378	4534378	4 (78° , 168° , 258° , 348°)
369	ANDRETTA (AV)	7	785	C02	526257	4534341	4 (31° , 121° , 211° , 301°)
370	ANDRETTA (AV)	7A	786	A04-C02	526217	4534327	4 (33° , 123° , 213° , 303°)
371	ANDRETTA (AV)	7A	801	A04-C06	526158	4534244	4 (82° , 172° , 262° , 352°)
372	ANDRETTA (AV)	7A	718	A02-C06-C02	526137	4534237	4 (67° , 157° , 247° , 337°)
373	ANDRETTA (AV)	7A	772	C02	526118	4534244	4 (80° , 170° , 260° , 350°)
374	ANDRETTA (AV)	7A	342-343-344-345-346	C02-FABB PROMIS	526161	4534214	4 (51° , 141° , 231° , 321°)
375	ANDRETTA (AV)	7A	826-827-777	C02-C06	526172	4534240	4 (3° , 93° , 183° , 273°)
376	ANDRETTA (AV)	7A	531	FU D ACCERT	526210	4534209	4 (3° , 93° , 183° , 273°)
377	ANDRETTA (AV)	3	584-615-598-580-616	C02	526648	4534233	4 (7° , 97° , 187° , 277°)
378	ANDRETTA (AV)	3	599-578-566	A04-C06-A02-C02	526667	4534188	4 (27° , 117° , 207° , 297°)
379	ANDRETTA (AV)	3	582-581-567	A04-F03-C02	526679	4534161	4 (73° , 163° , 253° , 343°)
380	ANDRETTA (AV)	3	596	C02	526679	4534121	4 (4° , 94° , 184° , 274°)
381	ANDRETTA (AV)	3	621-609	A02-C06-C02	527330	4534196	4 (25° , 115° , 205° , 295°)

Tabella 3: Coordinate UTM - WGS84 – fuso 33 puntuali dei ricettori

Nella presente valutazione si è posto come discriminante di abitabilità dei ricettori la relativa categoria catastale compatibile con la presenza di persone per lunghi periodi e la condizione di edificio finito ovvero non diruto e/o incompleto anche senza viabilità di accesso. Non sono presenti ricettori di classe I, oggetto di particolare tutela dal punto di vista acustico (scuole, ospedali, case di cura e di riposo, ecc.).

Alcuni fabbricati individuati nell'area sono edifici abbandonati in pessime condizioni, per lo più diruti o semidiruti, altri sono depositi connessi ad attività agricole utilizzati come ricovero per mezzi e materiali. Questi fabbricati sebbene ivi riportati solo per completezza di analisi non verranno considerati nello studio che segue, in quanto la presenza di persone è solo saltuaria e per brevi periodi. Nelle elaborazioni che seguono verranno considerati solo i fabbricati potenzialmente abitabili, evidenziati in grigio in tabella 3.

3.3 METODOLOGIA DI CALCOLO

L'analisi dell'impatto da shadow flickering prodotto da un parco 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 potenziali 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 è stato impiegato il modulo shadow flickering del software WindFarm (ReSoft Limited©). Esso consente di analizzare la posizione del sole nell'arco di un anno allo scopo di identificare i tempi in cui ogni aerogeneratore può proiettare ombre sulle finestre delle abitazioni vicine.

In particolare, il modello permette di:

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

Al di là di una certa distanza, come già osservato, l'ombra smette di essere un problema perché il rapporto tra lo spessore della pala e il diametro apparente del disco solare diventa piccolo. Poiché non vi è un valore generalmente accettato per questa distanza massima, WindFarm permette di specificare il limite in metri o multipli del diametro della turbina o dell'altezza complessiva del generatore eolico.

Nello specifico, nel caso in esame, per quanto concerne le simulazioni effettuate, si è assunta una distanza massima di influenza del fenomeno in esame pari a circa 8 volte l'altezza dell'aerogeneratore di progetto ed un angolo minimo di altezza del sole sull'orizzonte pari a 7°. Tali assunzioni di input al modello risultano molto conservative in relazione a quanto espresso sopra in termini teorici in riferimento al fenomeno di shadow flickering.

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

- l'altimetria della zona simulata;
- la disposizione geografica delle turbine e dimensione geometrica dei loro componenti (torre e pale);
- la disposizione geografica dei "ricettori sensibili" (abitazioni e relative finestre);
- la latitudine e longitudine dell'area interessata.

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 attraverso le finestre.

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

- coordinate baricentriche (UTM-WGS84-FUSO 33): 526921E, 4537796N
- coordinate UTM-WGS84-FUSO 33 delle turbine considerate (vedi tabella 1)
- coordinate UTM-WGS84-FUSO 33 dei ricettori considerati e disposizione delle finestre (vedi tabella 3)
- raggio d'influenza massimo: 1.5 km dal punto di installazione dell'aerogeneratore
- altezza del punto di vista dell'osservatore: 2 m
- parametri turbina di progetto:
 - diametro rotore: 155 m,
 - altezza torre: 180 m,
 - larghezza media della pala: 3 m.

Il calcolo viene effettuato dal software nella condizione più sfavorevole possibile (caso peggiore), in quanto si considera che:

- il sole splenda per tutta la giornata, dall'alba al tramonto (cioè si è sempre in assenza di copertura nuvolosa);
- il piano di rotazione delle pale sia sempre perpendicolare alla direttrice sole-aerogeneratore (l'aerogeneratore "insegue" il

sole);

- gli aerogeneratori siano sempre operativi;
- non siano presenti alberi o altri ostacoli che, intercettando l'ombra degli aerogeneratori, riducano o annullino il fastidio del flickering.

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), corrispondente alle ore in cui il sole permane al di sopra dell'orizzonte nell'arco dell'anno (ore di luce, circa 4465h/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 (REAL CASE), si dovrebbe considerare il valore di eliofania locale, ovvero il numero di ore di cielo libero da nubi durante il giorno. Per l'area in esame tale valore corrisponde a circa 2400 h/a come riscontrato presso *la Stazione meteorologica di Torella dei Lombardi (AV)*, e verificato (*Riferimento Pinna M. (1985). L'eliofania in Italia. Mem. Soc. Geogr. It., e Lavagnini A., Martorelli S., Coretti C. (1987). Radiazione solare in Italia. Mappe mensili della radiazione globale giornaliera. Roma, CNR, Ist. Fis. Atm.,*), quindi, i risultati del calcolo possono, ragionevolmente, essere abbattuti del 46,1%, pari al complemento a 1 del rapporto $2400/4454 = 53,9 \%$.

In altri termini, rispetto al WORST CASE, la probabilità di occorrenza del fenomeno di shadow flickering si riduce realisticamente, per l'area in esame, al 53,9 % del valore calcolato dal modello impiegato e che corrisponde proprio alla probabilità che il disco solare risulti libero da nubi.

Inoltre, dal momento che il fenomeno in esame è prodotto dalla contemporanea presenza di sole libero da nubi (potenzialità di generare ombre) e di velocità del vento superiori a quella di cut-in (rotore in moto), i valori calcolati dal modello (considerando la condizione più penalizzante di rotore permanentemente in moto) possono essere ulteriormente abbattuti di una percentuale corrispondente alle ore annue di effettivo funzionamento macchina rispetto al totale delle ore in un anno (8760 h).

Per l'impianto in esame le ore macchina si stimano all'incirca pari all'85% delle ore anno, ovvero 7446 ore, quindi la probabilità che il rotore di un aerogeneratore risulti in movimento è appunto dell'ordine dell'85 % (pari al rapporto $7446/8760$).

In definitiva, i valori calcolati dal modello numerico (ore di ombreggiamento intermittente all'anno) possono, realisticamente, essere ridotti di un fattore pari al complemento a 1 del prodotto $85 \% \times 53,9 \% = 45,8 \%$, ovvero del 54,2 %, corrispondente alla probabilità composta di avere contemporaneamente l'occorrenza di rotore in moto (vento) e sole libero da nubi (ombre), fenomeni, questi ultimi, stocasticamente indipendenti per cui la probabilità composta risulta pari al prodotto delle singole probabilità.

3.4 RISULTATI

Al fine di verificare la presenza e l'intensità del fenomeno dello shadow flickering indotto dal parco eolico in progetto sono state effettuate una serie di simulazioni con software dedicato che tiene conto:

- della latitudine locale, allo scopo di considerare il corretto diagramma solare;
- della geometria effettiva delle macchine previste, ed in particolare dell'altezza complessiva di macchina, intesa come somma tra l'altezza del mozzo ed il raggio del rotore;
- dell'orientamento del rotore rispetto al ricettore;
- della posizione del sole e quindi della proiezione dell'ombra rispetto ai ricettori;
- dell'orografia locale, tramite un modello digitale del terreno (DTM);
- della posizione dei possibili ricettori (abitazioni), nonché degli aerogeneratori (layout di progetto).

Come sopra accennato, le simulazioni effettuate sono state condotte in condizioni conservative, assumendo il cielo completamente sgombro da nubi, foschia, ecc. e nessun ostacolo interposto tra i ricettori individuati e gli aerogeneratori previsti in progetto.

Il programma effettua il calcolo delle ore del giorno in cui si potrebbe avere l'effetto del flickering sul ricettore considerato, facendo la somma dei minuti in cui il fenomeno risulta presente. Effettua poi la somma teorica dei minuti di ciascun mese (worst case) che poi può essere ridotta in considerazione delle giornate soleggiate, dell'operatività effettiva dell'impianto eolico, della direzione del vento ecc. Inoltre, avendo calcolato geometricamente l'evoluzione delle ombre durante la giornata, è possibile identificare l'area in

cui avviene il fenomeno dello shadow flickering per ciascun aerogeneratore. Si ottengono così i dati sinteticamente riportati nelle seguenti figure.

La frequenza dello shadow flickering è correlata alla velocità di rotazione del rotore; le frequenze tipiche per le macchine considerate nel presente progetto sono dell'ordine di 0,7÷1,5 Hz (circa un passaggio al secondo). In termini di impatto sulla popolazione, tali frequenze sono innocue; basti pensare che le lampade stroboscopiche, largamente impiegate nelle discoteche, producono frequenze comprese tra 5 e 10 Hz.

Le distanze reciproche tra generatori eolici e ricettori, le condizioni orografiche del sito considerato, determinano la pressoché totale assenza del fenomeno in esame. È comunque utile sottolineare che, a vantaggio di sicurezza, le simulazioni effettuate sono state eseguite in condizioni non realistiche, ipotizzando che si verificano contemporaneamente le condizioni più sfavorevoli per un determinato ricettore potenzialmente soggetto a shadow flickering, ovvero concomitanza dei seguenti fattori: assenza di nuvole o nebbia, rotore frontale ai ricettori, rotore in movimento continuo, assenza di ostacoli, luce diretta ecc.

Si riporta di seguito Mappa d'impatto potenziale shadow flickering per singolo aerogeneratore, nel caso più penalizzante (WORST CASE):

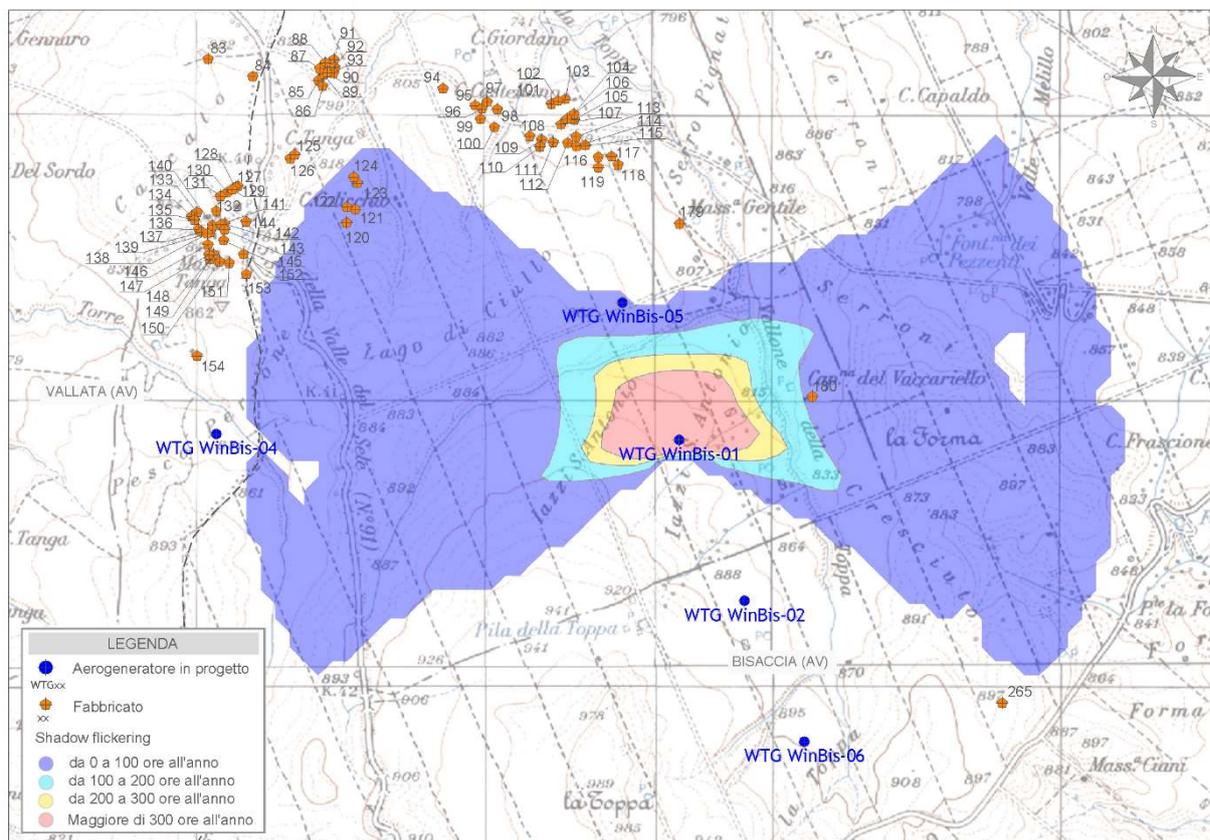


Figura 2 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-01

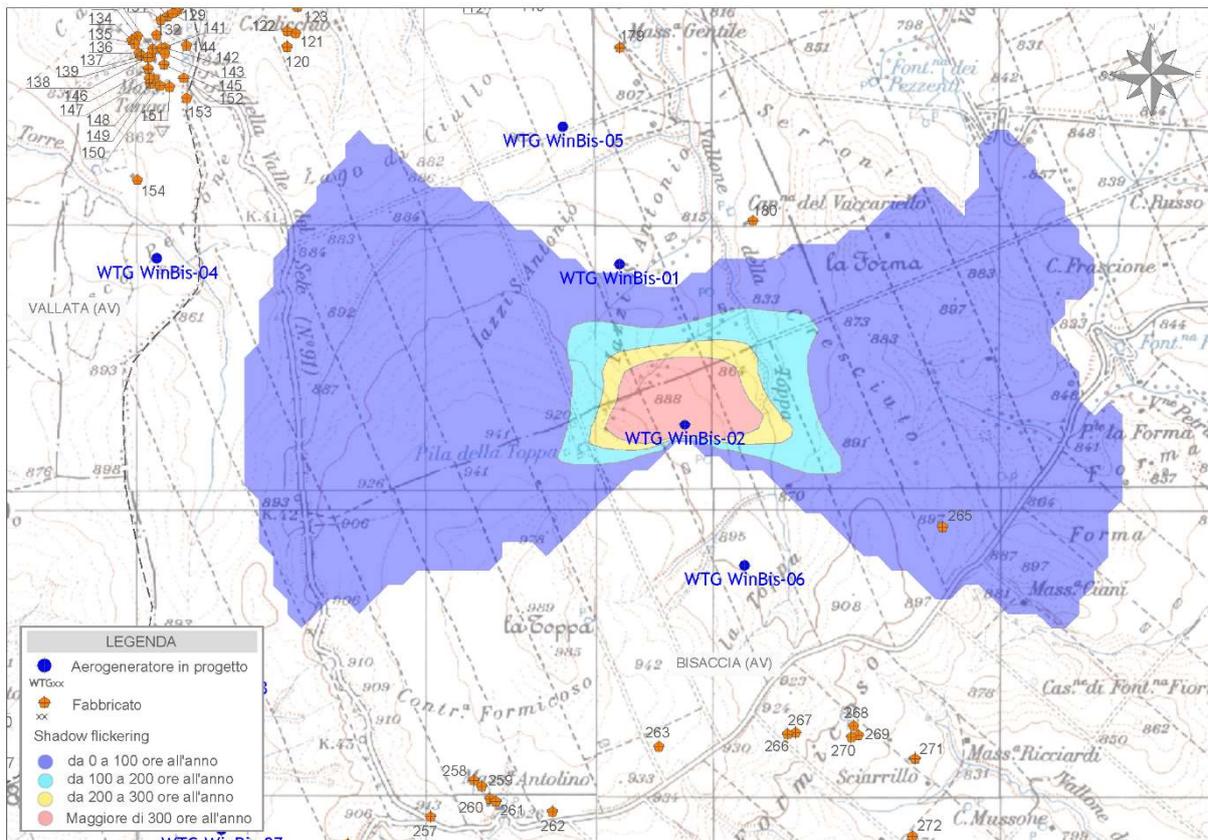


Figura 3 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-02

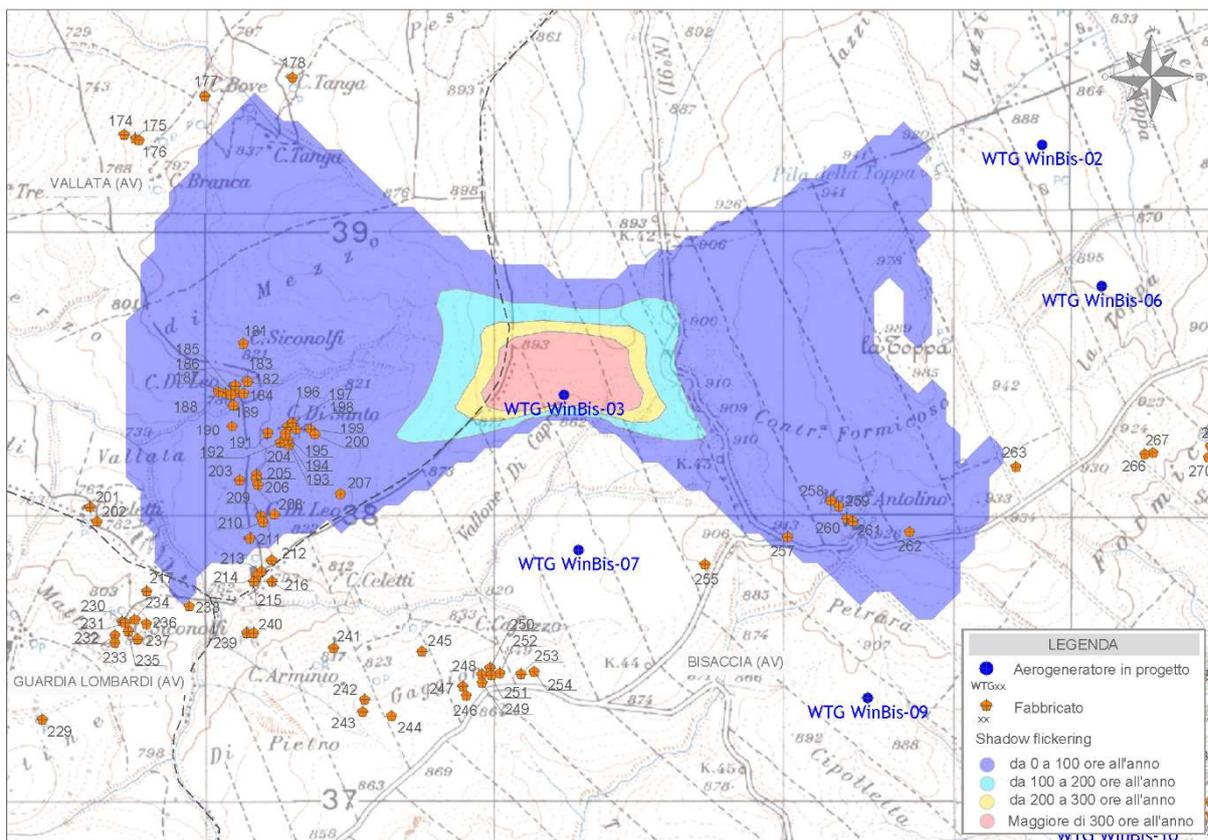


Figura 4 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-03

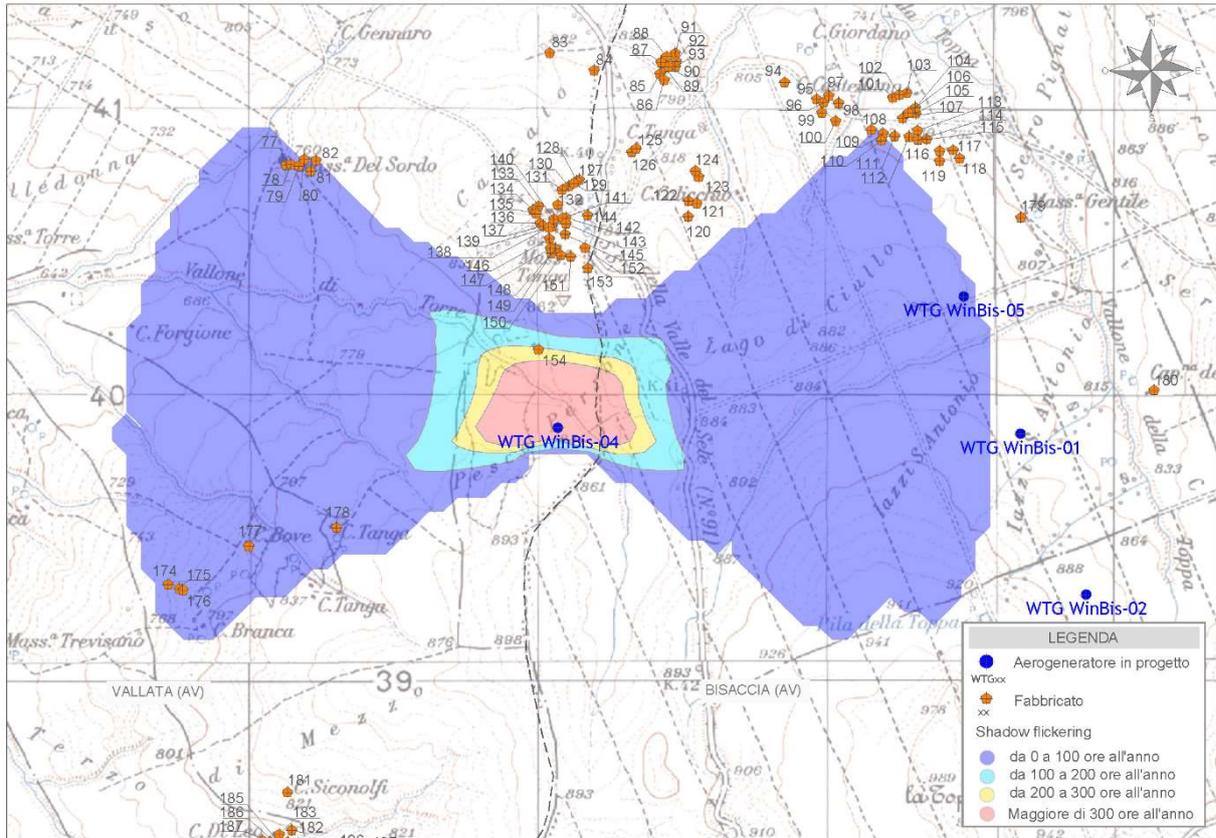


Figura 5 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-04

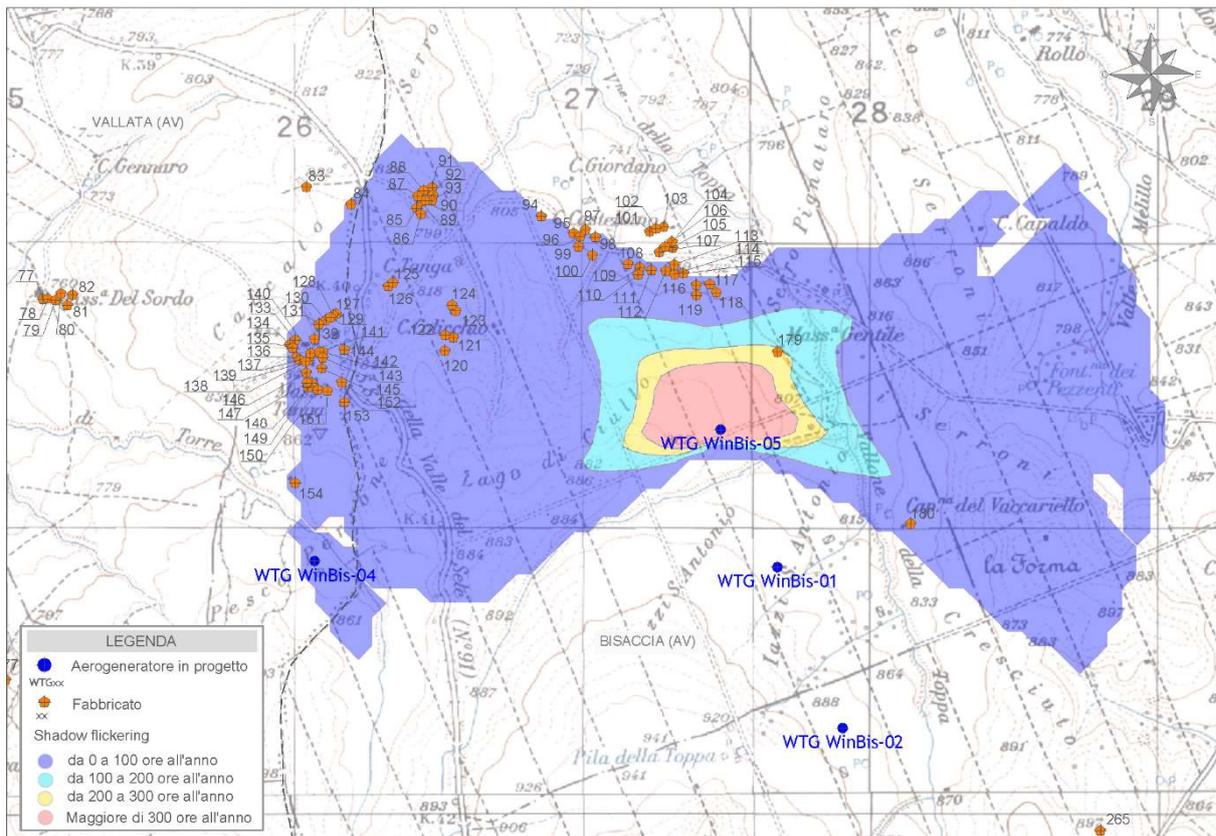


Figura 6 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-05

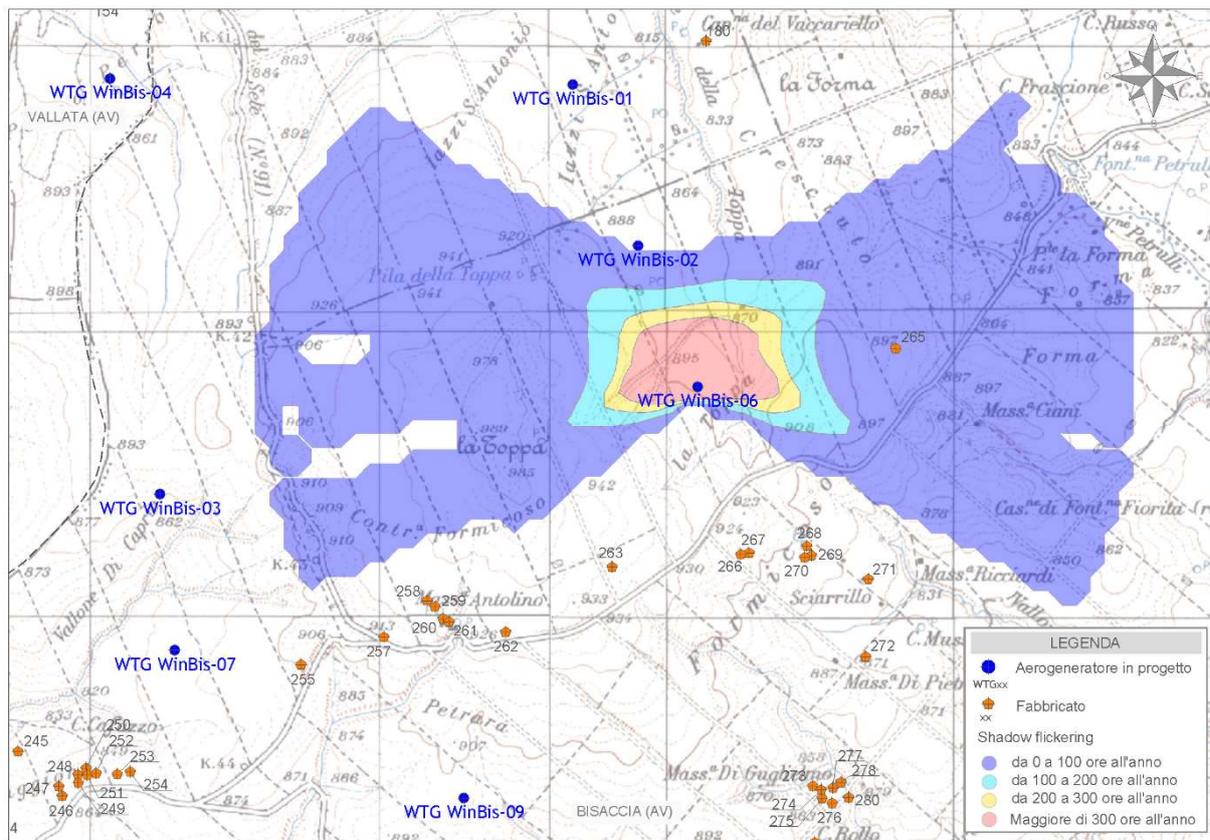


Figura 7 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-06

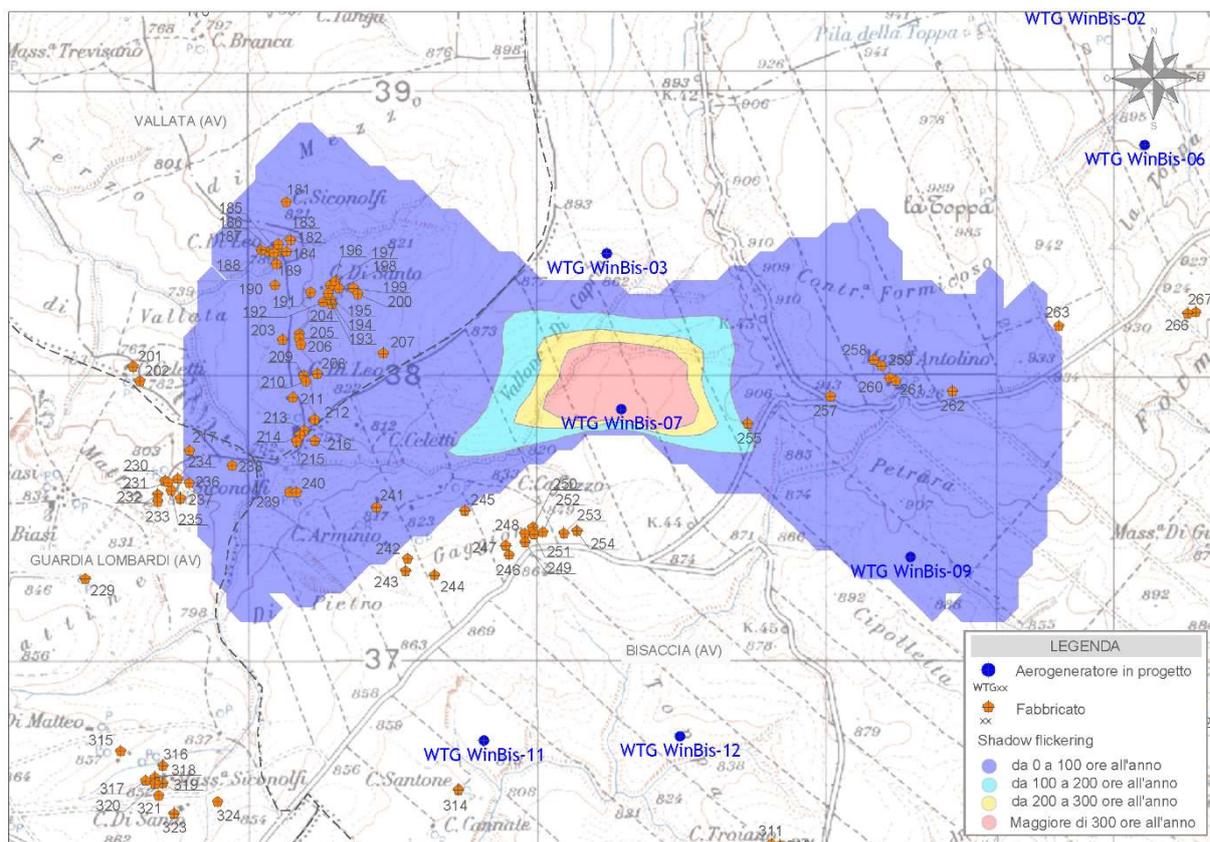


Figura 8 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-07

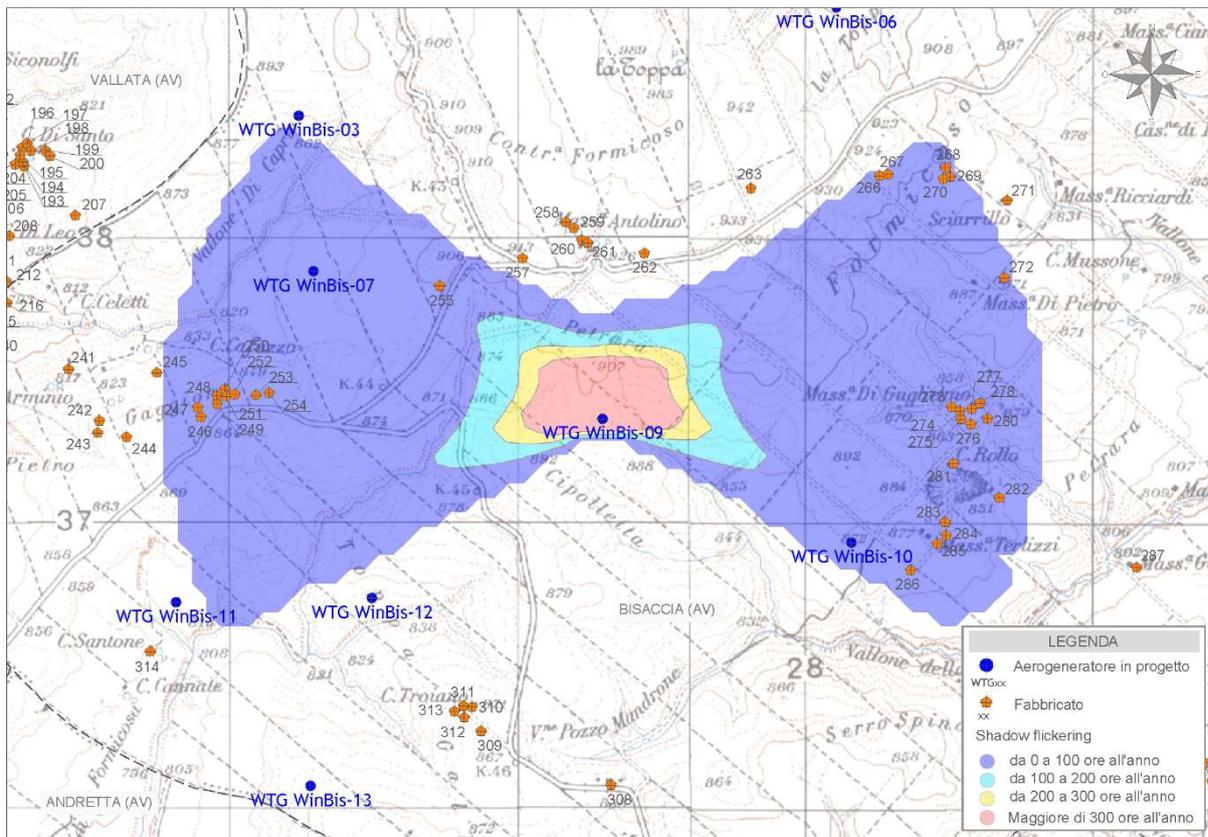


Figura 9 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-09

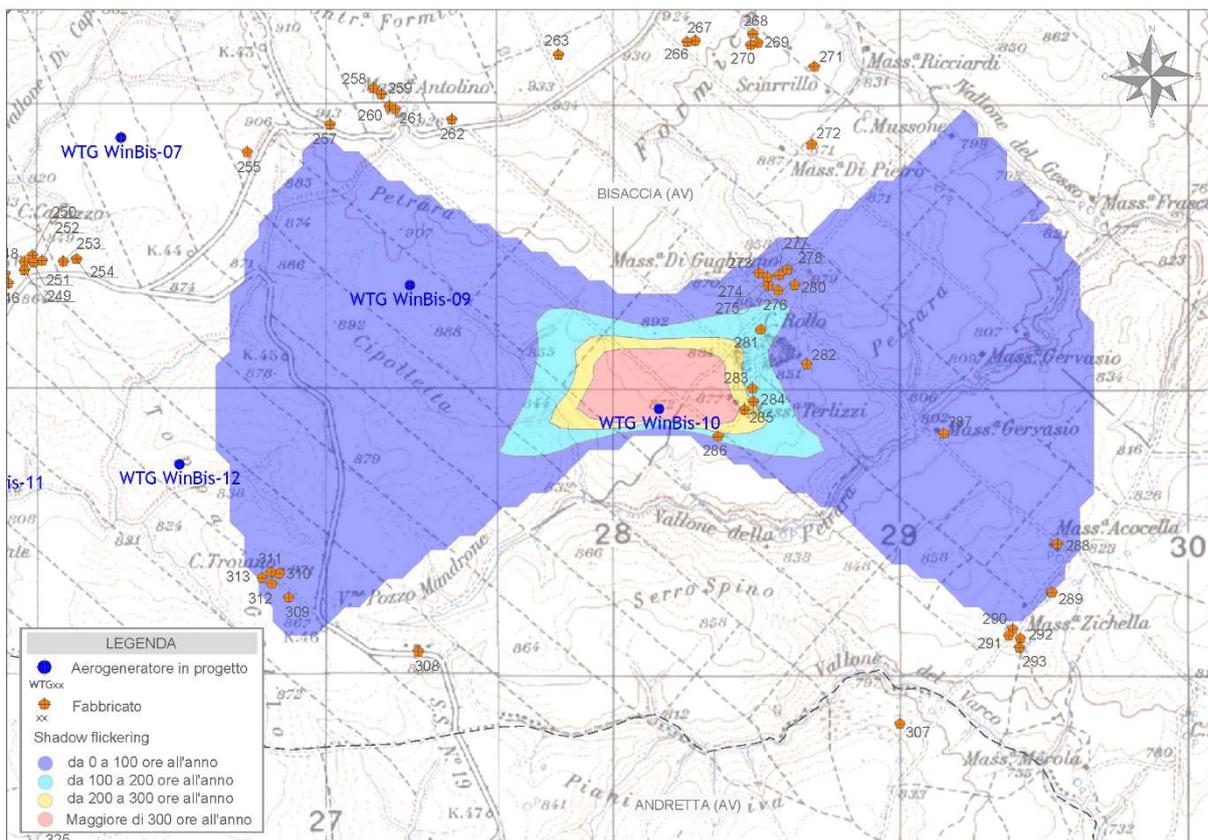


Figura 10 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-10

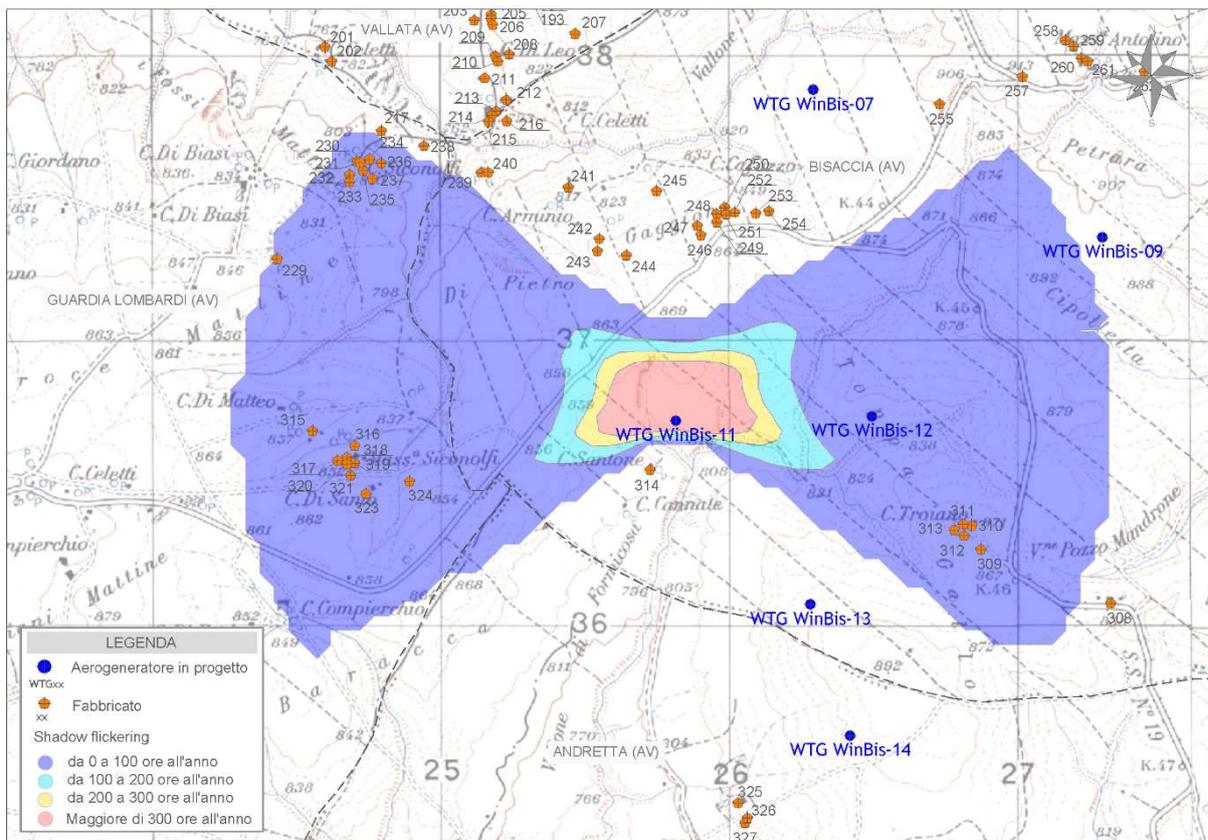


Figura 11 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-11

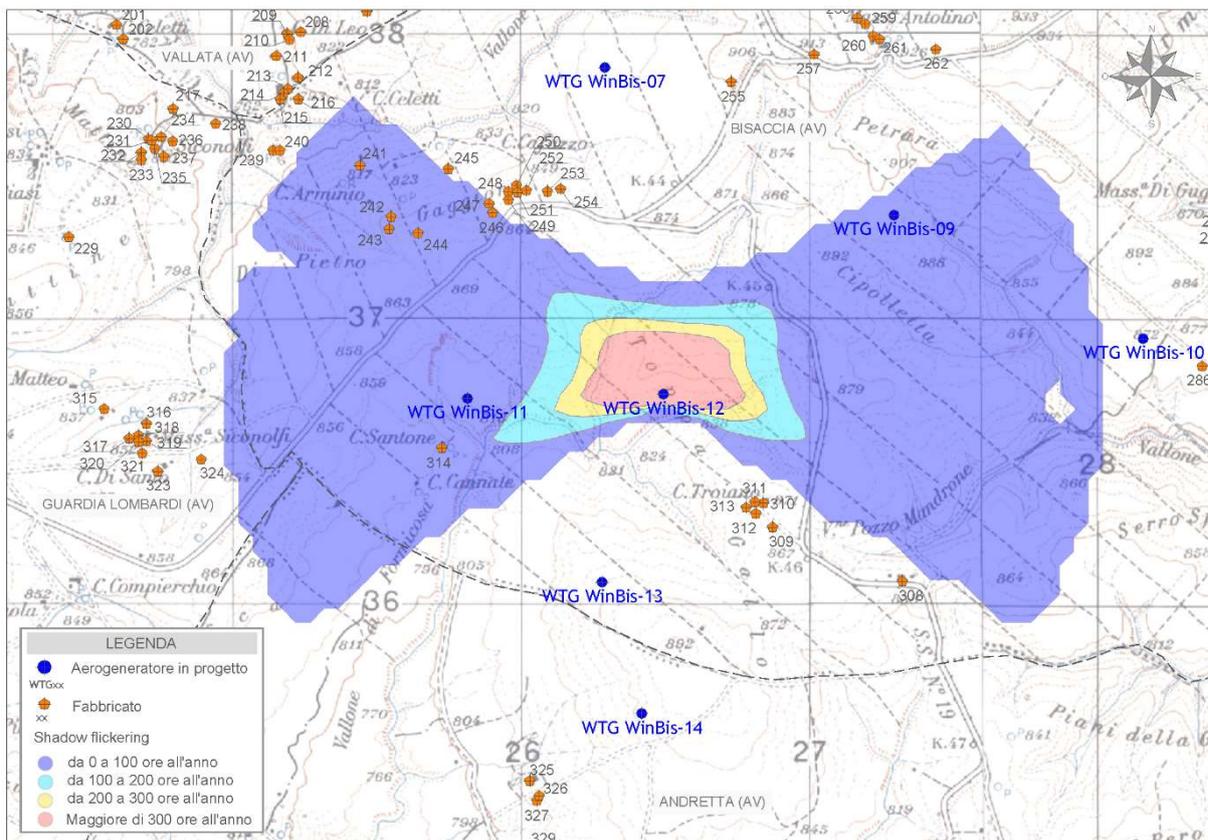


Figura 12 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-12

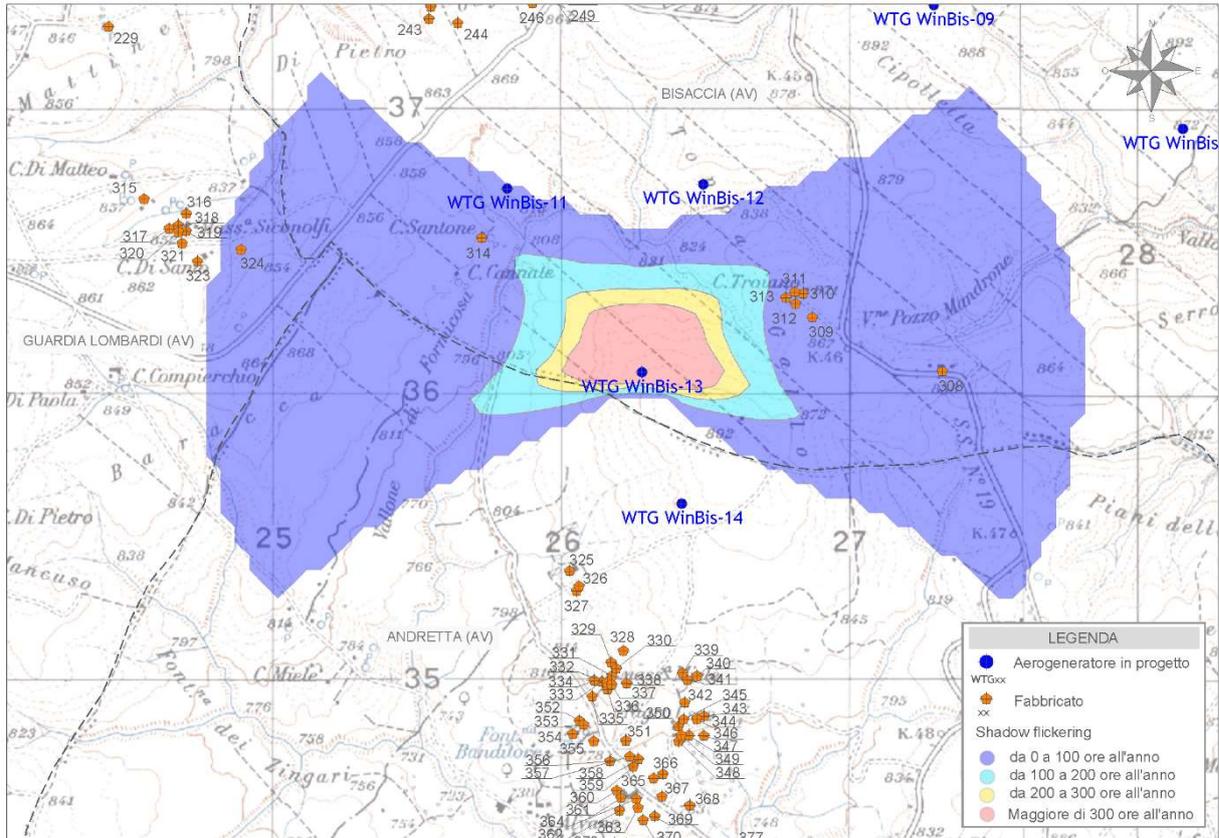


Figura 13 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-13

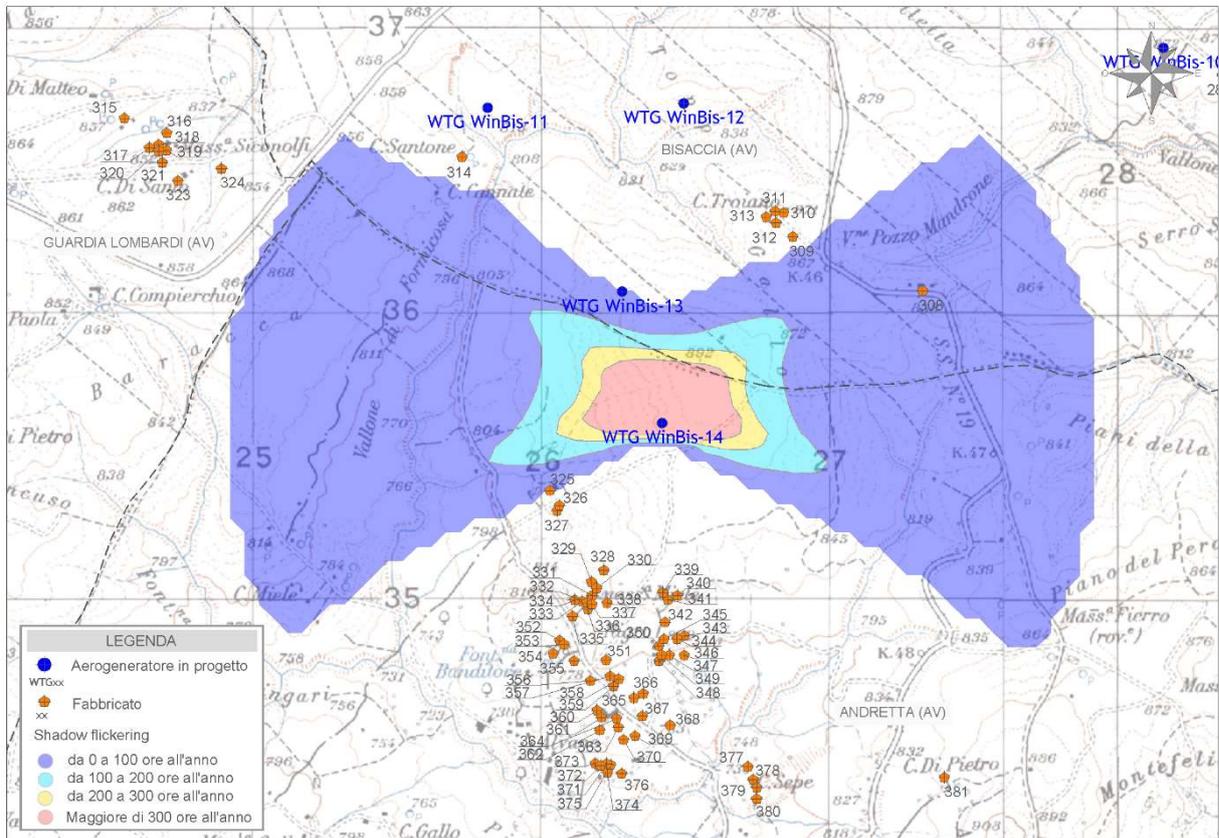


Figura 14 - Mappa di impatto potenziale per l'aerogeneratore WTG WinBis-14

La tabella seguente riassume i risultati dell'analisi eseguita secondo la metodologia di calcolo innanzi descritta, e per quanto precisato al punto 3.2 la stessa si riferisce ai soli fabbricati potenzialmente abitabili, per come riscontrati dal sopralluogo in sito, di seguito riportato:

Fabbricato	WGS84 - UTM fuso 33		Caso peggiore		Caso reale
	Est	Nord	Giorni Anno	Ore Anno	Ore Anno
82	525158	4540633	0	0	0
84	526124	4540949	0	0	0
87	526356	4540978	63	14	6
88	526376	4540997	57	15	7
89	526371	4540958	66	15	7
90	526381	4540963	64	16	7
94	526784	4540907	0	0	0
99	526914	4540801	38	15	7
102	527183	4540864	0	0	0
106	527214	4540801	0	0	0
108	527085	4540741	32	13	6
113	527246	4540739	0	0	0
116	527323	4540667	30	13	6
117	527369	4540670	26	9	4
122	526451	4540492	98	20	9
123	526487	4540576	104	28	13
124	526475	4540597	100	27	12
129	526053	4540554	24	2	1
138	525967	4540399	20	2	1
141	526014	4540432	20	2	1
142	526026	4540434	22	2	1
143	526026	4540414	22	2	1
144	526101	4540441	24	3	1
152	526092	4540327	25	3	1
153	526102	4540257	24	3	1
174	524646	4539149	74	21	9
180	528066	4539829	164	117	54
182	525074	4538288	81	30	14
183	525031	4538274	76	28	13
186	525016	4538244	74	27	12
195	525205	4538103	82	37	17
198	525242	4538119	88	40	18
200	525307	4538101	100	48	22
201	524528	4537847	0	0	0
202	524551	4537796	0	0	0
205	525105	4537945	85	35	16
206	525110	4537923	91	38	17
210	525128	4537795	74	27	12

Fabbricato	WGS84 - UTM fuso 33		Caso peggiore		Caso reale
	Est	Nord	Giorni Anno	Ore Anno	Ore Anno
211	525082	4537737	58	15	7
212	525158	4537661	37	16	7
213	525122	4537622	40	17	8
214	525107	4537607	43	18	8
215	525096	4537585	44	18	8
217	524724	4537552	0	0	0
231	524650	4537441	46	9	4
233	524614	4537373	56	6	3
234	524683	4537454	38	10	5
241	525373	4537354	152	55	25
242	525480	4537174	56	9	4
243	525473	4537131	48	8	4
244	525573	4537117	67	11	5
245	525679	4537342	0	0	0
246	525833	4537187	29	5	2
249	525888	4537233	30	6	3
251	525919	4537259	31	6	3
252	525949	4537267	33	7	3
253	526023	4537263	35	8	4
255	526661	4537647	202	131	60
262	527371	4537760	0	0	0
266	528187	4538031	9	1	0
268	528416	4538060	56	3	1
273	528436	4537223	86	37	17
274	528466	4537208	100	56	25
277	528506	4537216	104	59	27
280	528561	4537182	125	83	38
283	528414	4536818	185	181	83
285	528387	4536744	201	298	136
287	529078	4536660	53	23	10
291	529303	4535954	0	0	0
293	529340	4535911	0	0	0
307	528926	4535644	0	0	0
310	526772	4536171	180	61	28
311	526743	4536176	169	67	31
312	526746	4536135	169	67	31
313	526712	4536156	167	78	36
315	524485	4536501	22	2	1
320	524604	4536386	31	4	2
326	525994	4535147	0	0	0
328	526148	4534920	0	0	0

Fabbricato	WGS84 - UTM fuso 33		Caso peggiore		Caso reale
	Est	Nord	Giorni Anno	Ore Anno	Ore Anno
330	526124	4534858	0	0	0
332	526091	4534807	0	0	0
337	526107	4534802	0	0	0
344	526403	4534681	0	0	0
345	526357	4534679	0	0	0
347	526376	4534623	0	0	0
349	526348	4534624	0	0	0
353	526011	4534661	0	0	0
354	525972	4534629	0	0	0
355	526045	4534603	0	0	0
357	526170	4534550	0	0	0
360	526125	4534431	0	0	0
361	526140	4534405	0	0	0
363	526199	4534371	0	0	0
364	526193	4534402	0	0	0
365	526253	4534474	0	0	0
367	526282	4534410	0	0	0
370	526217	4534327	0	0	0
371	526158	4534244	0	0	0
372	526137	4534237	0	0	0
378	526667	4534188	0	0	0
379	526679	4534161	0	0	0
381	527330	4534196	0	0	0

Tabella 4: Risultati di calcolo

In particolare, in tabella 4 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 all'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.

Dalla tabella 4 si evince che presso 62 potenziali ricettori potrebbe verificarsi l'effetto di shadow flickering, tuttavia tale effetto si può considerare trascurabile per via della scarsa durata del fenomeno che si riduce, nel caso reale, a poche ore l'anno. Per i fabbricati evidenziati, presso i quali l'effetto di shadow flickering potrebbe essere superiore a 40 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 del fenomeno (condizioni del caso peggiore). Le curve di colore blu indicano l'ora dell'alba e del tramonto e le macchie colorate indicano il periodo in cui è possibile il verificarsi del fenomeno. Sull'asse delle ordinate sono riportati i giorni dell'anno e sull'asse delle ascisse l'ora del giorno.

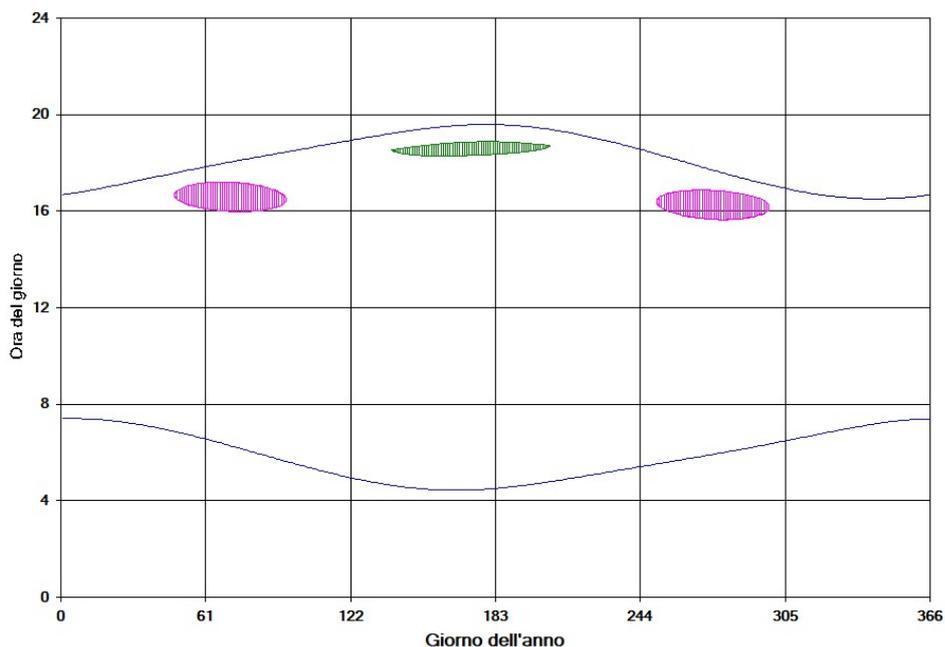


Figura 15 – Calendario dell'ombra nelle condizioni caso peggiore per il fabbricato 180

Dalla lettura del calendario in figura 15, si legge facilmente che, presso il fabbricato 180, il fenomeno dell'ombreggiamento si può verificare a causa degli aerogeneratori:

- WTG WinBis-01 dal 17 febbraio al 4 aprile e dal 7 settembre al 24 ottobre tra le ore 15:35 e le 17:15 (macchia magenta);
- WTG WinBis-05 dal 18 maggio al 24 luglio tra le ore 18:15 e le 18:55 (macchia verde).

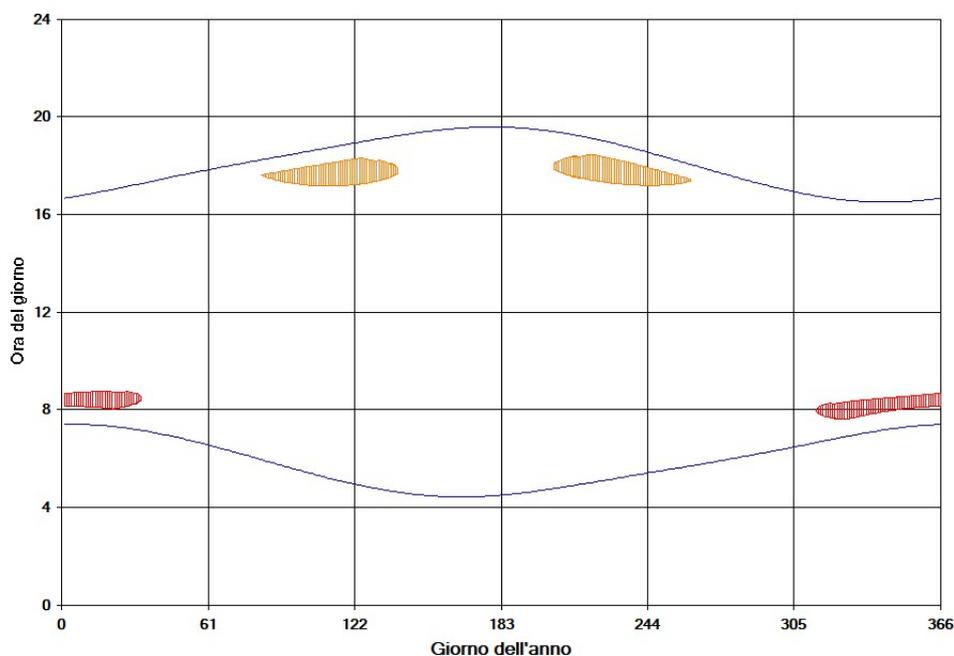


Figura 16 – Calendario dell'ombra nelle condizioni caso peggiore per il fabbricato 255

Dalla lettura del calendario in figura 16, si legge facilmente che, presso il fabbricato 255, il fenomeno dell'ombreggiamento si può verificare a causa degli aerogeneratori:

- WTG WinBis-07 dal 23 marzo al 19 maggio e dal 23 luglio al 18 settembre tra le ore 17:10 e le 18:30 (macchia arancione);
- WTG WinBis-09 dal 1° gennaio al 2 febbraio e dal 9 novembre al 31 dicembre tra le ore 07:35 e le 08:45 (macchia rossa).

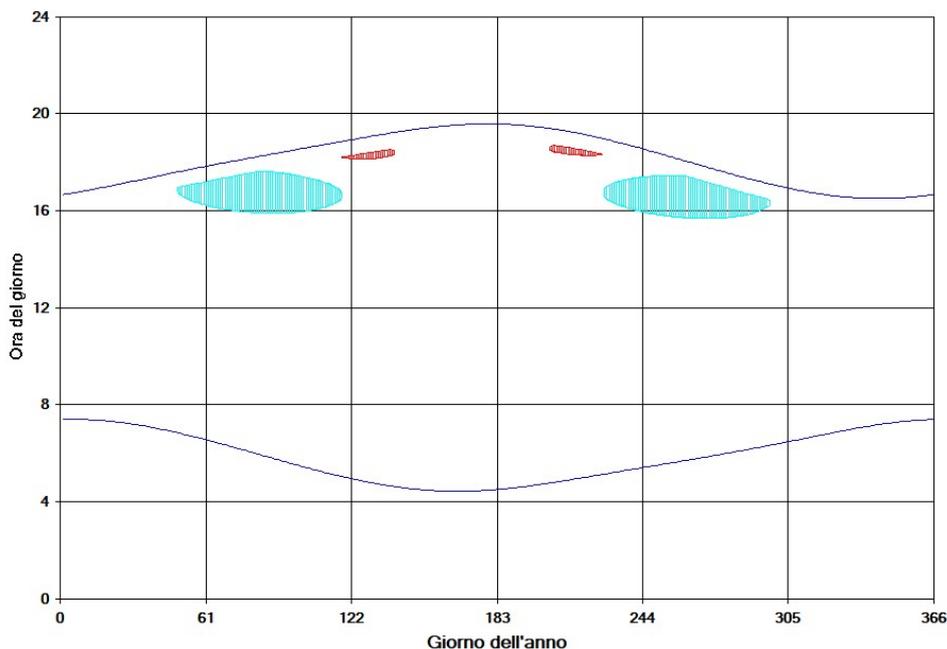


Figura 17- Calendario dell'ombra nelle condizioni caso peggiore per il fabbricato 283

Dalla lettura del calendario in figura 17, si legge facilmente che, presso il fabbricato 283, il fenomeno dell'ombreggiamento si può verificare a causa degli aerogeneratori:

- WTG WinBis-09 dal 27 aprile al 19 maggio e dal 23 luglio al 14 agosto tra le ore 18:05 e le 18:45 (macchia rossa);
- WTG WinBis-10 dal 18 febbraio al 27 aprile e dal 15 agosto al 23 ottobre tra le ore 15:40 e le 17:40 (macchia ciano).

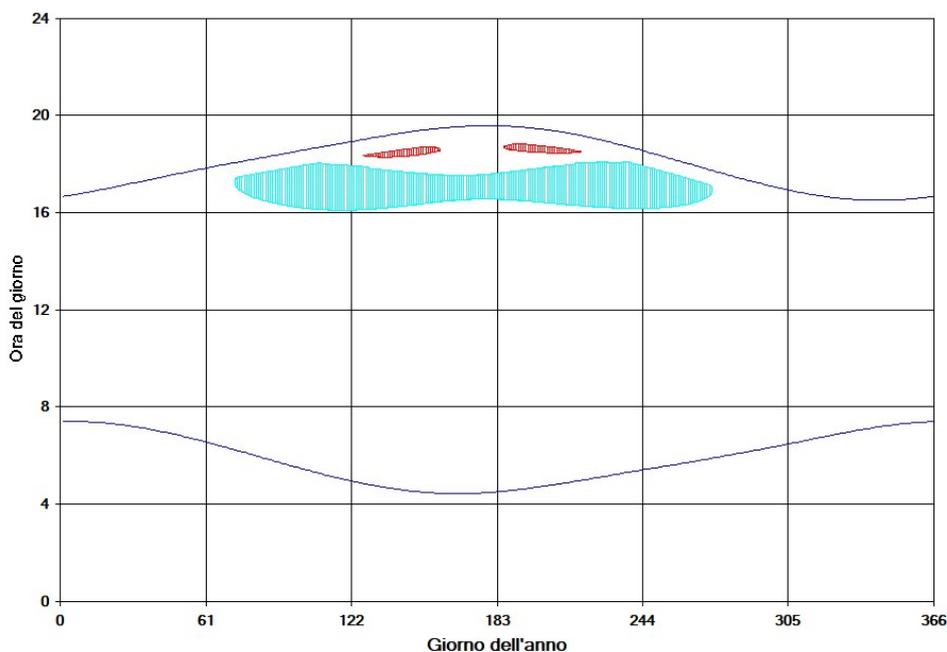


Figura 18 - Calendario dell'ombra nelle condizioni caso peggiore per il fabbricato 285

Dalla lettura del calendario in figura 18, si legge facilmente che, presso il fabbricato 285, il fenomeno dell'ombreggiamento si può verificare a causa degli aerogeneratori:

- WTG WinBis-09 dal 6 maggio al 7 giugno e dal 4 luglio al 5 agosto tra le ore 18:15 e le 18:55 (macchia rossa);
- WTG WinBis-10 dal 13 marzo al 29 settembre tra le ore 16:05 e le 18:10 (macchia ciano).

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 potrebbe verificare esclusivamente su 62 abitazioni (si veda tabella 4), incidendo in maniera trascurabile, in quanto il valore atteso è per tutti i ricettori uguale o inferiore a 136 ore l'anno, e per la maggior parte di essi uguale o inferiore a 38 ore l'anno.

Si precisa, altresì, che una stima più approfondita del fenomeno, formulata tenendo conto della posizione del piano di rotazione delle pale in relazione alle direzioni dei venti attese, porterebbe ad un ulteriore abbattimento dei valori di shadow flickering sopra esposti.

Rispetto allo stato attuale, caratterizzato dall'esercizio dell'impianto eolico esistente, si evidenzia una riduzione del numero di aerogeneratori all'interno dell'area d'indagine, con un conseguente minor interessamento di potenziali ricettori. Inoltre, l'evoluzione tecnologica nel settore degli aerogeneratori consente di produrre un moderno aerogeneratore che manifesta una diminuzione della velocità di rotazione del rotore, con vantaggio in termini di percezione dello stesso e quindi di potenziali fenomeni di ombreggiamento intermittente.

In particolare:

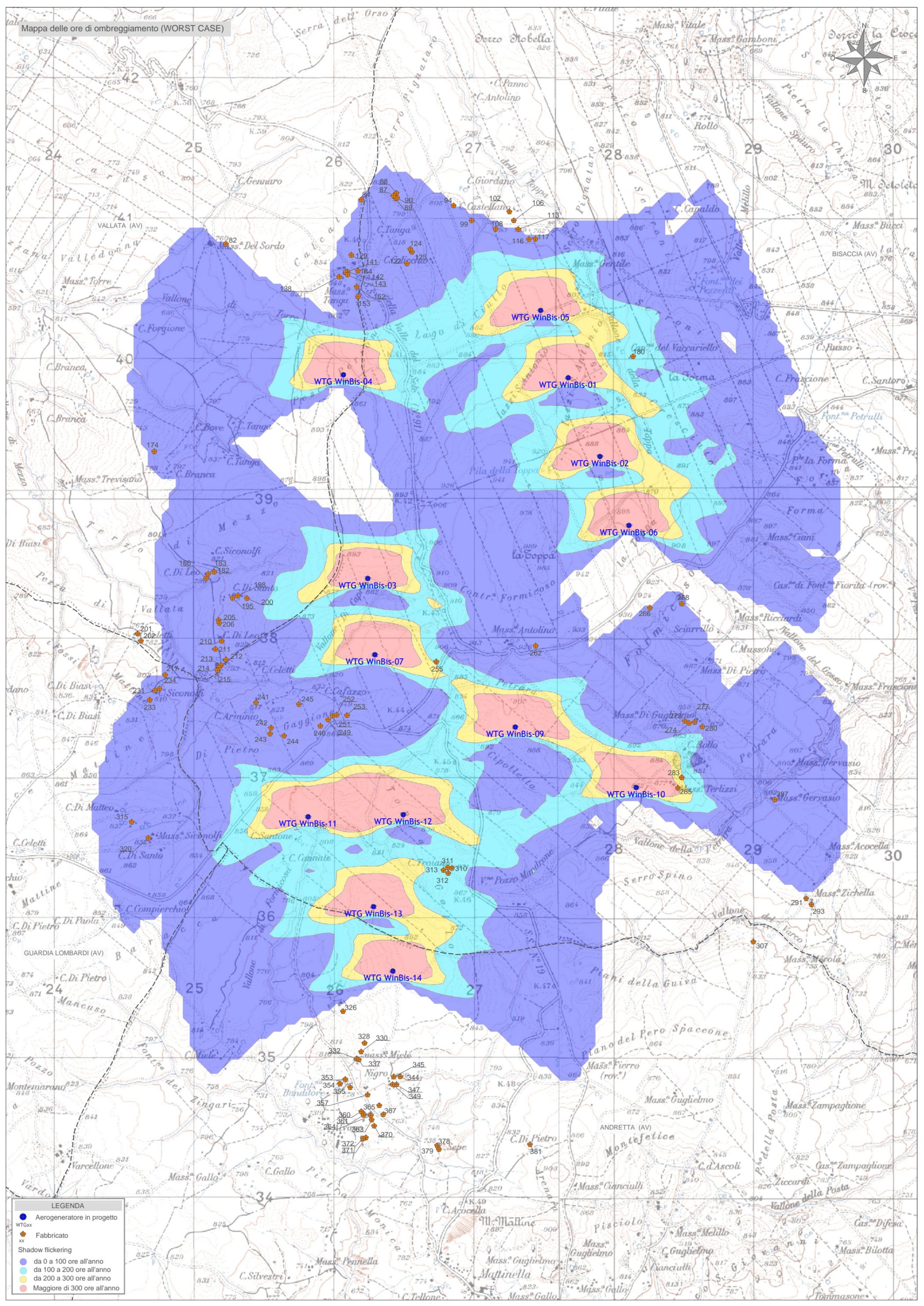
- la velocità di rotazione delle turbine previste nel progetto d'ammodernamento, è nettamente inferiore a quella dell'impianto eolico esistente; ciò consente di ridurre al minimo i fastidi in essere e soddisfare le condizioni di benessere;
- le turbine in progetto che causano il fenomeno dell'ombreggiamento sono molto distanti dai ricettori, rispetto all'impianto esistente. In tali circostanze l'effetto dell'ombra è trascurabile poiché il rapporto tra lo spessore della pala e la distanza dal fabbricato è molto ridotto;

Pertanto, la mancata realizzazione degli interventi proposti si tradurrebbe in un minore – ingiustificato - sfruttamento del potenziale energetico (produzione attuale green di circa il 90% inferiore rispetto alla futura del progetto di ammodernamento) ed alla rinuncia di un riassetto e di una riduzione di strutture sul territorio che non si concilia con le politiche del momento.

5. ALLEGATI

- Mappa delle ore di ombreggiamento (WORST CASE)





LEGENDA

- Aerogeneratore in progetto
- WTGxx
- Fabbricato
- xx
- Shadow flickering
- da 0 a 100 ore all'anno
- da 100 a 200 ore all'anno
- da 200 a 300 ore all'anno
- Maggiore di 300 ore all'anno