

Prot. 0022VGE121SP

Spett.le Ministero della Transizione Ecologica - Direzione Generale per la Crescita Sostenibile e la Qualità dello Sviluppo,
in relazione al progetto richiamato in oggetto, si inviano in allegato alla presente le osservazioni formulate dalla scrivente Società.

Distinti Saluti
VGE 01 S.r.l.

Modulo per la presentazione delle osservazioni per i piani/programmi/progetti sottoposti a procedimenti di valutazione ambientale di competenza statale

Presentazione di osservazioni relative alla procedura di:

- Valutazione Ambientale Strategica (VAS) – art.14 co.3 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.
 Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) – art.24 co.3 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.
 Verifica di Assoggettabilità alla VIA – art.19 co.4 D.Lgs.152/2006 e s.m.i.

(Barrare la casella di interesse)

Il Sottoscritto Salvatore Platania domiciliato per la carica presso la sede legale della Società, nella sua qualità di Amministratore Unico e legale rappresentante di **VGE 01 S.r.l.**

(Nel caso di persona giuridica - società, ente, associazione, altro)

PRESENTA

ai sensi del D.Lgs.152/2006, le **seguenti osservazioni** al

- Piano/Programma, sotto indicato
 Progetto, sotto indicato.

(Barrare la casella di interesse)

Progetto di un impianto eolico composto da 30 aerogeneratori per un totale di 126 MW, ricadente nei Comuni di Marsala (TP), Mazara del Vallo (TP), Salemi (TP) e Trapani (TP) denominato "Trapani 3" - Proponente: Enel Green Power Solar Energy S.r.l. Codice procedura (ID_VIP/ID_MATTM) 5752.

(inserire la denominazione completa del piano/programma (procedure di VAS) o del progetto (procedure di VIA, Verifica di Assoggettabilità a VIA)

OGGETTO DELLE OSSERVAZIONI

(Barrare le caselle di interesse; è possibile selezionare più caselle):

- Aspetti di carattere generale (es. struttura e contenuti della documentazione, finalità, aspetti procedurali)
 Aspetti programmatici (coerenza tra piano/programma/progetto e gli atti di pianificazione/programmazione territoriale/settoriale)
 Aspetti progettuali (proposte progettuali o proposte di azioni del Piano/Programma in funzione delle probabili ricadute ambientali)
 Aspetti ambientali (relazioni/impatti tra il piano/programma/progetto e fattori/componenti ambientali)
 Altro *(specificare)* _ Interferenza con progetto di impianto eolico in capo alla scrivente VGE 01 S.r.l. Codice identificativo procedimento amministrativo Regione Siciliana-Assessorato Regionale Territorio ed Ambiente: TP11-TP12 (c. p. 175).

ASPETTI AMBIENTALI OGGETTO DELLE OSSERVAZIONI

(Barrare le caselle di interesse; è possibile selezionare più caselle):

- Atmosfera
 Ambiente idrico
 Suolo e sottosuolo
 Rumore, vibrazioni, radiazioni
 Biodiversità (vegetazione, flora, fauna, ecosistemi)
 Salute pubblica

- Beni culturali e paesaggio
 - Monitoraggio ambientale
 - Altro (specificare) _____
-

TESTO DELL' OSSERVAZIONE

Premesse

La scrivente VGE 01 S.r.l. (nel prosieguo anche "VGE01" o "Società") è titolare di un progetto di un impianto eolico denominato "Parco Eolico Matarocco" composto da 10 aerogeneratori da 3 MW, per una potenza complessiva di 30 MW, dalle opere connesse e dalle relative infrastrutture indispensabili all'esercizio dello stesso, ivi comprese le opere della Rete di Trasmissione Nazionale, sito in località Matarocco, nei Comuni di Marsala (TP) e Mazara del Vallo (TP).

Più in dettaglio, in data 19/03/2019, la Società ha presentato, al Servizio 1-Valutazioni Ambientali del Dipartimento dell'Ambiente, Assessorato Regionale Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, richiesta di attivazione della procedura VIA, ai sensi dell'art. 23, comma 1 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii e del procedimento finalizzato al rilascio del Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) ai sensi dell'art. 27-bis del medesimo decreto.

In data 16/02/2021 si è conclusa la procedura di VIA con l'espressione da parte dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente della Regione Siciliana, Dipartimento dell'Ambiente, del giudizio positivo di compatibilità ambientale di cui al D.A. di compatibilità ambientale n.29/Gab.

In data 06/04/2021 si è conclusa positivamente la Conferenza dei Servizi per il rilascio del PAUR.

Con DDG n.284 del 06/04/2021, l'Assessorato dell'Energia e dei Servizi di Pubblica Utilità-Dipartimento dell'Energia della Regione Siciliana ha rilasciato, ai sensi dell'art.12, comma 3 del D.Lgs 387/2003, l'Autorizzazione Unica per realizzazione e l'esercizio del Parco Eolico Matarocco.

Ad oggi, si è in attesa della pubblicazione del PAUR ai sensi dell'art. 27 bis del Dlgs 152/2006 e ss.mm.ii.

Con il presente documento, VGE01, relativamente al proprio progetto Parco Eolico Matarocco, trasmette le proprie osservazioni riguardanti il progetto presentato dalla Enel Green Power Solar Energy S.r.l. denominato "Trapani 3" ("**Progetto Trapani 3**").

Interferenze energetiche e aerodinamiche tra i due progetti

Vista la vicinanza e, per alcuni aerogeneratori, la sovrapposizione, tra il Progetto Trapani 3 e il Parco Eolico Matarocco, VGE01 ha incaricato una primaria società di consulenza italiana che opera nel settore delle energie rinnovabili, Windfor S.r.l. ("Windfor"), di effettuare uno studio relativo alle potenziali interferenze aerodinamiche ed energetiche che si originerebbero in conseguenza della futura realizzazione del Progetto Trapani 3.

L'intera analisi è stata effettuata secondo le metodologie internazionali per una valutazione affidabile sia delle interferenze aerodinamiche e dei conseguenti rischi di rottura dei componenti degli aerogeneratori, sia della produzione energetica degli impianti eolici, sulla scorta della documentazione fornita da Enel Green Power Solar Energy S.r.l. tramite il portale del Ministero della Transizione Ecologica.

Dallo studio di Windfor risulta che, nell'attuale configurazione, il Progetto Trapani 3 prevede:

- 12 posizioni-aerogeneratori che non rispettano le distanze previste dalla normativa e dalle buone pratiche di settore da tutti gli aerogeneratori del Parco Eolico Matarocco;
- 8 posizioni-aerogeneratori che non rispettano la distanza di 3 diametri rotore (510 metri) da 8 aerogeneratori del Parco Eolico Matarocco;
- 3 posizioni per le quali gli aerogeneratori Trapani 3 non sarebbero nemmeno fisicamente installabili perché le pale toccherebbero quelle degli aerogeneratori del Parco Eolico Matarocco (casi aerogeneratori T3_05-M04 e T3_03-M06) o perché ci sarebbero soltanto 5 m di distanza tra le punte delle pale (caso aerogeneratori T3_07-M01).

I requisiti standard non sono quindi rispettati. Le inter-distanze tra turbine inferiori a 3 diametri rotore sono da considerarsi critiche poiché potrebbero comportare dei sovraccarichi al di fuori dell'involuppo dei carichi di

progetto delle turbine coinvolte e quindi alti rischi per l'operatività degli aerogeneratori, con possibile degrado delle macchine e rotture degli organi rotanti, evenienza non compatibile con la pubblica sicurezza e la tutela dei luoghi.

Il Progetto Trapani 3 comporterebbe infatti un'alterazione della turbolenza effettiva percepita dalla maggior parte degli aerogeneratori di Parco Eolico Matarocco per cui, secondo la norma CEI EN 61400-1, si avrebbe il passaggio ad una Classe superiore di turbolenza (in molti casi si avrebbe anche il superamento della Classe A), che comporterebbe un funzionamento al di fuori dei parametri di progetto degli aerogeneratori nonché una sensibile riduzione della vita operativa delle macchine.

Oltre a ciò, si evidenzia che il Progetto Trapani 3 comporterebbe un incremento delle perdite per effetto scia pari a 13,2% con conseguente perdita dell'energia prodotta di 12,1 GWh/anno a danno del Parco Eolico Matarocco.

Per maggiori dettagli si rimanda alle due perizie redatte da Windfor che sono allegate (Allegato 3 e Allegato 4) al presente documento.

Conclusioni

Si raccomanda a codesta Spett.le Amministrazione di valutare il Progetto Trapani 3 della Enel Green Power Solar Energy S.r.l., alla luce delle osservazioni espresse nel presente documento, soprattutto per l'incidenza negativa che lo stesso avrebbe, qualora realizzato secondo l'attuale layout, sul Parco Eolico Matarocco della VGE 01 S.r.l., non soltanto per la notevole perdita di produzione prevista pari a 12,1 GWh/anno a danno dell'impianto Matarocco, ma anche per i significativi rischi di sicurezza e tutela dei luoghi a causa delle condizioni di operatività difficilmente sopportabili dagli aerogeneratori.

Il Sottoscritto dichiara di essere consapevole che, ai sensi dell'art. 24, comma 7 e dell'art.19 comma 13, del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., le presenti osservazioni e gli eventuali allegati tecnici saranno pubblicati sul Portale delle valutazioni ambientali VAS-VIA del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (www.va.minambiente.it).

Tutti i campi del presente modulo devono essere debitamente compilati. In assenza di completa compilazione del modulo l'Amministrazione si riserva la facoltà di verificare se i dati forniti risultano sufficienti al fine di dare seguito alle successive azioni di competenza.

ELENCO ALLEGATI

Allegato 1 - Dati personali del soggetto che presenta l'osservazione;

Allegato 2 - Copia del documento di riconoscimento in corso di validità;

Allegato 3 – Valutazione Interferenze Aerodinamiche secondo la norma CEI 61400-1 edizione 3 Amendment A1- Progetto di Terzi;

Allegato 4 – Valutazione Interferenze Energetiche Progetto di Terzi.

(inserire numero e titolo dell'allegato tecnico se presente)

Luogo e data: Rovereto (TN), 21/05/2021

(inserire luogo e data)

Il dichiarante

Ing. Salvatore Platania

Firmato da:

Salvatore Platania

Motivo:



(Firma)

Data: 21/05/2021 16:32:55

IMPIANTO MATAROCCO
MARSALA E MAZARA DEL VALLO – LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
ITALIA

VALUTAZIONE INTERFERENZE AERODINAMICHE
SECONDO LA NORMA CEI EN 61400 – 1 EDIZIONE 3
AMENDMENT A1 – PROGETTO DI TERZI

LIBERATORIA

I dati e le prescrizioni contenuti nel presente rapporto sono stati redatti secondo le norme della Buona Tecnica e controllati con la massima accuratezza possibile. WINDFOR s.r.l. in ogni caso non può essere ritenuta responsabile per le conseguenze che possano derivare, danni o la perdita di profitti, da un uso non corretto delle informazioni riportate o da possibili errori di interpretazione da parte di Terzi.

DIFFUSIONE DEL DOCUMENTO

Il presente documento viene consegnato esclusivamente al Cliente.

Revisione	Descrizione	Data	Preparata da	Approvata da
00	Versione iniziale	18/05/2021		
01		20/05/2021	Stefano Liani	Marco Guarneroli
02			Ilaria Palmucci	

INDICE

1. Premessa	4
2. Materiale fornito	5
2.1. Dati vento.....	5
2.2. Layout e aerogeneratori	6
3. Analisi dati vento.....	13
4. Valutazione interferenze aerodinamiche.....	18
5. Conclusioni	20

1. PREMESSA

La società VGE01 S.r.l. ("**Committente**"), titolare di un progetto eolico autorizzato ma non ancora realizzato (l'"**Impianto Matarocco**"), ha incaricato la Società Windfor S.r.l. ("**Windfor**" o il "**Consulente**") di svolgere un'analisi relativa alle potenziali interferenze aerodinamiche ed energetiche che potrebbero generarsi in conseguenza della realizzazione di un progetto in sviluppo costituito da n. 30 aerogeneratori e denominato "Trapani 3", di proprietà di Terzi (nel seguito "**Progetto di Terzi**"). Entrambi gli impianti sono ubicati nel territorio del libero consorzio comunale di Trapani (TP), Regione Sicilia.

L'intero studio è stato condotto con approccio e strumenti professionali, come prescritto dalle metodologie internazionali per una valutazione affidabile della produzione energetica di parchi eolici.

2. MATERIALE FORNITO

Il materiale analizzato ai fini della presente valutazione delle interferenze, aerodinamiche ed energetiche, indotte dal **Progetto di Terzi** all'**Impianto Matarocco** si compone dei seguenti elementi:

- Dati vento rilevati da una stazione anemometrica ubicata in sito
- Dati vento rilevati da un sensore sonico (Sodar), installato in sito in prossimità della stazione anemometrica
- layout dell'**Impianto Matarocco** e caratteristiche di aerogeneratore
- layout del **Progetto di Terzi** e caratteristiche di aerogeneratore

2.1. DATI VENTO

La campagna di misura fornita per la seguente analisi è stata effettuata attraverso una stazione anemometrica, 1950, affiancata da un sensore sonico (Sodar) prodotto da AQSystem, S1950, al fine di definire in maniera più accurata il valore del gradiente al suolo, necessario per l'extrapolazione verticale delle condizioni di vento dall'altezza di misura all'altezza mozzo desiderata. Le principali caratteristiche di queste stazioni, quali codice stazione, altezza, posizione in UTM WGS84 Fuso 33, quota e periodo di misura, sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 1: Stazioni di misura in sito

Codice stazione	Altezza stazione s.l.s. [m]	UTM WGS84 Fuso 33		Altitudine [m]	N° di mesi disponibili
		Longitudine [m]	Latitudine [m]		
1950	50	287897	4185781	153	21.1
S1950	Da 50 a 200 (ogni 5 m)	287810	4185804	153	5.3

2.2. LAYOUT E AEROGENERATORI

Le coordinate degli aerogeneratori dell'**Impianto Matarocco** sono indicate nella seguente Tabella 2.

Tabella 2: Coordinate dell'Impianto Matarocco

WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Altitudine [m]
M01	288774	4185762	150
M02	288254	4185852	150
M03	287879	4185781	150
M04	287349	4185769	150
M05	287026	4185279	140
M06	286480	4185112	133
M07	285733	4184726	130
M08	289195	4185311	150
M09	288102	4185057	149
M10	287477	4184647	135

Ai fini della valutazione delle interferenze è stato considerato il layout del **Progetto di Terzi** composto da n. 30 posizioni, depositato dalla Società Enel Green Power Solar Energy S.r.l. sulla piattaforma web del Ministero dell'Ambiente per il rilascio delle valutazioni e autorizzazioni ambientali e fornito dal **Committente**.

Tabella 3: Coordinate del Progetto di Terzi

WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Altitudine [m]
T3_01	286256	4183837	128
T3_02	286326	4184473	120
T3_03	286368	4185173	126
T3_04	286866	4185407	131
T3_05	287249	4185780	147
T3_06	287810	4186017	150
T3_07	288620	4185737	156
T3_08	289827	4185207	160
T3_09	290154	4185623	92
T3_10	290756	4185943	110
T3_11	291539	4185793	122
T3_12	291189	4187051	109
T3_13	291461	4188146	150
T3_14	291714	4188688	108
T3_15	292643	4188679	138
T3_16	293449	4189036	117
T3_17	294297	4189667	150
T3_18	294997	4190032	160
T3_19	295602	4190693	170
T3_20	296636	4191037	186
T3_21	287931	4184926	150

WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Altitudine [m]
T3_22	288554	4185011	138
T3_23	289271	4184977	143
T3_24	290918	4184694	113
T3_25	291397	4185097	116
T3_26	292395	4185142	124
T3_27	295442	4188267	212
T3_28	295866	4189557	196
T3_29	296512	4189597	220
T3_30	297144	4191400	207

Da immagini satellitari pubbliche disponibili online, si osservano alcuni aerogeneratori in esercizio in prossimità dell'**Impianto Matarocco**:

- n. 11 aerogeneratori Vestas V52, con potenza unitaria pari a 850 kW ed altezza mozzo di 50 m, in esercizio da gennaio 2005
- n. 7 aerogeneratori REpower 3.4M104, con potenza unitaria pari a 3.37 MW ed altezza mozzo di 97 m, in esercizio da novembre 2011

La presenza di questi impianti operativi in sito è stata inclusa nell'analisi per tenere conto della loro influenza sull'**Impianto Matarocco** in entrambi gli scenari di calcolo, con e senza il **Progetto di Terzi**, al fine di avere un quadro il più possibile rappresentativo di tutti gli effetti in gioco ed estrapolare il differenziale dovuto al **Progetto di Terzi**.

Nella seguente figura sono riportati in arancione la stazione anemometrica e il Sodar, in rosso gli aerogeneratori dell'**Impianto Matarocco**, in blu gli aerogeneratori in esercizio e in viola gli aerogeneratori del **Progetto di Terzi**.

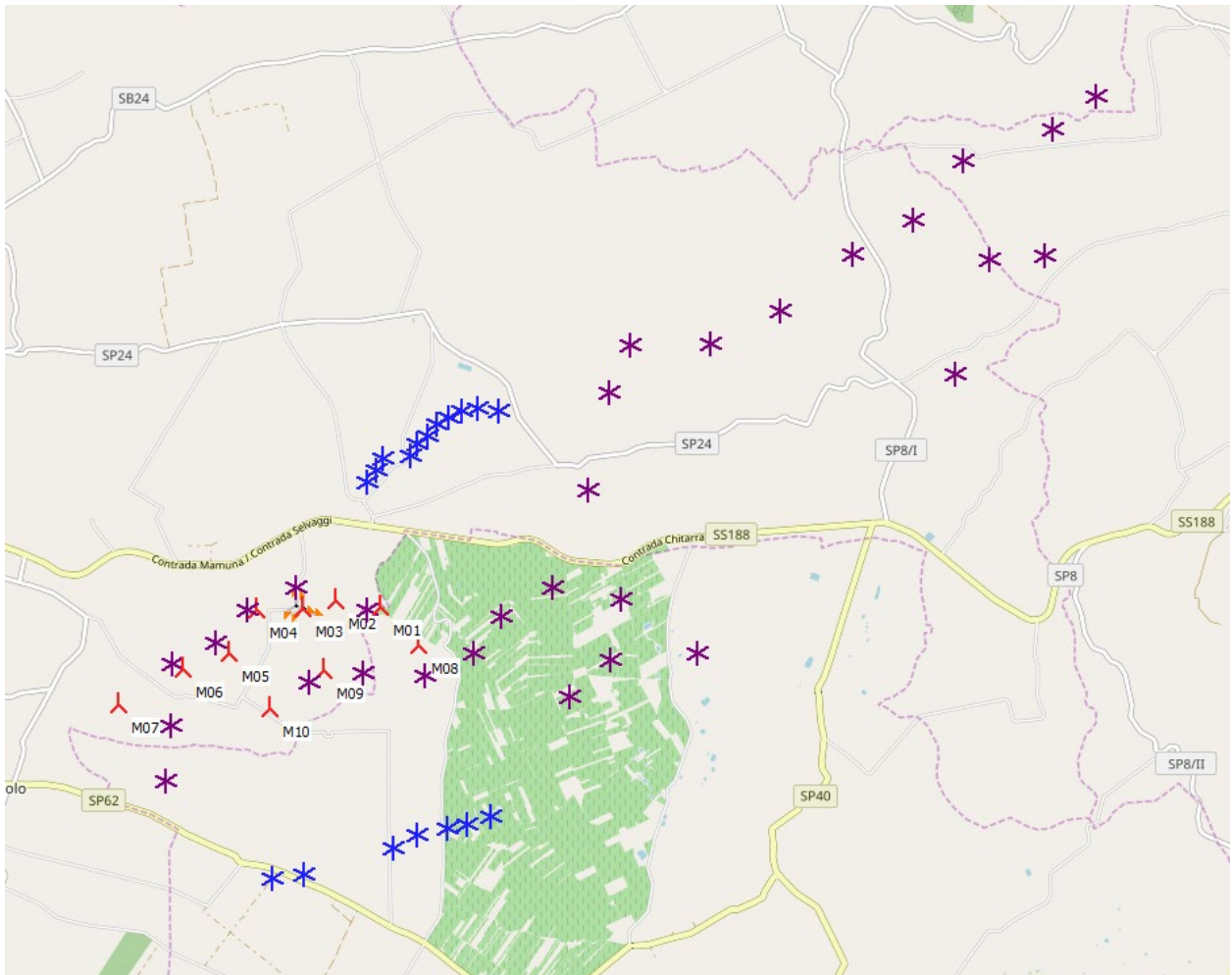


Figura 1: Mappa del sito con le posizioni delle stazioni di misura, dell'Impianto Matarocco (in rosso), degli impianti in esercizio (in blu) e del Progetto di Terzi (in viola)

Le normative e le buone pratiche di settore suggeriscono di mantenere una distanza tra aerogeneratori pari ad almeno 5-9 diametri di rotore nelle direzioni prevalenti del vento e 3-5 diametri nelle direzioni non prevalenti.

Nelle seguenti tabelle, sono riportate le distanze, in diametri di rotore maggiore e in metri, tra le turbine più ravvicinate del **Progetto di Terzi** e dell'**Impianto Matarocco**, considerando il diametro di 170 m proposto per il **Progetto di Terzi**. I valori in rosso indicano inter-distanze inferiori di 3 diametri di rotore.

Tabella 4: Distanze in diametri di rotore maggiore tra le turbine dell’Impianto Matarocco e le posizioni più ravvicinate del Progetto di Terzi (T3_01–T3_09 e T3_21–T3_23)

D=170 m	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10
T3_01	18.6	16.7	14.9	13.1	9.6	7.6	6.1	19.3	13.0	8.6
T3_02	16.3	13.9	11.9	9.7	6.3	3.9	3.8	17.6	11.0	6.8
T3_03	14.6	11.8	9.6	6.8	3.9	0.8	4.6	16.6	10.2	7.2
T3_04	11.4	8.6	6.4	3.6	1.2	2.9	7.8	13.7	7.6	5.7
T3_05	9.0	5.9	3.7	0.6	3.2	6.0	10.9	11.8	6.6	6.8
T3_06	5.9	2.8	1.4	3.1	6.3	9.5	14.4	9.1	5.9	8.3
T3_07	0.9	2.3	4.4	7.5	9.8	13.1	18.0	4.2	5.0	9.3
T3_08	7.0	10.0	11.9	14.9	16.5	19.7	24.2	3.8	10.2	14.2
T3_09	8.2	11.3	13.4	16.5	18.5	21.8	26.5	5.9	12.5	16.8
T3_21	7.0	5.8	5.0	6.0	5.7	8.6	13.0	7.8	1.3	3.1
T3_22	4.6	5.3	6.0	8.4	9.1	12.2	16.7	4.2	2.7	6.7
T3_23	5.5	7.9	9.5	12.2	13.3	16.4	20.9	2.0	6.9	10.7

Tabella 5: Distanze in metri lineari tra le turbine dell’Impianto Matarocco e le posizioni più ravvicinate del Progetto di Terzi (T3_01–T3_09 e T3_21–T3_23)

Metri	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10
T3_01	3170	2838	2532	2220	1635	1295	1031	3288	2213	1465
T3_02	2767	2370	2030	1651	1068	657	645	2989	1870	1164
T3_03	2477	2005	1629	1148	666	128	777	2830	1738	1227
T3_04	1941	1458	1080	604	205	486	1322	2331	1285	975
T3_05	1525	1008	630	101	548	1019	1846	2002	1118	1156
T3_06	997	474	246	523	1077	1609	2446	1555	1003	1410
T3_07	156	384	742	1271	1658	2229	3059	716	855	1579
T3_08	1190	1700	2031	2541	2802	3348	4122	640	1732	2416
T3_09	1387	1914	2280	2809	3147	3709	4511	1008	2129	2849
T3_21	1187	981	857	1024	971	1463	2207	1321	215	533
T3_22	783	893	1024	1424	1551	2076	2835	708	454	1137
T3_23	929	1342	1608	2079	2265	2794	3547	343	1172	1824

È evidente che i requisiti standard sopra menzionati non sono rispettati in quanto le inter-distanze tra le turbine sono inferiori a tre diametri di rotore per la maggior parte delle posizioni dell’**Impianto Matarocco**. Tali distanze sono da considerarsi critiche poiché, oltre a maggiori perdite in termini di produzione, potrebbero comportare dei sovraccarichi al di fuori dell’involuppo dei carichi di progetto delle turbine coinvolte che potrebbero a loro volta portare a rottura dei componenti principali delle macchine. Considerando la presenza di nuovi carichi agenti sui componenti principali degli aerogeneratori, potrebbe essere necessario effettuare un approfondito studio con il fornitore delle macchine al fine di escludere eventuali sovraccarichi.

Inoltre, è possibile riscontrare altri casi di distanze inferiori ai 5 diametri, non sufficienti quindi a impedire il verificarsi di interferenze energetiche tra i due impianti.

Si osserva una inter-distanza minima tra le turbine M04 e T3_05, pari a soli 101 m, ossia 0.6 diametri di rotore. È da notare che in questo specifico caso, come anche tra le turbine M06 e T3_03, la distanza è tale che le pale si toccherebbero, e nel caso delle turbine M01 e T3_07 ci sarebbero solo pochi metri di distanza tra le punte delle pale. Questa eventualità ovviamente non è realizzabile e quindi le tre posizioni del **Progetto di Terzi** T3_03, T3_05 e T3_07 risulterebbero non fisicamente installabili, mentre in tutti gli altri casi si evidenziano alti rischi per l'operatività degli aerogeneratori, con possibile degrado delle macchine e rotture degli organi rotanti, evenienza non compatibile con la pubblica sicurezza e la tutela dei luoghi.

Di conseguenza, le posizioni proposte per le turbine del **Progetto di Terzi** comportano una **perdita di produttività per effetto scia** ed un conseguente calo dell'energia prodotta di **12.1 GWh/anno** a danno dell'**Impianto Matarocco**, oltre ai significativi rischi di sicurezza e tutela dei luoghi come evidenziato sopra.

Le interferenze aerodinamiche ed energetiche sull'**Impianto Matarocco**, dovute al **Progetto di Terzi**, sono state stimate considerando le curve di potenza disponibili nel database del **Consulente**. Per l'**Impianto Matarocco** è stata considerata la curva della turbina Acciona Windpower AW132/3000, come riportato in Tabella 6. Per il **Progetto di Terzi** è stato considerato l'unico modello di aerogeneratore, tra quelli attualmente disponibili sul mercato, in grado di rispettare le caratteristiche definite negli elaborati progettuali presentati al Ministero, limitandolo alla potenza di 4.2 MW, come riportato in Tabella 7. Le curve di potenza per entrambi i modelli sono state considerate alla classe di densità standard (1.225 kg/m^3). Entrambe le curve sono state poi, in fase di analisi, corrette alla densità del sito tramite il metodo indicato in IEC 61400-12.

Tabella 6: Modello di aerogeneratore, curve P_c e C_t – Acciona Windpower AW132/3000

Modello turbina		AW132/3000	Diametro [m]	132.0
Potenza nominale [MW]		3.0	Altezza mozzo [m]	84.0
Velocità nominale [m/s]		10.0	Classe IEC	IIIB
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25.0	Densità dell'aria [kg/m ³]	1.225
Bin di velocità [m/s]	Potenza, P_c [kW]	Coefficiente di spinta, C_t [-]		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	30	0.86		
4	176	0.86		
5	409	0.84		
6	764	0.85		
7	1265	0.85		
8	1911	0.85		
9	2638	0.75		
10	3000	0.49		
11	3000	0.35		
12	3000	0.26		
13	3000	0.20		
14	3000	0.16		
15	3000	0.13		
16	3000	0.11		
17	3000	0.09		
18	3000	0.08		
19	3000	0.07		
20	3000	0.06		
21	3000	0.05		
22	3000	0.04		
23	3000	0.04		
24	3000	0.04		
25	3000	0.03		
26	0	0		
27	0	0		
28	0	0		
29	0	0		
30	0	0		

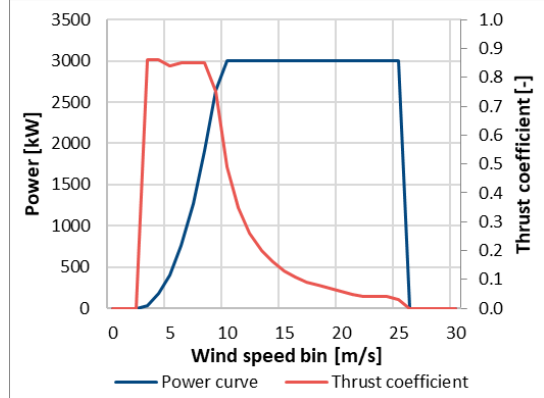
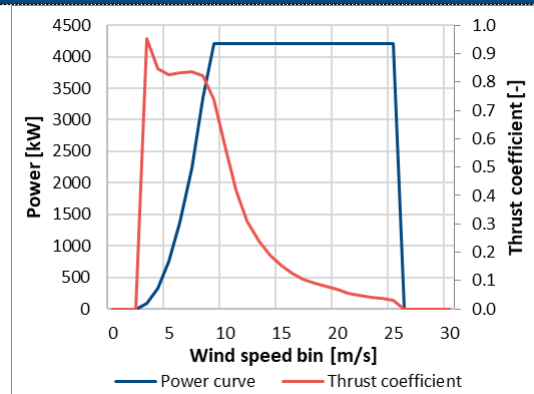


Tabella 7: Modello di aerogeneratore, curve P_c e C_t – Siemens Gamesa SG 6.0-170

Modello turbina		SG 6.0-170 (AM-6)	Diametro [m]	170.0
Potenza nominale [MW]		4.2	Altezza mozzo [m]	115.0
Velocità nominale [m/s]		9.0	Classe IEC	IIIA / IIIB
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25.0	Densità dell'aria [kg/m ³]	1.225
Bin di velocità [m/s]	Potenza, P_c [kW]	Coefficiente di spinta, C_t [-]		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	89	0.953		
4	328	0.847		
5	758	0.824		
6	1376	0.833		
7	2230	0.837		
8	3344	0.823		
9	4200	0.737		
10	4200	0.574		
11	4200	0.419		
12	4200	0.311		
13	4200	0.238		
14	4200	0.189		
15	4200	0.153		
16	4200	0.126		
17	4200	0.106		
18	4200	0.091		
19	4200	0.079		
20	4200	0.070		
21	4200	0.057		
22	4200	0.050		
23	4200	0.043		
24	4200	0.037		
25	4200	0.032		
26	0	0		
27	0	0		
28	0	0		
29	0	0		
30	0	0		



3. ANALISI DATI VENTO

I dati del vento utilizzati per la valutazione richiesta sono quelli risultanti alla fine del processo di validazione della campagna anemometrica condotta in sito. La disponibilità di dati validi alla stazione 1950, utilizzata per inizializzare il flusso eolico ed estrapolare le condizioni del vento nelle posizioni degli aerogeneratori, è risultata pari al 100% per tutti e tre i sensori anemometrici.

Per la stazione 1950 l'anemometro posizionato alla massima altezza disponibile, pari a 50 m, è stato selezionato come sensore di riferimento per l'estrapolazione delle condizioni del vento all'altezza mozzo desiderata. Inoltre, il regime eolico atteso di lungo termine è stato valutato utilizzando i dati storici di nodi reanalisi e mesoscala sui 20 anni (ERA5 Rectangular Grid e ERA5 Gaussian Grid). Tramite correlazioni mensili tra la stazione 1950 e le serie di lungo termine, è stata valutata la velocità media del vento di lungo periodo alla stazione 1950 e quindi estrapolata all'altezza di mozzo. Tale estrapolazione è stata effettuata utilizzando il valore del gradiente al suolo misurato dal Sodar, riportato nella tabella seguente, in quanto ritenuto maggiormente rappresentativo delle condizioni dell'area a seguito di confronti tra i profili verticali misurati dalla stazione anemometrica e il Sodar.

Tabella 8: Valore di gradiente verticale misurato e velocità ad altezza mozzo

Codice stazione	Altezza di misura [m]	Gradiente misurato* α [-]	Velocità di lungo termine ad altezza mozzo [m/s] 84.0 m
1950	50	0.11	6.4

(*) Valore misurato dal Sodar S1950 tra le altezze 50 m e 90 m per i venti superiori a 4 m/s

In Figura 2 sono presentate la rosa dei venti e la rosa energetica rappresentative del lungo termine. Si osserva che i venti prevalenti provengono da SSE e dai settori Nord-Nord/Ovest.

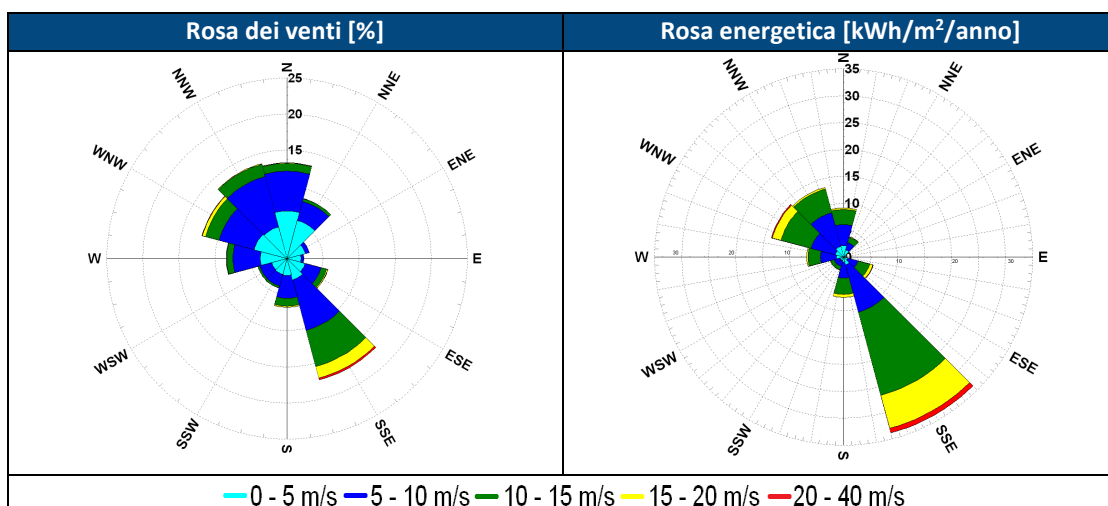


Figura 2: Rosa dei venti ed energetica rappresentative del lungo periodo alla stazione 1950

Utilizzando i dati sopra menzionati è quindi possibile, ai sensi della Norma CEI EN 61400-1 Edizione 3 – Amendment A1 (Paragrafo 11.9), identificare la **Classe del sito** attraverso la definizione dei seguenti parametri:

- Velocità di riferimento V_{50y} mediata in un intervallo di 10 minuti, con un periodo di ritorno di 50 anni
- Turbolenza media rappresentativa, I_{rep} , alla velocità di 15 m/s, definita come il percentile 90% della distribuzione della turbolenza media

Per la determinazione della velocità di riferimento, i metodi della statistica offrono diverse alternative la cui efficacia è indistintamente proporzionale alla quantità dei dati disponibili, ovvero il numero di anni per i quali si dispone di misure affidabili di velocità del vento nel sito in esame. Nel presente studio, si riporta il risultato ottenuto con il metodo di Weibull-Gumbel (“WG”):

Tabella 9: Valori V_{50y} risultanti alla stazione anemometrica 1950

Codice stazione	Altezza [m]	WG V_{50y} [m/s]
1950	50	30.5

Definito il valore di velocità di riferimento, V_{50y} , al punto di misura con il metodo considerato si è proceduto ad estrapolare i valori di velocità nelle posizioni delle turbine dell’**Impianto Matarocco** al fine di consentire una corretta definizione della Classe per ciascun aerogeneratore da installare. Confrontando i risultati del metodo applicato, ai sensi della Norma CEI sopra menzionata, si evince che per tutti i casi considerati la velocità di riferimento consente di **classificare l’Impianto Matarocco in Classe III**.

Dopo aver identificato la Classe di vento di appartenenza del sito in esame, si procede con la valutazione della turbolenza nel punto di misura.

L’intensità di turbolenza ambientale, I_{amb} , definita come il rapporto tra la deviazione standard della velocità e la velocità, misurate dalla stazione anemometrica 1950, è stata calcolata per classi di velocità superiori a 4 m/s e mediata sui 12 settori considerando il peso di ciascun settore in base alla distribuzione del vento. La Norma CEI EN 61400-1 Edizione 3 – Amendment A1 definisce, nel modello di turbolenza normale, una “Turbolenza Rappresentativa” che si ottiene come il percentile 90% della distribuzione della turbolenza. Il valore di tale parametro, in funzione della velocità, è calcolato dalla relazione:

$$I_{rep} = I_{ref} \left(0.75 + \frac{5.6}{V_{Hub}} \right)$$

Applicando tale relazione, con riferimento alla velocità al mozzo di 15 m/s, i valori limiti della Turbolenza Rappresentativa della Norma risultano essere:

- 18.0% per la Classe A
- 15.7% per la Classe B
- 13.5% per la Classe C

Si riportano quindi nella seguente tabella i valori di turbolenza ambientale media e di turbolenza rappresentativa media I_{rep} a 15 m/s.

Tabella 10: Turbolenza ambientale e rappresentativa della stazione anemometrica 1950 a 50 m

Codice stazione	Altezza di misura [m]	I_{amb} a 15 m/s [%]	I_{rep} a 15 m/s [%]
1950	50	9.0	12.0

Nella seguente Figura 3 sono riportati gli andamenti della turbolenza media ambientale e rappresentativa, a confronto con le Classi di turbolenza definite dalla Norma, per ciascun bin di velocità. È evidente che la turbolenza rappresentativa risultante nella posizione della stazione anemometrica è in generale inferiore al livello di turbolenza di Classe C, eccetto per il bin di velocità di 23 m/s per i quali si ha una leggera eccedenza.

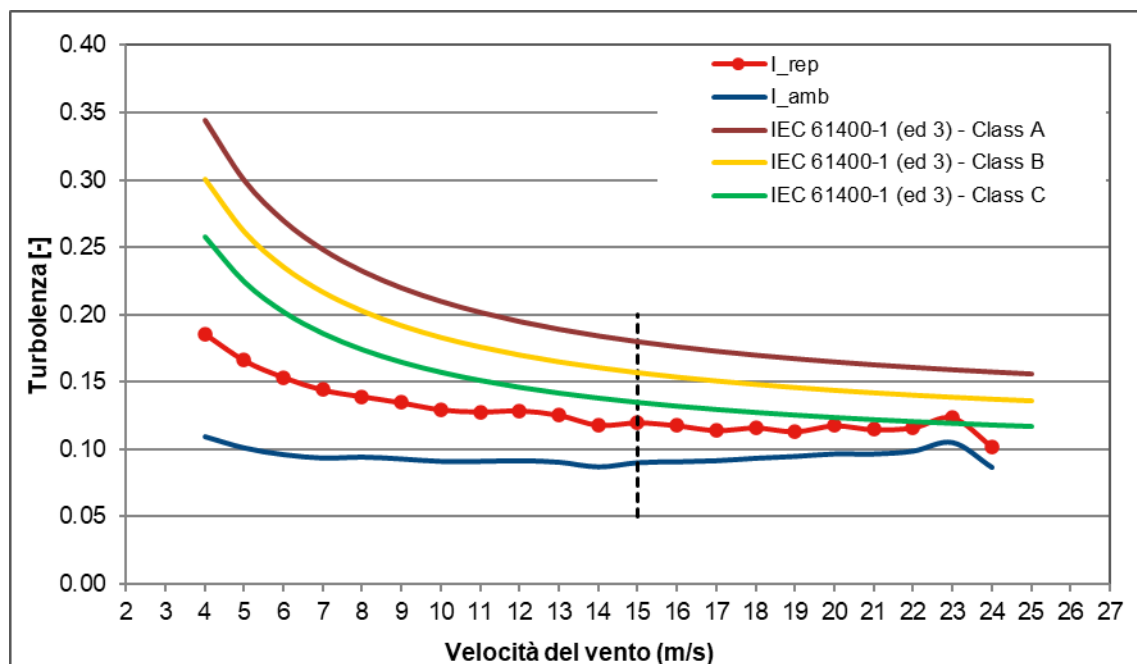


Figura 3: Turbolenza ambientale media, I_{amb} e limite di confidenza 90%, I_{rep}

Bisogna però considerare che nelle condizioni effettive di impianto, la turbolenza che investe un aerogeneratore è influenzata anche dalla turbolenza indotta dalle scie delle macchine circostanti, che si compone con quella propria del vento; di conseguenza se ne deve tenere conto nella verifica di

resistenza a fatica dei componenti della macchina. La turbolenza risultante dalla composizione suddetta è denominata “Turbolenza Effettiva”, I_{eff} . I Paragrafi 11.1÷11.4 e l’Annex D della Norma forniscono indicazioni per valutare l'intensità della turbolenza effettiva: il metodo di calcolo si basa sul modello Frandsen, che introduce il coefficiente di Wöhler, m , per i diversi materiali (materiali compositi o in acciaio). Tale approccio è uno dei più comunemente utilizzati, ed è stato applicato per questa analisi.

“11.9 Assessment of structural integrity by reference to wind data

It is possible to complete the assessment of structural integrity by comparison of the wind parameter values for the site with those used in design. A wind turbine is suitable for a site when the following conditions are all satisfied:

- *the site estimate of extreme 10-min average wind speed at hub height with a recurrence period of 50 years shall be less than V_{ref} ;*
- *the site value of the probability density function of V_{hub} shall be less than the design probability density function (see 6.3.1.1) at all values of V_{hub} between the wind speed $0.2 V_{ref}$ and $0.4 V_{ref}$;*
- *the representative value of the turbulence standard deviation, σ_1 , (see equation (11)) shall be greater or equal to the site value of the estimated 90 % quantile of the turbulence standard deviation at all values of V_{hub} between the wind speed $0.2 V_{ref}$, and $0.4 V_{ref}$ and i.e.*

$$\sigma_1 \geq \hat{\sigma} + 1.28 \hat{\sigma}_\sigma$$

An adequate assessment of wake effects can be performed by verifying that the turbulence standard deviation σ_1 from the normal turbulence model is greater or equal to the estimated 90 % fractile of the turbulence standard deviation (including both ambient and wake turbulence) between the wind speed $0.2V_{ref}$, and $0.4V_{ref}$ (or when the turbine properties are known, between $0,6V_r$ and V_{out}). i.e.:

$$\sigma_1 \geq I_{eff} V_{hub}$$

Guidance for calculating I_{EFF} can be found in Annex D.”

$$I_{eff}(V_{hub}) = \left\{ \int_0^{2\pi} p(\theta | V_{hub}) \cdot I^m(\theta | V_{hub}) d\theta \right\}^{\frac{1}{m}} \quad (D.1)$$

where

p is the probability density function of wind direction;

I is the turbulence intensity combined of ambient and wake flow from wind direction θ , and

m is the Wöhler (SN-curve) exponent for the considered material.

Per quanto riguarda la funzione di densità di probabilità della direzione del vento nel sito (rosa dei venti), sono possibili due scelte, uno considerando una distribuzione uniforme, l'altro basato sulla distribuzione della direzione realmente misurata. Quest'ultima scelta è stata adottata per l'analisi.

Nel caso in esame, si è provveduto quindi a determinare, per le 10 posizioni degli aerogeneratori dell'**Impianto Matarocco**, i seguenti parametri:

- Turbolenza Ambientale;
- Turbolenza Effettiva (ottenuta dalla composizione della turbolenza naturale con quella indotta dalla scia).

Secondo la Norma CEI EN 61400-1 Edizione 3, il termine di riferimento è dato dalla seguente relazione, in funzione del valore di I_{eff} , con cui la compatibilità è confrontata, e della velocità media del vento al mozzo:

$$\sigma_1 = I_{ref} (0.75 \cdot V_{mozzo} + b)$$

Dove $b=5.6$ m/s.

La condizione di base da soddisfare è la seguente: $\sigma_1 \geq I_{eff} \cdot V_{mozzo}$

che è equivalente in termini di intensità di turbolenza: $I_{eff} \leq \frac{\sigma_1}{V_{(mozzo)}}$

L'assegnazione della Classe di turbolenza al singolo aerogeneratore deve essere effettuata in conformità alla procedura della Norma per tutti i valori di V_{mozzo} compresi nell'intervallo $0.2V_{50y}$ e $0.4V_{50y}$, ovvero tra 7 m/s e 15 m/s, essendo la velocità di riferimento individuata per l'impianto quella limite della Classe III pari a 37.5 m/s.

4. VALUTAZIONE INTERFERENZE AERODINAMICHE

Nella presente sezione si indicano i risultati del calcolo della turbolenza effettiva in accordo con la Norma CEI EN 61400-1 Edizione 3 – Amendment A1, considerando i due coefficienti di Wöhler, $m=10$ e $m=4$, tipicamente adottati rispettivamente per materiali compositi, ossia da applicare per la verifica delle pale, e materiali in acciaio, ossia da applicare per la verifica della struttura in acciaio della torre.

Per l'**Impianto Matarocco**, tale calcolo è riferito all'intervallo di velocità definito dalla Classe di vento, tra $0.2V_{50y}$ e $0.4V_{50y}$, ovvero tra 7 m/s e 15 m/s.

Per quantificare l'incidenza del **Progetto di Terzi** sull'**Impianto Matarocco**, i valori di turbolenza effettiva a 15 m/s di tali impianti sono riportati e confrontati con quelli ottenuti a seguito dell'interferenza indotta dall'eventuale realizzazione del **Progetto di Terzi**, sottolineando il passaggio da una Classe di turbolenza più bassa ad una più alta, qualora verificatosi all'interno dell'intervallo definito dalla Classe di vento.

Tabella 11: Turbolenza effettiva a 15 m/s dell'Impianto Matarocco in assenza e presenza del Progetto di Terzi, $m=10$

ID	X [m]	Y [m]	Altitudine [m]	Altezza mozzo [m]	I_{eff} a 15 m/s in assenza del Progetto di Terzi [%]	I_{eff} a 15 m/s in presenza del di Terzi [%]	ΔI_{eff} [%]	Passaggio di Classe
M01	288774	4185762	150	84	12.8	21.6	8.8	Da B a >A
M02	288254	4185852	150	84	12.3	15.2	2.9	Da A a >A
M03	287879	4185781	150	84	12.3	18.1	5.8	Da B a >A
M04	287349	4185769	150	84	13.3	27.9	14.6	Da B a >A
M05	287026	4185279	140	84	12.4	21.9	9.5	Da B a >A
M06	286480	4185112	133	84	11.4	28.0	16.6	Da C a >A
M07	285733	4184726	130	84	11.2	12.8	1.6	Da C a B
M08	289195	4185311	150	84	11.9	17.9	6.0	Da B a >A
M09	288102	4185057	149	84	11.8	16.2	4.4	Da B a >A
M10	287477	4184647	135	84	11.7	12.0	0.3	-

Tabella 12: Turbolenza effettiva a 15 m/s dell’Impianto Matarocco in assenza e presenza del Progetto di Terzi, m=4

ID	X [m]	Y [m]	Altitudine [m]	Altezza mozzo [m]	I_{eff} a 15 m/s in assenza del Progetto di Terzi [%]	I_{eff} a 15 m/s in presenza del Progetto di Terzi [%]	ΔI_{eff} [%]	Passaggio di Classe
M01	288774	4185762	150	84	12.4	15.0	2.6	Da B a >A
M02	288254	4185852	150	84	11.7	13.8	2.1	Da C a A
M03	287879	4185781	150	84	12.0	14.2	2.2	Da C a >A
M04	287349	4185769	150	84	13.2	18.5	5.3	Da B a >A
M05	287026	4185279	140	84	12.1	16.8	4.7	Da C a >A
M06	286480	4185112	133	84	11.3	20.8	9.5	Da C a >A
M07	285733	4184726	130	84	11.2	12.4	1.2	-
M08	289195	4185311	150	84	11.7	15.4	3.7	Da C a A
M09	288102	4185057	149	84	11.7	12.4	0.7	Da C a B
M10	287477	4184647	135	84	11.6	11.9	0.3	-

Si nota che l’interferenza, in termini di variazione della turbolenza effettiva causata dalla prossimità con il Progetto di Terzi, è riscontrabile nell’Impianto Matarocco con riferimento agli aerogeneratori con distanze maggiormente critiche dalle vicine posizioni proposte per il Progetto di Terzi. In particolare, per la maggior parte degli aerogeneratori si nota il passaggio da una classe più bassa ad una più alta per alcuni bin di velocità, per entrambi i coefficienti di Wöhler. Nello specifico, per nove turbine su dieci nel caso di coefficiente pari a m=10 e per otto posizioni su dieci per il coefficiente m=4. In molti casi si ha anche il superamento della Classe di turbolenza A.

Da segnalare che gli aerogeneratori scelti per l’Impianto Matarocco risultano essere certificati in Classe IIIB in accordo alla norma CEI EN 61400-1 per una vita nominale di 20 anni. Il passaggio di classe individuato nella tabella che precede, comporterebbe quindi un funzionamento al di fuori dei parametri di progetto degli aerogeneratori ed una sensibile riduzione della vita operativa delle macchine.

5. CONCLUSIONI

Con il presente rapporto si è fornita la valutazione dell'effetto delle interferenze aerodinamiche causate dal **Progetto di Terzi** a danno degli aerogeneratori facenti parte dell'**Impianto Matarocco**.

La valutazione della turbolenza effettiva, nei vari ambiti esaminati, ha reso possibile determinare **l'effetto causato dalla presenza del Progetto di Terzi che porterebbe ad un'alterazione di turbolenza effettiva percepita dalla maggior parte degli aerogeneratori dell'Impianto Matarocco, per i quali si verificherebbe un passaggio da una classe più bassa ad una più alta per alcuni bin di velocità, per entrambi i coefficienti di Wöhler. Nello specifico, per nove turbine su dieci nel caso di coefficiente pari a $m=10$ e per otto posizioni su dieci per il coefficiente $m=4$. Inoltre, si osserva il superamento della Classe A per otto aerogeneratori nel caso di materiali compositi (coefficiente di Wöhler $m=10$), e per cinque aerogeneratori nel caso di materiali in acciaio (coefficiente di Wöhler $m=4$).**

Da segnalare che gli aerogeneratori scelti per l'**Impianto Matarocco** risultano essere certificati in Classe IIIB in accordo alla norma CEI EN 61400-1 per una vita nominale di 20 anni. Il passaggio di classe individuato nella tabella che precede, comporterebbe quindi un funzionamento al di fuori dei parametri di progetto degli aerogeneratori ed una sensibile riduzione della vita operativa delle macchine.

Tali risultati sono in linea con le attese a seguito delle inter-distanze riscontrate tra le turbine dell'**Impianto Matarocco** ed il **Progetto di Terzi**: si osserva infatti che, oltre a diverse istanze con separazioni inferiori ai 5 diametri, vi sono undici casi con una distanza minima compresa tra 0.6 e 2.9 diametri di rotore, da considerarsi critiche poiché potrebbero comportare dei sovraccarichi al di fuori dell'involuppo dei carichi di progetto delle turbine coinvolte, che potrebbero a loro volta portare a rottura dei componenti principali delle macchine.

Inoltre, in alcuni casi la distanza è tale che le pale si toccherebbero. Questa eventualità ovviamente non è realizzabile e quindi alcune posizioni risulterebbero non fisicamente installabili.

L'aumento di turbolenza a queste posizioni, e in particolar modo il superamento della Classe A, comporta delle condizioni di operatività difficilmente sopportabili dall'aerogeneratore, spesso incompatibili con le certificazioni stesse della macchina. Si evidenziano quindi alti rischi per l'operatività degli aerogeneratori, con possibile degrado delle macchine e rotture degli organi rotanti, evenienza non compatibile con la pubblica sicurezza e la tutela dei luoghi.

Alla luce di quanto esposto, è consigliabile incrementare le inter-distanze tra le posizioni proposte per il **Progetto di Terzi** e l'**Impianto Matarocco**, al fine di ridurre le interferenze indotte e prevenire l'insorgere di eventuali criticità in una successiva fase operativa.

IMPIANTO MATAROCCO
MARSALA E MAZARA DEL VALLO – LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
ITALIA

VALUTAZIONE INTERFERENZE ENERGETICHE –
PROGETTO DI TERZI

LIBERATORIA

I dati e le prescrizioni contenuti nel presente rapporto sono stati redatti secondo le norme della Buona Tecnica e controllati con la massima accuratezza possibile. WINDFOR s.r.l. in ogni caso non può essere ritenuta responsabile per le conseguenze che possano derivare, danni o la perdita di profitti, da un uso non corretto delle informazioni riportate o da possibili errori di interpretazione da parte di Terzi.

DIFFUSIONE DEL DOCUMENTO

Il presente documento viene consegnato esclusivamente al Cliente.

Revisione	Descrizione	Data	Preparata da	Approvata da
00	Versione iniziale	14/05/2021		
01			Stefano Liani	Marco Guarneroli
02			Ilaria Palmucci	

INDICE

1. Premessa	4
2. Materiale fornito	5
2.1. Dati vento	5
2.2. Layout e aerogeneratori.....	6
3. Analisi dati vento.....	13
4. Valutazione interferenze energetiche.....	14
5. Conclusioni	16

1. PREMESSA

La società VGE01 S.r.l. ("**Committente**"), titolare di un progetto eolico autorizzato ma non ancora realizzato (l'"**Impianto Matarocco**"), ha incaricato la Società Windfor S.r.l. ("**Windfor**" o il "**Consulente**") di svolgere un'analisi relativa alle potenziali interferenze aerodinamiche ed energetiche che potrebbero generarsi in conseguenza della realizzazione di un progetto in sviluppo costituito da n. 30 aerogeneratori e denominato "Trapani 3", di proprietà di Terzi (nel seguito "**Progetto di Terzi**"). Entrambi gli impianti sono ubicati nel territorio del libero consorzio comunale di Trapani (TP), Regione Sicilia.

L'intero studio è stato condotto con approccio e strumenti professionali, come prescritto dalle metodologie internazionali per una valutazione affidabile della produzione energetica di parchi eolici.

2. MATERIALE FORNITO

Il materiale analizzato ai fini della presente valutazione delle interferenze, aerodinamiche ed energetiche, indotte dal **Progetto di Terzi** all'**Impianto Matarocco** si compone dei seguenti elementi:

- Dati vento rilevati da una stazione anemometrica ubicata in sito
- Dati vento rilevati da un sensore sonico (Sodar), installato in sito in prossimità della stazione anemometrica
- layout dell'**Impianto Matarocco** e caratteristiche di aerogeneratore
- layout del **Progetto di Terzi** e caratteristiche di aerogeneratore

Si segnala che non è stato al momento condotto un sopralluogo presso il sito in questione.

2.1. DATI VENTO

La campagna di misura fornita per la seguente analisi è stata effettuata attraverso una stazione anemometrica, 1950, affiancata da un sensore sonico (Sodar) prodotto da AQSystem, S1950, al fine di definire in maniera più accurata il valore del gradiente al suolo, necessario per l'estrapolazione verticale delle condizioni di vento dall'altezza di misura all'altezza mozzo desiderata. Le principali caratteristiche di queste stazioni, quali codice stazione, altezza, posizione in UTM WGS84 Fuso 33, quota e periodo di misura, sono riportate nella seguente tabella.

Tabella 1: Stazioni di misura in sito

Codice stazione	Altezza stazione s.l.s. [m]	UTM WGS84 Fuso 33		Altitudine [m]	Periodo di misura		N° di mesi
		Longitudine [m]	Latitudine [m]		Data inizio	Data fine	
1950	50	287897	4185781	153	30/05/2019	28/02/2021	21.1
S1950	Da 50 a 200 (ogni 5 m)	287810	4185804	153	30/05/2019	07/11/2019	5.3

2.2. LAYOUT E AEROGENERATORI

Le coordinate degli aerogeneratori dell'**Impianto Matarocco** sono indicate nella seguente Tabella 3.

Tabella 2: Coordinate dell'Impianto Matarocco

WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Altitudine [m]
M01	288774	4185762	150
M02	288254	4185852	150
M03	287879	4185781	150
M04	287349	4185769	150
M05	287026	4185279	140
M06	286480	4185112	133
M07	285733	4184726	130
M08	289195	4185311	150
M09	288102	4185057	149
M10	287477	4184647	135

Ai fini della valutazione delle interferenze è stato considerato il layout del **Progetto di Terzi** composto da n. 30 posizioni, depositato dalla Società Enel Green Power Solar Energy S.r.l. sulla piattaforma web del Ministero dell'Ambiente per il rilascio delle valutazioni e autorizzazioni ambientali e fornito dal **Committente**.

Tabella 3: Coordinate del Progetto di Terzi

WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Altitudine [m]
T3_01	286256	4183837	128
T3_02	286326	4184473	120
T3_03	286368	4185173	126
T3_04	286866	4185407	131
T3_05	287249	4185780	147
T3_06	287810	4186017	150
T3_07	288620	4185737	156
T3_08	289827	4185207	160
T3_09	290154	4185623	92
T3_10	290756	4185943	110
T3_11	291539	4185793	122
T3_12	291189	4187051	109
T3_13	291461	4188146	150
T3_14	291714	4188688	108
T3_15	292643	4188679	138
T3_16	293449	4189036	117
T3_17	294297	4189667	150
T3_18	294997	4190032	160
T3_19	295602	4190693	170
T3_20	296636	4191037	186
T3_21	287931	4184926	150

WTG	Longitudine [m]	Latitudine [m]	Altitudine [m]
T3_22	288554	4185011	138
T3_23	289271	4184977	143
T3_24	290918	4184694	113
T3_25	291397	4185097	116
T3_26	292395	4185142	124
T3_27	295442	4188267	212
T3_28	295866	4189557	196
T3_29	296512	4189597	220
T3_30	297144	4191400	207

Non è stata fornita alcuna informazione circa ulteriori impianti in esercizio in prossimità dell'impianto del **Committente**. Tuttavia, da immagini satellitari pubbliche disponibili online, si osservano alcuni aerogeneratori in esercizio:

- n. 11 aerogeneratori Vestas V52, con potenza unitaria pari a 850 kW ed altezza mozzo di 50 m, in esercizio da gennaio 2005
- n. 7 aerogeneratori REpower 3.4M104, con potenza unitaria pari a 3.37 MW ed altezza mozzo di 97 m, in esercizio da novembre 2011

La presenza di questi impianti operativi in sito è stata inclusa nell'analisi per tenere conto della loro influenza sull'**Impianto Matarocco** in entrambi gli scenari di calcolo, con e senza il **Progetto di Terzi**, al fine di avere un quadro il più possibile rappresentativo di tutti gli effetti in gioco ed estrapolare il differenziale dovuto al **Progetto di Terzi**.

Nella seguente figura sono riportati in arancione la stazione anemometrica e il Sodar, in rosso gli aerogeneratori dell'**Impianto Matarocco**, in blu gli aerogeneratori in esercizio e in viola gli aerogeneratori del **Progetto di Terzi**.

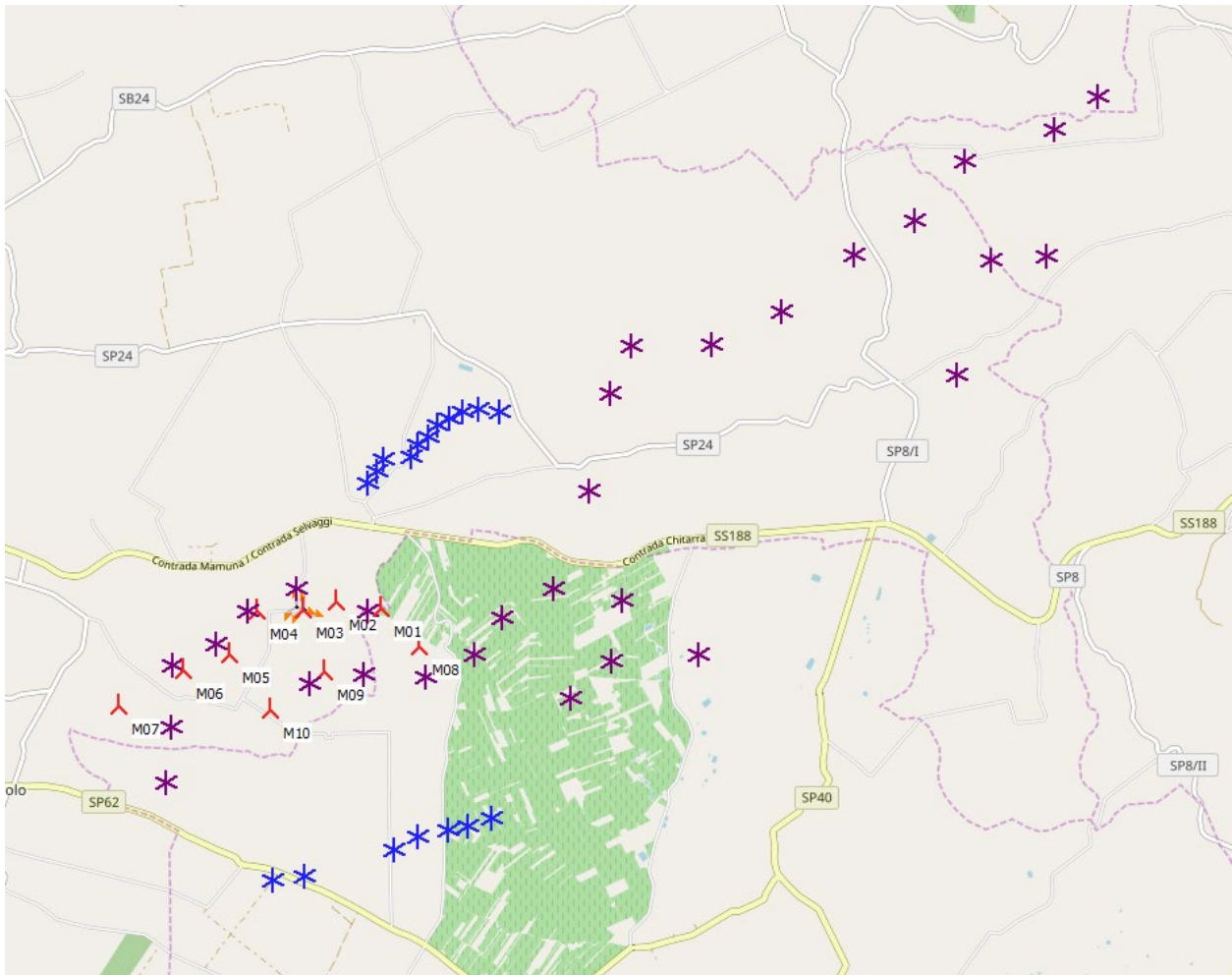


Figura 1: Mappa del sito con le posizioni delle stazioni di misura, dell'Impianto Matarocco (in rosso), degli impianti in esercizio (in blu) e del Progetto di Terzi (in viola)

Le normative e le buone pratiche di settore suggeriscono di mantenere una distanza tra aerogeneratori pari ad almeno 5-9 diametri di rotore nelle direzioni prevalenti del vento e 3-5 diametri nelle direzioni non prevalenti.

Nelle seguenti tabelle, sono riportate le distanze, in diametri di rotore maggiore e in metri, tra le turbine più ravvicinate del **Progetto di Terzi** e dell'**Impianto Matarocco**, considerando il diametro di 170 m proposto per il **Progetto di Terzi**. I valori in rosso indicano inter-distanze inferiori di 3 diametri di rotore.

Tabella 4: Distanze in diametri di rotore maggiore tra le turbine dell’Impianto Matarocco e le posizioni più ravvicinate del Progetto di Terzi (T3_01–T3_09 e T3_21–T3_23)

D=170 m	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10
T3_01	18.6	16.7	14.9	13.1	9.6	7.6	6.1	19.3	13.0	8.6
T3_02	16.3	13.9	11.9	9.7	6.3	3.9	3.8	17.6	11.0	6.8
T3_03	14.6	11.8	9.6	6.8	3.9	0.8	4.6	16.6	10.2	7.2
T3_04	11.4	8.6	6.4	3.6	1.2	2.9	7.8	13.7	7.6	5.7
T3_05	9.0	5.9	3.7	0.6	3.2	6.0	10.9	11.8	6.6	6.8
T3_06	5.9	2.8	1.4	3.1	6.3	9.5	14.4	9.1	5.9	8.3
T3_07	0.9	2.3	4.4	7.5	9.8	13.1	18.0	4.2	5.0	9.3
T3_08	7.0	10.0	11.9	14.9	16.5	19.7	24.2	3.8	10.2	14.2
T3_09	8.2	11.3	13.4	16.5	18.5	21.8	26.5	5.9	12.5	16.8
T3_21	7.0	5.8	5.0	6.0	5.7	8.6	13.0	7.8	1.3	3.1
T3_22	4.6	5.3	6.0	8.4	9.1	12.2	16.7	4.2	2.7	6.7
T3_23	5.5	7.9	9.5	12.2	13.3	16.4	20.9	2.0	6.9	10.7

Tabella 5: Distanze in metri lineari tra le turbine dell’Impianto Matarocco e le posizioni più ravvicinate del Progetto di Terzi (T3_01–T3_09 e T3_21–T3_23)

Metri	M01	M02	M03	M04	M05	M06	M07	M08	M09	M10
T3_01	3170	2838	2532	2220	1635	1295	1031	3288	2213	1465
T3_02	2767	2370	2030	1651	1068	657	645	2989	1870	1164
T3_03	2477	2005	1629	1148	666	128	777	2830	1738	1227
T3_04	1941	1458	1080	604	205	486	1322	2331	1285	975
T3_05	1525	1008	630	101	548	1019	1846	2002	1118	1156
T3_06	997	474	246	523	1077	1609	2446	1555	1003	1410
T3_07	156	384	742	1271	1658	2229	3059	716	855	1579
T3_08	1190	1700	2031	2541	2802	3348	4122	640	1732	2416
T3_09	1387	1914	2280	2809	3147	3709	4511	1008	2129	2849
T3_21	1187	981	857	1024	971	1463	2207	1321	215	533
T3_22	783	893	1024	1424	1551	2076	2835	708	454	1137
T3_23	929	1342	1608	2079	2265	2794	3547	343	1172	1824

È evidente che i requisiti standard sopra menzionati non sono rispettati in quanto le inter-distanze tra le turbine sono inferiori a tre diametri di rotore per la maggior parte delle posizioni dell’**Impianto Matarocco** e la minima inter-distanza si osserva tra le turbine M04 e T3_05, pari a soli 101 m, ossia 0.6 diametri di rotore. Tali distanze sono da considerarsi critiche poiché, oltre a maggiori perdite in termini di produzione, potrebbero comportare dei sovraccarichi al di fuori dell’involuppo dei carichi di progetto delle turbine coinvolte che potrebbero a loro volta portare a rottura dei componenti principali delle macchine. Considerando la presenza di nuovi carichi agenti sui componenti principali degli aerogeneratori, potrebbe essere necessario effettuare un approfondito studio con il fornitore delle macchine al fine di escludere eventuali sovraccarichi.

Inoltre, è possibile riscontrare altri casi di distanze inferiori ai 5 diametri, non sufficienti quindi a impedire il verificarsi di interferenze energetiche tra i due impianti.

Di conseguenza, le posizioni proposte per le turbine del **Progetto di Terzi** comportano una **perdita di produttività per effetto scia** ed un conseguente calo dell'energia prodotta di **12.1 GWh/anno** a danno dell'impianto del **Committente**.

Le interferenze aerodinamiche ed energetiche sull'**Impianto Matarocco**, dovute al **Progetto di Terzi**, sono state stimate considerando le curve di potenza disponibili nel database del **Consulente**. Per l'**Impianto Matarocco** è stata considerata la curva della turbina Acciona Windpower AW132/3000, come riportato in Tabella 7. Per il **Progetto di Terzi** è stato considerato l'unico modello di aerogeneratore, tra quelli attualmente disponibili sul mercato, in grado di rispettare le caratteristiche definite negli elaborati progettuali presentati al Ministero, limitandolo alla potenza di 4.2 MW, come riportato in Tabella 8. Le curve di potenza per entrambi i modelli sono state considerate alla classe di densità standard (1.225 kg/m^3). Entrambe le curve sono state poi, in fase di analisi, corrette alla densità del sito tramite il metodo indicato in IEC 61400-12.

Tabella 6: Modello di aerogeneratore, curve P_c e C_t – Acciona Windpower AW132/3000

Modello turbina		AW132/3000	Diametro [m]	132.0
Potenza nominale [MW]		3.0	Altezza mozzo [m]	84.0
Velocità nominale [m/s]		10.0	Classe IEC	IIIB
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25.0	Densità dell'aria [kg/m ³]	1.225
Bin di velocità [m/s]	Potenza, P_c [kW]	Coefficiente di spinta, C_t [-]		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	30	0.86		
4	176	0.86		
5	409	0.84		
6	764	0.85		
7	1265	0.85		
8	1911	0.85		
9	2638	0.75		
10	3000	0.49		
11	3000	0.35		
12	3000	0.26		
13	3000	0.20		
14	3000	0.16		
15	3000	0.13		
16	3000	0.11		
17	3000	0.09		
18	3000	0.08		
19	3000	0.07		
20	3000	0.06		
21	3000	0.05		
22	3000	0.04		
23	3000	0.04		
24	3000	0.04		
25	3000	0.03		
26	0	0		
27	0	0		
28	0	0		
29	0	0		
30	0	0		

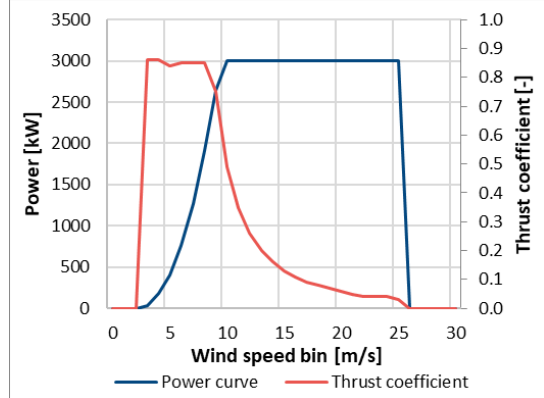
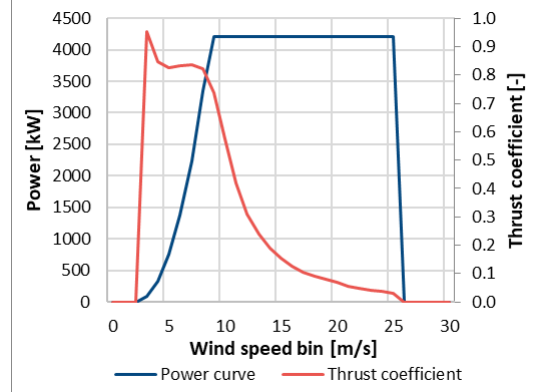


Tabella 7: Modello di aerogeneratore, curve P_c e C_t – Siemens Gamesa SG 6.0-170

Modello turbina		SG 6.0-170 (AM-6)	Diametro [m]	170.0
Potenza nominale [MW]		4.2	Altezza mozzo [m]	115.0
Velocità nominale [m/s]		9.0	Classe IEC	IIIA / IIIB
Velocità di Cut-in/Cut-out [m/s]		3.0/25.0	Densità dell'aria [kg/m ³]	1.225
Bin di velocità [m/s]	Potenza, P_c [kW]	Coefficiente di spinta, C_t [-]		
0	0	0		
1	0	0		
2	0	0		
3	89	0.953		
4	328	0.847		
5	758	0.824		
6	1376	0.833		
7	2230	0.837		
8	3344	0.823		
9	4200	0.737		
10	4200	0.574		
11	4200	0.419		
12	4200	0.311		
13	4200	0.238		
14	4200	0.189		
15	4200	0.153		
16	4200	0.126		
17	4200	0.106		
18	4200	0.091		
19	4200	0.079		
20	4200	0.070		
21	4200	0.057		
22	4200	0.050		
23	4200	0.043		
24	4200	0.037		
25	4200	0.032		
26	0	0		
27	0	0		
28	0	0		
29	0	0		
30	0	0		



3. ANALISI DATI VENTO

I dati del vento utilizzati per la valutazione richiesta sono quelli risultanti alla fine del processo di validazione della campagna anemometrica condotta in sito. La disponibilità di dati validi alla stazione 1950, utilizzata per inizializzare il flusso eolico ed estrapolare le condizioni del vento nelle posizioni degli aerogeneratori, è risultata pari al 100% per tutti e tre i sensori anemometrici.

Per la stazione 1950 l'anemometro posizionato alla massima altezza disponibile, pari a 50 m, è stato selezionato come sensore di riferimento per l'estrapolazione delle condizioni del vento all'altezza mozzo desiderata. Inoltre, il regime eolico atteso di lungo termine è stato valutato utilizzando i dati storici di nodi reanalisi e mesoscala sui 20 anni (ERA5 Rectangular Grid e ERA5 Gaussian Grid). Tramite correlazioni mensili tra la stazione 1950 e le serie di lungo termine, è stata valutata la velocità media del vento di lungo periodo alla stazione 1950 e quindi estrapolata all'altezza di mozzo. Tale estrapolazione è stata effettuata utilizzando il valore del gradiente al suolo misurato dal Sodar, riportato nella tabella seguente, in quanto ritenuto maggiormente rappresentativo delle condizioni dell'area a seguito di confronti tra i profili verticali misurati dalla stazione anemometrica e il Sodar.

Tabella 8: Valore di gradiente verticale misurato e velocità ad altezza mozzo

Codice stazione	Altezza di misura [m]	Gradiente misurato* α [-]	Velocità di lungo termine ad altezza mozzo [m/s] 84.0 m
1950	50	0.11	6.4

(*) Valore misurato dal Sodar S1950 tra le altezze 50 m e 90 m per i venti superiori a 4 m/s

In Figura 2 sono presentate la rosa dei venti e la rosa energetica rappresentative del lungo termine. Si osserva che i venti prevalenti provengono da SSE e dai settori Nord-Nord/Ovest.

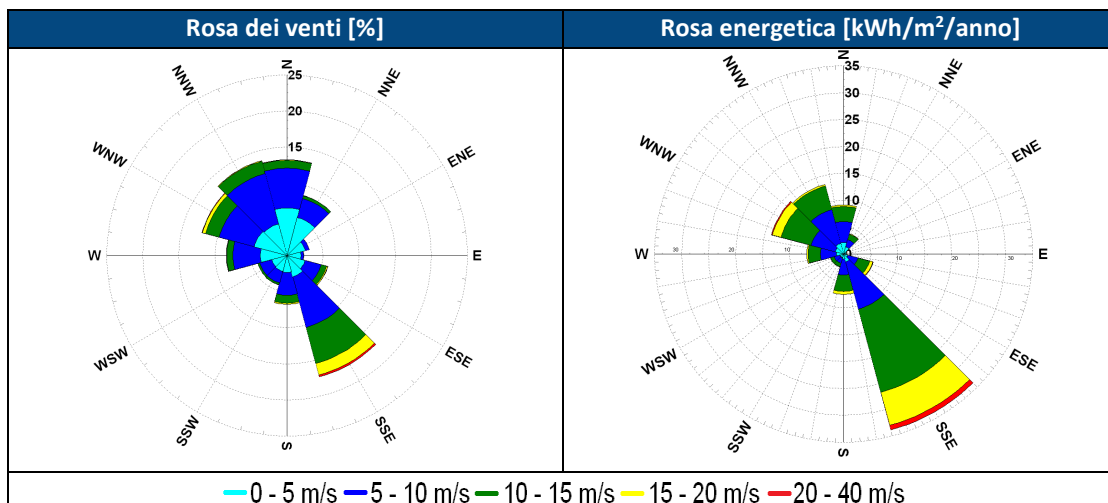


Figura 2: Rosa dei venti ed energetica rappresentative del lungo periodo alla stazione 1950

4. VALUTAZIONE INTERFERENZE ENERGETICHE

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dalla valutazione delle interferenze energetiche sull'**Impianto Matarocco** utilizzando la distribuzione di frequenza rappresentativa del lungo periodo ad altezza mozzo alla stazione 1950, tenendo conto delle perdite dovute agli effetti di scia tra gli aerogeneratori, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria alla quota del sito.

Le seguenti tabelle evidenziano rispettivamente il differenziale di perdita energetica dell'**Impianto Matarocco** causato dall'eventuale realizzazione degli aerogeneratori proposti per il **Progetto di Terzi**, sia in termini di produzione attesa [GWh] che di ore equivalenti [h], nonché il maggiore incremento della perdita per effetto scia [%].

In particolare, le tabelle riportano le seguenti informazioni:

ID: numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

X [m]: longitudine E in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

Y [m]: latitudine N in coordinate UTM-WGS84, Fuso 33

Altitudine [m]: quota sul livello del mare in m

HH [m]: altezza del mozzo in m

Δ AEP Netta [GWh]: differenziale di perdita energetica al netto delle scie

Δ Perdite Effetto Scia [%]: incremento delle perdite di scia

Δ Ore eq [h]: differenziale di perdita di produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia

Si segnala che non sono state considerate nella valutazione ulteriori perdite di energia quali ad esempio perdite elettriche, indisponibilità etc. al fine di pervenire alla determinazione dell'energia che risulterà disponibile per essere ceduta alla rete elettrica, in quanto l'analisi è stata focalizzata specificatamente sulle perdite per effetto scia.

Tabella 9: Differenziale di perdita energetica dell'Impianto Matarocco causato dal Progetto di Terzi

ID	X [m]	Y [m]	Altitudine [m]	HH [m]	Δ AEP Netta [GWh]	Δ Perdite Effetto Scia [%]	Δ Ore eq [h]
M01	288774	4185762	150	84	-1.08	11.77	-361
M02	288254	4185852	150	84	-0.81	8.86	-271
M03	287879	4185781	150	84	-1.65	17.99	-551
M04	287349	4185769	150	84	-2.36	24.00	-785
M05	287026	4185279	140	84	-1.59	17.39	-531
M06	286480	4185112	133	84	-2.11	22.55	-704
M07	285733	4184726	130	84	-0.33	3.38	-111
M08	289195	4185311	150	84	-0.98	11.12	-326
M09	288102	4185057	149	84	-0.70	8.11	-232
M10	287477	4184647	135	84	-0.48	5.64	-161
Media					-1.21	13.19	-403
Totale					-12.10		

5. CONCLUSIONI

Con il presente rapporto si è fornita una valutazione delle conseguenze riscontrabili sull'**Impianto Matarocco** a seguito dell'eventuale realizzazione del **Progetto di Terzi**.

L'analisi eseguita ha reso possibile determinare che la prossimità tra gli impianti comporterebbe **un incremento delle perdite per effetto scia, causato dagli aerogeneratori del Progetto di Terzi, pari a 13.2% con conseguente perdita di energia prodotta pari a 12.1 GWh/anno a danno dell'Impianto Matarocco**.

Si osserva che vi sono undici casi con una distanza inferiore a 3 diametri di rotore (di cui tre di esse inferiori ad un diametro, con il valore minimo pari a 0.6) tra le posizioni proposte per il **Progetto di Terzi** e l'**Impianto Matarocco**, e sempre per tale impianto, è possibile riscontrare altre distanze con separazioni inferiori ai 5 diametri, non sufficienti quindi a impedire il verificarsi di interferenze energetiche tra i due impianti. Tali distanze sono da considerarsi critiche poiché, oltre a maggiori perdite in termini di produzione, potrebbero comportare dei sovraccarichi al di fuori dell'involuppo dei carichi di progetto delle turbine coinvolte che potrebbero a loro volta portare a rottura dei componenti principali delle macchine. Considerando la presenza di nuovi carichi agenti sui componenti principali degli aerogeneratori, potrebbe essere necessario effettuare un approfondito studio con il fornitore delle macchine al fine di escludere eventuali sovraccarichi.

Alla luce di quanto esposto, è consigliabile incrementare le inter-distanze tra le posizioni proposte per il **Progetto di Terzi** e l'**Impianto Matarocco**, al fine di ridurre le interferenze indotte e prevenire l'insorgere di eventuali criticità in una successiva fase operativa.