

OGGETTO

PARCO EOLICO MAGLIANO IN TOSCANA



PROGETTO

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO IN AREE TOTALMENTE IDONEE (D.Lgs. n°199/2021 e Allegato 1b del PIT Regione Toscana) COMPOSTO DA 13 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 72.8 MW

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE

CONSULENZA



**SINTECNICA ENGINEERING S.R.L.**  
Piazza IV Novembre, 4  
Milano - 20124  
P.I. 10246080963

Progettisti:

Ing. LUCA TRIPPANERA



Gruppo di Lavoro:

ANDREA COLUCCI  
GIULIO GORINI  
MATTEO FARULLI  
SAMUELE GIRAFFA

PROPONENTE



**GRUPPO VISCONTI MAGLIANO S.R.L.**  
Via Giuseppe Ripamonti, 44  
Milano - 20141  
P.I. 13357760969

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE ANEMOLOGICA

Numero attività  
395.GVI.23

Codice Documento  
R.CV.395.GVI.23.102.01

Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	15.05.2024	Emissione	M.F.	D.M.	L.T.
01	24.05.2024	Aggiornamento	M.F.	D.M.	L.T.
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Località  
COMUNI DI  
MAGLIANO IN TOSCANA E ORBETELLO  
Provincia di Grosseto  
Regione Toscana

PROGETTO PARCO EOLICO MAGLIANO  
COMUNI DI MAGLIANO IN TOSCANA E ORBETELLO  
PROVINCIA DI GROSSETO - REGIONE TOSCANA

RELAZIONE ANEMOLOGICA



## Sommario

1.	OGGETTO DEL DOCUMENTO.....	3
2.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
2.1	Caratteristiche dell'aerogeneratore .....	6
2.2	Caratteristiche della rete elettrica.....	7
3.	VALUTAZIONE DELLA PRODUCIBILITA' ELETTRICA .....	8
4.	CONCLUSIONI .....	13

## 1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

La presente relazione ha come oggetto il progetto del “Parco Eolico di Magliano”, in provincia di Grosseto, situato nei comuni di Magliano in Toscana e Orbetello, con una potenza totale di 72,8 MW e una produzione annua stimata pari a 203.840 MWh/a (2800 ore utili).



Figure 1 – Caratteristiche del territorio del sito d’impianto

## 2. DESCRIZIONE DELL’OPERA

La presente relazione ha lo scopo di analizzare le caratteristiche anemologiche del territorio su cui si intende installare gli elementi di progetto del “Parco Eolico di Magliano”, in provincia di Grosseto, situato nei comuni di Magliano in Toscana e Orbetello, con una potenza totale di 72,8 MW e una produzione annua stimata pari 203.840 MWh/a.

L’impianto si compone di 13 aerogeneratori General Electric GE-158, ognuno con una potenza pari a 5,6 MW e distribuiti in modo lineare da Nord a Sud lungo una linea di circa 11 km.

L’impianto si divide in due comuni:

- Nell’area ricadente nel comune di Magliano in Toscana, sono ubicati gli aerogeneratori WTG-1, WTG-2, WTG-3, WTG-4, WTG-5, WTG-6, WTG-7, WTG-8, WTG-9, WTG-10 e la sottostazione elettrica, tramite la quale avverrà l’immissione dell’energia prodotta, nella RTN.
- nell’area Sud, nel comune di Orbetello sono locati gli aerogeneratori WTG-11, WTG-12, e WTG-13

Le opere di connessione alla rete elettrica, prevedono la realizzazione di un cavidotto MT interrato, della lunghezza di circa 30 km, che giungerà alla nuova Sottostazione Elettrica (SSE) 132 kV della RTN ubicata nelle vicinanze della località di Poggio Maestrino, all’incrocio tra la S.P. 16 di Montiano e la S.P. 9 di Aione, allacciata all’elettrodotto da 132 kV di Montiano - Orbetello. Le turbine eoliche di modello GE-158 da 5,6 MW di potenza hanno una lunghezza della pala di circa 78 m, un’altezza al mozzo pari a 120 m ed un’altezza al top della pala pari a 200 m.

Gli aerogeneratori sono localizzati nelle posizioni di cui si elencano le coordinate in WGS-1984:

WTG	Nord (m)	Est (m)	Quota altimetrica s.l.m.m. (m)
1	42.66813174	11.18121922	244
2	42.66429579	11.19299393	241
3	42.65280749	11.18675873	176
4	42.63732299	11.18936289	138
5	42.63029789	11.18517754	172
6	42.62953490	11.19822379	128
7	42.61533924	11.19277420	108
8	42.61777821	11.21297762	96
9	42.60132352	11.20001050	124
10	42.60818669	11.21722162	114
11	42.58413313	11.21400456	53
12	42.58073536	11.22808024	34
13	42.56858129	11.21260141	7

Tabella 1 - Coordinate aerogeneratori WGS-1984

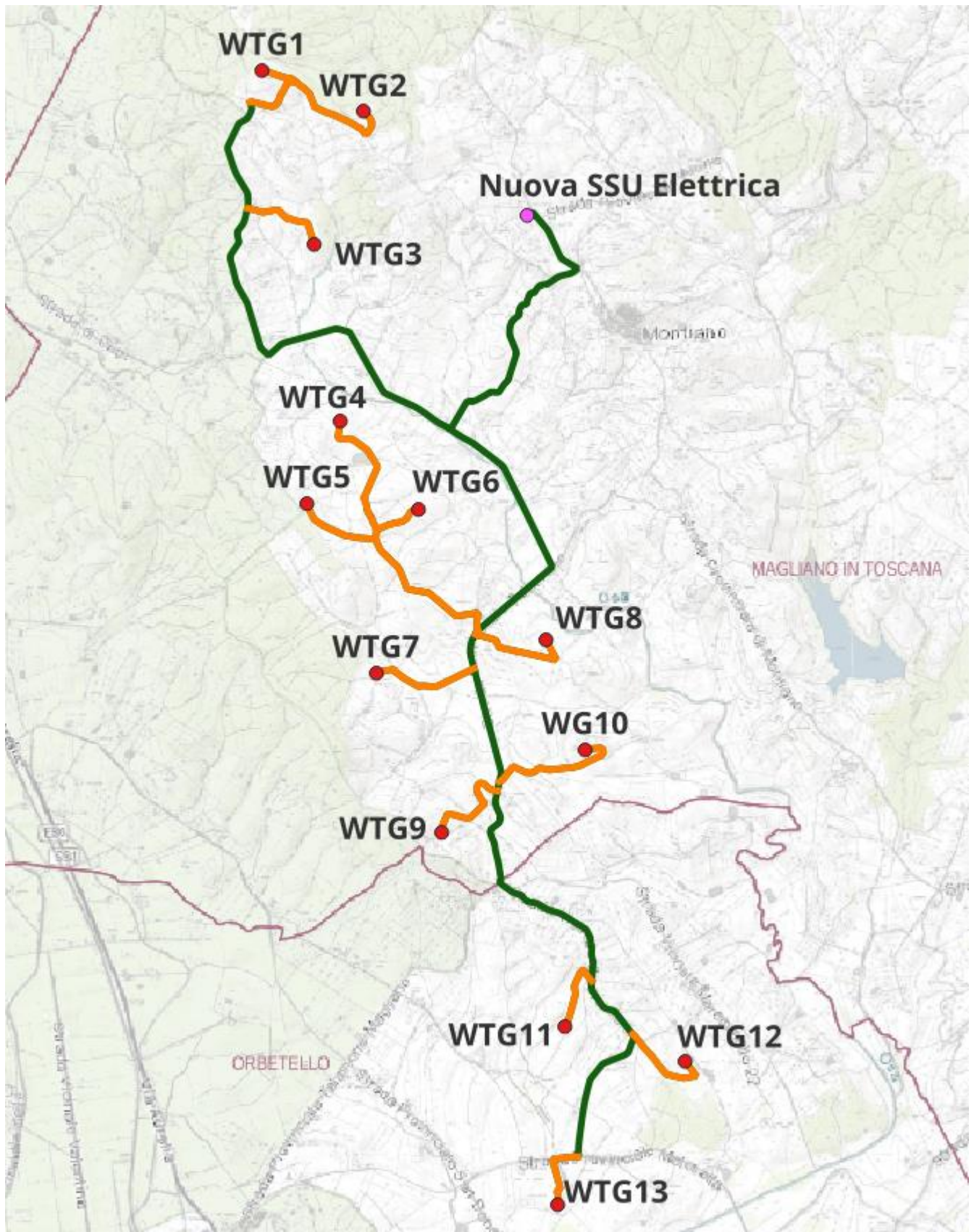


Figure 2 - Inquadramento generale opera di progetto

## 2.1 Caratteristiche dell'aerogeneratore

La piattaforma Cypress, che comprende turbine eoliche con diametri del rotore di 158 e 164 metri, varie altezze del mozzo e potenze nominali comprese tra 4,8 e 6,1 MW, è dotata sia di varianti a pezzo singolo che di pale snodate, migliorando la logistica e offrendo una maggiore produzione da luoghi difficili da raggiungere. siti. Le pale delle turbine eoliche più lunghe migliorano l'AEP e aiutano a ridurre il costo livellato dell'elettricità (LCOE), e il design proprietario consentirà di installare queste turbine eoliche onshore più grandi in luoghi precedentemente inaccessibili.

Le turbine eoliche di modello GE-158 scelte dal richiedente, hanno una lunghezza della pala di circa 77 m che offrono un'area "spazzata" pari a 19.607 m<sup>2</sup>, un'altezza al mozzo pari a 120 m ed un'altezza al top della pala pari a 200 m.

Ogni aerogeneratore è caratterizzato dalle seguenti parti:

- rotore, formato da 3 singole pale in vetroresina dal profilo di derivazione aeronautica e controllate dal sistema OptiTip, solidali ad un mozzo o albero principale;
- il collegamento fra il rotore ed il moltiplicatore di giri;
- il moltiplicatore di giri;
- il generatore elettrico;
- i sistemi ausiliari;
- la gondola o navicella che alloggia albero, moltiplicatore e generatore e che, ovviamente, ruota sulla torre in modo tale da porre il rotore sempre in direzione del vento;
- la torre tubolare, in carpenteria metallica ad elementi, che sostiene la navicella;
- Il plinto di fondazione.

Gli aerogeneratori hanno caratteristiche tecniche tali da ottimizzare l'utilizzazione del potenziale energetico del vento; questi aerogeneratori sono macchine a controllo di passo, con rotore tripala. La velocità di rotazione del rotore può variare da 6 a 13 rpm, consentendo un'ottimale resa energetica sia ad alta che a bassa velocità di vento, assicurando al contempo la migliore qualità per l'energia erogata.

Grazie al basso numero di giri (rispetto alle generazioni precedenti), le turbine attuali soddisfano l'esigenza di produzione energetica a basso livello di rumore e sono dotate del sistema di controllo di passo, mediante microprocessore, che garantisce la regolazione costante ed ottimale degli angoli delle pale rispetto al vento prevalente.



Figure 3 - Aerogeneratore tipo

Oltre ai componenti su detti, vi è un sistema di controllo che esegue diverse funzioni:

- ✓ Il controllo della potenza, che può essere eseguito ruotando le pale intorno all'asse principale in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento, oppure in termini costruttivi, tramite la scelta di un opportuno profilo delle pale;
- ✓ Il controllo della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad inseguire la direzione del vento, ma che può essere anche utilizzato per il controllo della potenza;
- ✓ L'avviamento della macchina allorché è presente un vento di velocità sufficiente, e la fermata della macchina, quando vi è un vento di velocità superiore a quella massima per la quale la macchina è stata progettata.

Alla base della torre sono ubicate le altre apparecchiature elettriche ed elettroniche di controllo dell'aerogeneratore e i quadri a media tensione per la protezione e il collegamento alla rete 36 kV del campo eolico.

Wind Climate	DIBt S, IEC S
	<b>PO6800</b>
<b>Cut-In, <math>V_{in}</math></b>	3 m/s
<b>Cut-Out (10 min exponential avg.), <math>V_{out}</math></b>	25 m/s
<b>Re-Cut In (10 min exponential avg.)</b>	23 m/s

Tabella 2 – Dati tecnici funzionamento GE-158

La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore.

Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce proporzionalmente alla velocità del vento.

La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità Cut-on wind speed (fuori servizio).

Per ragioni di sicurezza, a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornisce la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo.

## 2.2 Caratteristiche della rete elettrica

La rete elettrica da realizzare è divisa in tre sezioni in base alla tensione di esercizio:

- Bassa tensione (inferiore a 1 kV) completamente interna alle strutture dell'aerogeneratore;
- Media tensione (36 kV) da ogni singola torre alla cabina di smistamento e da questa alla sottostazione di trasformazione e consegna;
- Alta tensione (150.000 V), completamente interna alla recinzione della sottostazione di consegna e alla stazione di Terna, dal trasformatore elevatore MT/AT alle sbarre AT della stazione Terna, realizzata con tubi cavi in alluminio.

Una sottostazione elettrica AT/MT che sarà collegata in antenna a 36 kV sulla sezione 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) della RTN. Questa stazione sarà inserita nell'entità della RTN a 132 kV "Montiano – Orbetello".



### 3. VALUTAZIONE DELLA PRODUCIBILITA' ELETTRICA

La producibilità elettrica dell'aerogeneratore si determina in funzione della velocità del vento all'altezza del mozzo (120 m) e in base ai dati della curva di potenza della macchina stessa (tab.4), forniti dal produttore, ridotta delle perdite teoriche dovute all'effetto scia, alle turbolenze, o alle dispersioni elettriche che avvengono nel trasporto dell'energia prodotta sino al punto di consegna.

In base ai dati riportati dal "Global Wind Atlas – Energy Data.Info", che acquisisce i dati sul clima eolico su larga scala, forniti da dati di rianalisi atmosferica globale e li rielabora mediante un sistema di modellazione su microscala (DTU Wind-Energy), possiamo fare un'analisi preliminare, il più possibile accurata, della producibilità del nuovo progetto del parco eolico localizzato nel comune di Magliano in Toscana e Orbetello. Il processo di modellazione, su cui fa riferimento il GWA, è costituito da un calcolo WAsP (Wind Atlas Analysis and Application Program) dei climi del vento locale per ogni 250 m a 5 altezze (100 m per il nostro progetto).

L'analisi preliminare della velocità del vento media e la densità di potenza, durante l'anno, relativa alla posizione degli aerogeneratori, è riassunta nella tabella 3.

Queste misure fanno riferimento alla media registrata su un'area intorno alla turbina.

ID	Elev. (m)	HH (m)	V (m/s)	W/m <sup>2</sup>
WTG-1	244	114	6,55	400
WTG-2	241	114	6,55	400
WTG-3	176	114	6,46	376
WTG-4	138	114	6,15	320
WTG-5	172	114	6,25	336
WTG-6	128	114	6,14	315
WTG-7	108	114	6,50	381
WTG-8	96	114	6,00	298
WTG-9	124	114	6,42	376
WTG-10	114	114	5,95	294
WTG-11	53	114	6,00	300
WTG-12	34	114	5,81	295
WTG-13	7	114	5,85	257
Media			6,20	334,5

Tabella 3 – Velocità media vento e densità potenza nell'area di progetto

In figura 4 si riporta l'estratto della mappa della velocità media del vento considerando la risorsa eolica a 100 m di altezza sul livello del suolo; la velocità media del vento nella zona dell'impianto si aggira sui 6,20 m/s.

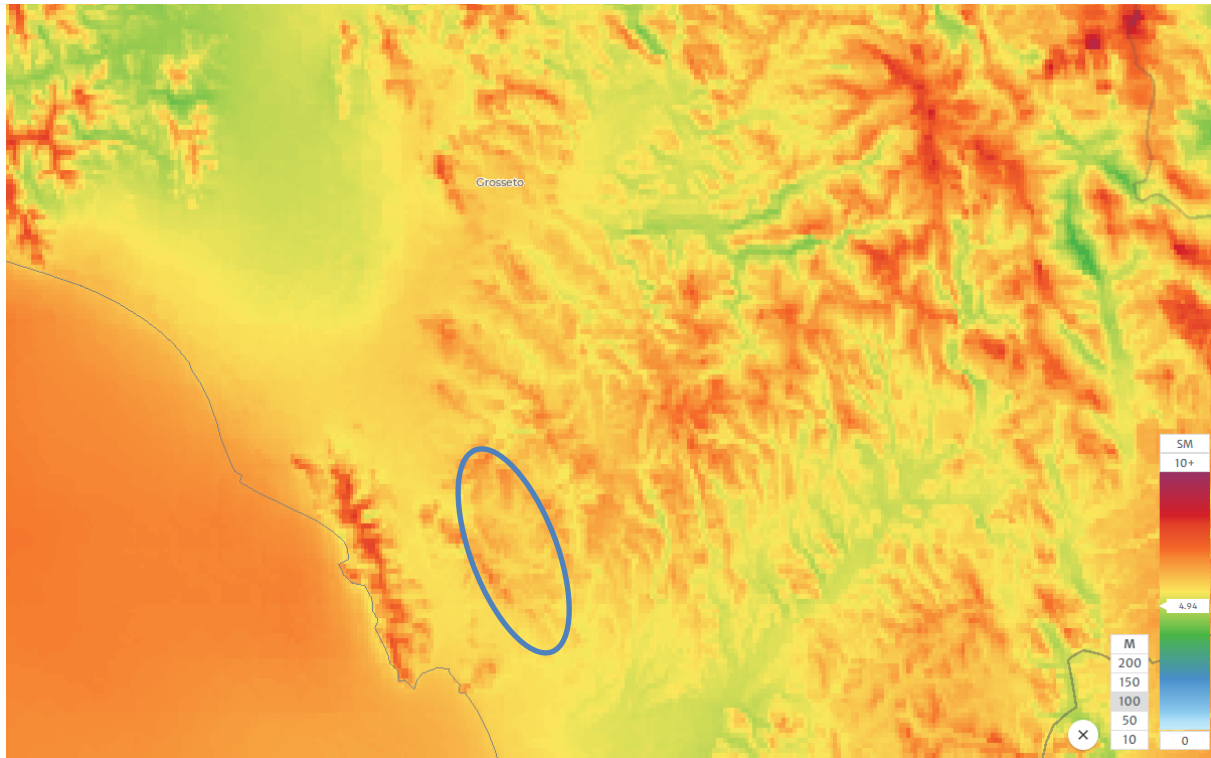


Figure 4 – Mappa della velocità media del vento a 100 m s.l.m.

In figura 5 si riporta l'estratto della mappa della densità di potenza media dell'energia eolica, la quale fornisce un'indicazione più accurata e precisa della risorsa ventosa disponibile; la densità di potenza media della zona è pari a 334,5 W/m<sup>2</sup>.

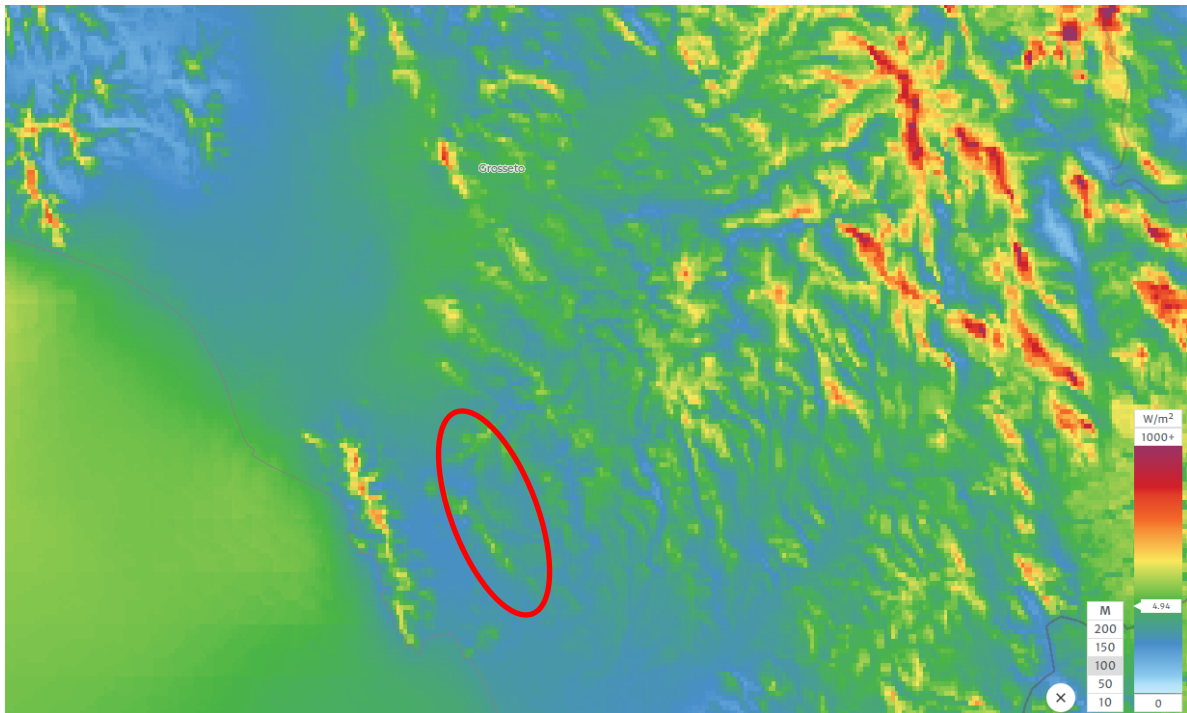


Figure 5 – Mappa della densità media del vento a 100 m s.l.m.

Nella seguente tabella si riportano i dati relativi alla curva di potenza dell'aerogeneratore GE-158 e la sua producibilità media annua.

Wind Speed at Hub Height [m/s]	Electrical Power [kW] with			C <sub>p,e</sub> Medium TI
	Medium TI Band	Low TI Band	High TI Band	
3.0	90	76	129	0.28
3.5	188	172	234	0.37
4.0	314	296	364	0.41
4.5	471	452	527	0.43
5.0	664	642	729	0.44
5.5	902	875	978	0.45
6.0	1182	1151	1270	0.46
6.5	1513	1477	1613	0.46
7.0	1896	1856	2009	0.46
7.5	2337	2293	2440	0.46
8.0	2819	2783	2907	0.46
8.5	3322	3300	3380	0.45
9.0	3809	3800	3825	0.43
9.5	4266	4263	4249	0.41
10.0	4680	4695	4607	0.39
10.5	5010	5061	4892	0.36
11.0	5266	5330	5145	0.33
11.5	5425	5471	5320	0.30
12.0	5493	5500	5412	0.26
12.5	5500	5500	5472	0.23
13.0	5500	5500	5500	0.21
13.5	5500	5500	5500	0.19
14.0	5500	5500	5500	0.17
14.5	5500	5500	5500	0.15
15.0	5500	5500	5500	0.14
15.5	5500	5500	5500	0.12
16.0	5500	5500	5500	0.11
16.5	5500	5500	5500	0.10
17.0	5500	5500	5500	0.09
17.5	5500	5500	5500	0.09
18.0	5500	5500	5500	0.08
18.5	5500	5500	5500	0.07
19.0	5500	5500	5500	0.07
19.5	5500	5500	5500	0.06
20.0	5500	5500	5484	0.06
20.5	5500	5500	5440	0.05
21.0	5452	5498	5339	0.05
21.5	5390	5444	5277	0.05
22.0	5252	5305	5156	0.04
22.5	5065	5092	5009	0.04
23.0	4850	4839	4852	0.03
23.5	4688	4642	3945	0.03
24.0	4556	4497	4626	0.03
24.5	4462	4410	4542	0.03
25.0	4388	4367	4442	0.02

Tabella 4 – Curva di potenza della GE-158 5,6 MW

A conferma di questi dati si considerano i valori di producibilità dell'aerogeneratore per una producibilità lorda di circa 2800/2900 ore equivalenti annue.

Osservando i grafici delle caratteristiche dei venti nelle rispettive posizioni degli aerogeneratori, notiamo che nella maggior parte dell'area interessata dall'impianto di progetto si ha una frequenza maggiore di risorsa eolica proveniente da Est (come in figura 5)

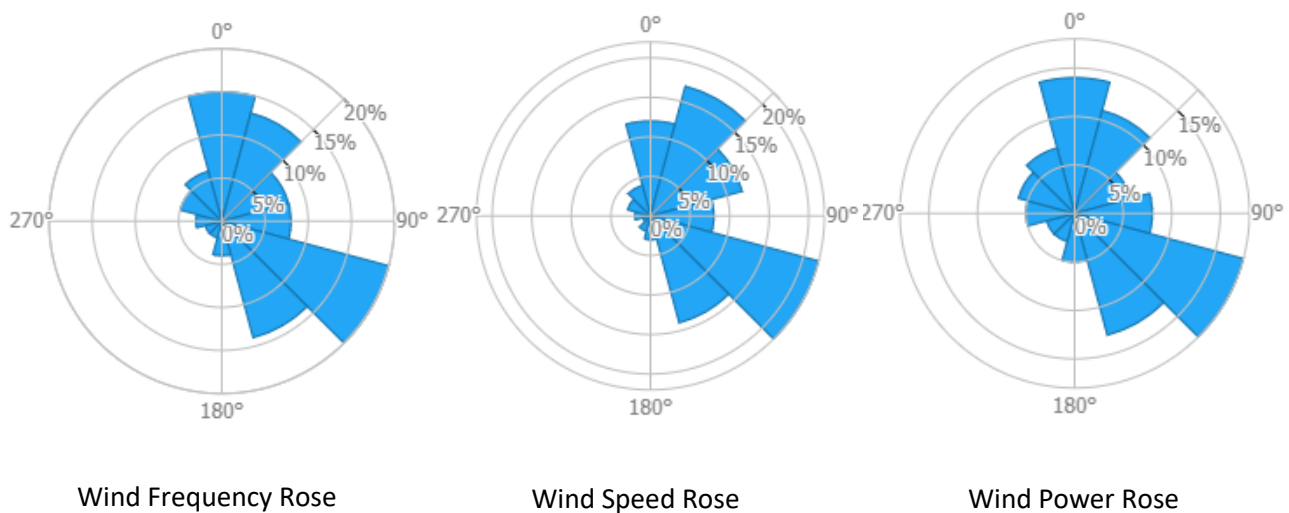


Figure 5 –Valori caratteristici del vento

### 3.1 Fattori di perdita

Durante il funzionamento dell'aerogeneratore, vanno considerati anche alcuni fattori di perdita dovuti alle componenti elettriche o anche alla degradazione dei materiali dei singoli componenti.

Sorgente della Perdita	Valore in %
Disponibilità aerogeneratori	-3,00%
Disponibilità B.O.P.	-0,50%
Disponibilità rete	-0,20%
Degradazione superficie pale	-1,00%
Perdite elettriche interne	-2,00%
Perdite elettriche esterne	-1,00%
Altre perdite	-1,00%
<b>Perdite totali</b>	<b>-8,41%</b>

Figure 7 – Mappa della densità media del vento a 100 m s.l.m.

I fattori di perdita considerati riportati nella tabella rappresentano uno standard medio.

Si ricorda che ciascuno dei suddetti fattori deve essere riconsiderato quando siano noti i corrispondenti valori calcolati o concordati contrattualmente e solo dopo aver effettuato un'analisi anemologica più accurata mediante l'installazione, per un periodo di tempo sufficiente, di una torre anemometrica.

La perdita che potrebbe influenzare maggiormente la produzione elettrica dell'impianto è causata dall'elevata lunghezza del cavidotto di collegamento tra i vari aerogeneratori e la sottostazione elettrica finale.

Le perdite dovute alle interferenze provocate dalle scie degli stessi aerogeneratori, per questo progetto non sono da tenere in considerazione viste l'elevate distanze che vi sono; le strutture più vicine tra loro sono la WTG-5 e WTG-6, a circa 860 m, distanza da non ritenere sufficiente per un'interferenza da scia di uno di loro.

In questa fase preliminare, possiamo solo ipotizzare una ragionevole quantità delle perdite aggiuntive relative alla turbina, B.O.P. e disponibilità di rete, impianto elettrico, ambiente, riconducibile a circa il 10% della produzione totale dell'impianto eolico.

Queste tipologie di perdite saranno considerate solo in fase esecutiva.

WTG	Velocità media (m/s)	Densità media (W/m <sup>2</sup> )	Ore di funzionamento a potenza nominale	Produzione energia annuale stimata (kWh/a)	Fattore di capacità
1	6,55	400	2951,0627	16.525.951,00	33,6649%
2	6,55	400	2540,0654	14.224.365,00	28,9763%
3	6,46	376	2414,5120	13.521.267,00	27,5441%
4	6,15	320	2432,1282	13.619.917,00	27,7450%
5	6,25	336	2522,4456	14.125.964,00	28,7753%
6	6,14	315	2439,1733	13.659.370,00	27,8254%
7	6,50	381	2280,9553	12.773.350,00	26,0205%
8	6,00	298	2304,9172	12.907.536,00	26,2938%
9	6,42	376	2410,3820	13.498.139,00	27,4969%
10	5,95	294	2474,6616	13.858.105,00	28,2302%
11	6,00	300	2288,4460	12.815.297,00	26,1059%
12	5,81	295	2213,6453	12.396.413,00	25,2526%
13	5,85	257	2139,1418	11.979.194,00	24,4027%
<b>MEDIA</b>	<b>6,20</b>	<b>334,46</b>	<b>2416,2720</b>	<b>13.531.143,69</b>	<b>27,56%</b>
			<b>TOT</b>	<b>175.904.868,00</b>	

Produzione lorda annuale stimata (kWh)	Produzione netta stimata (kWh)	Percentuale di funzionamento a potenza nominale
208.840.000,00	175.904.868,00	86%

Perdita annuale stimata (kWh)
27.935.132,00

## 4. CONCLUSIONI

Il sito nel territorio comunale di Magliano in Toscana e Orbetello, individuato dal GRUPPO VISCONTI Magliano S.r.l., è caratterizzato da una buona ventosità nella parte Nord ed una di entità modesta andando verso Sud, così come determinato dai dati riportati dal “Global Wind Atlas – Energy Data.Info”, a 100 m di altezza s.l.t. risultata pari a 6,2 m/s, con una densità di potenza media di 334,5 W/m<sup>2</sup>.

In relazione alle caratteristiche costruttive, al numero ed alla tipologia di aerogeneratori da installare, si stima una produzione lorda di circa 203.840 MWh/anno, ma in seguito alle analisi fornite dal “Global Wind Atlas”, si è ottenuto un numero di ore medio di funzionamento dell’impianto a potenza nominale di poco più 2400 ore, portando così ad una produzione netta di circa 175.904.870 MWh/a.

Una valutazione più dettagliata verrà effettuata successivamente, mediante sopralluoghi sul posto in esame e con l’utilizzo di opportuni strumenti e sensori anemometrici.