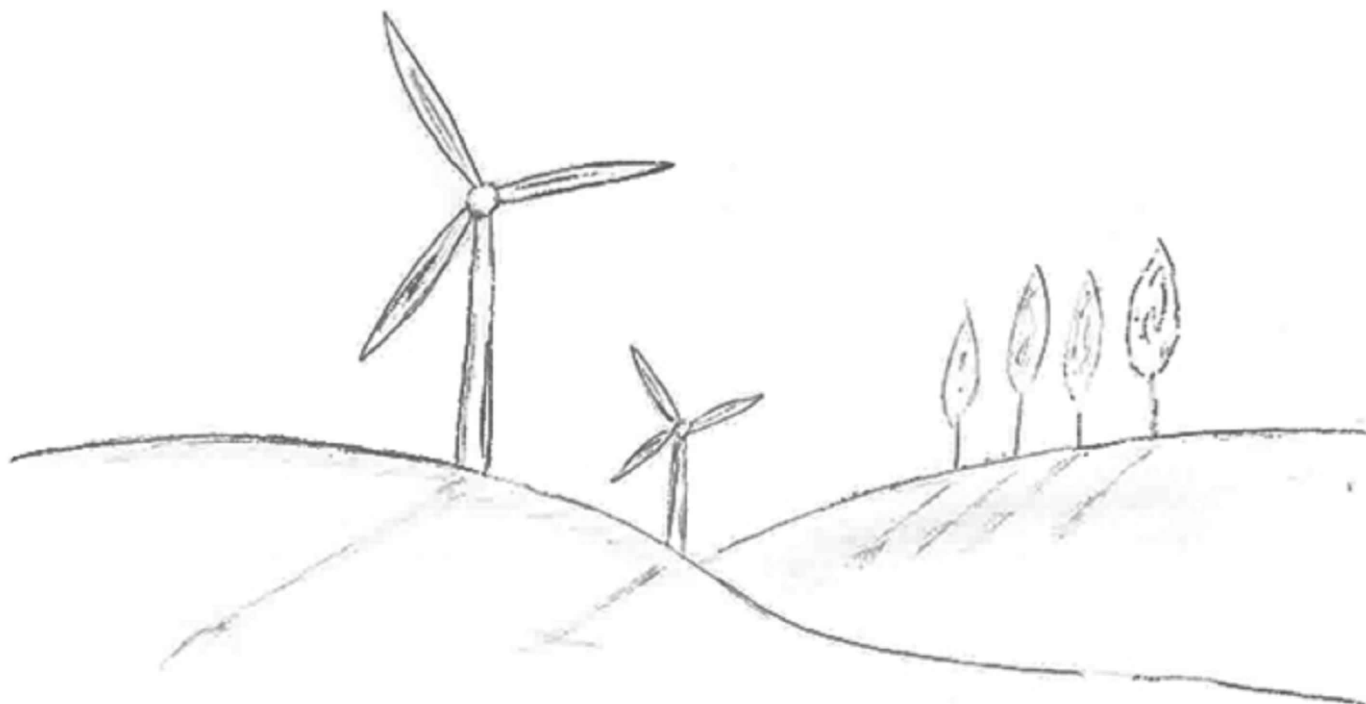


OGGETTO

PARCO EOLICO PITIGLIANO



PROGETTO

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO EOLICO IN AREE TOTALMENTE IDONEE (Allegato 1b del PIT Regione Toscana) COMPOSTO DA 14 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 PITIGLIANO S.R.L.
Via Giuseppe Ripamonti, 44
Milano - 20141
P.I. 13357790966

TITOLO ELABORATO

RELAZIONE ANEMOLOGICA

Numero attività
395.GVI.23
Codice Documento
R.CV.395.GVI.23.302.00

Revisione	Data	Oggetto revisione	Redatto	Verificato	Approvato
00	17.06.2024	Emissione	M.F.	D.M.	L.T
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Località
COMUNI DI
PITIGLIANO E MANCIANO
Provincia di Grosseto
Regione Toscana

PROGETTO PARCO EOLICO PITIGLIANO
COMUNI DI PITIGLIANO E MANCIANO
PROVINCIA DI GROSSETO - REGIONE TOSCANA

RELAZIONE ANEMOLOGICA



Sommario

1.	OGGETTO DEL DOCUMENTO.....	3
2.	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	3
2.1	Caratteristiche dell'aerogeneratore	5
2.2	Caratteristiche della rete elettrica.....	7
3.	VALUTAZIONE DELLA PRODUCIBILITA' ELETTRICA	8
4.	CONCLUSIONI	12

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

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

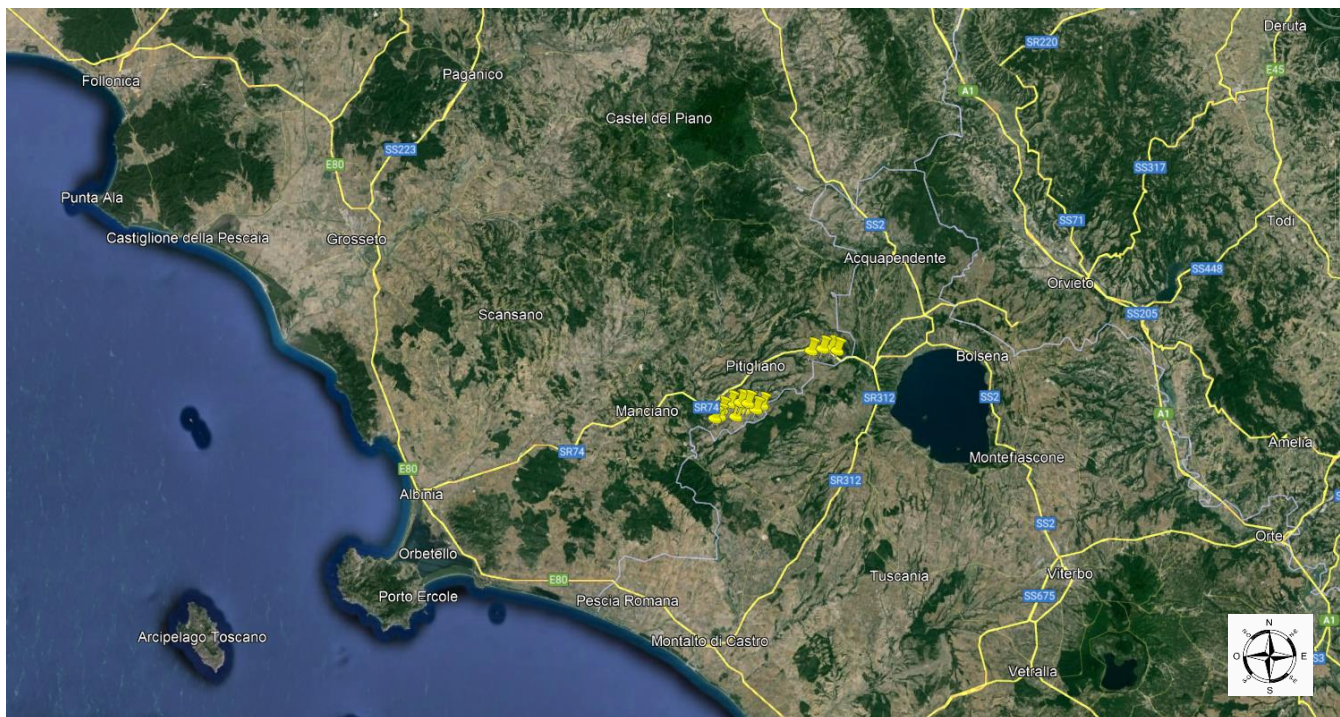


Figure 1 – Caratteristiche del territorio del sito d’impianto

2. DESCRIZIONE DELL’OPERA

L’impianto si compone di 14 aerogeneratori di modello GE-158, ognuno con una potenza pari a 5,2 MW e distribuiti su due aree:

- Nell’area Sud/Ovest del comune di Pitigliano, sono ubicati gli aerogeneratori WTG-1, WTG-2, WTG-3, WTG-4, WTG-5, WTG-6, WTG-7, WTG-8, WTG-9 e WTG-10.
- Nell’area Nord/Est di Pitigliano, sono ubicati gli aerogeneratori WTG-11, WTG-12, WTG-13 E WTG-14;

Nell’area ricadente nel comune di Manciano, è ubicata la sottostazione elettrica, tramite la quale avverrà l’immissione dell’energia prodotta nella RTN.

Le opere di connessione alla rete elettrica, prevedono la realizzazione di un cavidotto MT interrato, della lunghezza di circa 47 km, che giungerà alla nuova Sottostazione Elettrica (SSE) 132 kV della RTN ubicata nelle vicinanze del Comune di Manciano, lungo strada regionale 74 Maremmana, raccordata con un doppio collegamento alla sezione 132 kV di una nuova SE RTN 380/132 kV, inserita in entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Montalto – Suvereto”.

Le turbine eoliche di modello GE-158 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 GaussBoaga:

WTG	Est	Nord	Quota altimetrica s.l.m.m. (m)
1	1714204,64	4716326,32	212,5
2	1714745,48	4716606,16	217,5
3	1714960,49	4717369,18	228,3
4	1715910,51	4718088,19	251,2
5	1717064,53	4718234,19	267,6
6	1717923,55	4718177,18	259,0
7	1717500,54	4717446,17	257,7
8	1716585,51	4716606,16	236,4
9	1718863,56	4717503,16	269,6
10	1719557,58	4718011,17	284,1
11	1724934,71	4724388,27	481,0
12	1726245,73	4724662,27	512,0
13	1727250,75	4724722,27	545,0
14	1727905,76	4724490,26	568,0

Tabella 1 - Coordinate aerogeneratori GaussBoaga

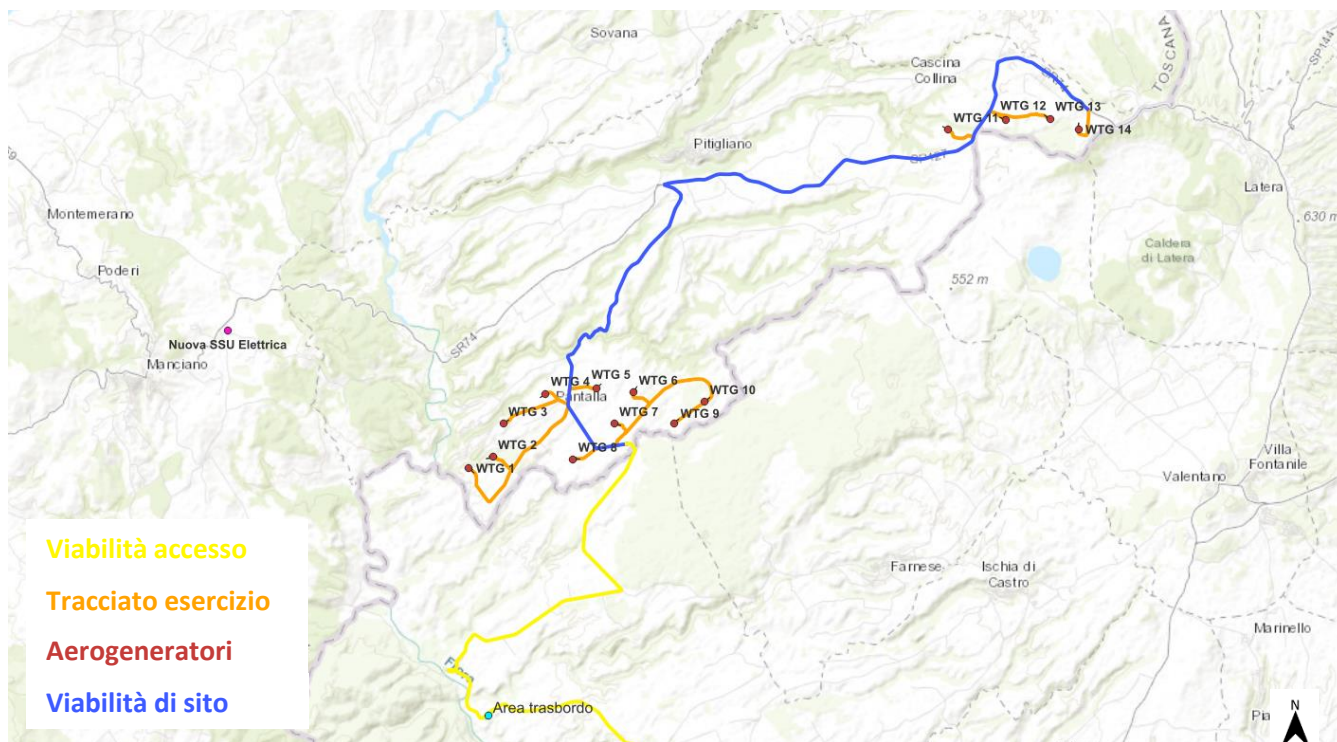


Figure 2 – Inquadramento generale opera di progetto

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. 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 hanno una lunghezza della pala di circa 78 m, generando un'area spazzata di 19.607 mq, un'altezza al mozzo pari a 120 m ed un'altezza al top della pala pari a 200 m.

La società proponente si riserva comunque il diritto di scegliere al momento della costruzione, in base all'offerta economica, alla disponibilità di mercato, ed all'avanzamento della tecnologia dei prodotti disponibili, altri modelli di aerogeneratori di pari impatto rispetto a quanto presentato nella valutazione tecnica ed ambientale con la possibilità di aumentare la potenza prodotta stimata nel caso in cui su mercato si presentassero macchine con maggiori prestazioni.

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 4.3 a 13.1 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
	PO6800
Cut-In, V_{in}	3 m/s
Cut-Out (10 min exponential avg.), V_{out}	25 m/s
Re-Cut In (10 min exponential avg.)	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 380 kV "Montalto – Suvereto".

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 Pitigliano e Manciano.

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 ²
WTG-1	212,5	120	5,94	393
WTG-2	217,5	120	6,01	400
WTG-3	228,3	120	6,12	422
WTG-4	251,2	120	6,28	447
WTG-5	267,6	120	6,29	449
WTG-6	259,0	120	6,36	461
WTG-7	257,7	120	6,28	450
WTG-8	236,4	120	6,21	435
WTG-9	269,6	120	6,41	461
WTG-10	284,1	120	6,47	469
WTG-11	284,1	120	6,83	499
WTG-12	481,0	120	6,70	443
WTG-13	512,0	120	6,89	455
WTG-14	545,0	120	6,96	464
Media			6,41	446

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 6,41 m/s.

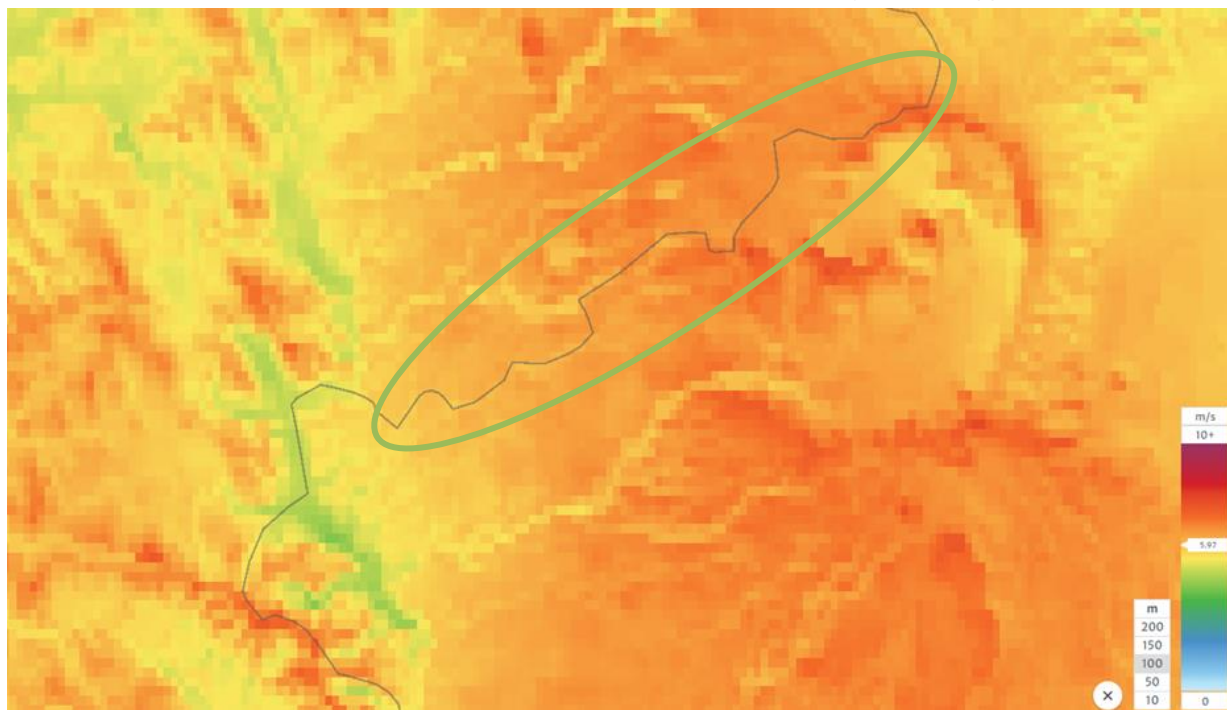


Figure 4 – Mappa della velocità media del vento a 100 m s.l.m.

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 446 W/m².

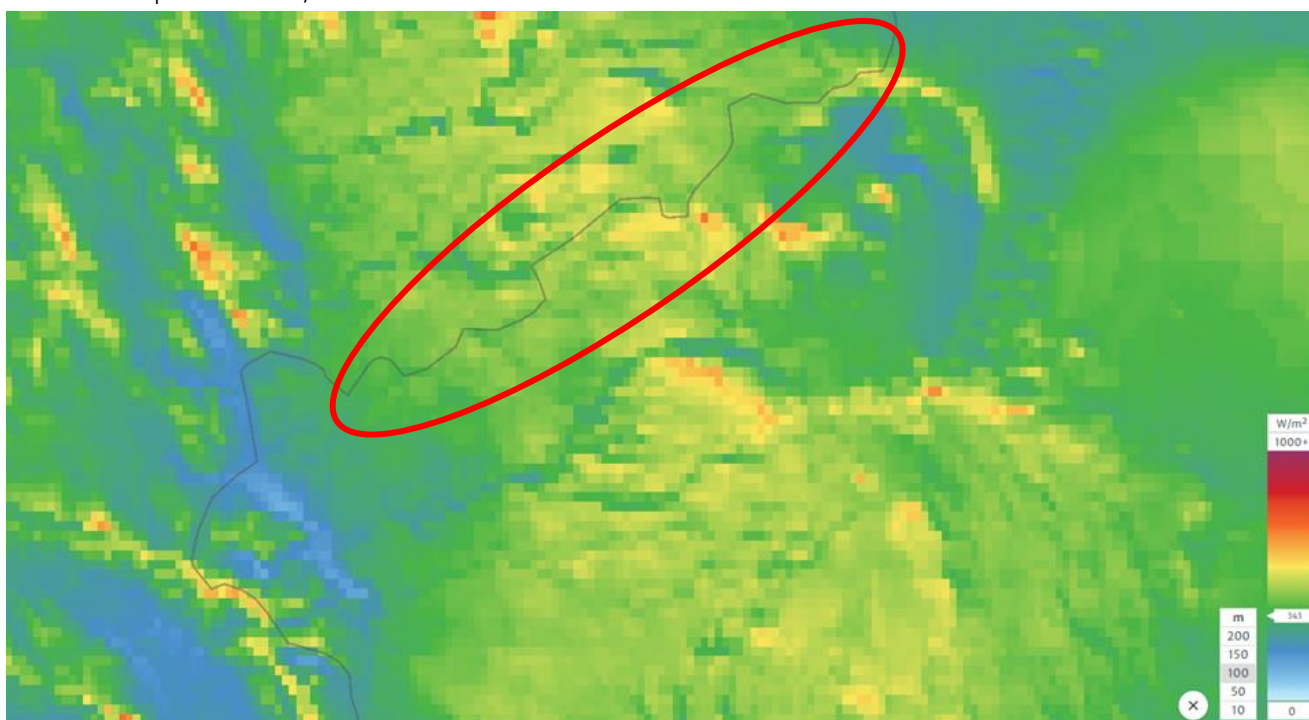


Figure 5 – Mappa della densità media del vento a 100 m s.l.m.

È stata svolta anche un'analisi della producibilità del sito scelto prendendo in considerazione i dati riportati dall'Atlante dell'Eolico Interattivo d'Italia elaborato dal RSE (Ricerca Sistema Energetico) elaborato nel 2002 da CESI in collaborazione con l'Università di Genova; in figura 6 si riporta l'estratto della producibilità specifica considerando la risorsa eolica a 100 m di altezza sul livello del suolo.

A conferma di questi dati si considerano i valori di producibilità dell'aerogeneratore: la macchina scelta è accreditata per una producibilità lorda di circa 2800 ore equivalenti annue.

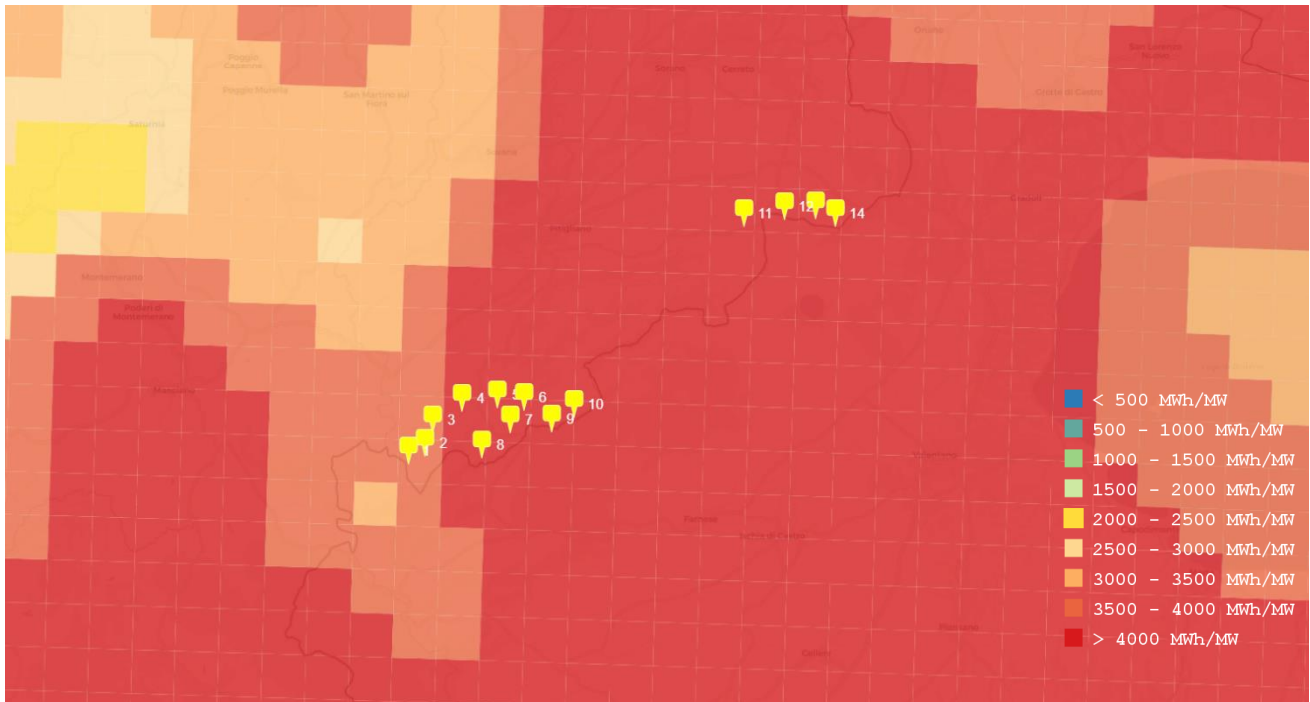


Figura 6 – Mappa della producibilità specifica

La produzione specifica di un sito eolico può variare notevolmente a seconda di vari fattori, tra cui:

- Velocità media del vento: Siti con venti più forti e costanti tendono a produrre più energia.
- Efficienza delle turbine: Turbine più moderne e avanzate sono in grado di convertire una maggiore percentuale di energia eolica in energia elettrica.
- Disponibilità operativa: La quantità di tempo in cui le turbine sono effettivamente in funzione e producono energia.

Osservando i grafici delle caratteristiche dei venti nelle rispettive posizioni degli aerogeneratori, notiamo che in tutta la zona interessata si ha una frequenza maggiore proveniente da Nord-Est (come in figura 7)

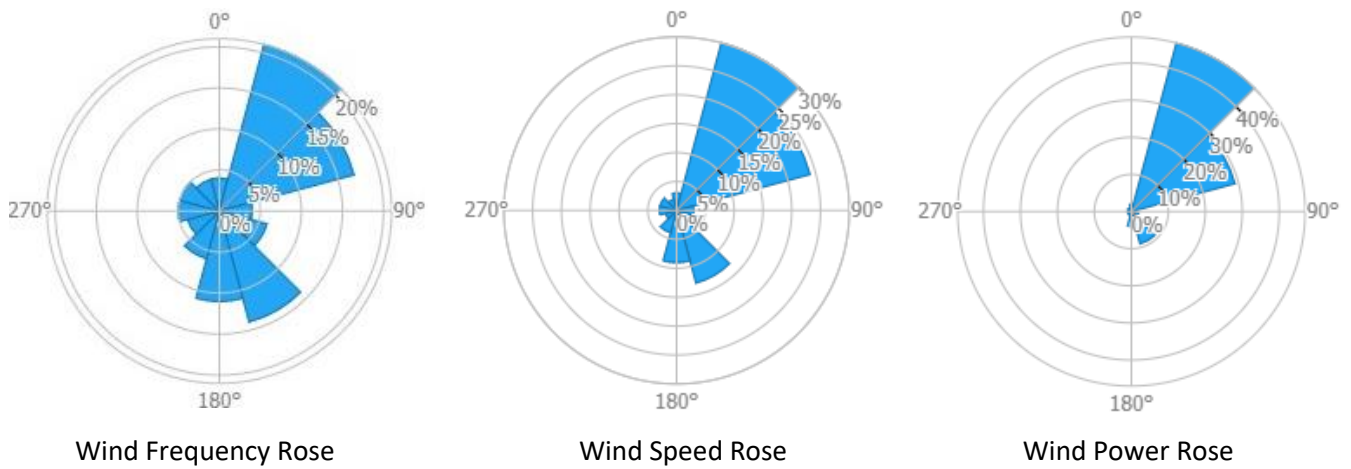


Figure 7 –Valori caratteristici del vento

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%
Perdite totali	-8,41%

Figure 8 – Fattori di perdite

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-1 e WTG-2, a circa 610 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.

4. CONCLUSIONI

Il sito nel territorio comunale di Pitigliano, individuato dal GRUPPO VISCONTI PITIGLIANO S.r.l., è caratterizzato da una buona ventosità, così come determinato dai dati riportati dal "Global Wind Atlas – Energy Data.Info", a 100 m di altezza s.l.t. risultata pari a 6,4 m/s, con una densità di potenza media di 446 W/m².

In relazione alle caratteristiche costruttive, al numero ed alla tipologia di aerogeneratori da installare, la produzione lorda è di circa 203.840 MWh/anno, ma in seguito alle analisi fornite dal "Global Wind Atlas" e dall'Atlante Eolico RSE, si stima un numero di ore medio di funzionamento dell'impianto a potenza nominale di poco più 2530 ore, portando così ad una produzione netta pari a circa 183.456 MWh/a.

Una valutazione più dettagliata verrà effettuata successivamente, mediante sopralluoghi sul sito eolico e con l'utilizzo di opportuni strumenti e sensori anemometrici.