

REGIONE PUGLIA
Provincia di Foggia
COMUNE DI APRICENA



OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO
 NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE - SERRILLO

COMMITTENTE

WIND ENERGY APRICENA S.r.l.

Via Caravaggio, 125 - 65125 Pescara (PE)
 P.IVA: 02315340683

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 20_26_EO_APR



PHEEDRA

PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
 74121 - Taranto
 Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285
 e-mail: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it

Dott. Ing. Angelo Micolucci



1	Maggio 2021	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

STIMA DELLA PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	APR	CIV	REL	028	01	APR-CIV-REL-028_01	-

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

Sommario

1.	PREMESSA.....	2
2.	Caratteristiche Territoriali ed Infrastrutturali del Sito.....	3
1.1.	Inquadramento.....	3
1.2.	Caratteristiche territoriali.....	4
1.3.	Sensibilità ambientale e paesaggistica.....	5
1.4.	Qualità ambientale.....	6
1.5.	Qualità paesaggistica.....	6
3.	Regime anemologico.....	6
3.1.	Direzione prevalente del vento.....	8
3.2.	Densità dell'aria.....	9
3.3.	Curva di potenza aerogeneratore.....	9
3.4.	Modella rugosità.....	9
3.5.	Modellazione effetto scia.....	9
3.6.	Layout turbine.....	10
3.7.	Correzione delle perdite.....	10
3.8.	Riepilogo delle perdite.....	13
4.	Produttività e calcolo delle ore equivalenti.....	14
5.	Conclusioni.....	16

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

1. PREMESSA

La società "**Wind Energy Apricena Srl**" è promotrice di un progetto per l'installazione di un Impianto Eolico nel territorio della Provincia di Foggia (FG) su di un'area che interessa i comuni di Foggia e San Severo che si è rivelata interessante per lo sviluppo di un impianto eolico.

Allo scopo di identificare una soglia di ammissibilità dell'intervento proposto, consistente nella installazione di aerogeneratori eolici tripala su piloni e nella realizzazione delle opere accessorie per l'allacciamento alla rete elettrica esistente, si sviluppa una procedura di "impatto ambientale" finalizzata alla valorizzazione analitica delle caratteristiche dell'intervento e dei fattori ambientali coinvolti.

Lo studio è finalizzato ad appurare quali sono le caratteristiche costruttive, di installazione e di funzionamento degli aerogeneratori eolici, gli impatti che questi e la relativa gestione ed esercizio possono provocare sull'ambiente, le misure di salvaguardia da adottare in relazione alla vigente normativa in materia.

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 9 aerogeneratori del tipo 5.5-158 della GE Renewable Energy che fa parte di una classe di macchine **che possono essere tarate con potenze variabili, in funzione delle esigenze progettuali.**

Gli aerogeneratori saranno installati nel territorio del comune di Apricena con opere di connessione ricadenti nel medesimo comune di ubicazione degli aerogeneratori in progetto, commissionato dalla società Wind Energy Apricena Srl.

Gli aerogeneratori sono elettricamente suddivisi in gruppi funzionali denominati sottocampi. All'interno di ciascun sottocampo gli aerogeneratori sono connessi tra loro mediante una connessione in entra-esce.

L'energia viene trasportata, tramite dei cavi MT, dai sottocampi fino alla Cabina di Raccolta e da questa fino alla Sottostazione elettrica lato utente ubicata nel Comune di San Severo, nelle immediate vicinanze della Stazione Elettrica Terna SPA di San Severo.

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'impianto eolico per una potenza in immissione di 66 MW avverrà mediante collegamento AT all'ampliamento della SE 380/150 kV di San Severo, previo potenziamento/rifacimento della linea 150 kV "CP S. Severo – Rignano – Foggia" così come da STMG codice pratica 202000502.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	STIMA DELLA PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO	Pagina 2 di 16
---	--	----------------

2. CARATTERISTICHE TERRITORIALI ED INFRASTRUTTURALI DEL SITO

La presente relazione descrive il lo studio anemometrico necessaria al progetto per la realizzazione di un "Parco Eolico" per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile di tipo eolica, e la conseguente immissione dell'energia prodotta, attraverso la dedicata rete di connessione, sino alla Rete di Trasmissione Nazionale.

1.1. INQUADRAMENTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico composto da 9 aerogeneratori ognuno da 3,30 MW da installare nei comuni di Troia; Castelluccio dei Sauri, Deliceto e Foggia in località "Colle di Posta Nuova" in Provincia di Foggia con opere di connessione ricadenti che nei medesimi comuni.

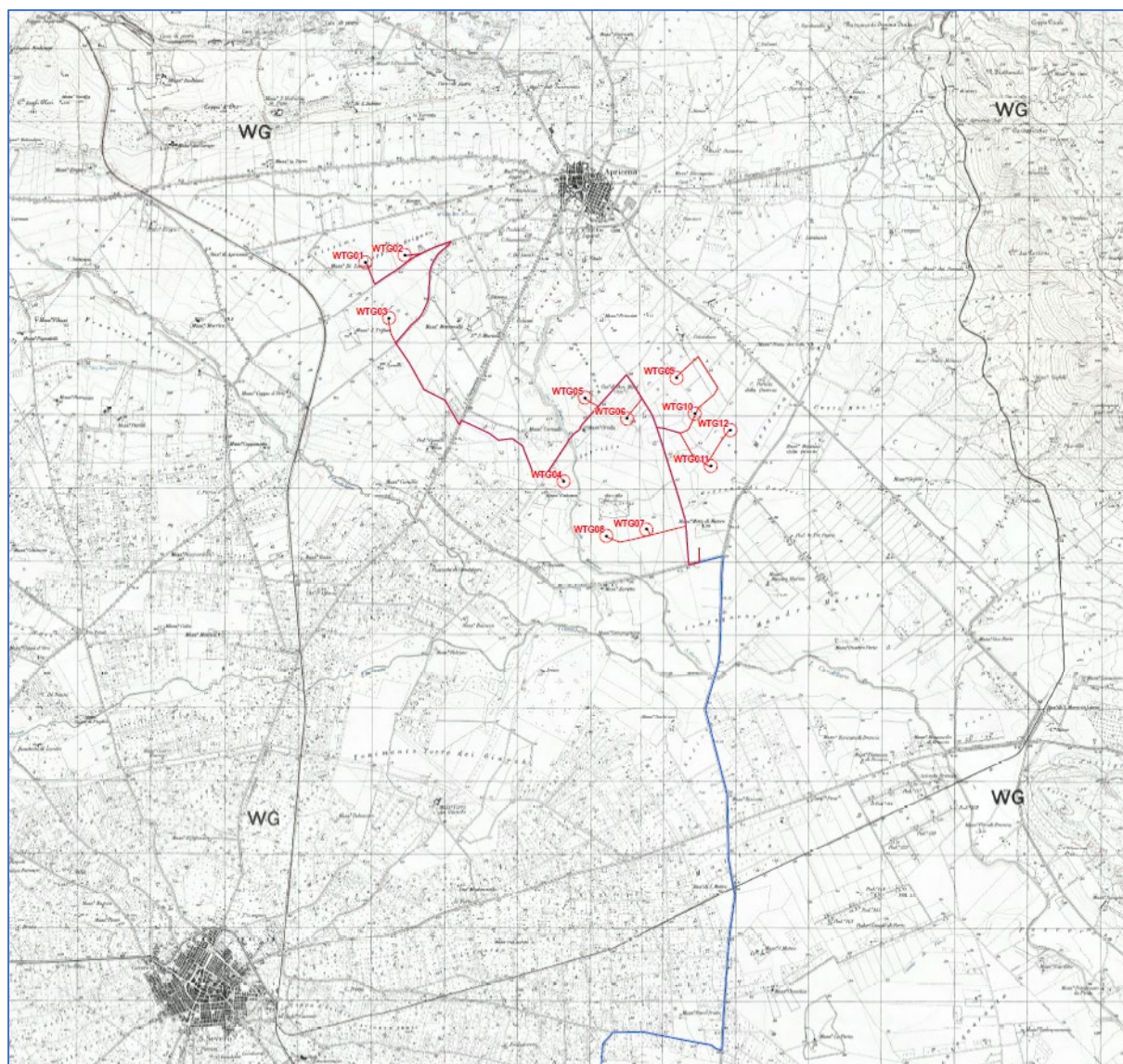


Figura 1a - Inquadramento su IGM

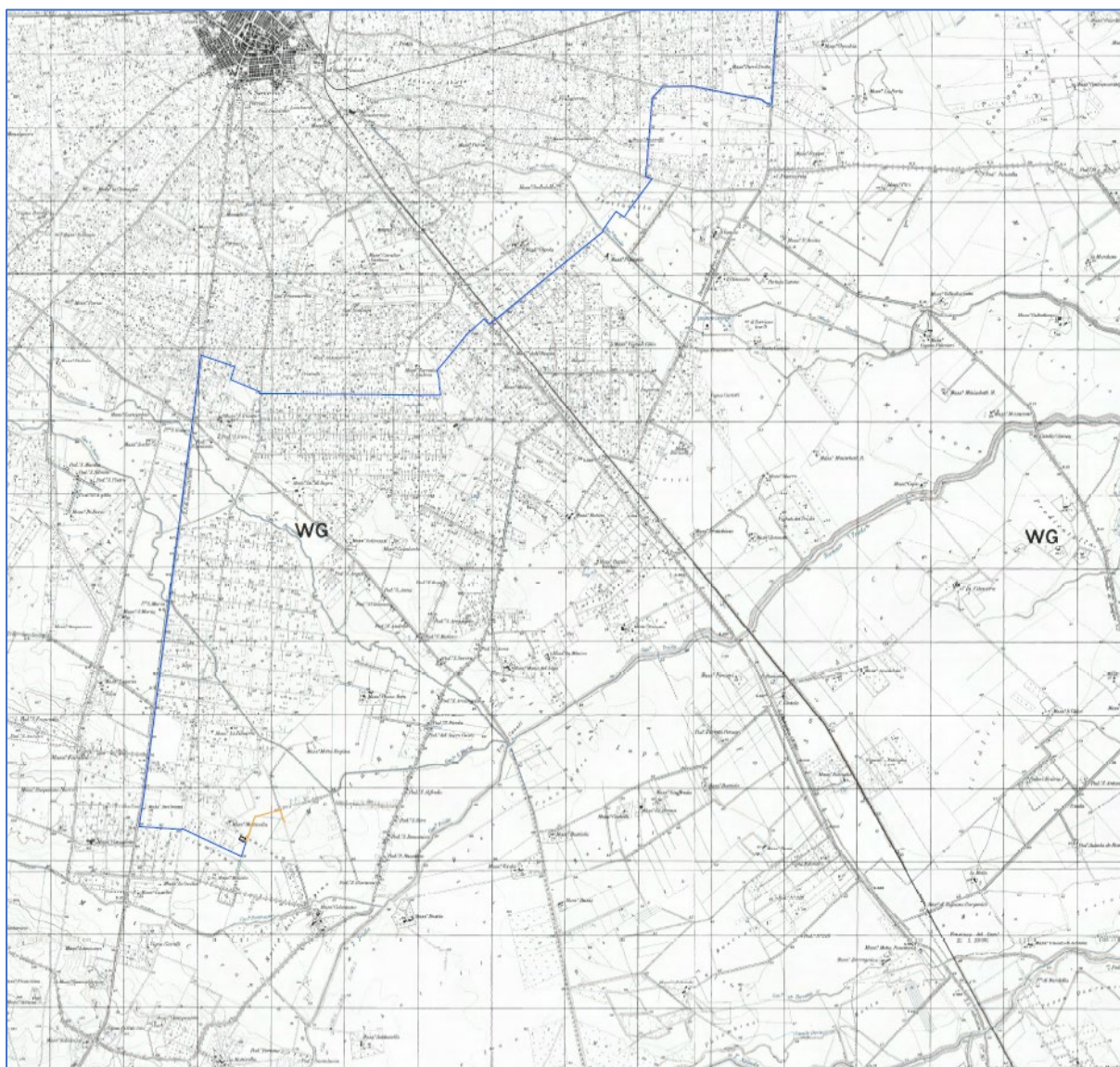


Figura 1b - Inquadramento su IGM

2.2. CARATTERISTICHE TERRITORIALI

Il progetto prevede l'installazione di **12** aerogeneratori ognuno di potenza nominale pari a 5,50 MW.

Il modello dell'aerogeneratore previsto è GE 158-5.5 avente altezza al mozzo 120,9 m e diametro del rotore 158 m.

Gli aerogeneratori, denominati con le sigle WTG01, WTG02, WTG03, WTG04, WTG05, WTG06, WTG07, WTG08, WTG09, WTG10, WTG11, WTG12 ricadono sul territorio del Comune di Apricena in località "Trifona - Serrillo".

Le aree d'impianto sono servite dalla viabilità esistente costituita da strade statali, provinciali, comunali e da strade interpoderali e sterrate.

Il parco eolico è circoscritto dalle seguenti strade provinciali, regionali e statali:

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

- A 14 - E55
- SS 89
- SP 36
- SP 27
- SP 28
- SP 34
- SC Via Madonna degli Angeli

L'accesso alle torri è garantito in particolare dalla Strada Comunale denominata Via Anna Frank, dalle strade provinciali SS 89, SP 27, SP28 ed SP 34 e tramite viabilità di servizio esistenti ed eventualmente da adeguare o realizzare. La viabilità da realizzare non prevede opere di impermeabilizzazione. Sono in oltre previste piazzole in prossimità degli aerogeneratori.

Per la costruzione degli aerogeneratori è prevista la realizzazione di piazzole temporanee per lo stoccaggio e il montaggio. Tali aree saranno dismesse e ripristinate nella condizione ante operam.

La connessione elettrica tra gli aerogeneratori sarà garantita dalla realizzazione di un cavidotto interrato in MT, fino alla Sottostazione Elettrica. Il cavidotto sarà realizzato principalmente su strada e solo in via secondaria tramite l'attraversamento dei terreni.

A partire dall'impianto eolico in progetto è prevista la realizzazione di un cavidotto interrato in MT, della lunghezza di circa 44 km che si svilupperà attraversando alcuni terreni e strade comunali e provinciali.

Durante gli studi preliminari, mediante l'interpretazione dei dati rilevati da stazioni metereologiche e dell'aeronautica presenti nella regione è stata verificata la presenza di una risorsa eolica.

In particolare nell'area di intervento o nelle sue immediate vicinanze saranno installate stazioni anemometriche le cui finalità sono conformi a quanto definito, riguardo ai criteri di realizzazione degli impianti, e le cui specifiche tecniche vengono riportate di seguito.

2.3. SENSIBILITÀ AMBIENTALE E PAESAGGISTICA

La sensibilità dell'ambiente e del paesaggio non è dei parametri propriamente di progetto. Tuttavia tali aspetti stanno assumendo un'importanza fondamentale nell'accettabilità pubblica di questa tipologia d'impianto.

La sensibilità ambientale è normalmente rapportata alla tipologia di colture presenti nel territorio, alla naturalità dei luoghi, agli aspetti socio-culturali legati al territorio e al rumore prodotto dalle macchine; la sensibilità paesaggistica è invece rapportata alla "scala" (o alla conformazione morfologica del territorio) ed all'"atmosfera" (o alla qualità dello scenario) del contesto paesaggistico. Nella valutazione di impatto ambientale assume particolare importanza la visibilità dell'impianto dai luoghi di grande fruizione pubblica e la preminenza paesaggistica dell'impianto rispetto agli insediamenti circostanti.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	STIMA DELLA PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO	Pagina 5 di 16
---	--	----------------

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

2.4. QUALITÀ AMBIENTALE

Il territorio interessato dal sito e quello circostante è di tipo corrente, non di particolare pregio culturale nè di significato antropologico. L'ambiente mostra un contesto prettamente agricolo e non presenta elementi di pregio, ad eccezione di qualche appezzamento di modesta entità di coltivazione pregiata.

2.5. QUALITÀ PAESAGGISTICA

Il paesaggio circostante il sito e il sito stesso sono caratterizzati da buona leggibilità e percezione di linearità. Tale circostanza suggerisce un approccio insediativo di inserimento, cioè di conferma e rafforzamento delle linee proprie con le nuove strutture del paesaggio.

3. REGIME ANEMOLOGICO

Nel merito della valutazione dell'indice di ventosità e delle conseguenti determinazioni sulla producibilità specifica ci si è avvalsi della Ricerca di Sistema svolta dal C.E.S.I. - Università degli Studi di Genova (Dipartimento di Fisica) nell'ambito del Progetto ENERIN. L'obiettivo della valutazione è stato quello di verificare i seguenti aspetti:

- valutare e confrontare le stime presunte con il limite minimo previsto dal Regolamento Regionale per quanto attiene alla ventosità delle aree dichiarate eleggibili (1.600 h/eq anno);
- valutare la producibilità stimata in termini di effettivo interesse da parte delle aziende di settore.

La velocità del vento cresce, con l'aumentare della quota secondo la legge logaritmica.

In base ai rilevamenti effettuati nella zona interessata, desunti i valori di rugosità del terreno e valutata la classe di stabilità atmosferica di Pasquill-Gifford di appartenenza, si è stimato il valore medio annuo della velocità del vento alla quota di 120,9 m, cioè in corrispondenza del mozzo degli aerogeneratori.

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

3.1 CALCOLO DELLE ORE DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

Sulla scorta di banche dati esistenti, utilizzando, per rappresentare i dati di vento la funzione di distribuzione di Weibull in modo da descrivere in forma compatta la distribuzione di frequenza della velocità. La funzione a due parametri di Weibull è matematicamente espressa da:

$$f(u) = \frac{k}{A} \left(\frac{u}{A}\right)^{k-1} \exp\left[-\left(\frac{u}{A}\right)^k\right]$$

dove $f(u)$ è la frequenza di occorrenza della velocità u . A è il parametro di scala e k il parametro di forma, si ottiene sulla scorta dei dati a disposizione i seguenti andamenti nel dominio delle frequenze, della velocità del vento e della direzione di provenienza.

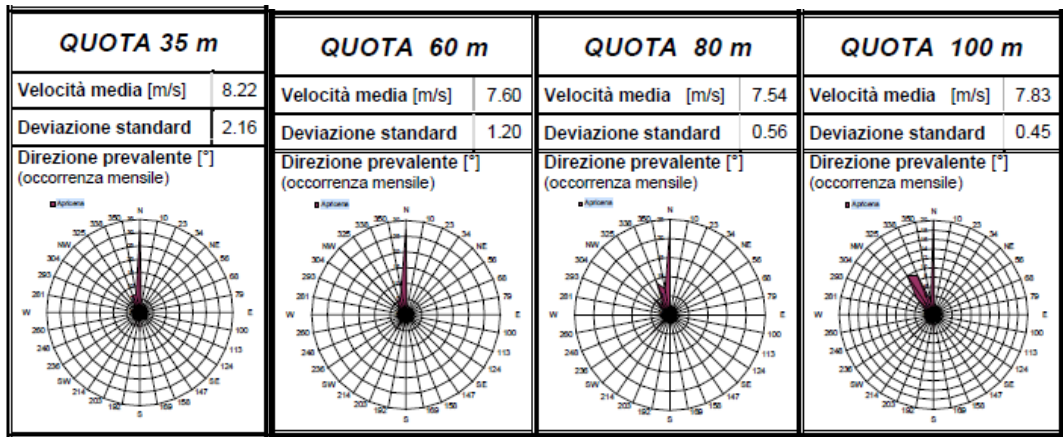
Le elaborazioni, le stime e le valutazioni in seguito descritte sono state effettuate con il metodo WasP (Wind Atlas Analysis and Application Program) per il calcolo della produzione. Il programma utilizza i dati anemologici per calcolare il vento geostrofico (vento indisturbato) per una superficie di diversi km di raggio. Sovrapponendo tale modello del territorio, il programma valuta l'andamento della velocità media annua – e più in generale i parametri statistici della distribuzione della velocità media annua – in punti arbitrari di tale superficie, tenendo conto della sua natura orografica, della rugosità del terreno e dell'eventuale presenza di ostacoli al flusso del vento. Il campo di velocità fornito dal modello è tridimensionale e ciò consente di disporre in modo naturale anche del profilo della velocità media del vento a varie altezze dal suolo.

Pertanto il modello richiede i parametri del territorio quali, l'orografia, la rugosità ostacoli fisici al flusso e i parametri dinamici quali il campo di vento. I primi sono forniti sotto forma di modello territoriale i secondi sotto forma di distribuzione di Weibull.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	STIMA DELLA PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO	Pagina 7 di 16
---	--	----------------

3.1. DIREZIONE PREVALENTE DEL VENTO

La variabilità della direzione del vento è fortemente influenzata dalla micrometeorologia del sito. Siti posti a bassa quota e nei pressi di fasce costiere risentono delle brezze di mare e di brezze di terra locali, che generano una rosa dei venti molto meno articolata rispetto a siti posti a quote intermedie, dove le brezze di pendio e di valle inducono una variazione nella direzione del vento rilevante.



Apricena (FG)– Atlante eolico della Puglia

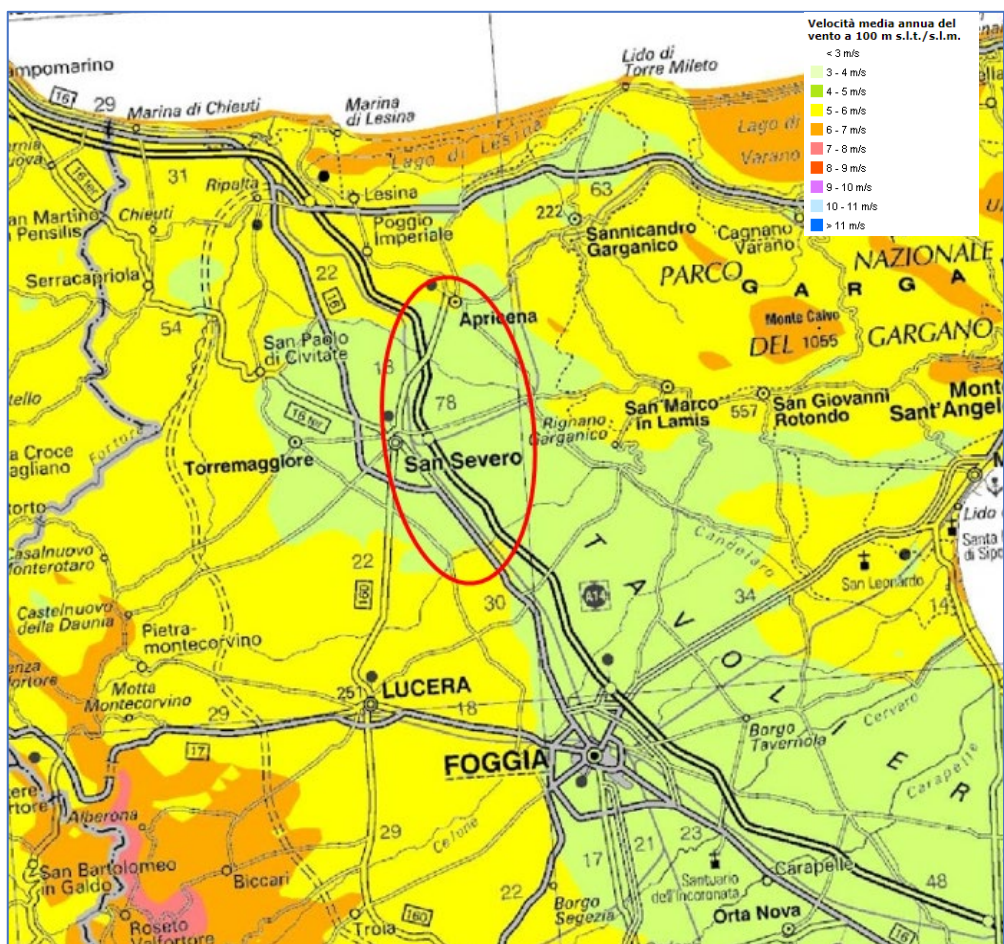


Figura 2 - Velocità media annua del vento a 25 m s.l.m.m - fonte Atlante Eolico

3.2. DENSITÀ DELL'ARIA

La densità media dell'aria è stata stimata dalla quota media di installazione degli aerogeneratori e dalla temperatura media annua della area di intervento. Data una quota di 50 m sul livello del mare ed una temperatura di 15°C la densità è 1.221kg/m³.

3.3. CURVA DI POTENZA AEROGENERATORE

La turbina individuata per la costruzione dell'estensione del parco eolico è la GE 158-5.5 della GE RENEWABLE ENERGY o similari, con potenza nominale di 5,50 MW ed altezza mozzo 120,9 m, diametro del rotore 158 m.

3.4. MODELLO RUGOSITÀ

L'area individuata per l'installazione degli aerogeneratori è costituita da terreni destinati a coltivazioni di cereali. Le case sono sparse e di altezza inferiore ai 10 m. Per la classificazione del territorio si è fatto riferimento alla tabella seguente:

Terreno	Classe di Rugosità	Z ₀ [m]
- superfici d'acqua, superficie sabbiosa, nevosa, terreno nudo liscio, zone aeroportuali e stradali erba falciata	0	Da 10 ⁻⁴ a 10 ⁻²
- Zone di campagna con poche case sparse, alberi, case di campagna che consentono la vista dell'orizzonte	1	Da 3 · 10 ⁻² a 5 · 10 ⁻²
- Case che coprono la vista dell'orizzonte	2	Da 7 · 10 ⁻² a 10 ⁻¹
- Molti alberi e/o arbusti, fasce con effetto barriera, sobborghi	3	Da 3 · 10 ⁻¹ a 7 · 10 ⁻¹

3.5. MODELLAZIONE EFFETTO SCIA

La quantificazione dell'effetto scia, riduzione della velocità in corrispondenza del mozzo della turbina posteriore ad un'altra rispetto alla direzione di provenienza del vento, è stato fatto utilizzando il modello Jensen. La costante di decadimento della velocità è stata selezionata al valore standard di 0.075m. Tale modello permette di calcolare l'efficienza del parco tenendo conto della sovrapposizione della singola scia.

3.6. LAYOUT TURBINE

Coordinate aerogeneratori (UTM33 - WGS - 84)

Aerogeneratore	UTM 33N - E	UTM 33N - N	H (m.s.l.m.)	Altezza Massima della Torre	Quota massima da l.m.
WTG 01	533846	4624899	65	199,9	264,9
WTG 02	534383	4625001	58	199,9	257,9
WTG 03	534172	4624140	62	199,9	261,9
WTG 04	536564	4621912	40	199,9	239,9
WTG 05	536854	4623057	46	199,9	245,9
WTG 06	537433	4622769	44	199,9	243,9
WTG 07	537698	4621253	39	199,9	238,9
WTG08	537151	4621167	38	199,9	237,9
WTG09	538108	4623326	46	199,9	245,9
WTG10	538358	4622839	43	199,9	242,9
WTG11	538579	4622124	40	199,9	239,9
WTG12	538847	4622614	42	199,9	241,9

3.7. CORREZIONE DELLE PERDITE

La produzione lorda di energia del parco eolico non include le perdite che si verificano per la disponibilità della macchina, le perdite per il controllo (isteresi della velocità), le perdite elettriche nelle linee di distribuzione interne al parco fino al punto di misura. Si è tenuto conto di tali perdite considerando un fattore correttivo definito come:

$$E_{net} = J * E_{gross}$$

$$J = \prod_i Lf_i$$

$$Lf_i = \left(1 - \frac{\langle E_i \rangle}{E_{gross}} \right)$$

Turbine

Sulla base dei dati raccolti in letteratura e dalle indicazioni fornite dal costruttore le perdite dovute alla disponibilità delle turbine possono essere stimate in **2.0%**.

Sottostazione e linee interne

Sulla base dei dati raccolti in letteratura e dalle indicazioni fornite dai costruttori di sottostazioni di trasformazione e linee elettriche le perdite per indisponibilità di tali apparati è **0.5%**.

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

Rete di distribuzione

Si assume un valore del **1.0%**

Perdite elettriche

Considerando il progetto delle linee elettriche e la distribuzione della velocità del vento le perdite dal punto di connessione in bassa tensione ed il punto di misura possono essere stimate in 0.5%, sulla base delle indicazioni derivanti dall'esperienza di gestione di altre centrali analoghe. Le perdite sulle linee, cavidotti interni, dalle turbine al punto di misura sono stimate essere il **2.0%**.

Sporcamento delle pale e ghiaccio

Sulla base delle indicazioni del sito, assenza di insediamenti industriali, e sulla possibilità di formazione di ghiaccio sulle pale si assume che tale perdita sia del **0.3%**.

Perdite dovute al controllo della turbina

L'algoritmo di controllo di fermo macchina per alta velocità di vento introduce una perdita di energia che non è considerata nella curva di potenza fornita dal costruttore.

L'ammontare di questa perdita è funzione sia dei parametri di controllo che della distribuzione della velocità del vento.

La valutazione di tale perdita può essere fatta considerando che:

$$\langle E \rangle = \int_0^{\infty} P(V) \cdot g \cdot p(V) dV$$

Dove:

$P(V)$ è la curva di potenza della turbina

$p(V)$ è la funzione di probabilità della velocità in sito

g è pari alle seguenti possibilità:

$$g = 0 \quad \text{per } V \leq V1$$

$$g = \frac{0.5 \cdot (V - V1)}{(V2 - V1)} \quad \text{per } V1 < V \leq V2$$

$$g = 0 \quad \text{per } V > V2$$

Con $V1$ è la velocità di restart dopo il fermo macchina per alta velocità (20m/s) e $V2$ è la velocità di fermo macchina. (25m/s)

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	STIMA DELLA PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO	Pagina 11 di 16
---	--	-----------------

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

In tal evento, mediante l'equazione 1, la perdita calcolata è minore dell'0.5%. In ogni caso si assume un valore pari a **0.6%**.

Topografia

L'evidenza sperimentale suggerisce che il modello sottostima le variazioni di velocità all'interno del sito. Per stimare l'ammontare di tale perdita si è considerato un rendimento dovuto alla topografia

$$\Delta E = E \cdot |J_{topog}|$$

dove J_{topog} include le perdite per variazione di velocità all'interno del sito e pari a **0,98**.

Fermo preventivo

Per alcune turbine i costruttori prevedono il fermo preventivo quando il flusso proviene da alcuni settori al fine di proteggere le macchine. Nel caso del parco eolico di Ascoli Satriano non sono state introdotte restrizioni, pertanto il fattore riduttivo è **0.0%**

Wind Shear

La velocità del vento varia lungo l'asse del rotore determinando una perdita che può essere valutata con la seguente espressione:

$$\Delta E = E_{grass} (-0.0352_{-}^2 + 0.1484_{-} - 0.156) \quad per_{-} \leq 2$$

$$\Delta E = 0 \quad per_{-} > 2$$

$$Con_{-} = \frac{h_{hub} - D}{R}$$

Dove h_{hub} è l'altezza del mozzo delle turbine, D è l'altezza massima Z_0 corrispondente agli elementi di rugosità, R è il raggio del rotore.

In questo caso la perdita sarà pari a **0.0%**.

Crescita degli alberi

L'effetto della crescita degli alberi è modellizzata da un effettivo aumento dell'altezza di ostacoli.

L'ammontare della perdita può essere stimata dalla seguente espressione:

$$\Delta E = E_{grass} (4.04 - 0.29 V_{ref}) \frac{V < h}{(h_{hub} - 0.65h) \cdot \ln(\frac{h_{hub}}{h - 0.65})}$$

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	STIMA DELLA PRODUCIBILITA' DELL'IMPIANTO	Pagina 12 di 16
---	--	-----------------

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

Dove:

Δh = è l'aumento di altezza degli alberi in un anno,

h = è l'altezza iniziale degli alberi

α = è un fattore che converte la crescita annuale in una media annuale su 10 anni e può essere calcolata come:

$$V = \frac{(10-0.5m)m}{10} \quad \text{con } m = \min\left(10, \frac{h_{max}-h}{<h}\right)$$

Fermo macchina per alta velocità

La probabilità di fermo per alta velocità del vento è già determinata dalla probabilità cumulata della curva di Weibull ed estrapolata all'altezza del mozzo.

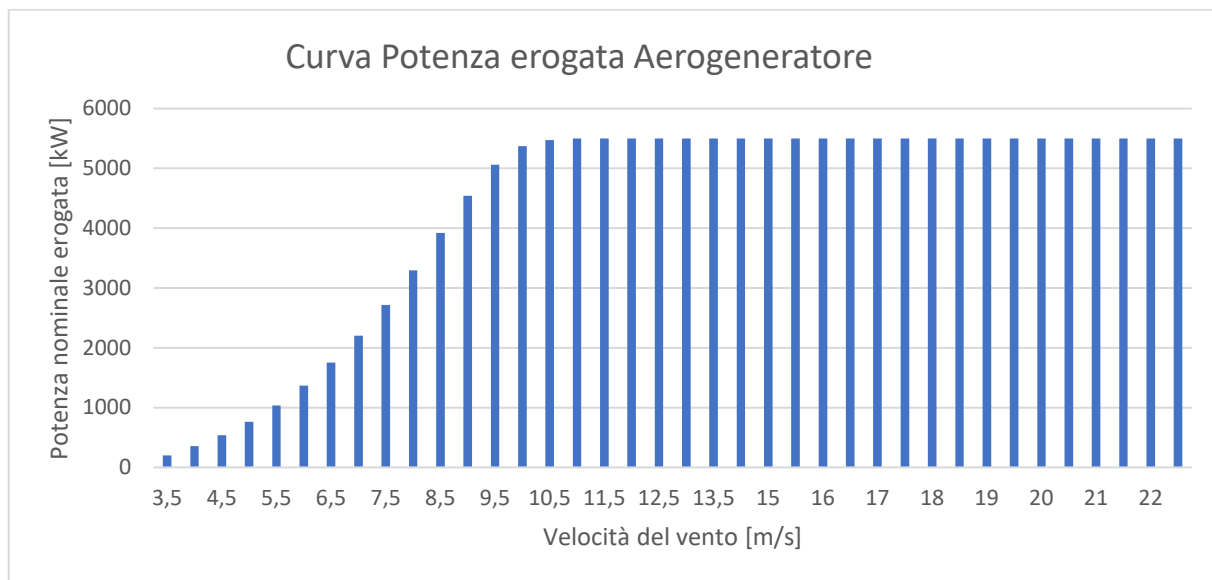
3.8. RIEPILOGO DELLE PERDITE

Tipologie perdite	Origine	Perdita (%) DE/E	Fattore correttivo delle perdite (Lfi)
Disponibilità (turbine)	Stima	2	0.98
Disponibilità (sottostazione e linee interne)	Stima	0.5	0.995
Disponibilità (Rete di distribuzione)	Stima	1	0.99
Elettriche (in bassa tensione)	Stima	0.5	0.995
Elettriche (nelle linee interne)	Stima	2	0.98
Turbolenza (influenza sulla curva di potenza)	Stima	0.5	0.995
Sporcamento pale (ghiaccio + degrado)	Stima	0.3	0.997
Controllo (isteresi per alta velocità)	Stima	0.6	0.994
Fermo per alta velocità	Calcolato	0	1
Fermo preventivo	Stima	0	1
Topografia	Stima	0	0.98
Wind Shear	Stima	2	1
Crescita degli alberi	Stima	0	1
Prodotto			0.9096

4. PRODUTTIVITÀ E CALCOLO DELLE ORE EQUIVALENTI

La seguente sezione mostra il sommario dei risultati basati, sulle specifiche statistiche di Weibull, sui dati meteorologici, sui dati anemometrici. I calcoli sono stati eseguiti con i metodi in precedenza descritti tenendo in conto anche delle perdite.

N° Generatori Previsti	12
Potenza Nominale	5.50 MW
Altezza Torre	120,9 m
Diametro Rotore	158 m



I valori della potenza in uscita e del coefficiente di spinta garantiti dal costruttore in funzione della velocità media del vento all'altezza del mozzo e per una densità dell'aria pari a 1,225 Kg/m³ sono i seguenti:

Velocità del vento [m\s]	Potenza [KW]	Coef. Spinta [Ct]	Velocità del vento [m\s]	Potenza [KW]	Coef. Spinta [Ct]
3,5	202	1,339	13	5500	0,365
4	357	1,326	13,5	5500	0,327
4,5	540	1,343	14	5500	0,292
5	765	1,334	15	5500	0,236
5,5	1038	1,327	15,5	5500	0,214
6	1366	1,317	16	5500	0,194
6,5	1752	1,306	16,5	5500	0,179
7	2203	1,293	17	5500	0,163
7,5	2718	1,280	17,5	5500	0,150
8	3295	1,266	18	5500	0,139
8,5	3922	1,236	18,5	5500	0,129
9	4542	1,159	19	5500	0,120
9,5	5060	1,041	19,5	5500	0,110
10	5371	0,901	20	5500	0,104
10,5	5474	0,759	20,5	5500	0,097
11	5498	0,641	21	5500	0,091
11,5	5500	0,547	21,5	5500	0,086
12	5500	0,473	22	5500	0,081
12,5	5500	0,414	22,5	5500	0,077

Poiché la potenza estraibile da un flusso eolico è direttamente proporzionale alla densità dell'aria, nel caso in cui essa, nelle aree relative al sito in questione, si scosti dal suddetto valore standard è necessario correggere le curve di potenza e del coefficiente di spinta in riferimento alla densità realmente rilevata.

Il Valore della distribuzione della densità di Weibull così calcolato [F(u) = 90,96 %], si traduce in un funzionamento annuo dell'impianto pari a: 2950 ore equivalenti

In relazione alle caratteristiche degli aerogeneratori e dei dati anemometrici si prevede una produzione annua totale per il parco eolico, al netto delle perdite elettriche e dell'accuratezza delle stime anemologiche e anemometriche effettuate.

Committente: Wind Energy Apricena S.r.l. Via Caravaggio 125 65125 Pescara	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO NEL COMUNE DI APRICENA IN LOCALITA' TRIFONE-SERRILLO	Nome del file: APR-AMB-REL-028_01
---	---	---

In funzione della velocità media annua stimata e in base alla resa dell'aerogeneratore previsto in progetto, si è desunta la produttività energetica media degli aerogeneratori, pari a **16.225 MWh/anno** con una probabilità del 50% di essere superata.

$$\frac{\text{Energia prodotta/anno}}{\text{Potenza Nominale Aerogeneratore}} = \frac{16.225}{5,5} = \mathbf{2.950}$$

5. CONCLUSIONI

La presente relazione riporta i risultati dell'analisi e validazione dei dati di vento per il sito di interesse che si sviluppa sul Comune di Apricena, in Provincia di Foggia. Con i risultati ottenuti si è proceduto a valutare la produzione attesa annua sulla base del layout e del tipo di aerogeneratore ipotizzati.

Tale stima di produzione annua netta rappresenta la P_{50%}, ossia il valor medio della distribuzione statistica della produzione annua. Lo scarto quadratico medio di tale distribuzione è dato dal valore dell'incertezza totale calcolato al precedente paragrafo. Sulla base di semplici considerazioni di carattere statistico siamo in grado di valutare il valore di P_{75%}, vale a dire la produzione attesa che presenta una probabilità del 75% di essere superata nel corso dell'anno.

Viene di seguito riportata la tabella riepilogativa indicante per ogni singolo aerogeneratore la producibilità al netto delle perdite per effetto scia e la P_{75%} al netto delle perdite sistematiche e dei parametri di incertezza sopraelencati.

La producibilità media attesa a P_{75%} è 2.712 ore equivalenti mentre a P_{50%} è 2.950 ore equivalenti.