

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
CON IMPIANTO DI ACCUMULO NEL TERRITORIO COMUNALE DI
LECCE, TREPUIZZI E SURBO LOC. MADONNA DEGLI ANGELI (LE)
POTENZA NOMINALE 72,0 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

PROGETTAZIONE E SIA

ing. Fabio PACCAPELO

ing. Andrea ANGELINI

ing. Antonella Laura GIORDANO

ing. Francesca SACCAROLA

COLLABORATORI

ing. Giulia MONTRONE

geom. Rosa CONTINI

STUDI SPECIALISTICI

GEOLOGIA

geol. Matteo DI CARLO

ACUSTICA

ing. Antonio FALCONE

STUDIO FAUNISTICO

dott. nat. Fabio MASTROPASQUA

VINCA, STUDIO BOTANICO VEGETAZIONALE

E PEDO-AGRONOMICO

dr.ssa Lucia PESOLA

ARCHEOLOGIA

dr.ssa archeol. Domenica CARRASSO

INTERVENTI DI COMPENSAZIONE E VALORIZZAZIONE

arch. Gaetano FORNARELLI

arch. Andrea GIUFFRIDA

SIA.ES. STUDI SPECIALISTICI

**ES.1 Indagine anemologica del sito e
analisi della producibilità attesa**

REV. DATA DESCRIZIONE

REV.	DATA	DESCRIZIONE



INDICE

1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	2
1.1	FINALITÀ DELL'INTERVENTO	2
1.2	LOCALIZZAZIONE DEL SITO	2
1.3	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI	2
2	MODELLIZZAZIONE E STIMA DEL VENTO	10
3	ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI COMPARATIVI: ATLANTE EOLICO	11
4	VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE ATTESA	13



1 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

1.1 FINALITÀ DELL'INTERVENTO

Scopo del progetto è la realizzazione di un “Parco Eolico” per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (vento) e l'immissione dell'energia prodotta, attraverso un'opportuna connessione, nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

La società proponente l'intervento in oggetto è la Santa Chiara Energia S.r.l., con sede legale in Via Lanzone, 31 - 20123 Milano, P.I. e C.F. n. 12860120968.

La presente relazione è, quindi, relativa all'iniziativa di installazione ed esercizio di un impianto eolico e relative opere accessorie di connessione alla RTN in territorio extra urbano di Lecce, Trepuzzi e Surbo (LE). Il parco eolico, caratterizzato da potenza complessiva pari a 72,0 MW, consta di n. 10 aerogeneratori, di potenza unitaria fino a 7,2 MW, con altezza al tip della pala pari a 236 m, altezza al mozzo pari a 150 m e diametro rotorico pari a 172 m.

1.2 LOCALIZZAZIONE DEL SITO

Il progetto di parco eolico prevede la realizzazione di n. 10 aerogeneratori posizionati in un'area agricola nel territorio comunale di Lecce, Trepuzzi e Surbo (LE). Si riportano di seguito le coordinate nel sistema WGS84 UTM 33N E 34N:

WTG	COORDINATE UTM WGS84-33N		COORDINATE UTM WGS84-34N	
	Est	Nord	EST	NORD
LE01	760956.73	4483572.17	252228.61	4483123.74
LE02	761742.87	4483422.39	253002.69	4482920.91
LE03	762450.81	4482747.79	253663.10	4482199.84
TR01	761283.57	4482495.12	252481.51	4482027.07
LE04	762251.86	4480830.70	253334.44	4480300.89
LE05	705105.57	4470195.08	254599.97	4480967.69
LE06	763155.34	4480575.13	254223.30	4479984.40
LE07	762502.82	4479609.15	253501.86	4479065.23
LE08	763439.17	4478577.23	254365.91	4477972.24
SU01	764977.38	4479199.08	255942.59	4478488.19

Rispetto all'area di impianto gli abitati più vicini sono:

- Torchiarolo (BR) 2,5 km;
- Squinzano (LE) 3 km;
- Trepuzzi (LE) 2,5 km;
- Surbo 2 km
- Lecce 5,5 km
- Novoli 5,5 km
- Campi Salentina 6,5 km.

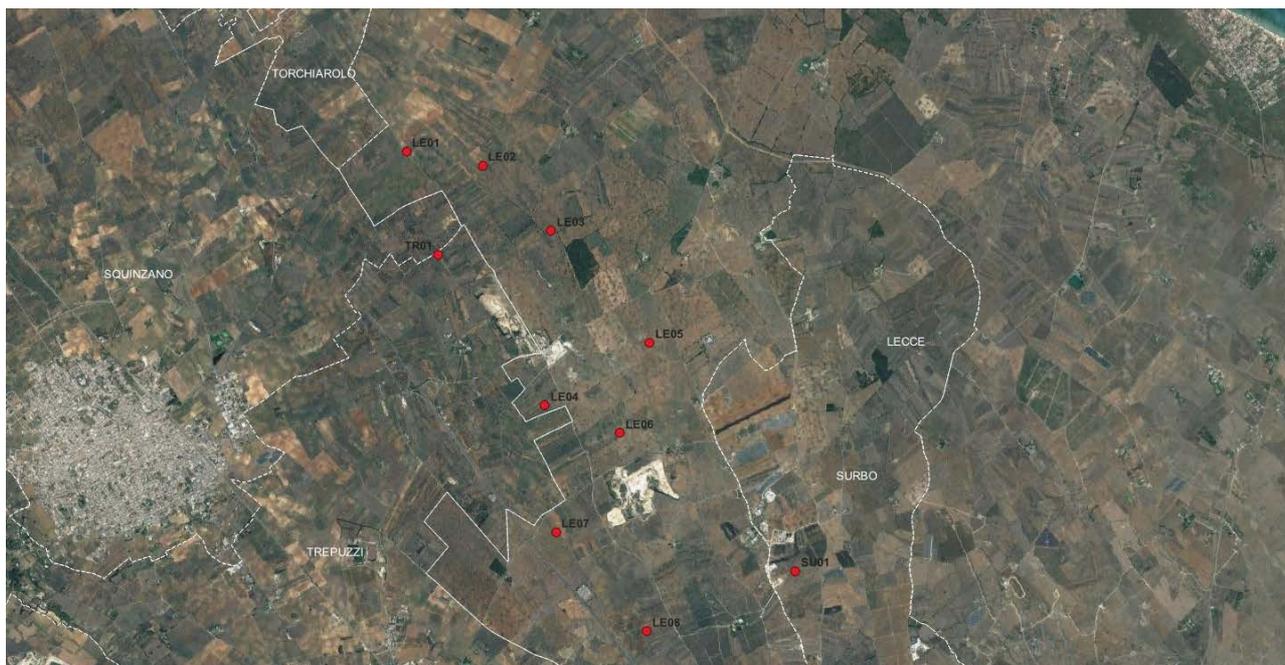
La distanza dalla costa adriatica è di circa 5 km in direzione est.





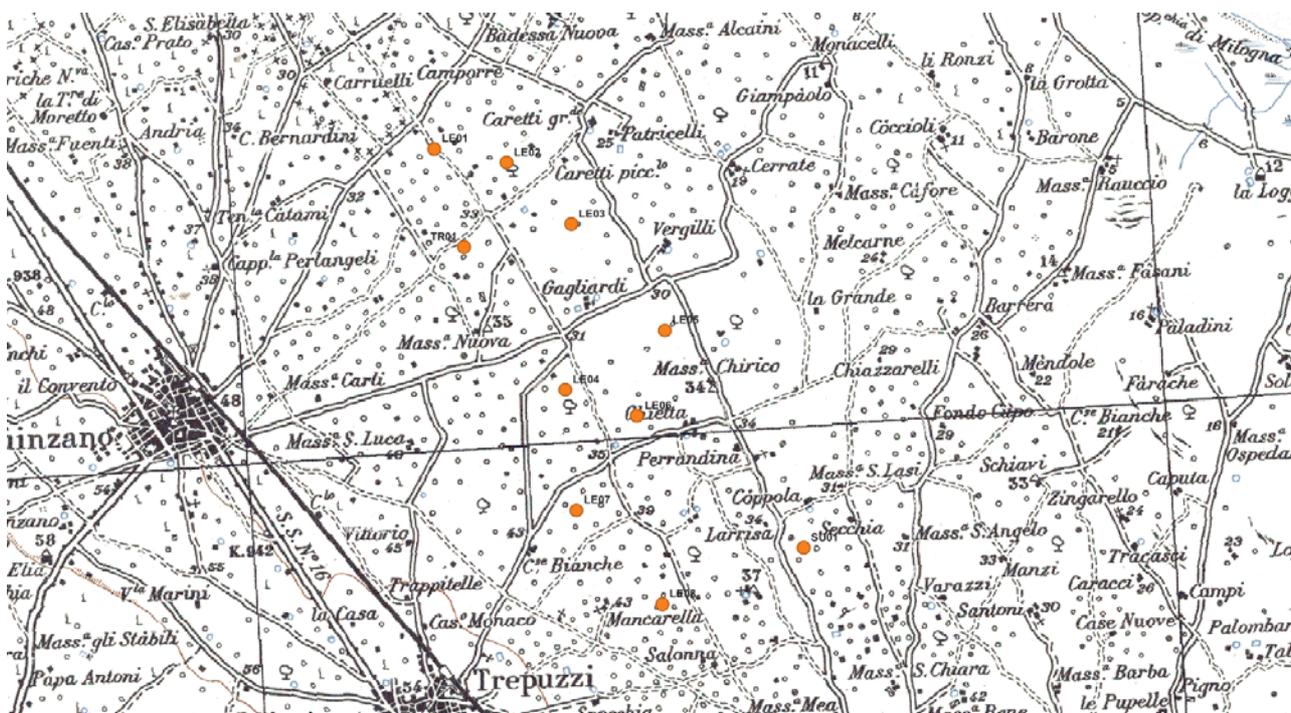
Inquadramento di area vasta

L'area di intervento propriamente detta si colloca nella zona di territorio comunale di Lecce localizzata tra il comune di Surbo e il comune di Trepuzzi, e occupa un'area di circa 10 kmq, compresa tra la SP 96 a nord, la SP 93 a sud-est e la SS613 a ovest, ovvero attraversata dalla SP100 e dalla SP236. L'intorno di riferimento rientra nell'ambito paesaggistico n. 10 " Tavoliere Salentino".



Area parco eolico – Inquadramento su ortofoto





Area parco eolico – Inquadramento su IGM

La distribuzione degli aerogeneratori sul campo è stata progettata tenendo conto dell'efficienza tecnica, delle valutazioni sugli impatti attesi e delle indicazioni contenute nella letteratura pubblicata da autorevoli associazioni ed enti specializzati. La disposizione e le reciproche distanze stabilite in fase progettuale sono tali da scongiurare l'effetto selva e la mutua interferenza tra le macchine.

L'analisi di possibili effetti combinati, in termini di impatti attesi con altre fonti di disturbo presenti sul territorio, si è concentrata sulla eventuale interazione con altri impianti esistenti o con altri progetti approvati a conoscenza degli scriventi. Si rimanda all'allegato SIA.S.4 Analisi degli impatti cumulativi per i necessari approfondimenti.

1.3 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

Gli interventi di progetto comprendono la realizzazione di tutte le opere ed infrastrutture indispensabili alla connessione dell'impianto alla RTN. I principali componenti dell'impianto sono:

- Aerogeneratori;
- Opere di fondazione degli aerogeneratori costituite da strutture in calcestruzzo armato e da pali di fondazione trivellati;
- Viabilità di servizio al parco eolico;
- Elettrodotti per il trasporto dell'energia elettrica prodotta dal parco alla sezione a 36 kV della futura stazione RTN 150/36 kV in agro di Surbo (LE);
- Cabina di raccolta a MT e sistema di accumulo elettrochimico di energia di potenza pari a 24 MW e 96 MWh di accumulo;
- Opere di rete per la connessione consistenti nella realizzazione della nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-esce alla linea a 150 kV "CP Lecce Mare – CP San Paolo".

Nello specifico, come da STMG (codice pratica 202301757) fornita da Terna con nota del 21/06/2023 prot. P20230065229 e accettata in data 26/10/2023, è previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN da inserire in entra-



esce alla linea a 150 kV "CP Lecce Mare – CP San Paolo", previa realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV tra la nuova SE succitata e una nuova SE RTN a 380/150 kV da inserire in entra-esce alla linea 380 kV della RTN "Brindisi Sud – Galatina" e previo potenziamento/rifacimento dell'elettrodotto RTN 150 kV "Brindisi - San Paolo - Lecce N" nel tratto compreso tra la SE RTN di Brindisi e la SE RTN 150/36 kV suddetta..

I sottocampi di progetto saranno collegati alla RTN attraverso cavidotti interrati in media tensione a 36 kV, che si allacceranno direttamente sullo stallo a 36 kV assegnato da TERNA all'interno della suddetta SE ed avranno uno sviluppo lineare complessivo di 19 km circa. Il percorso dei cavidotti sarà in parte su strade non asfaltate esistenti o di nuova realizzazione, in parte su strade provinciali asfaltate ed in parte su terreni agricoli. La profondità di interrimento sarà compresa tra 1,50 e 2,0 m.

Aerogeneratori

Le turbine in progetto saranno montate su torri tubolari di altezza (base-mozzo) pari a 150 m, con rotori a 3 pale e aventi diametro massimo di 172 m.

La realizzazione delle fondazioni degli aerogeneratori deve essere preceduta da uno scavo di sbancamento per raggiungere le quote delle fondazioni definite in progetto, dal successivo compattamento del fondo dello scavo e dall'esecuzione degli eventuali rilevati da eseguire con materiale proveniente dagli scavi opportunamente vagliato ed esente da argilla.

I plinti di fondazione saranno circolari con diametro di 29 m e profondità di 3,00 m circa dal piano campagna, con 12 pali di fondazione del diametro di 1,2 m e lunghezza pari a 25,00 m.

Le fondazioni saranno progettate sulla base di puntuali indagini geotecniche per ciascuna torre, saranno realizzate in c.a., con la definizione di un'armatura in ferro che terrà conto di carichi e sollecitazioni in riferimento al sistema fondazione suolo ed al regime di vento misurato sul sito.

La progettazione strutturale esecutiva sarà riferita ai plinti di fondazione del complesso torre tubolare – aerogeneratore.

Partendo dalle puntuali indagini geologiche effettuate, essa verrà redatta secondo i dettami e le prescrizioni riportate nelle "D.M. 14 gennaio 2008 - Norme tecniche per le costruzioni", che terminato il periodo transitorio è entrato definitivamente in vigore il 1° luglio 2009.

In linea con la filosofia di detto testo normativo, le procedure di calcolo e di verifica delle strutture, nonché le regole di progettazione che saranno seguite nella fase esecutiva, seguiranno i seguenti indirizzi:

- mantenimento del criterio prestazionale;
- coerenza con gli indirizzi normativi a livello comunitario, sempre nel rispetto delle esigenze di sicurezza del Paese e, in particolare, coerenza di formato con gli Eurocodici, norme europee EN ormai ampiamente diffuse;
- approfondimento degli aspetti connessi alla presenza delle azioni sismiche;
- approfondimento delle prescrizioni ed indicazioni relative ai rapporti delle opere con il terreno e, in generale, agli aspetti geotecnici;
- concetto di vita nominale di progetto;
- classificazione delle varie azioni agenti sulle costruzioni, con indicazione delle diverse combinazioni delle stesse nelle verifiche da eseguire.

Le indagini geologiche, effettuate puntualmente in corrispondenza dei punti in cui verrà realizzato il plinto di fondazione, permetteranno di definire:

- la successione stratigrafica con prelievo di campioni fino a 30 m di profondità;
- la natura degli strati rocciosi (compatti o fratturati);



- la presenza di eventuali “vuoti” colmi di materiale incoerente.

In definitiva, sulla base della tipologia di terreno e dell’esperienza di fondazioni simili, ci si aspetta di avere fondazioni di tipo diretto con le seguenti caratteristiche:

Fondazioni dirette:

- Ingombro in pianta: circolare
- Forma: tronco conica
- Diametro massimo 29 m
- Altezza massima 2,8 m circa
- Interrate, ad una profondità misurata in corrispondenza della parte più alta del plinto di circa 0,5 m (solo la parte centrale della fondazione, in corrispondenza del concio di ancoraggio in acciaio, spogerà dal terreno per circa 5/10 cm)
- volume complessivo 1110,00 mc circa

Pali di fondazione (n. 16 per plinto):

- Ingombro in pianta: circolare a corona
- Forma: cilindrica
- Diametro pali 1200 mm
- Lunghezza pali 25,00 m

Piazzole di montaggio

In corrispondenza di ciascun aerogeneratore sarà realizzata una piazzola di montaggio. Attorno alla piazzola saranno allestite sia le aree per lo stoccaggio temporaneo degli elementi della torre, sia le aree necessarie per il montaggio e sollevamento della gru tralicciata. Tale opera avrà la funzione di garantire l’appoggio alle macchine di sollevamento necessarie per il montaggio della macchina e di fornire lo spazio necessario al deposito temporaneo di tutti i pezzi costituenti l’aerogeneratore stesso.

Le caratteristiche realizzative della piazzola dovranno essere tali da consentire la planarità della superficie di appoggio ed il defluire delle acque meteoriche.

Al termine dei lavori di realizzazione del parco eolico si procederà alla rimozione delle piazzole, a meno della superficie in prossimità della torre, che sarà utilizzata per tutto il periodo di esercizio dell’impianto; le aree saranno oggetto di ripristino mediante rimozione del materiale utilizzato e la ricostituzione dello strato di terreno vegetale rimosso.

Trincee e cavidotti

Gli scavi a sezione ristretta necessari per la posa dei cavi (trincee) avranno ampiezza variabile in relazione al numero di terne di cavi che dovranno essere posate (fino ad un massimo di 80 cm e profondità di 2,0 m).

I cavidotti saranno segnalati in superficie da appositi cartelli, da cui si potrà evincere il loro percorso. Il percorso sarà ottimizzato in termini di impatto ambientale, intendendo con questo che i cavidotti saranno realizzati per quanto più possibile al lato di strade esistenti ovvero delle piste di nuova realizzazione.

Dette linee in cavo a 36 kV permetteranno di convogliare tutta l’energia prodotta dagli aerogeneratori al futuro ampliamento della Stazione Elettrica di connessione e consegna da realizzarsi unitamente al Parco Eolico.

Cabina di Raccolta

La Cabina di Raccolta a MT sarà composta da:



- locale MT
- locale BT
- locale gruppo elettrogeno;
- locale per misure
- locale aerogeneratori;

La cabina sarà formata da un unico corpo, suddiviso in modo tale da contenere i quadri MT di raccolta, gli apparati di teleoperazione, le batterie, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari e i contatori di produzione.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Una piccola parte del fabbricato con accesso da strada sarà adibito a locale misure. All'interno saranno posizionati i contatori per contabilizzare tutta l'energia prodotta e l'energia consumata dai servizi ausiliari.

La sezione a MT include il montante, in uscita dal quadro elettrico MT sarà composto da scomparti per arrivi linea, per partenza verso vettoriamento verso la RTN, per protezione linea servizi ausiliari, per protezione del TV di sbarra;

All'interno della cabina di raccolta saranno alloggiati i sistemi ausiliari di centrale. Il sistema di distribuzione sarà così composto:

- Raddrizzatore/Caricabatteria;
- Batteria ermetica di accumulatori al piombo;
- Quadro BT servizi ausiliari.

Il raddrizzatore/caricabatteria svolge la duplice funzione di fornire l'alimentazione stabilizzata alle utenze a 110 V_{CC} e contemporaneamente di ricaricare la batteria.

Sistema di Accumulo Elettrochimico di Energia

La tecnologia più promettente, per le applicazioni di accumulo distribuito di taglia medio-grande, è quella delle batterie agli ioni di litio che presenta una vita attesa molto lunga (fino a 5000 cicli di carica/ scarica a DOD 80%), un rendimento energetico significativamente alto (generalmente superiore al 90%) con elevata energia specifica. Esse sono adatte ad applicazioni di potenza, sia tradizionali, sia quelle a supporto del sistema elettrico. Le caratteristiche delle batterie litio-ioni in termini di prestazioni relative alla potenza specifica, energia specifica, efficienza e durata, rendono queste tecnologie di accumulo particolarmente interessanti per le applicazioni "in potenza" e per il settore dell'automotive.

Nel caso specifico saranno utilizzati accumulatori a ioni di litio (LFP: litio-ferro-fosfatato) che permettono di ottenere elevate potenze specifiche in rapporto alla capacità nominale.

Le batterie sono alloggiare all'interno di container e sono raggruppate in stringhe. Le stringhe vengono messe in parallelo e associate a ciascun PCS attraverso un Box di parallelo che consente l'interfaccia con il PCS.

Le batterie sono di tipo ermetico e sono in grado di resistere, ad involucro integro, a sollecitazioni termiche elevate ed alla fiamma diretta. Esse non costituiscono aggravio al carico di incendio.

Di seguito si riportano i dati della singola cella:





Battery Pack		
General		
Model	LUNA2000-2.0MWH-1H0	LUNA2000-2.0MWH-2H1
Cell Material	LFP	LFP
Pack Configuration	16S 1P	18S 1P
Rated Voltage	51.2 V	57.6 V
Nominal Capacity	320 Ah / 16.38 kWh	280 Ah / 16.13 kWh
Supported Charge & Discharge Rate	≤ 1 C	≤ 0.5 C
Weight	≤ 140 kg	≤ 140 kg
Dimensions (W x H x D)	442 x 307 x 660 mm	442 x 307 x 660 mm

Le celle sono collegate in serie (16 oppure 18) per raggiungere la tensione massima in corrente continua al PCS (inverter bidirezionali CC/CA) e parallelati per raggiungere la potenza e la capacità di progetto (2 MWh per Container).

L'impianto di accumulo sarà costituito da 48 Container Batteria ognuno di capacità pari a 2 MWh, disposti ed assemblati per dare una potenza complessiva pari a 24 MW. Nel particolare, si formeranno due piazzole, ciascuna composta da due trasformatori da 6,8 MVA e 12 PCS formati ognuno da 5 inverter da 200 kW di potenza da 1 MW dove saranno collegati 24 container accumulo distribuiti sui 12 PCS.

Nell'area dell'accumulo, a cui corrisponde un'occupazione di suolo pari a circa 4.000 mq localizzata lungo la SP236 circa 800 m a sud della futura SE Terna, si prevede la realizzazione di opere di mitigazione/compensazione quali, ad esempio, la realizzazione di schermature arboree o arbustive e la piantumazione di specie autoctone.

Strade e piste di cantiere

La viabilità esistente, nell'area di intervento, sarà integrata con la realizzazione di piste necessarie al raggiungimento dei singoli aerogeneratori, sia nella fase di cantiere che in quella di esercizio dell'impianto.

Le strade di servizio (piste) di nuova realizzazione, necessarie per raggiungere le torri con i mezzi di cantiere, avranno ampiezza di 5 m circa e raggio interno di curvatura variabile e di almeno 45 m. Lo sviluppo delle strade di nuova realizzazione, all'interno dell'area di intervento, determinerà un'occupazione territoriale di 9.600,00 mq circa. Per quanto l'uso di suolo agricolo è comunque limitato, allo scopo di minimizzarlo ulteriormente per raggiungere le torri saranno utilizzate, per quanto possibile, le strade già esistenti, come peraltro si evince dagli elaborati grafici di progetto. Nei tratti in cui sarà necessario, tali strade esistenti saranno oggetto di interventi di adeguamento del fondo stradale e di pulizia da pietrame ed arbusti eventualmente presenti, allo scopo di renderle completamente utilizzabili.

Le piste non saranno asfaltate e saranno realizzate con inerti compattati, parzialmente permeabili di diversa granulometria. Una parte del materiale rinveniente dagli scavi delle fondazioni verrà riutilizzato per realizzare o adeguare tale viabilità.

Stazione elettrica a 380/150/36 kV

La soluzione di connessione individuata da TERNA prevede la realizzazione di una nuova Stazione Elettrica 150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea a 150 kV "CP Lecce Mare – CP San Paolo".

La progettazione di detta stazione è in corso nell'ambito di uno specifico tavolo tecnico indetto da TERNA con capofila una diversa società, proponente di un altro impianto per la produzione di energia da fonte rinnovabile. Ad oggi è stata definita una proposta progettuale nel territorio comunale di Surbo (LE), che si evidenzia in Figura, ovvero è riportata negli elaborati del progetto definitivo.





Futura Stazione Elettrica a 150/36 kV in agro di Surbo (LE)

La superficie totale occupata dalla SE 150/36 kV sarà pari a circa 1 ha. L'area non è interessata dalla presenza di corsi d'acqua ed è caratterizzata da una morfologia pianeggiante.

Tutti gli impianti in bassa, media ed alta tensione saranno realizzati secondo le prescrizioni delle norme CEI applicabili, con particolare riferimento alla scelta dei componenti della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di esercizio.

Le modalità di connessione saranno conformi alle disposizioni tecniche emanate dall'autorità per l'energia elettrica e il gas (delibera ARG/elt 99/08 del 23 luglio 2008 – Testo integrato delle condizioni tecniche ed economiche per la connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi degli impianti di produzione di energia elettrica - TICA), e in completo accordo con le disposizioni tecniche definite nell'Allegato A (CEI 0-16) della delibera ARG/elt 33/08).

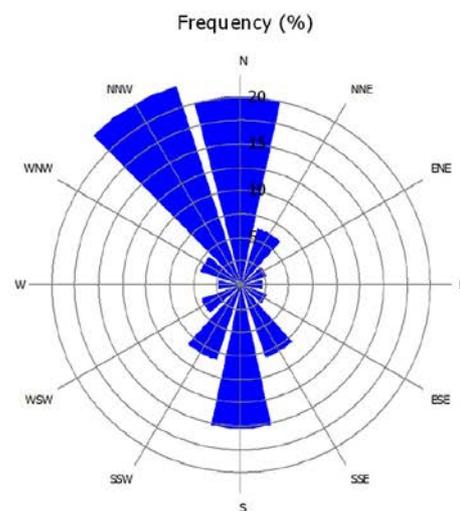
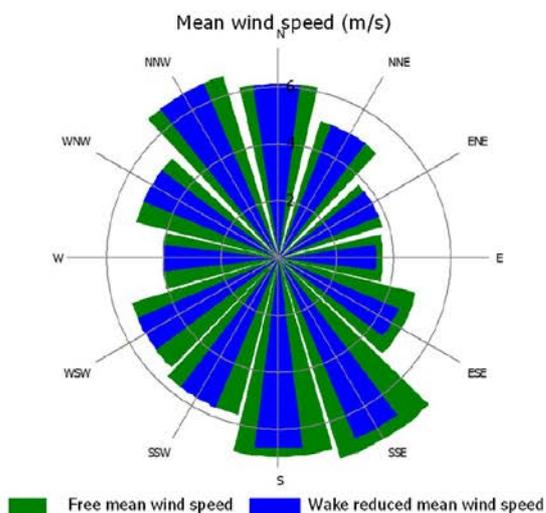
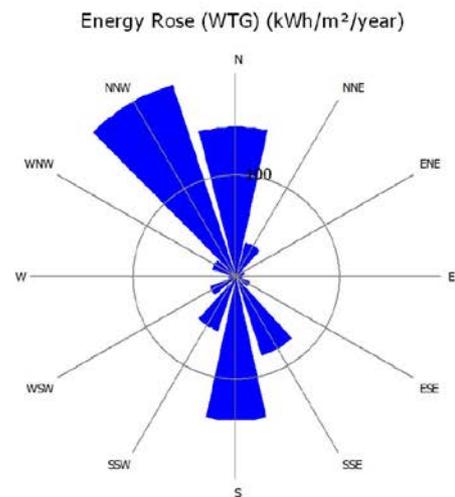
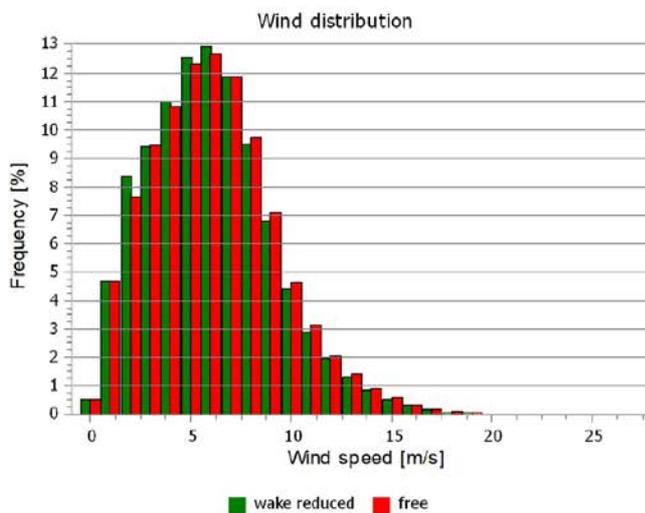


2 MODELLIZZAZIONE E STIMA DEL VENTO

La stima preliminare della risorsa eolica al sito è estrapolata da un Anemometro Virtuale scalato ad una località ritenuta rappresentativa dell'Area di interesse. Le statistiche dell'Anemometro Virtuale sono ottenute utilizzando le fonti disponibili in un intorno considerato rappresentativo dell'Area di interesse, come i dati di vento misurati e i dati di mesoscala.

Occorre comunque evidenziare che l'Anemometro Virtuale non sostituisce una torre di misura tradizionale al sito e quindi qualsiasi valutazione sulla produzione di energia implica necessariamente un elevato grado di incertezza. Per questo i risultati devono intendersi come una sola stima preliminare.

Il regime di vento di lungo termine atteso al sito è stato valutato usando un nodo di rianalisi su un periodo di 20 anni (ERA5 Rectangular Grid), ovvero ampiamente superiore a 1 anno di osservazione, e attraverso correlazioni mensili. Le figure sottostanti riproducono le rose dei venti in termini di frequenza, potenza e velocità e la distribuzione del vento per l'Anemometro Virtuale creato in sito (UTM (nord)-WGS84 Zone: 33 Est: 760.957 Nord: 4.483.572) per l'altezza richiesta pari a 150 m.



Distribuzione del vento e venti prevalenti (UTM nord-WGS84 Zone: 33 Est: 760.957 Nord: 4.483.572)



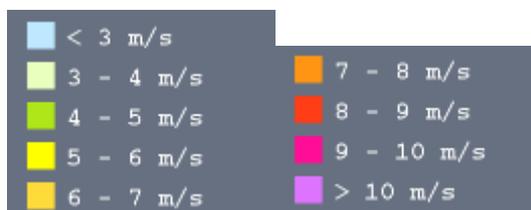
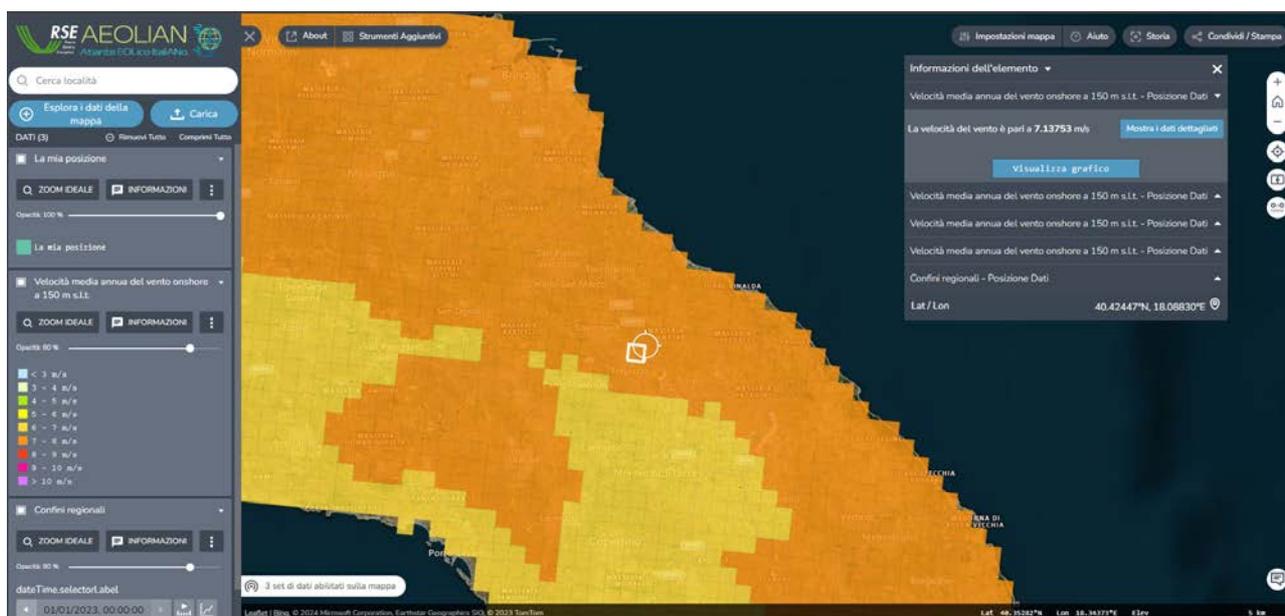
3 ANALISI DEI DATI METEOROLOGICI COMPARATIVI: ATLANTE EOLICO

In una accurata analisi meteorologica è necessario correlare i dati puntuali misurati in campo con dati spaziali simulati dai modelli matematici, tra i più conosciuti ed utilizzati è l'Atlante Eolico Italiano AEOLIAN di RSE disponibile sul sito <https://atlanteeolico.rse-web.it/>.

Di seguito, si riportano una prima figura rappresentativa della velocità media annua del vento onshore a 150 m s.l.t. e una seconda con indicazione della producibilità specifica annua a 100m s.l.t..

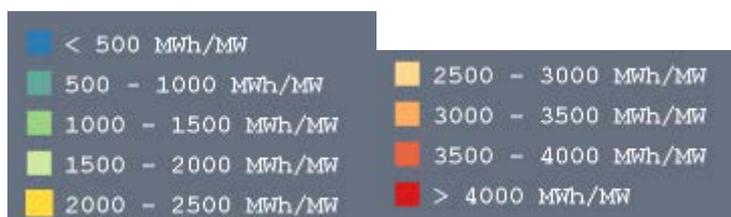
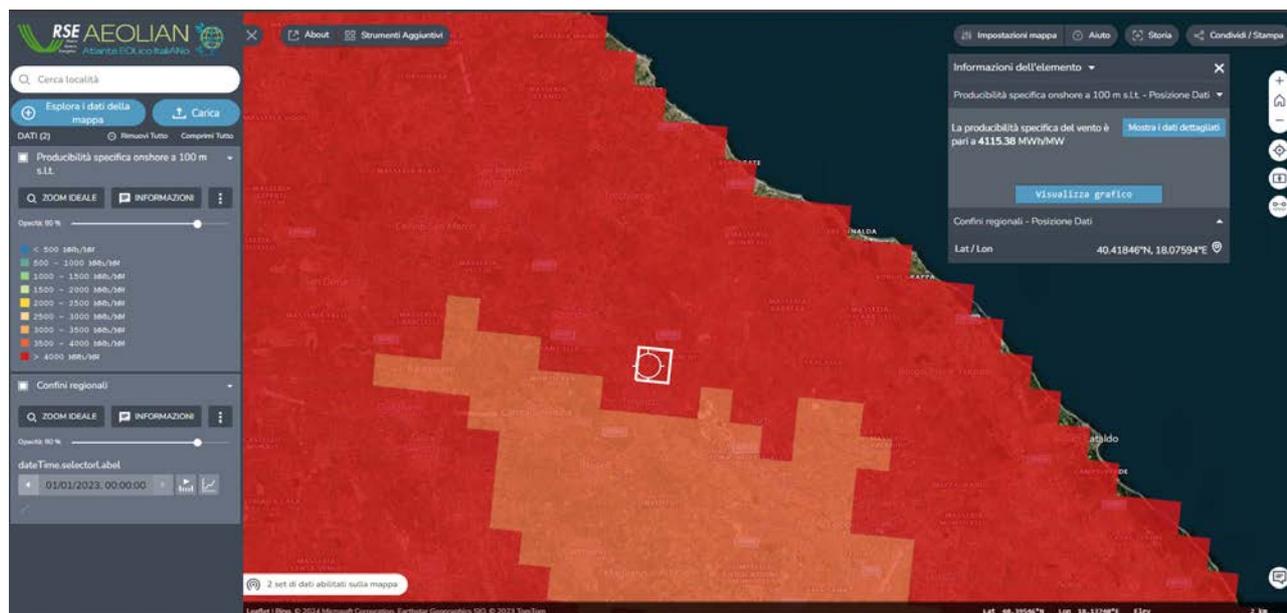
Si specifica che è stato scelto come rappresentazione delle velocità media quella a livello 150m, in quanto più rappresentativo del vento all'altezza del mozzo del rotore della turbina eolica individuata, ovvero la piattaforma Vestas EnVentus V172-7.2 con altezza all'hub pari a 150 m e diametro del rotore pari a 172 m. In Figura, si può osservare una certa omogeneità della carta nell'area di progetto, che riporta una ventosità tra 7 e 8 m/s.

Con riferimento alla Figura successiva si evidenzia, invece, un **valore di producibilità specifico annuo a 100m s.l.t. decisamente superiore a 2.250 MWh/MW.**



Atlante eolico AEOLIAN: Velocità del vento misurata a 150 m s.l.t.





Atlante eolico AEOLIAN: Produttività specifica onshore a 100 m s.l.t.



4 VALUTAZIONE PRELIMINARE DELLA PRODUZIONE ATTESA

Di seguito sono riportati i risultati ottenuti dalla valutazione preliminare della produzione attesa dell'impianto, stimata con la configurazione richiesta, usando la distribuzione di frequenza di lungo periodo ottenuta all'altezza mozzo proposta.

Le produzioni tengono conto delle perdite per effetto della scia che si genera internamente tra gli aerogeneratori dell'impianto, nonché delle perdite dovute alla densità dell'aria alla quota del sito.

In particolare, le tabelle riportano le seguenti informazioni:

Site ID: numero identificativo dell'aerogeneratore nelle tavole

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

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

Elev. [m]: quota sul livello del mare in m

HH [m]: altezza del mozzo in m

V [m/s]: velocità media del vento stimata dal modello all'altezza del mozzo

Gross [GWh]: produzione lorda attesa

Net [GWh]: produzione attesa al netto delle perdite per effetto scia

Loss [%]: perdita percentuale di produzione per effetto scia

Net Hours [h]: produzione specifica attesa al netto delle perdite per scia (ore/anno)

Produzione attesa Vestas V172-7.2 MW

ID	WTG	X [m]	Y [m]	Elev. [m]	HH [m]	V [m/s]	Gross [MWh]	Net [MWh]	Loss [%]	
1	LE01	760956,73	4483572,17	28,10	150,00	6,09	17.911,61	17.305,90	3,50	
2	LE07	761742,87	4483422,39	38,40	150,00	6,00	17.313,75	16.395,60	5,60	
3	LE08	762450,81	4482747,79	37,40	150,00	6,02	17.399,79	16.322,50	6,60	
4	SU01	761283,57	4482495,12	31,40	150,00	6,17	18.530,07	18.060,50	2,60	
5	LE06	763469,31	4481581,99	34,20	150,00	6,16	18.318,66	17.088,30	7,20	
6	LE05	705105,57	4470195,08	30,70	150,00	6,19	18.521,64	17.589,40	5,30	
7	LE04	762251,86	4480830,70	35,42	150,00	6,03	17.426,56	16.135,70	8,00	
8	LE02	762502,82	4479609,15	29,90	150,00	6,13	18.169,36	17.504,20	3,80	
9	LE03	763439,17	4478577,23	31,40	150,00	6,15	18.241,79	17.290,80	5,50	
10	TR01	764977,38	4479199,08	32,40	150,00	6,03	17.496,99	16.398,30	6,70	
						Media	6,1	17.933,0	17.009,1	5,5
								Totale	170.091,20	

Alla producibilità netta sopra riportata e pari a **170.000 MWh/anno**, corrisponde un valore di ore equivalenti annuo pari a **2.362 h/y**. Si evidenzia che questa produzione di energia tiene conto delle solo perdite dovute agli effetti scia, mentre non sono incluse altre tipologie di perdite.

Si allegano di seguito i report delle elaborazioni effettuate relativamente ai dati meteo dell'intorno considerato e alla producibilità attesa.

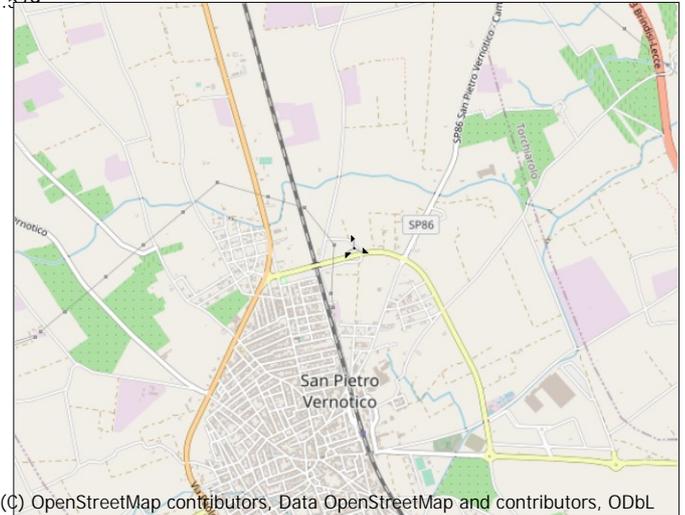


Relazione dati meteo - Risultati principali

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)
Posizione del palo: UTM (north)-WGS84 Zone: 33 Est: 754.220 Nord: 4.487.579

Quote di misura e velocità del vento
I dati disabilitati non sono inclusi nella tabella

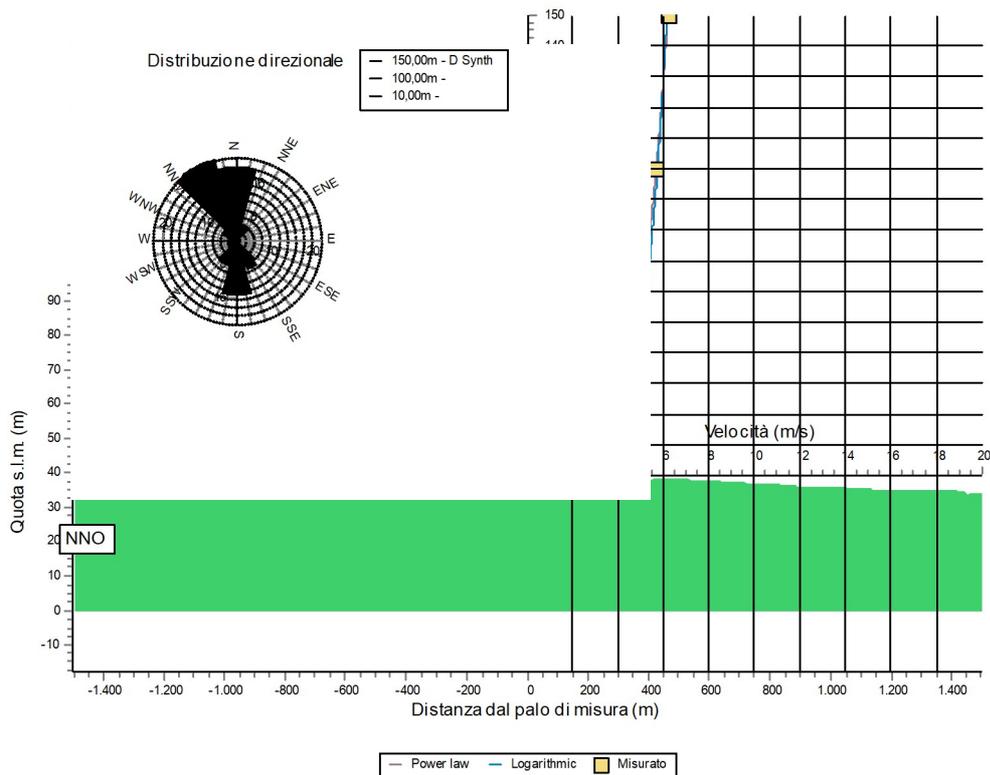
ID	Altezza [m]	Dati abilitati [%]	Dati	U_max [m/s]	U_media *) [m/s]
150,00m - D Synth	150,00	100,0	270984	24,4	6,2
100,00m - #)	100,00	100,0	270984	22,3	5,7
10,00m -	10,00	100,0	270984	14,5	3,5



*) U_media è la semplice media aritmetica

#) Selezionata come altezza fissa nel grafico del profilo verticale

Profilo medio da tutti i dati simultanei, e profilo del terreno nella direzione prevalente alla quota: 150,00m- D Synth: NNO (a sinistra)



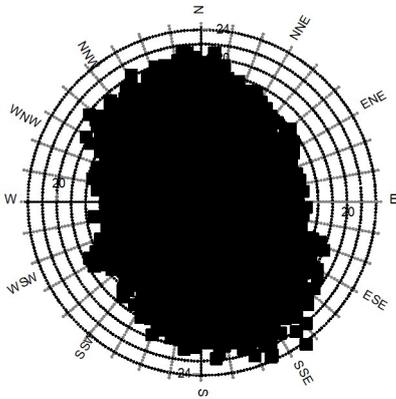
Parametri del miglior fit, basato su tutti i dati (i valori hanno piena validità solo su terreno pianeggiante):

Esponente del gradiente 0,2143 (profilo a legge di potenza)
Lunghezza di rugosità 0,3063 m classe 2,81 (rugosità equivalente per il profilo logaritmico)

Relazione dati meteo - Risultati principali

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)

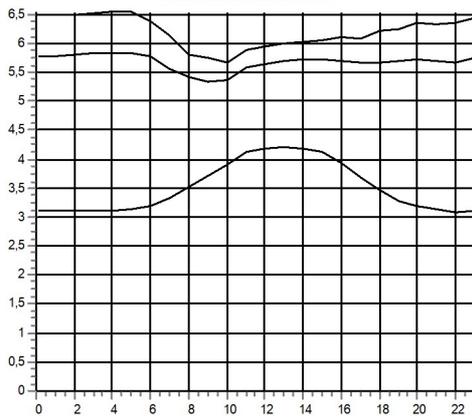
Distribuzione direzionale delle velocità



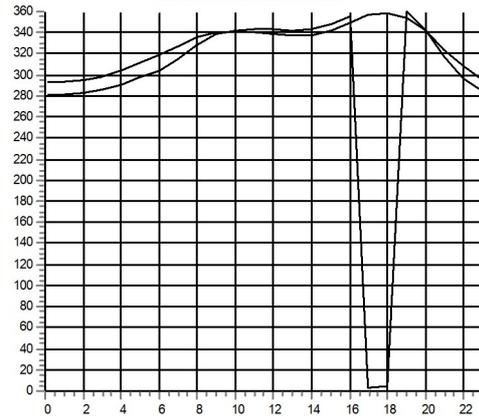
Statistica

Parametro	Unità	N. dati	Percentuale del totale [%]	Media	Weibull media	Weibull A	Weibull K
150,00m - D Synth Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	270984	100,0	6,20	6,22	7,02	2,04
150,00m - D Synth Wind direction, tutti i dati	Gradi	270984	100,0	324,39			
150,00m - D Synth Wind shear, tutti i dati		270984	100,0	0,22			
150,00m - D Synth Wind shear, abilitati		247666	91,4	0,22			
100,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	270984	100,0	5,67	5,68	6,41	2,03
100,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	270984	100,0	324,39			
10,00m - Velocità media del vento, tutti i dati	m/s	270984	100,0	3,50	3,48	3,91	1,81
10,00m - Wind direction, tutti i dati	Gradi	270984	100,0	320,05			

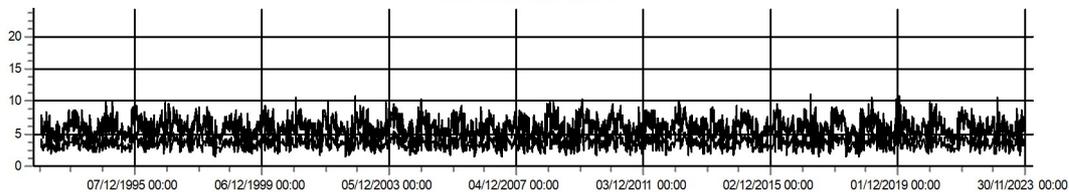
Velocità media oraria



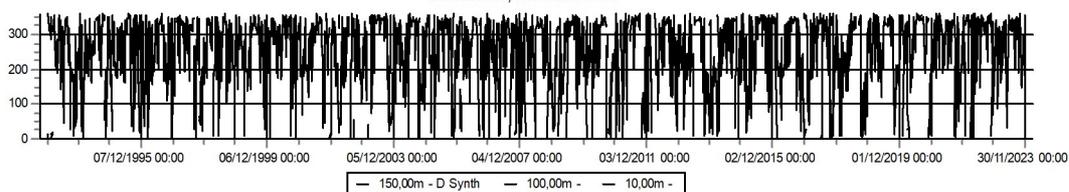
Direzione media oraria



Velocità, media: Week



Direzione, media: Week



Progetto:
WON024_Lecce_prod_AA

Descrizione:
762283.2,4481696.8

Utente autorizzato:
Iron solar s.r.l.
via Lanzone, 31
IT-20122 Milano
+393487125089
Fabio Paccapelo / francesca.saccarola@hopegroup.it
Redatto il:
20/12/2023 12:28

Relazione dati meteo - Grafici della serie temporale

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)

Relazione dati meteo - Velocità medie mensili

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)

Velocità medie mensili

150,00m - D Synth

Mese	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gennaio	6,20	7,47	7,37	7,36	6,44	5,68	6,84	6,60	7,29	6,41	7,73	8,09	6,89	6,58	6,29	7,03	6,71	7,64	6,03	7,40
Febbraio	6,84	7,40	6,62	6,73	6,90	7,07	7,17	6,73	7,38	6,95	6,67	8,09	6,44	7,21	7,70	6,34	8,29	8,02	6,94	8,16
Marzo	6,52	5,85	7,52	5,79	7,72	7,82	6,45	6,47	6,84	7,38	6,85	7,18	6,32	6,91	6,73	7,31	8,01	6,83	7,87	6,42
Aprile	4,93	7,00	6,23	6,31	6,90	6,88	6,22	6,75	6,44	6,07	6,91	6,46	6,60	6,32	4,53	6,63	5,35	6,34	6,44	7,03
Maggio	4,81	5,78	6,23	5,82	5,97	6,11	4,66	4,37	5,67	5,98	5,01	5,91	5,86	5,34	5,62	5,09	5,51	5,95	5,56	5,81
Giugno	5,52	5,50	5,06	5,46	5,54	4,32	5,67	5,12	6,56	5,84	4,76	4,77	5,72	4,44	3,89	5,51	5,16	5,58	5,80	5,68
Luglio	5,10	5,80	5,07	6,10	6,25	5,66	5,32	6,17	5,65	5,20	5,49	5,61	5,40	6,11	5,37	6,03	5,83	5,59	4,02	5,84
Agosto	4,84	4,53	4,93	5,55	5,42	4,29	4,24	5,85	5,32	4,70	5,00	4,92	5,24	4,61	5,98	5,64	5,08	5,71	5,54	5,10
Settembre	5,24	4,76	5,17	6,41	4,95	6,07	5,17	6,35	5,99	4,31	5,62	4,68	4,96	5,73	6,74	5,30	5,31	5,70	4,83	5,43
Ottobre	6,44	6,33	5,28	7,14	6,33	6,90	5,95	5,80	4,71	6,01	6,41	5,26	6,04	6,27	5,65	5,37	6,92	5,72	6,19	5,72
Novembre	7,14	6,20	7,91	7,68	7,41	6,47	6,43	7,19	8,38	7,77	7,39	6,90	6,26	5,67	7,32	7,18	5,56	7,51	5,35	6,61
Dicembre	7,05	6,47	8,03	6,59	7,20	6,73	7,61	6,75	7,36	6,49	7,52	7,48	7,14	5,84	5,92	8,45	8,24	8,14	6,75	7,99
Media, tutti i dati	5,88	6,08	6,28	6,41	6,42	6,16	5,97	6,17	6,45	6,09	6,28	6,27	6,07	5,91	5,97	6,33	6,32	6,55	5,94	6,42
media dei mesi	5,89	6,09	6,29	6,41	6,42	6,17	5,98	6,18	6,47	6,09	6,28	6,28	6,07	5,92	5,98	6,32	6,33	6,56	5,94	6,43

Velocità medie mensili

150,00m - D Synth

Mese	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Media	Media mensile
Gennaio	8,17	7,21	7,53	6,46	6,63	7,38	7,42	6,67	7,80	7,67	7,12	7,04	7,04
Febbraio	6,87	7,77	7,88	8,49	6,40	7,45	8,78	7,33	6,94	7,31	6,63	7,28	7,27
Marzo	8,38	5,94	6,94	6,92	7,35	8,02	7,26	6,31	6,84	6,14	6,74	6,96	6,96
Aprile	6,67	6,09	6,96	6,23	6,71	5,48	6,24	5,89	6,56	6,90	6,10	6,33	6,33
Maggio	5,88	5,33	5,59	5,99	5,64	4,61	5,95	6,67	6,34	5,01	6,04	5,62	5,62
Giugno	5,95	5,81	5,74	5,92	4,38	5,21	5,40	5,15	4,77	5,13	4,91	5,30	5,30
Luglio	6,37	5,30	4,64	5,67	5,45	5,77	5,34	5,95	5,04	5,63	5,35	5,55	5,55
Agosto	5,89	4,96	4,60	6,00	5,92	4,05	5,35	5,14	5,01	5,72	6,15	5,20	5,20
Settembre	5,28	5,27	5,29	4,59	5,50	5,27	4,82	6,48	4,55	6,37	6,46	5,44	5,44
Ottobre	5,81	5,13	5,89	6,29	5,79	6,26	4,35	5,97	5,42	5,73	5,87	5,90	5,90
Novembre	6,51	7,33	5,95	6,63	6,72	6,51	8,00	5,62	7,31	6,44	7,35	6,86	6,86
Dicembre	5,74	6,36	5,62	6,34	7,77	6,99	8,37	6,76	7,89	6,06	12,43	7,06	7,23
Media, tutti i dati	6,46	6,03	6,04	6,29	6,19	6,08	6,42	6,16	6,21	6,17	6,24	6,21	
media dei mesi	6,46	6,04	6,05	6,29	6,19	6,08	6,44	6,16	6,21	6,18	6,76		6,23

Relazione dati meteo - Distribuzione in frequenza (file .tab)

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)

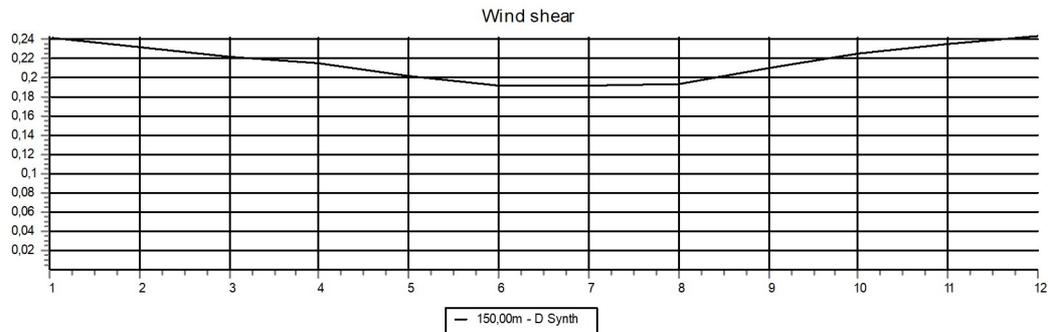
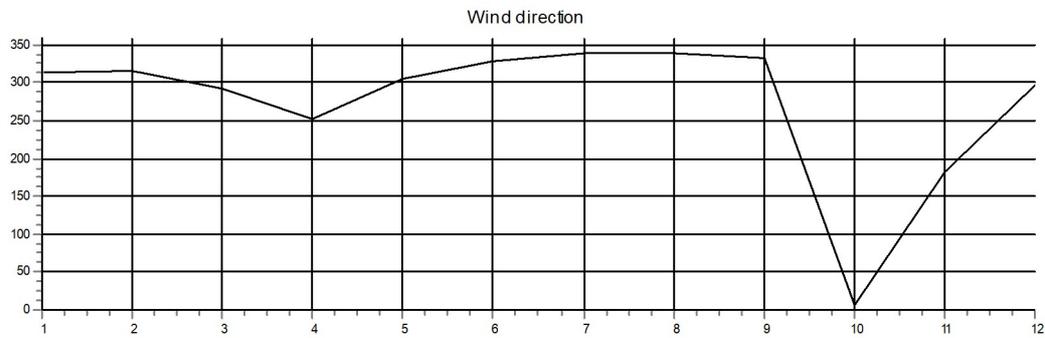
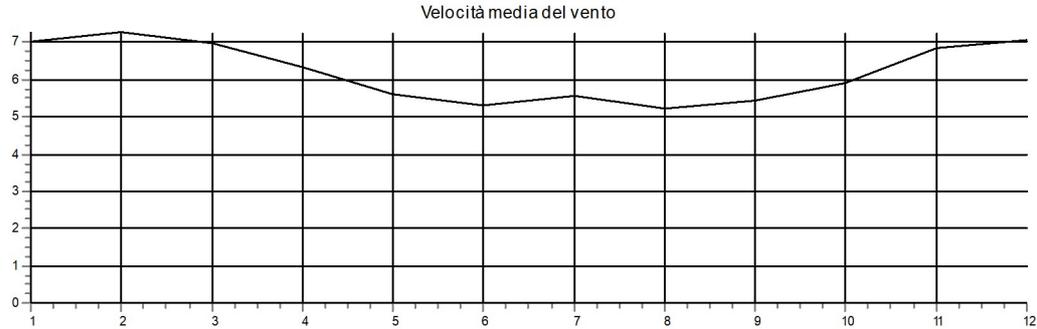
Distribuzione in frequenza (file .tab)

150,00m - D Synth

N.	Inizio	Fine	Tot	0-N	1-NNE	2-ENE	3-E	4-ESE	5-SSE	6-S	7-SSO	8-OSO	9-O	10-ONO	11-NNO
Media			6,20	6,09	4,95	3,80	3,67	4,81	7,24	7,16	5,83	5,53	4,24	5,40	7,01
0		0,49	1668	140	143	133	140	142	146	128	139	143	145	144	125
1	0,50	1,49	12122	1250	1297	1125	1031	959	1008	1040	959	822	793	832	1006
2	1,50	2,49	20137	2911	2398	1754	1316	1250	1710	1869	1649	1130	1043	1220	1887
3	2,50	3,49	24887	4853	2812	1391	1040	1138	1737	2813	2276	1399	1011	1450	2967
4	3,50	4,49	28590	6986	2616	1019	737	909	1803	3520	2921	1352	856	1414	4457
5	4,50	5,49	31582	8641	1898	664	502	758	1843	4208	3150	1328	766	1574	6250
6	5,50	6,49	33105	8374	1388	461	401	661	2004	4879	3028	1295	713	1489	8412
7	6,50	7,49	31824	6798	1088	322	290	570	2136	5239	2537	1276	535	1406	9627
8	7,50	8,49	26965	4720	931	283	206	387	1939	4521	2060	1241	398	1094	9185
9	8,50	9,49	20285	3228	758	216	138	286	1613	3608	1475	878	204	756	7125
10	9,50	10,49	13725	2009	536	174	95	189	1346	2833	1028	607	94	434	4380
11	10,50	11,49	9420	1490	429	99	67	203	1218	2123	654	315	52	271	2499
12	11,50	12,49	6295	1123	330	46	46	140	898	1545	425	149	25	159	1409
13	12,50	13,49	4247	704	185	35	22	125	900	1165	232	81	16	74	708
14	13,50	14,49	2616	424	109	11	7	78	624	785	124	25	4	51	374
15	14,50	15,49	1653	231	76	3	0	37	485	523	48	7	2	30	211
16	15,50	16,49	939	131	32	2	0	23	318	285	18	2	0	18	110
17	16,50	17,49	482	72	5	0	0	21	169	160	4	4	0	5	42
18	17,50	18,49	260	40	1	0	0	9	123	63	3	0	0	3	18
19	18,50	19,49	112	22	0	0	0	4	51	23	1	0	0	1	10
20	19,50	20,49	47	7	0	0	0	2	21	11	1	0	0	1	4
21	20,50	21,49	16	5	0	0	0	0	9	2	0	0	0	0	0
22	21,50	22,49	4	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0
23	22,50	23,49	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
24	23,50	24,49	2	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
25	24,50	25,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	25,50	26,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	26,50	27,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	27,50	28,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	28,50	29,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	29,50	30,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	30,50	31,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	31,50	32,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	32,50	33,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
34	33,50	34,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
35	34,50	35,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	35,50	36,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	36,50	37,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	37,50	38,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	38,50	39,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
40	39,50	40,49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	40,50		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

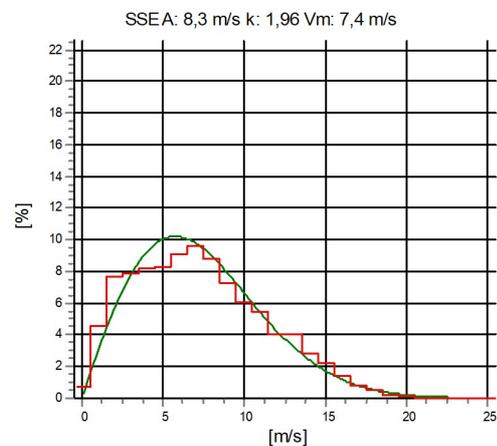
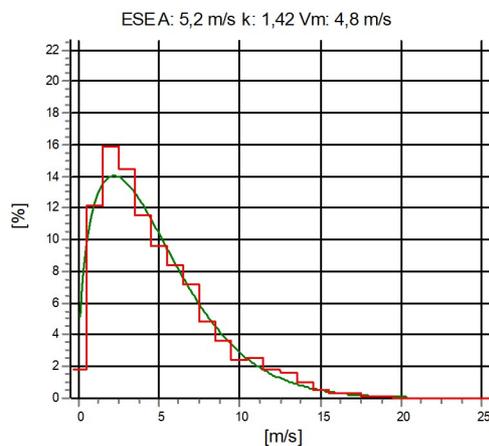
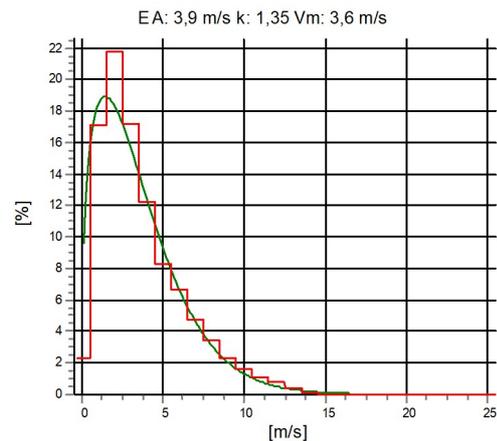
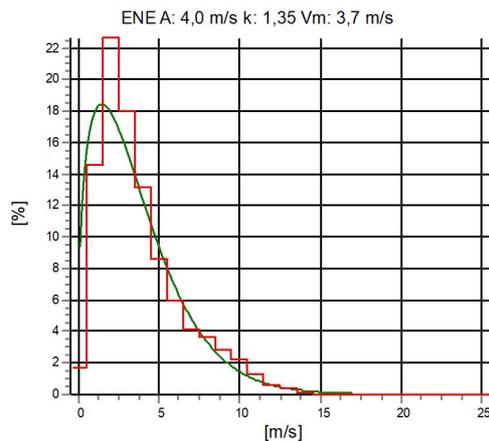
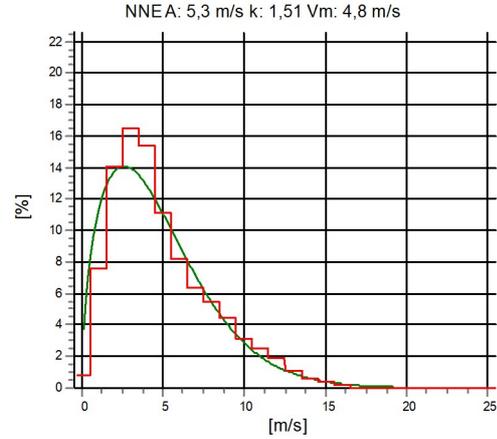
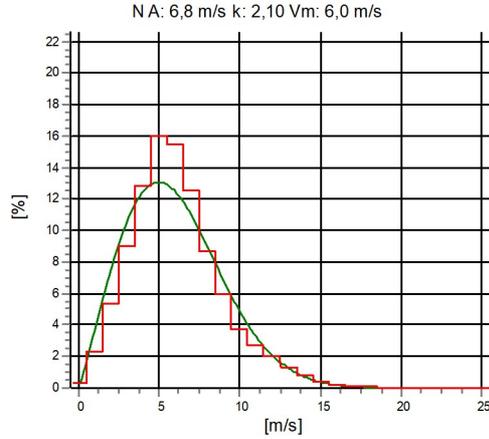
Relazione dati meteo - Grafici mensili cumulativi

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)



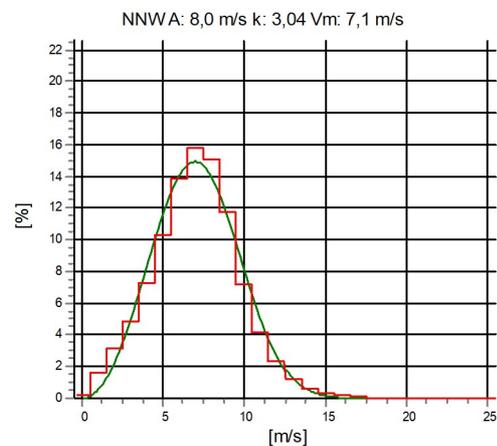
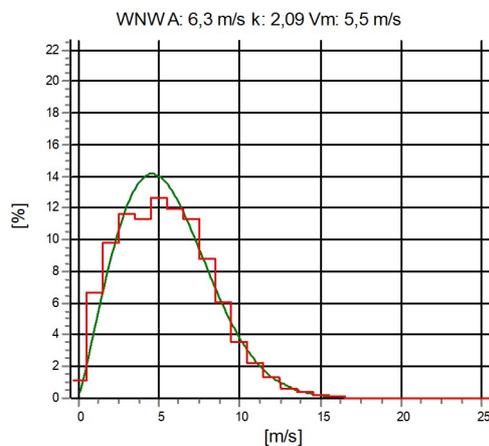
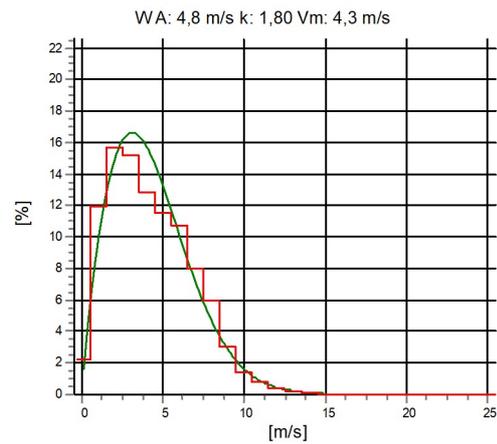
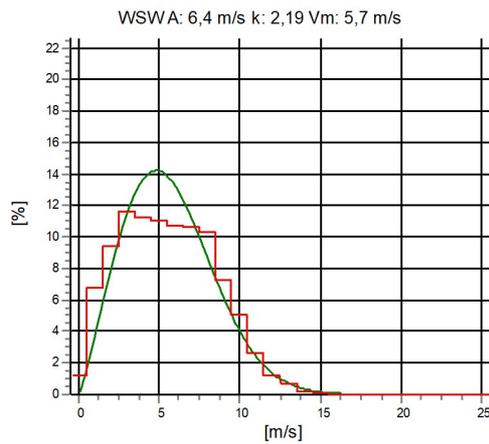
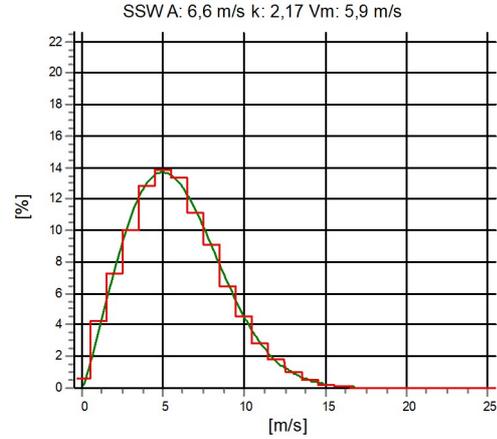
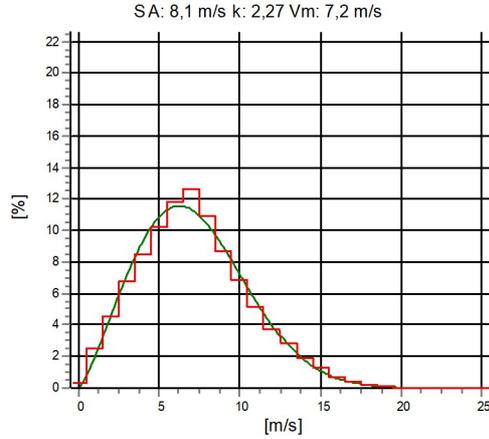
Relazione dati meteo - Grafici settoriali di frequenza e Weibull

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)
Altezza: 150,00m - D Synth



Relazione dati meteo - Grafici settoriali di frequenza e Weibull

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)
Altezza: 150,00m - D Synth



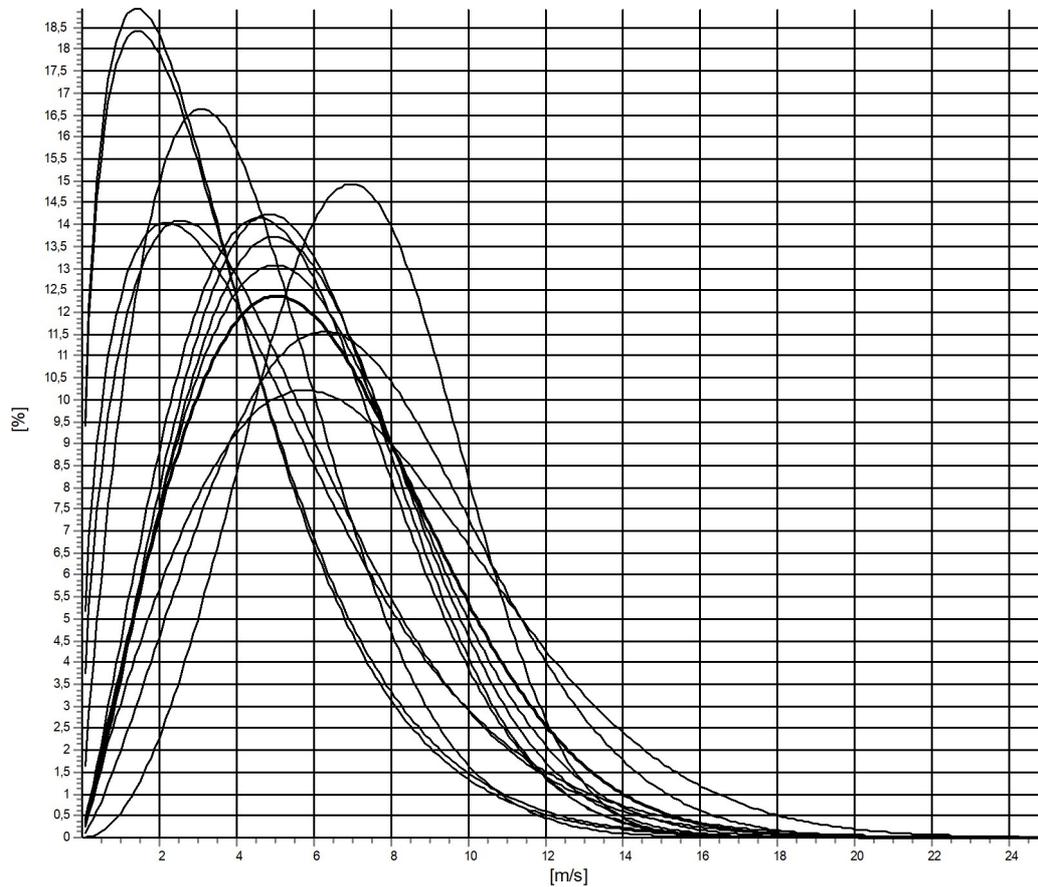
Relazione dati meteo - Compendio dati Weibull

Palo di misura: ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) Periodo: Periodo completo: 01/01/1993 - 01/12/2023 (371,0 mesi)

Altezza: 150,00m - D Synth

Dati Weibull

Settore	A	k	f	Velocità media
	[m/s]			[m/s]
0-N	6,78	2,102	19,99	6,01
1-NNE	5,30	1,511	6,29	4,78
2-ENE	3,99	1,345	2,86	3,66
3-E	3,88	1,350	2,23	3,56
4-ESE	5,25	1,416	2,91	4,77
5-SSE	8,29	1,962	8,16	7,35
6-S	8,10	2,266	15,26	7,18
7-SSO	6,62	2,173	8,39	5,86
8-OSO	6,41	2,187	4,45	5,68
9-O	4,85	1,805	2,46	4,31
10-ONO	6,25	2,092	4,59	5,54
11-NNO	7,96	3,037	22,44	7,11
Media	7,02	2,037	100,00	6,22



— All A: 7,0 m/s k: 2,04 Vm: 6,2 m/s	— N A: 6,8 m/s k: 2,10 Vm: 6,0 m/s	— NNE A: 5,3 m/s k: 1,51 Vm: 4,8 m/s	— ENE A: 4,0 m/s k: 1,35 Vm: 3,7 m/s
— E A: 3,9 m/s k: 1,35 Vm: 3,6 m/s	— ESE A: 5,2 m/s k: 1,42 Vm: 4,8 m/s	— SSE A: 8,3 m/s k: 1,96 Vm: 7,4 m/s	— S A: 8,1 m/s k: 2,27 Vm: 7,2 m/s
— SSW A: 6,6 m/s k: 2,17 Vm: 5,9 m/s	— WSW A: 6,4 m/s k: 2,19 Vm: 5,7 m/s	— W A: 4,8 m/s k: 1,80 Vm: 4,3 m/s	— WNW A: 6,3 m/s k: 2,09 Vm: 5,5 m/s
— NNW A: 8,0 m/s k: 3,04 Vm: 7,1 m/s			

PARK - Main Result

Setup

AEP scaled to a full year based on number of samples
Scaling factor from 30,9 years to 1 year: 0,032

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 34
At the site centre the difference between grid north and true north is: -1,9°

Wake

Wake Model: N.O. Jensen (RISØ/EMD) Park 2 2018
Wake decay constant
Wake decay constant: 0,090 DTU default onshore Hub height independent
Reference WTG: VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (21)

Scaler/wind data

Name EMD Default Measurement Mast Scaler
Terrain scaling Measured Data Scaling (Neutral stability / Row flow)
Micro terrain flow model WAsP IBZ from Site Data
Used period 01/01/1993 01:00:00 - 01/12/2023
Meteo object(s) ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3), 10,00m - calculated
Displacement height: Sector-wise from calculator
WAsP version WAsP 12 Version 12.09.0010

Power correction

Power curve correction (adjusted IEC method, improved to match turbine control)

	Min	Max	Avg	Corr.	Neg. corr.	Pos. corr.
				[%]	[%]	[%]
Air density						
ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3) - 2,00 m	[°C]	-3,0	42,7	17,2		
From air density settings	[hPa]	989,4	994,0	991,7		
Resulting air density	[kg/m³]	1,095	1,277	1,191		
Relative to 15°C at sea level	[%]	89,4	104,3	97,2	-2,1	-2,2



📍 New WTG

Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result PARK [MWh/y]	GROSS (no loss) Free WTGs [MWh/y]	Wake loss [%]	Specific results ^{a)}			Wind speed		
				Capacity factor [%]	Mean WTG result [MWh/y]	Full load hours [Hours/year]	free [m/s]	wake reduced [m/s]	
Wind farm	170.091,2	179.926,9	5,5	26,9	17.009,1	2.362	6,1	5,9	

^{a)} Based on wake reduced results and any curtailments.

Calculated Annual Energy for each of 10 new WTGs with total 72,0 MW rated power

WTG type	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Displacement height [m]	Power curve Creator	Name	Annual Energy		Wind speed	
										Result [MWh/y]	Wake loss [%]	free [m/s]	reduced [m/s]
1 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.305,9	3,5	6,09	5,99	
2 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	16.395,6	5,6	6,00	5,84	
3 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	16.322,5	6,6	6,02	5,85	
4 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	18.060,5	2,6	6,17	6,11	
5 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.088,3	7,2	6,16	5,96	
6 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.589,4	5,3	6,19	6,04	
7 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	16.135,7	8,0	6,03	5,82	
8 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.504,2	3,8	6,13	6,02	
9 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	17.290,8	5,5	6,15	6,00	
10 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	Sector wise	EMD	Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	16.398,3	6,7	6,03	5,84	

Annual Energy results includes shown losses. For expected NET AEP (expected sold production), see report Loss & Uncertainty.

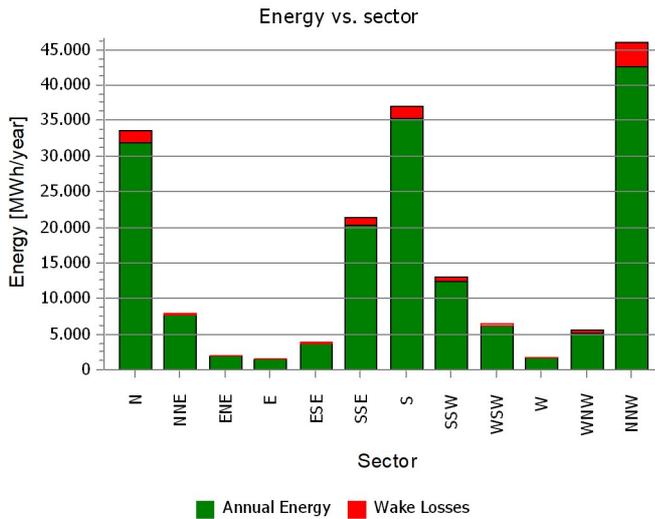
WTG siting

	UTM (north)-WGS84 Zone: 33				Row data/Description	Calculation period	
	Easting	Northing	Z			Start	End
1 New	760.957	4.483.572	28,1	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (21)	01/01/1993	01/12/2023
2 New	762.503	4.479.609	38,4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (22)	01/01/1993	01/12/2023
3 New	763.439	4.478.577	37,4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (23)	01/01/1993	01/12/2023
4 New	764.977	4.479.199	31,4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (24)	01/01/1993	01/12/2023
5 New	763.166	4.480.641	34,2	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (25)	01/01/1993	01/12/2023
6 New	763.469	4.481.582	30,7	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (26)	01/01/1993	01/12/2023
7 New	762.386	4.480.928	33,8	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (27)	01/01/1993	01/12/2023
8 New	761.743	4.483.422	29,9	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (28)	01/01/1993	01/12/2023
9 New	762.451	4.482.748	31,4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (29)	01/01/1993	01/12/2023
10 New	761.284	4.482.495	32,4	VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI	hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (30)	01/01/1993	01/12/2023

PARK - Production Analysis

WTG: All new WTGs, Air density varies with WTG position 1,199 kg/m³ - 1,200 kg/m³
Directional Analysis

Sector		0 N	1 NNE	2 ENE	3 E	4 ESE	5 SSE	6 S	7 SSW	8 WSW	9 W	10 WNW	11 NNW	Total
Model based energy	[MWh]	33.693,2	7.952,0	2.016,3	1.488,5	3.838,9	21.314,5	36.974,8	13.018,3	6.343,6	1.748,7	5.540,7	45.997,5	179.926,9
-Decrease due to wake losses	[MWh]	1.905,3	334,1	40,9	53,1	195,1	938,1	1.601,4	645,1	120,6	73,2	405,6	3.523,2	9.835,7
Resulting energy	[MWh]	31.788,0	7.617,8	1.975,4	1.435,5	3.643,7	20.376,4	35.373,4	12.373,2	6.222,9	1.675,4	5.135,1	42.474,4	170.091,2
Specific energy	[kWh/m ²]													732
Specific energy	[kWh/kW]													2.362
Decrease due to wake losses	[%]		5,7	4,2	2,0	3,6	5,1	4,4	4,3	5,0	1,9	4,2	7,3	5,47
Full Load Equivalent	[Hours/year]		441	106	27	20	51	283	491	172	86	23	71	590



PARK - Power Curve Analysis

WTG: 1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O!, Hub height: 150,0 m

Name: Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022

Source: Manufacturer

Source/Date	Created by	Created	Edited	Stop wind speed [m/s]	Power control	CT curve type	Generator type	Specific power kW/m ²
08/07/2022	EMD	25/02/2022	06/10/2022	25,0	Pitch	User defined	Variable	0,31

Based Vestas Document no.: 0127-1584 V01.

HP curve comparison - Note: For standard air density

Vmean	[m/s]	5	6	7	8	9	10
HP value Pitch, variable speed (2013)	[MWh]	11.840	18.085	24.147	29.566	34.148	37.822
VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! Level 0 & OS - Calculated - PO7200 - 07-2022	[MWh]	11.639	17.897	23.956	29.281	33.613	36.862
Check value	[%]	2	1	1	1	2	3

The table shows comparison between annual energy production calculated on basis of simplified "HP-curves" which assume that all WTGs performs quite similar - only specific power loading (kW/m²) and single/dual speed or stall/pitch decides the calculated values. Productions are without wake losses.

For further details, ask at the Danish Energy Agency for project report J.nr. 51171/00-0016 or see the windPRO manual.

The method is refined in EMD report "20 Detailed Case Studies comparing Project Design Calculations and actual Energy Productions for Wind Energy Projects worldwide", jan 2003.

Use the table to evaluate if the given power curve is reasonable - if the check value are lower than -5%, the power curve probably is too optimistic due to uncertainty in power curve measurement.

Power curve

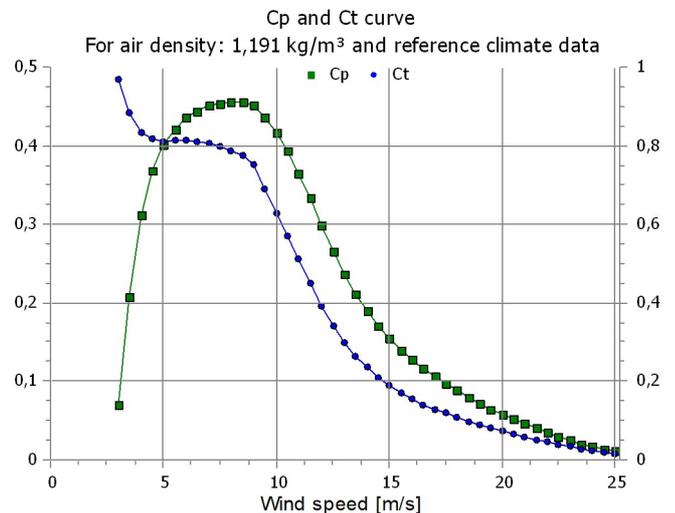
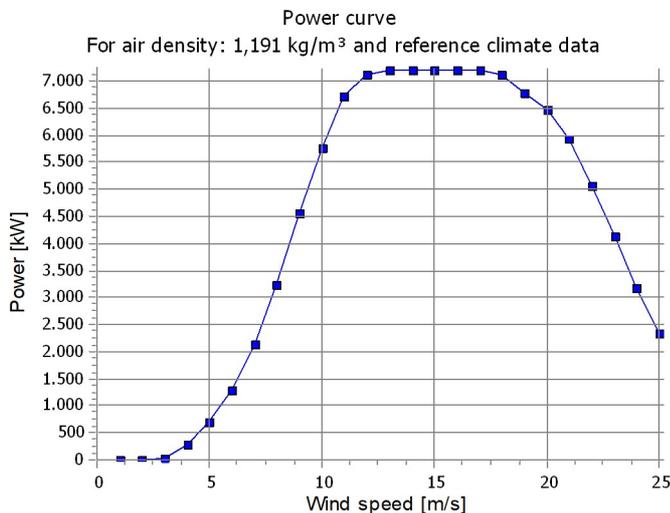
Original data, Air density: 1,225 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp	Wind speed [m/s]	Ct curve
3,0	32,0	0,08	3,0	0,97
3,5	129,0	0,21	3,5	0,89
4,0	288,0	0,32	4,0	0,83
4,5	481,0	0,37	4,5	0,82
5,0	715,0	0,40	5,0	0,81
5,5	999,0	0,42	5,5	0,82
6,0	1.340,0	0,44	6,0	0,81
6,5	1.739,0	0,44	6,5	0,81
7,0	2.203,0	0,45	7,0	0,81
7,5	2.729,0	0,45	7,5	0,80
8,0	3.324,0	0,46	8,0	0,79
8,5	3.986,0	0,46	8,5	0,78
9,0	4.685,0	0,45	9,0	0,75
9,5	5.314,0	0,44	9,5	0,69
10,0	5.904,0	0,41	10,0	0,63
10,5	6.441,0	0,39	10,5	0,57
11,0	6.854,0	0,36	11,0	0,51
11,5	7.078,0	0,33	11,5	0,45
12,0	7.160,0	0,29	12,0	0,39
12,5	7.195,0	0,26	12,5	0,34
13,0	7.200,0	0,23	13,0	0,30
13,5	7.200,0	0,21	13,5	0,26
14,0	7.200,0	0,18	14,0	0,24
14,5	7.200,0	0,17	14,5	0,21
15,0	7.200,0	0,15	15,0	0,19
15,5	7.200,0	0,14	15,5	0,17
16,0	7.200,0	0,12	16,0	0,16
16,5	7.200,0	0,11	16,5	0,14
17,0	7.200,0	0,10	17,0	0,13
17,5	7.194,0	0,09	17,5	0,12
18,0	7.124,0	0,09	18,0	0,11
18,5	6.959,0	0,08	18,5	0,10
19,0	6.789,0	0,07	19,0	0,09
19,5	6.630,0	0,06	19,5	0,08
20,0	6.472,0	0,06	20,0	0,07
20,5	6.262,0	0,05	20,5	0,07
21,0	5.946,0	0,05	21,0	0,06
21,5	5.538,0	0,04	21,5	0,05
22,0	5.069,0	0,03	22,0	0,05
22,5	4.597,0	0,03	22,5	0,04
23,0	4.121,0	0,02	23,0	0,03
23,5	3.636,0	0,02	23,5	0,03
24,0	3.169,0	0,02	24,0	0,02
24,5	2.718,0	0,01	24,5	0,02
25,0	2.328,0	0,01	25,0	0,02

Power and efficiency vs. wind speed

Data used in calculation, Mean air density: 1,191 kg/m³

Wind speed [m/s]	Power [kW]	Cp
1,0	0,0	0,00
2,0	0,0	0,00
3,0	26,4	0,07
4,0	275,8	0,31
5,0	692,5	0,40
6,0	1.300,6	0,44
7,0	2.140,5	0,45
8,0	3.231,5	0,46
9,0	4.552,9	0,45
10,0	5.760,6	0,42
11,0	6.722,3	0,36
12,0	7.127,2	0,30
13,0	7.197,7	0,24
14,0	7.200,0	0,19
15,0	7.200,0	0,15
16,0	7.200,0	0,13
17,0	7.200,0	0,11
18,0	7.124,0	0,09
19,0	6.789,0	0,07
20,0	6.472,0	0,06
21,0	5.946,0	0,05
22,0	5.069,0	0,03
23,0	4.121,0	0,02
24,0	3.169,0	0,02
25,0	2.328,0	0,01



Project:
WON024_Lecce_prod_AA

Description:
762283.2,4481696.8

Licensed user:
Iron solar s.r.l.
via Lanzone, 31
IT-20122 Milano
+393487125089
Fabio Paccapelo / francesca.saccarola@hopegroup.it
Calculated:
20/12/2023 12:13/3.6.355

PARK - Wind Data Analysis

Wind data: 1 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (21); Hub height: 150,0

Site coordinates

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

East: 760.957 North: 4.483.572

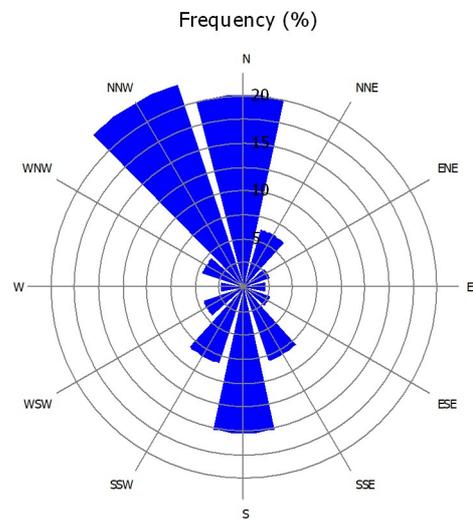
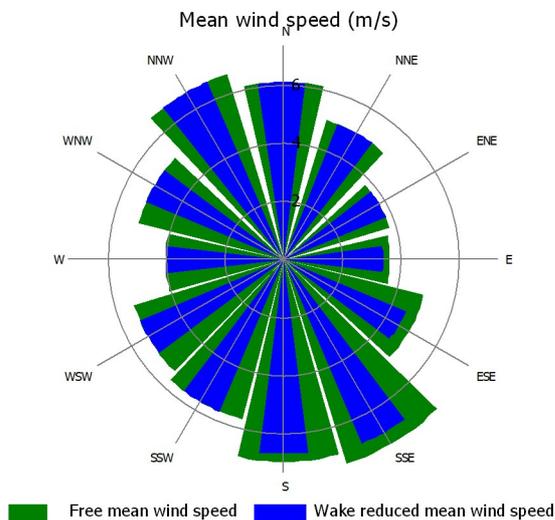
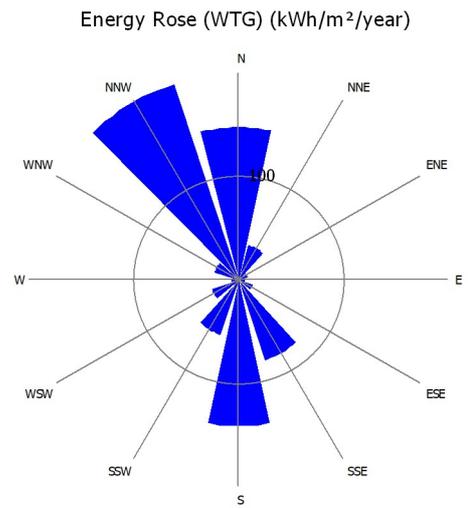
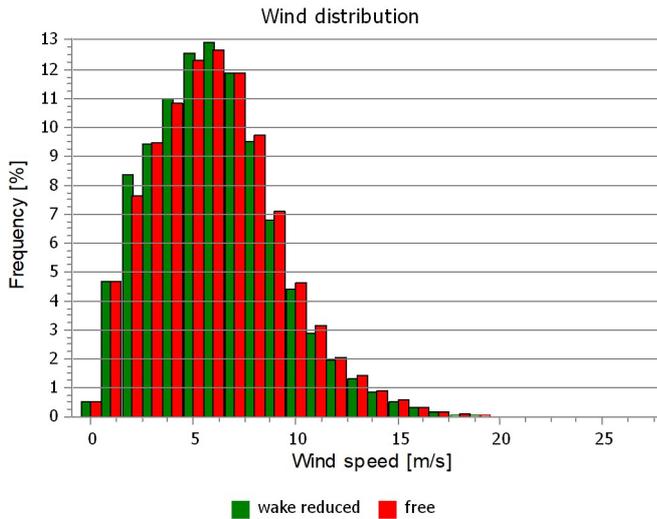
VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (21)

Masts used

Take nearest

Winddata for site

Sector	Free mean wind speed [m/s]	Wake reduced mean wind speed [m/s]	Frequency [%]
0 N	6,1	6,1	20,1
1 NNE	5,0	5,0	6,3
2 ENE	3,8	3,8	2,8
3 E	3,6	3,4	2,2
4 ESE	5,0	4,5	2,9
5 SSE	7,3	6,9	8,1
6 S	7,0	6,7	15,3
7 SSW	5,7	5,7	8,4
8 WSW	5,4	5,4	4,4
9 W	4,1	4,1	2,4
10 WNW	5,1	5,1	4,5
11 NNW	6,7	6,7	22,4
All	6,1	6,0	100,0



PARK - Wind Data Analysis

Wind data: 2 - VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (22); Hub height: 150,0

Site coordinates

UTM (north)-WGS84 Zone: 33

East: 762.503 North: 4.479.609

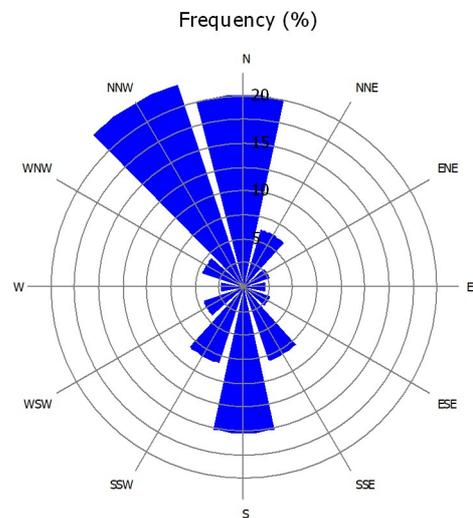
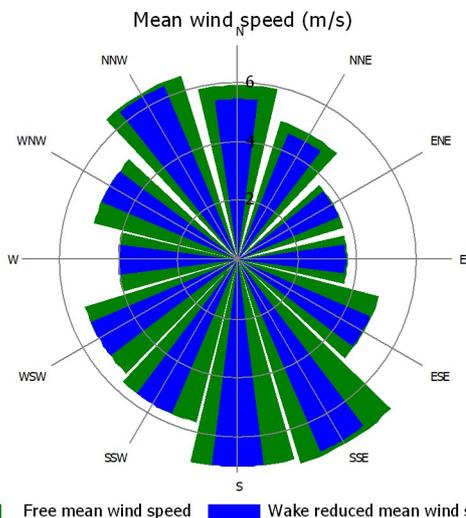
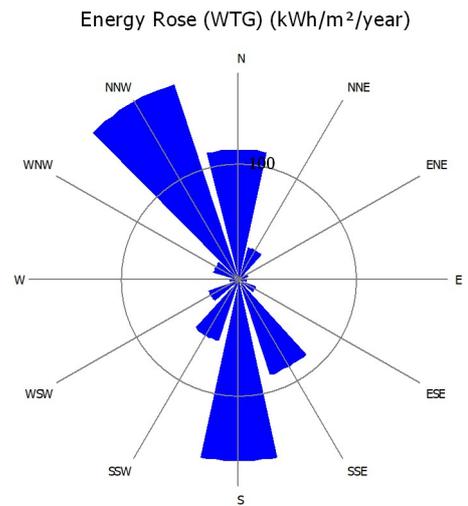
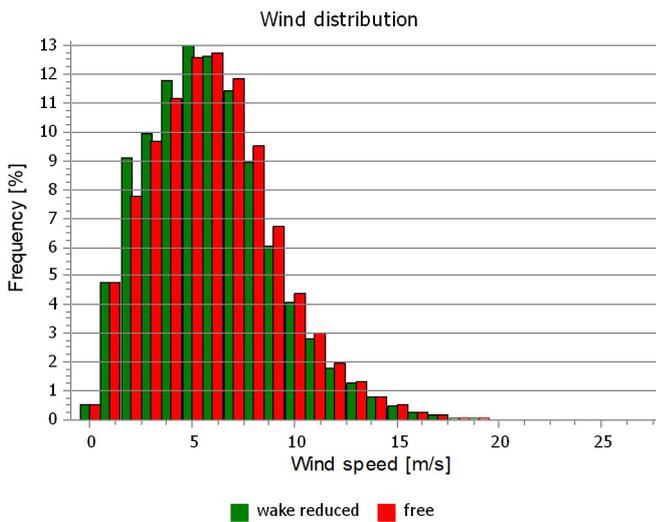
VESTAS V172-7.2 7200 172.0 !O! hub: 150,0 m (TOT: 236,0 m) (22)

Masts used

Take nearest

Winddata for site

Sector	Free mean wind speed [m/s]	Wake reduced mean wind speed [m/s]	Frequency [%]
0 N	5,9	5,5	20,1
1 NNE	4,9	4,6	6,3
2 ENE	3,7	3,7	2,8
3 E	3,7	3,7	2,2
4 ESE	4,9	4,9	2,9
5 SSE	7,2	7,1	8,1
6 S	7,0	7,0	15,3
7 SSW	5,7	5,7	8,4
8 WSW	5,4	5,4	4,4
9 W	4,0	4,0	2,4
10 WNW	5,0	5,0	4,5
11 NNW	6,5	6,4	22,4
All	6,0	5,8	100,0



Free mean wind speed Wake reduced mean wind speed

PARK - WTG distances

WTG distances

Z	Nearest WTG	Z	Horizontal distance	Distance in rotor diameters
[m]		[m]	[m]	
1	8	29,9	800	4,7
2	5	34,2	1.226	7,1
3	2	38,4	1.393	8,1
4	3	37,4	1.659	9,6
5	7	33,8	831	4,8
6	5	34,2	989	5,7
7	5	34,2	831	4,8
8	1	28,1	800	4,7
9	8	29,9	978	5,7
10	8	29,9	1.035	6,0
Min		28,1	800	4,7
Max		38,4	1.659	9,6



(C) OpenStreetMap contributors, Data OpenStreetMap and contributors, ODbL

Scale 1:100.000

 New WTG

PARK - Time varying AEP

Windfarm: 72,0 MW based on 10 turbines of type VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI.

Selection: All new WTGs

Calculated mean yield per month and hour [MWh]. The result includes wake losses and any curtailment losses.

Values are scaled to a full year, see correction factors at main result page.

Hour/Month [MWh]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	844	827	842	690	556	409	436	389	453	598	777	841	7.662
1	839	821	828	678	546	412	441	386	437	580	772	831	7.573
2	838	817	825	673	542	426	453	397	440	574	770	829	7.585
3	844	813	826	671	552	447	468	407	441	573	766	829	7.637
4	843	813	828	675	560	457	478	414	442	576	764	830	7.680
5	834	809	829	682	560	465	489	425	443	582	760	826	7.706
6	828	801	818	641	474	371	395	368	426	575	750	825	7.272
7	821	795	782	565	405	338	350	304	380	556	750	818	6.866
8	784	714	644	512	385	323	342	286	337	457	688	779	6.250
9	723	653	678	532	395	323	350	280	350	482	652	725	6.144
10	679	674	669	538	401	323	353	276	347	477	674	688	6.099
11	745	700	680	554	430	382	435	347	379	484	691	736	6.563
12	761	718	703	573	437	378	423	346	381	493	709	751	6.673
13	767	728	722	587	442	379	426	351	393	501	708	751	6.754
14	773	739	739	601	456	383	444	365	406	511	703	753	6.875
15	759	735	745	605	465	391	461	375	414	510	685	725	6.870
16	764	738	751	606	471	402	473	386	419	517	707	753	6.987
17	772	728	721	570	450	389	451	368	386	519	728	768	6.849
18	814	782	796	597	448	368	424	348	411	572	758	792	7.110
19	821	791	823	622	469	341	382	337	419	580	757	799	7.142
20	828	803	842	651	515	379	417	367	438	593	759	810	7.400
21	825	798	832	652	521	374	411	364	431	590	755	811	7.365
22	821	800	824	658	535	384	418	373	432	587	755	807	7.393
23	840	825	843	684	547	397	429	390	467	609	781	827	7.636
Grand Total	19.166	18.423	18.590	14.817	11.563	9.241	10.151	8.649	9.871	13.097	17.618	18.905	170.091

Hour/Month [MW]	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Grand Total
0	27,2	29,6	27,1	23,0	17,9	13,6	14,1	12,5	15,1	19,3	25,9	27,1	21,0
1	27,0	29,3	26,7	22,6	17,6	13,7	14,2	12,5	14,6	18,7	25,7	26,8	20,7
2	27,0	29,2	26,6	22,4	17,5	14,2	14,6	12,8	14,7	18,5	25,7	26,7	20,8
3	27,2	29,0	26,6	22,4	17,8	14,9	15,1	13,1	14,7	18,5	25,5	26,7	20,9
4	27,2	29,0	26,7	22,5	18,1	15,2	15,4	13,4	14,7	18,6	25,5	26,8	21,0
5	26,9	28,9	26,7	22,7	18,1	15,5	15,8	13,7	14,8	18,8	25,3	26,7	21,1
6	26,7	28,6	26,4	21,4	15,3	12,4	12,8	11,9	14,2	18,6	25,0	26,6	19,9
7	26,5	28,4	25,2	18,8	13,1	11,3	11,3	9,8	12,7	17,9	25,0	26,4	18,8
8	25,3	25,5	20,8	17,1	12,4	10,8	11,0	9,2	11,2	14,7	22,9	25,1	17,1
9	23,3	23,3	21,9	17,7	12,8	10,8	11,3	9,0	11,7	15,6	21,7	23,4	16,8
10	21,9	24,1	21,6	17,9	12,9	10,8	11,4	8,9	11,6	15,4	22,5	22,2	16,7
11	24,0	25,0	21,9	18,5	13,9	12,7	14,0	11,2	12,6	15,6	23,0	23,7	18,0
12	24,5	25,6	22,7	19,1	14,1	12,6	13,7	11,2	12,7	15,9	23,6	24,2	18,3
13	24,7	26,0	23,3	19,6	14,3	12,6	13,7	11,3	13,1	16,2	23,6	24,2	18,5
14	24,9	26,4	23,8	20,0	14,7	12,8	14,3	11,8	13,5	16,5	23,4	24,3	18,8
15	24,5	26,2	24,0	20,2	15,0	13,0	14,9	12,1	13,8	16,4	22,8	23,4	18,8
16	24,6	26,4	24,2	20,2	15,2	13,4	15,2	12,4	14,0	16,7	23,6	24,3	19,1
17	24,9	26,0	23,3	19,0	14,5	13,0	14,6	11,9	12,9	16,7	24,3	24,8	18,8
18	26,3	27,9	25,7	19,9	14,4	12,3	13,7	11,2	13,7	18,4	25,3	25,5	19,5
19	26,5	28,3	26,6	20,7	15,1	11,4	12,3	10,9	14,0	18,7	25,2	25,8	19,6
20	26,7	28,7	27,2	21,7	16,6	12,6	13,5	11,8	14,6	19,1	25,3	26,1	20,3
21	26,6	28,5	26,9	21,7	16,8	12,5	13,3	11,7	14,4	19,0	25,2	26,2	20,2
22	26,5	28,6	26,6	21,9	17,3	12,8	13,5	12,0	14,4	18,9	25,2	26,0	20,3
23	27,1	29,5	27,2	22,8	17,6	13,2	13,8	12,6	15,6	19,6	26,0	26,7	20,9
Grand Total	25,8	27,4	25,0	20,6	15,5	12,8	13,6	11,6	13,7	17,6	24,5	25,4	19,4

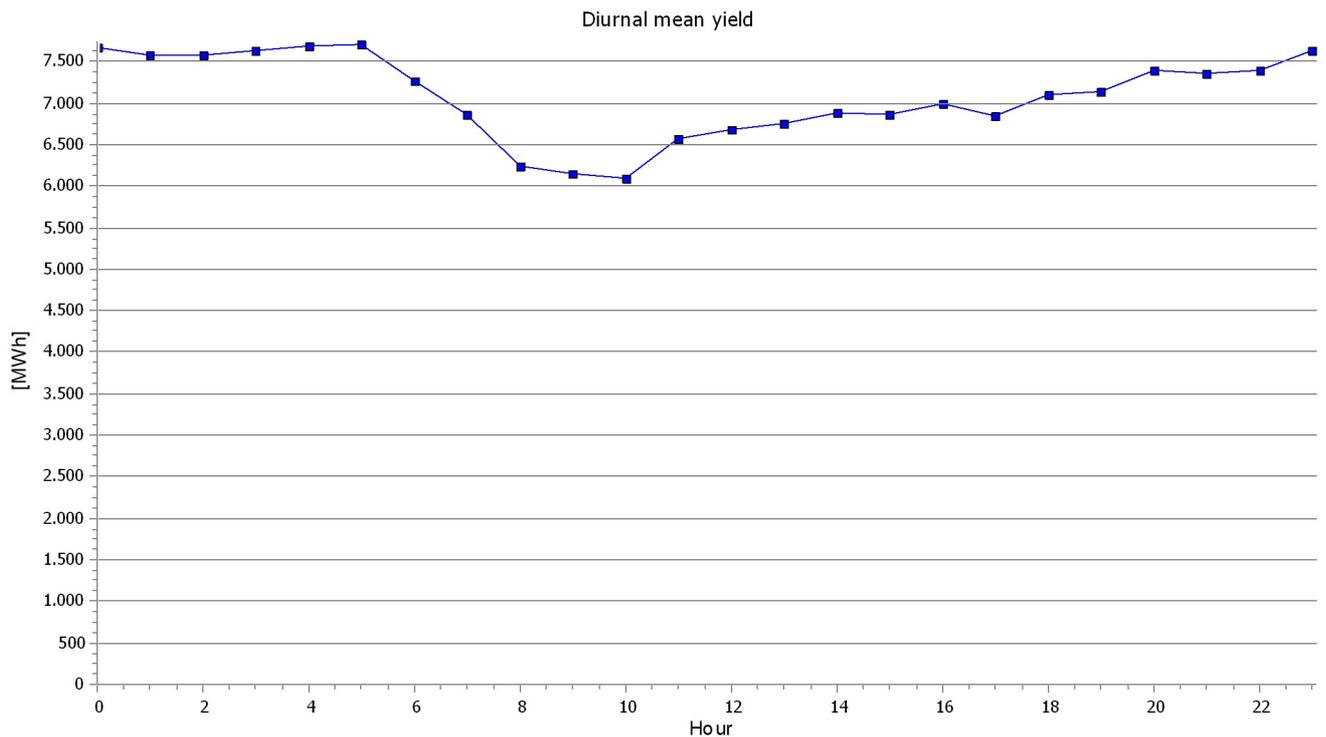
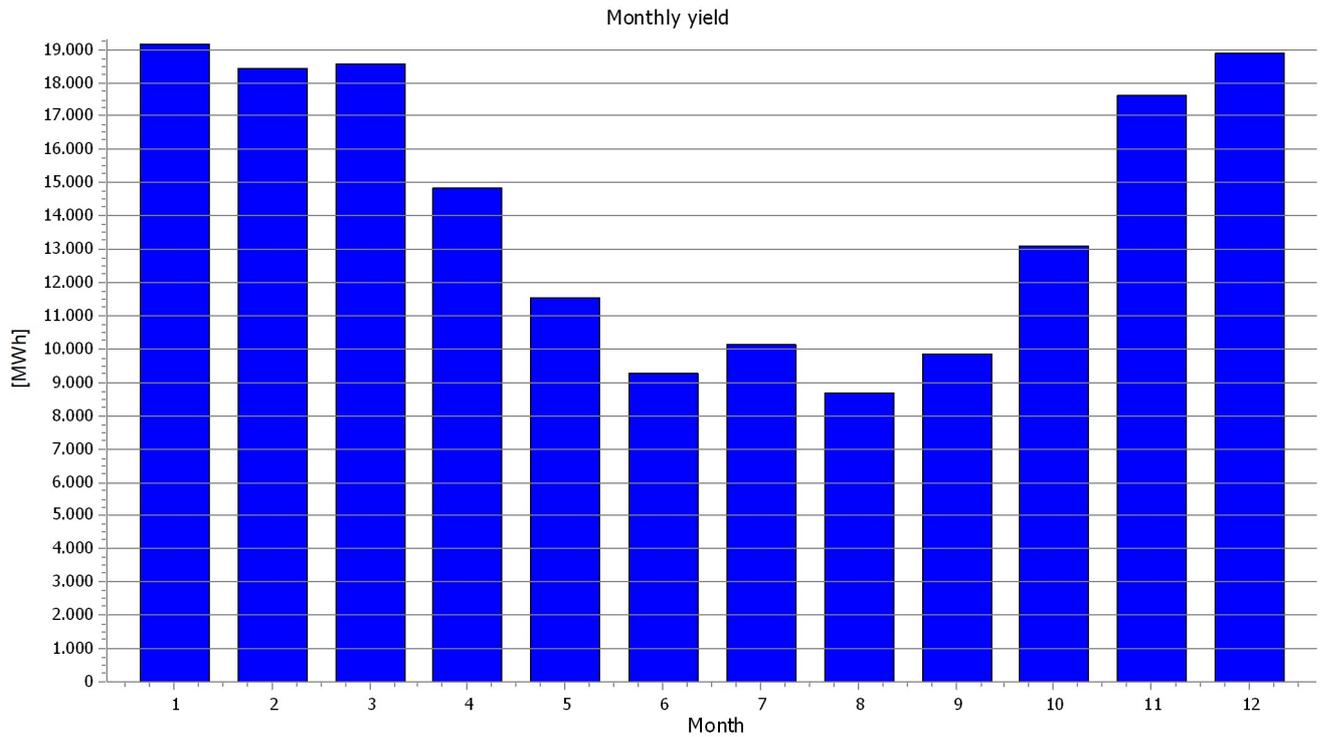
PARK - Time varying AEP

Windfarm: 72,0 MW based on 10 turbines of type VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI.

Selection: All new WTGs

Calculated mean yield per month and hour [MWh]. The result includes wake losses and any curtailment losses.

Values are scaled to a full year, see correction factors at main result page.

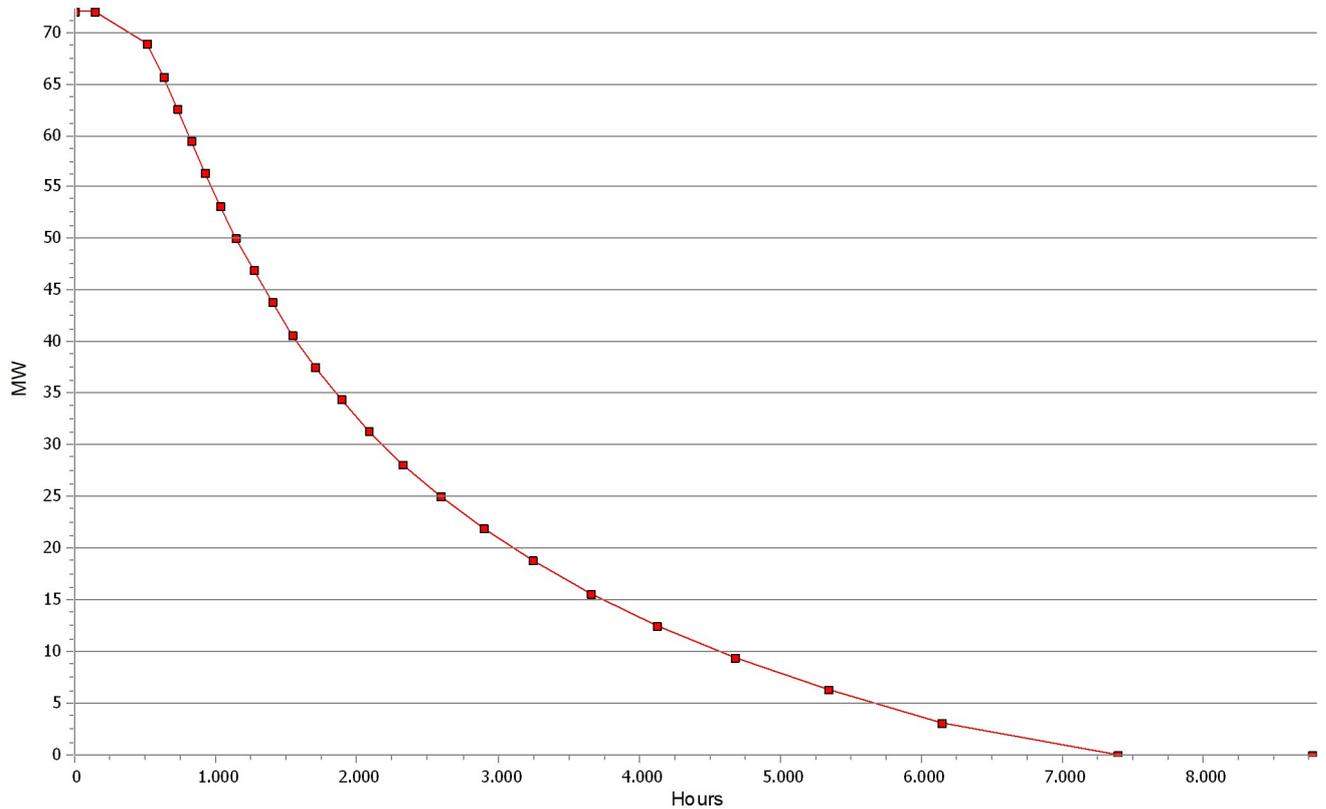


PARK - Time varying AEP

Windfarm: 72,0 MW based on 10 turbines of type VESTAS V172-7.2 7200 172.0 IOI.
Selection: All new WTGs

Hours	Hours [%]	Hours accumulated	Power [MW]	Power (MW/WTG)
142	1,6	142	72,0	7,2
366	4,2	508	68,9 - 72,0	6,9 - 7,2
119	1,4	627	65,7 - 68,9	6,6 - 6,9
99	1,1	726	62,6 - 65,7	6,3 - 6,6
96	1,1	822	59,5 - 62,6	5,9 - 6,3
99	1,1	921	56,3 - 59,5	5,6 - 5,9
108	1,2	1029	53,2 - 56,3	5,3 - 5,6
115	1,3	1143	50,1 - 53,2	5,0 - 5,3
125	1,4	1268	47,0 - 50,1	4,7 - 5,0
134	1,5	1403	43,8 - 47,0	4,4 - 4,7
143	1,6	1546	40,7 - 43,8	4,1 - 4,4
157	1,8	1703	37,6 - 40,7	3,8 - 4,1
180	2,1	1882	34,4 - 37,6	3,4 - 3,8
204	2,3	2087	31,3 - 34,4	3,1 - 3,4
237	2,7	2324	28,2 - 31,3	2,8 - 3,1
264	3,0	2588	25,0 - 28,2	2,5 - 2,8
307	3,5	2895	21,9 - 25,0	2,2 - 2,5
352	4,0	3247	18,8 - 21,9	1,9 - 2,2
407	4,6	3654	15,7 - 18,8	1,6 - 1,9
466	5,3	4120	12,5 - 15,7	1,3 - 1,6
552	6,3	4671	9,4 - 12,5	0,9 - 1,3
672	7,7	5343	6,3 - 9,4	0,6 - 0,9
801	9,1	6144	3,1 - 6,3	0,3 - 0,6
1245	14,2	7389	0,0 - 3,1	0,0 - 0,3
1377	15,7	8766	0,0	0,0

Duration curve 72,0 MW WindFarm



Project:
WON024_Lecce_prod_AA

Description:
762283.2,4481696.8

Licensed user:
Iron solar s.r.l.
via Lanzone, 31
IT-20122 Milano
+393487125089
Fabio Paccapelo / francesca.saccarola@hopegroup.it
Calculated:
20/12/2023 12:13/3.6.355

PARK - Scaling info

Scaler settings

Name	EMD Default Measurement Mast Scaler
Terrain scaling	Measured Data Scaling (Neutral stability / Raw flow)
RIX correction	No RIX correction
Displacement height	from calculator
Sector-wise from calculator	calculated
Micro terrain flow model	Site data: STATGEN (4)

Site Data: Site data: STATGEN (4)

Obstacles:

All obstacles used

Roughness:

Terrain data files used in calculation:

C:\...\Nelke Srl\Ufficio tecnico - Documenti\Progetti\WON024_Lecce\1_Supporto\WindPro\Producibilita\ROUGHNESSLINE_WON024_Lecce_prod_AA_0.wpo
Min X: 229.049, Max X: 277.087, Min Y: 4.457.907, Max Y: 4.502.888, Width: 48.038 m, Height: 44.981 m

Orography:

Terrain data files used in calculation:

C:\Users\fpacc\Nelke Srl\Ufficio tecnico - Documenti\Progetti\WON024_Lecce\1_Supporto\WindPro\Producibilita\WON024_Lecce_prod_AA_EMDGrid_0.wpg
Min X: 235.861, Max X: 271.862, Min Y: 4.461.954, Max Y: 4.498.714, Width: 36.001 m, Height: 36.759 m

Overall factor	1,0000
Overall offset	0,0000
By sector	No
By month	No
By hour	No
By wind speed	No

PARK - Displacement height

Sector-wise from calculator: calculated
Forest description is based on height grid object

WTG displacement height set to 1,00 of forest height.
WTG displacement height are adjusted to a factor of 50,0 of forest height in up wind direction.
WTG displacement height are adjusted to a factor of 25,0 of forest height in down wind direction.

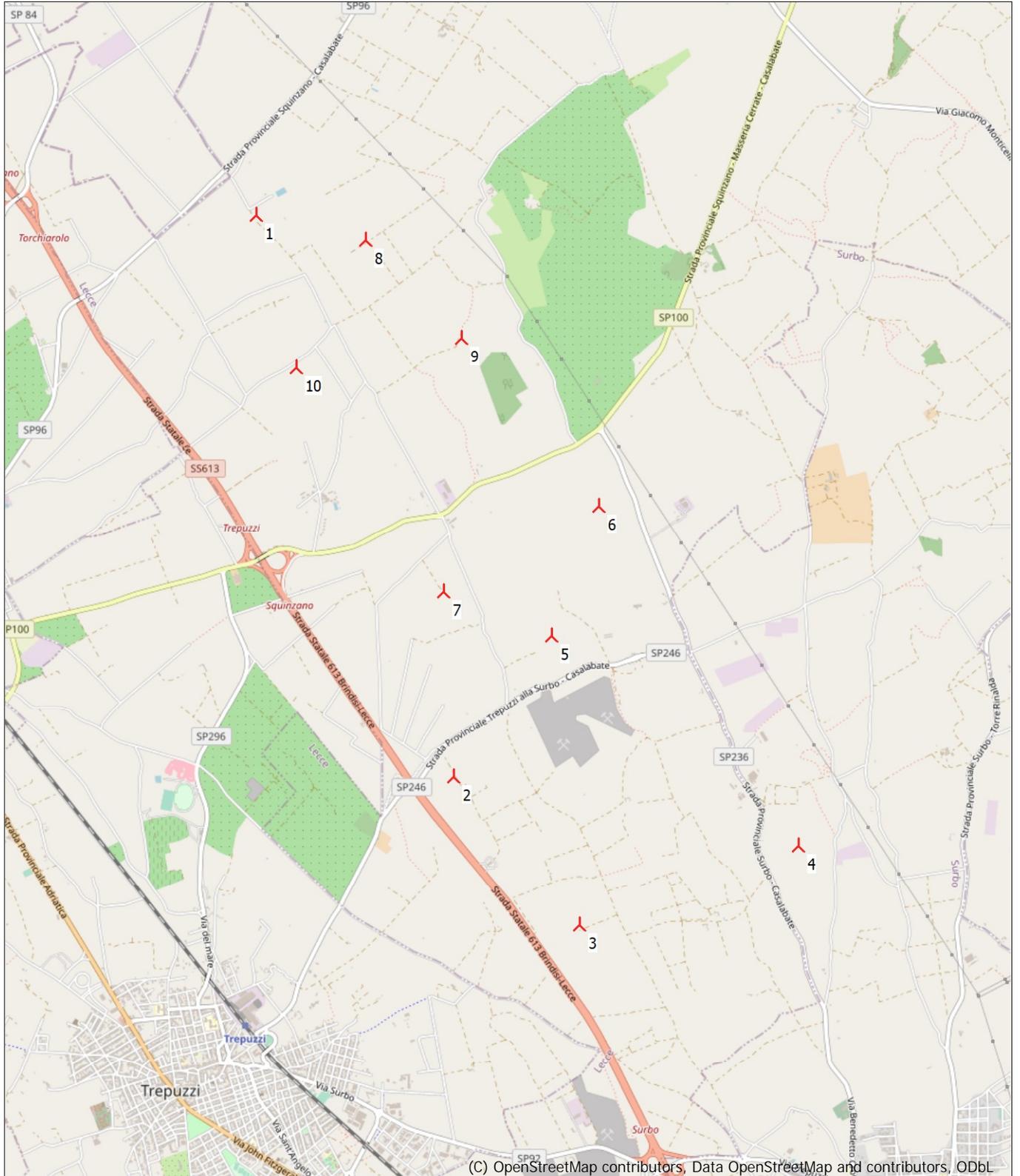
Sector wise displacement heights for masts

	DH (0)	DH (1)	DH (2)	DH (3)	DH (4)	DH (5)	DH (6)	DH (7)	DH (8)	DH (9)	DH (10)	DH (11)
	[m]	[m]										
ERA5(T) Rectangular Grid_N40,50_E018,00 (3)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sector wise displacement heights for WTGs

Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	DH (0) [m]	DH (1) [m]	DH (2) [m]	DH (3) [m]	DH (4) [m]	DH (5) [m]	DH (6) [m]	DH (7) [m]	DH (8) [m]	DH (9) [m]	DH (10) [m]	DH (11) [m]
1 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	1,08	1,78	0,41	0,00	0,00	0,00	0,00	0,10	0,00	0,00	0,07
3 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	1,79	2,04	2,63	2,63	2,63	2,59	2,40	2,40	2,27	2,27	2,27	2,17
4 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	1,07	0,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,34	0,59
5 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
8 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	0,00	0,13	1,56	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00
9 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	1,39	1,81	1,80	1,44	6,01	5,48	2,19	2,75	2,95	3,12	1,78	2,46
10 Yes	VESTAS	V172-7.2-7.200	7.200	172,0	150,0	2,32	2,26	1,93	1,01	2,39	2,42	1,88	1,52	1,87	1,79	1,79	2,08

PARK - Map



0 500 1000 1500 2000 m

Map: EMD OpenStreetMap, Print scale 1:40.000, Map center UTM (north)-WGS84 Zone: 33 East: 762.967 North: 4.481.075

🚧 New WTG