



Comune di
Siurgus Donigala

Regione Sardegna



Comune di
Selegas



NUOVO IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA "PRANU NIEDDU" NEI COMUNI DI SIURGUS DONIGALA E SELEGAS (SU)

PROGETTO DEFINITIVO - VER. 2

PROPONENTE

SIURGUS s.r.l.

Via Michelangelo Buonarroti, 39
20145 - Milano
C.F. e P.IVA 11189260968
PEC: siurgus@pec.it

OGGETTO

1 - ELABORATI DESCRITTIVI GENERALI

STUDIO ANEMOLOGICO

TIMBRI E FIRME



**STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI**

VIA ROSOLINO PILO N. 11 - 10143 - TORINO
VIA IS MAGLIAS N. 178 - 09122 - CAGLIARI
TEL. +39 011 43 77 242
studiorosso@legalmail.it
info@sria.it
www.sria.it

dott. ing. Roberto SESENNA
Ordine degli Ingegneri Provincia di Torino
Posizione n.8530J
Cod. Fisc. SSN RRT 75B12 C665C

dott. ing. Luca DEMURTAS
Ordine degli Ingegneri Provincia di Cagliari
Posizione n.6062
Cod. Fisc. DMR LCU 77E10 E441L

dott. ing. Fabio AMBROGIO
Ordine degli Ingegneri di Torino
Posizione n.23B
Cod. Fisc. MBR FBA 78M03 B594K

CONSULENZA

Coordinatore e responsabile delle attività: Dott. ing. Giorgio Efsio DEMURTAS



Studio Gioed

Consulenza studi ambientali: dott. for. Piero RUBIU



VIA IS MIRRIONIS N. 178 - 09121 - CAGLIARI

SIATER s.r.l. VIA CASULA N. 7 - 07100 - SASSARI

CONTROLLO QUALITA'

DESCRIZIONE	EMISSIONE
DATA	APR/2022
COD. LAVORO	519/SR
TIPOL. LAVORO	D
SETTORE	G
N. ATTIVITA'	01
TIPOL. ELAB.	RC
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	02
VERSIONE	2

REDATTO

ing. Luca DEMURTAS

CONTROLLATO

ing. Roberto SESENNA

APPROVATO

ing. Luca DEMURTAS

ELABORATO

1.2

INDICE

1. PREMESSA	2
2. DESCRIZIONE DEL SITO	3
3. ANEMOLOGIA.....	5
4. OROGRAFIA.....	7
5. MODELLO DI TURBINA EOLICO	9
6. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ STIMATA	11
7. STIMA DI PRODUZIONE ENERGETICA.....	13

ALLEGATI

ALLEGATO 1 – Siurgus-AEP-layout rev9 SG170hh115 6.6MW Siemens PC with existing



1. PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante del progetto definitivo relativo al parco eolico, denominato "Pranu Nieddu" in Comune di Siurgus Donigala (SU) a sud Ovest rispetto al centro abitato.

Le opere connesse interesseranno anche i comuni di Selegas (SU), per quanto riguarda la Sottostazione di collegamento alla rete di Terna Rete Italia Spa, mentre il Cavidotto interesserà anche i comuni di Senorbì e Suelli.

Il progetto prevede l'installazione di 13 aerogeneratori del tipo SIEMENS GAMESA SG 6.6 - 170. Gli aerogeneratori hanno potenza nominale di 6,6 MW, per una potenza complessiva del parco eolico di 85,8 MW. L'altezza delle torri sino al mozzo (HUB) è di 115,0 m, il diametro delle pale è di 170 m per una altezza complessiva della torre eolica pari a 200 m.

La presente emissione del progetto (VER.2) costituisce un'ottimizzazione generale del primo progetto, presentato in data marzo 2021, in quanto il precedente posizionamento degli aerogeneratori, nonché la maggiore altezza delle torri (220 m) risultava secondo quanto illustrato nel parere del 30.06.2021 prot 34.43.01/lasc. ABAP (GIADA) 20.87.9 del Ministero della Cultura - Soprintendenza archeologia, belle arti e paesaggio, e trasmessa dal Ministero della transizione ecologica -Direzioe generale per la crescita sostenibile e la qualita dello sviluppo, Divisione V Sistemi di valutazione ambientale rappresentare criticità importanti sul patrimonio archeologico e paesaggistico.

Con la nuova versione (VER.2), oltre alla rivisitazione sostanziale del *Lay-out* di progetto, che prevede anche la riduzione degli aereo generatori al numero di 13 invece che i 14 inizialmente previsti, si risponde alle richieste riportate nella lettera sopra citata, in modo da chiarire le nuove soluzioni previste per risolvere le criticità presentate.

Dal punto di vista anemologico le valutazioni del potenziale sono basate su dati satellitari nella zona di installazione degli aerogeneratori per avere una fonte attendibile e puntuale della risorsa vento su un periodo sufficientemente significativo, in modo da definire la ventosità attesa di lungo termine nell'area di progetto.

Nell'ambito dello studio si è approfondito altresì l'orografia del sito e della zona circostante nel suo complesso e nell'esito non si sono riscontrate criticità di nota.

La Stima di Produzione Energetica Netta P50 dell'impianto, calcolata al netto delle perdite energetiche, è di 210,44 GWh/anno, pari a 2.611 Ore Equivalenti annue.

Si sono altresì verificati i criteri imposti da Delibera Regionale 59/90 del 2020, per confermare la congruenza del sito e della wind farm in oggetto con i parametri di riferimento.



2. DESCRIZIONE DEL SITO

L'area di pertinenza del progetto è destinata ad attività prettamente pastorali, distante dai centri abitati e dai Comuni più vicini, misurando in linea d'aria circa 3 km dalla zona urbana del Comune di Siurgus Donigala, 1 km da quella del Comune di Senorbì, 2,5 km da quella di San Basilio e 2 km da quella di Goni.

L'area dell'impianto è raggiungibile dalla viabilità comunale che collega Siurgus Donigala e San Basilio, la quale è lambita dalla S.P. 23 a sud-est e dalla strada comunale Siurgus Donigala – Goni a nord-est e a nord. La viabilità che raggiunge le aree oggetto dell'intervento dei singoli aerogeneratori è invece privata.

Il territorio, prevalentemente collinare, è caratterizzato da una vegetazione tipicamente mediterranea. I terreni oggetto dell'intervento si sviluppano a una quota tra i 300 e i 520 metri sopra il livello del mare, non ricadono in zone destinate alla coltivazione pregiate, in aree definibili come boschive, o comunque in zone che possano subire impatti sensibili diretti dalla presenza degli aerogeneratori e dalle opere ancillari previste.

La morfologia dell'ambito in oggetto, generalmente collinare, con alcuni profili di pendenze tipiche delle zone sub-collinari dell'area della Trexenta, sono molto ben esposte al vento e senza particolari ostacoli che si antepongano al flusso del vento dominante. La viabilità interna esistente è attualmente utilizzata per le attività inerenti le aziende di allevamento del posto e di ordinaria manutenzione dei fondi; gli adeguamenti alla viabilità verranno pertanto progettati tenendo conto anche delle necessità relative ad attività diverse da quelle prettamente relative all'installazione e manutenzione del solo parco eolico

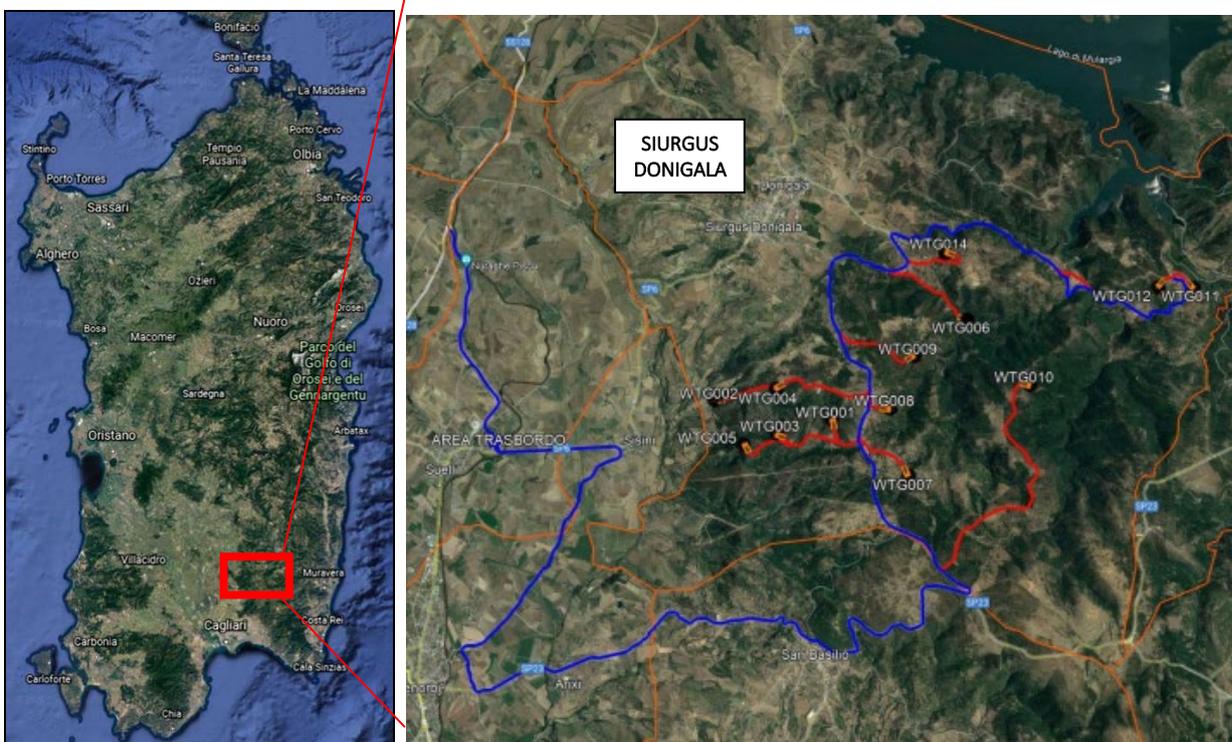


Figura 1 – Inquadramento territoriale generale e vista aerea delle posizioni degli aerogeneratori del parco eolico "Pranu Nieddu" a Siurgus Donigala e Selegas ed indicazione dei territori comunali limitrofi.

L'impianto eolico in oggetto sarà di tipo on-shore (su terraferma) ed avrà una potenza nominale di 85,8 MW, generata da n. 13 torri eoliche con generatori di taglia 6,6 MW, Siemens Gamesa SG 170 6.0 hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m), ciascuno interconnessi al punto di connessione fisico previsto nella cabina CTE, in comune di Selegas. Infine, sono previste tutte le apparecchiature elettriche necessarie alla protezione delle linee interne ed all'immissione dell'energia prodotta nella rete e verso il sistema RTN e la realizzazione delle opere accessorie.

3. ANEMOLOGIA

La committente ha condotto una campagna di acquisizione dati satellitari nella zona di installazione degli aerogeneratori per avere una fonte attendibile e puntuale della risorsa vento su un periodo sufficientemente significativo.

I dati sono stati elaborati dal software WindPro che ne ha validato le stime di producibilità attesa.

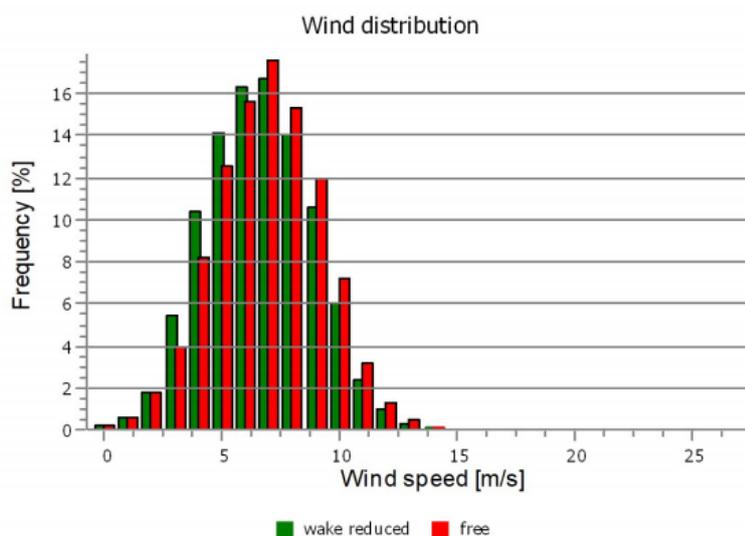
Saranno inoltre installate in futuro delle aste anemometriche saranno oggetto di una apposita procedura da trasmettere tramite Sportello Suape in quanto, per la nuova configurazione di progetto, non sono state ancora individuate le specifiche aree di posizionamento.

Saranno installate numero due aste, in virtù della copertura areale richiesta, e saranno aste temporanee, posizionate per 36 mesi baricentrici rispetto al parco per avere un set di dati ulteriormente dettagliati e un'interpolazione con gli altri fattori meteorologici quali temperatura, pressione e umidità. L'anemometro in oggetto raccoglierà dati per un periodo massimo di 36 mesi. Questi dati saranno disponibili in misura sufficiente per una valutazione affidabile della producibilità attesa dopo un periodo di non meno di 12 mesi, per coprire tutte le stagionalità dei flussi delle masse d'aria, e pertanto per il momento i dati satellitari sono quelli su cui effettueranno le valutazioni. Non è prevista una specifica asta fissa per tutta la durata dell'impianto.

I dati satellitari sono stati campionati su un intervallo di sei anni, dal 1 Gennaio 1993 al 31 Marzo 2019. La quota di stima dei dati è la medesima del mozzo dell'aerogeneratore, cioè 135 metri dal suolo.

In allegato è riportato il report "Siurgus-AEP-layout rev9 SG170hh115 6.6MW Siemens PC with existing".

Sulla base dei dati misurati, si è riscontrata una **velocità media alla quota di 115 m pari a 6,2 m/s e una rosa dei venti prevalente dalle direzioni nord-ovest e sud ovest.**



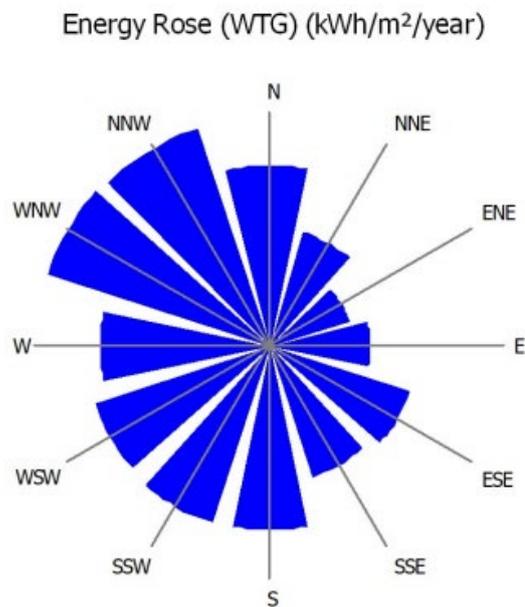


Figura 2 – Analisi dei dati anemometrici ricavati dai dati satellitari nella zona di installazione degli aerogeneratori: istogramma delle frequenze della velocità media alla quota 115 m e rosa dei venti.



4. OROGRAFIA

In questa Sezione, partendo da una mappa regionale DTM con risoluzione 10 m, l'obiettivo è di esaminare l'orografia generale di sito e individuare eventuali fenomeni o criticità presenti nell'immediato intorno delle posizioni Stazioni di Misura e delle Turbine secondo il Layout di wind farm proposto o anche effetti determinati da rilievi lontani dal sito. Nello specifico si esaminano le altimetrie, le pendenze del sito e le interdistanze tra WTG tenendo in considerazione che il modello di Turbina (WTG) proposta è la Siemens Gamesa SG170 6,6MW, avente diametro rotore 170 m e altezza mozzo 115 m, per una altezza fuori terra complessiva di 200 m (ground to tip height). Ulteriori informazioni di dettaglio sul modello Turbina saranno trattate nei successivi capitoli.

Si premette innanzitutto che le coordinate e altitudini di base delle WTG oggetto di studio sono come da Tabella seguente.

Tabella 1 – WTG del Lay-Out wind farm Pranu Nieddu.

ID Turbina	Altezza base (m)	UTM wgs84 32S Est	UTM wgs84 32S Nord
WTG001	481,00	515 710,8295	4 379 981,6185
WTG002	298,00	515 294,9981	4 380 228,0008
WTG003	433,00	516 269,8153	4 379 734,5392
WTG004	391,00	516 227,2416	4 380 407,2566
WTG005	378,00	515 789,9283	4 379 565,5382
WTG006	357,00	519 093,0605	4 381 605,2344
WTG007	501,00	518 251,6167	4 379 172,3559
WTG008	480,00	517 950,2124	4 380 167,1581
WTG009	446,00	518 295,8778	4 380 986,8692
WTG010	473,00	520 039,2228	4 380 602,1700
WTG011	409,00	522 547,8453	4 382 213,4339
WTG012	401,00	522 007,6922	4 382 204,5113
WTG014	457,00	518 726,0610	4 382 615,6071

Da una visione di insieme dell'orografia di sito nella Figura 3 seguente si osservano il Layout WTG.

Anche dal punto di vista interdistanze tra WTG non si rilevano criticità di nota. In particolare nella Figura 4, considerando il modello WTG diametro rotore 170 m e interdistanze 3D ritenute il tipico minimo progettuale non si notano sovrapposizioni di aree di competenza di WTG.

Le stesse distanze sono state tenute nei confronti degli altri parchi eolici operativi limitrofi o di imminente realizzazione al parco oggetto di questo studio.

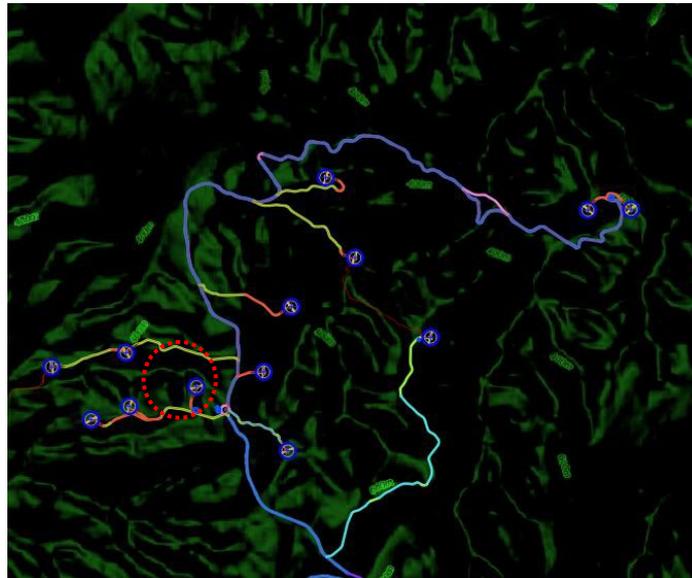


Figura 3 – WTG del Lay-Out wind farm Pranu Noieddu su DTM di altimetria.



Figura 4 – Interdistanze WTG del Lay-Out wind farm Pranu Nieddu.



5. MODELLO DI TURBINA EOLICO

Il parco eolico è composto da 13 aerogeneratori del tipo SG 6.6 - 170 da 6,6 MW della SIEMENS GAMESA, avente un rotore tripala con un sistema di orientamento della navicella attivo. Si tratta di una macchina della più avanzata tecnologia con una potenza nominale di 6,6 MW e fornita delle necessarie certificazioni rilasciate da organismi internazionali.

Il rotore ha un diametro di 170 m ed utilizza il sistema di controllo capace di adattare l'aerogeneratore per operare in un ampio intervallo di velocità del rotore. Il numero di aerogeneratori previsti è 13 per una potenza totale installata di 85,8 MW. Gli aerogeneratori sono collocati nel parco, come si può evincere dagli elaborati grafici, ad un'interdistanza non inferiore a 700 m, gli stessi sono disposti perpendicolarmente rispetto alla direzione del vento dominante. L'aerogeneratore è progettato per un intervallo di temperatura compreso fra – 20°C e +45°C. Al di fuori di questo intervallo devono osservarsi precauzioni particolari. L'umidità relativa può arrivare anche al 100%.

Le pale hanno una lunghezza di 76 m e sono costituite da due gusci alari in carbonio e fibra di vetro. Ogni pala consta di tali due elementi fissati ad una struttura di supporto mediante inserti di acciaio speciale, con anima in schiuma.

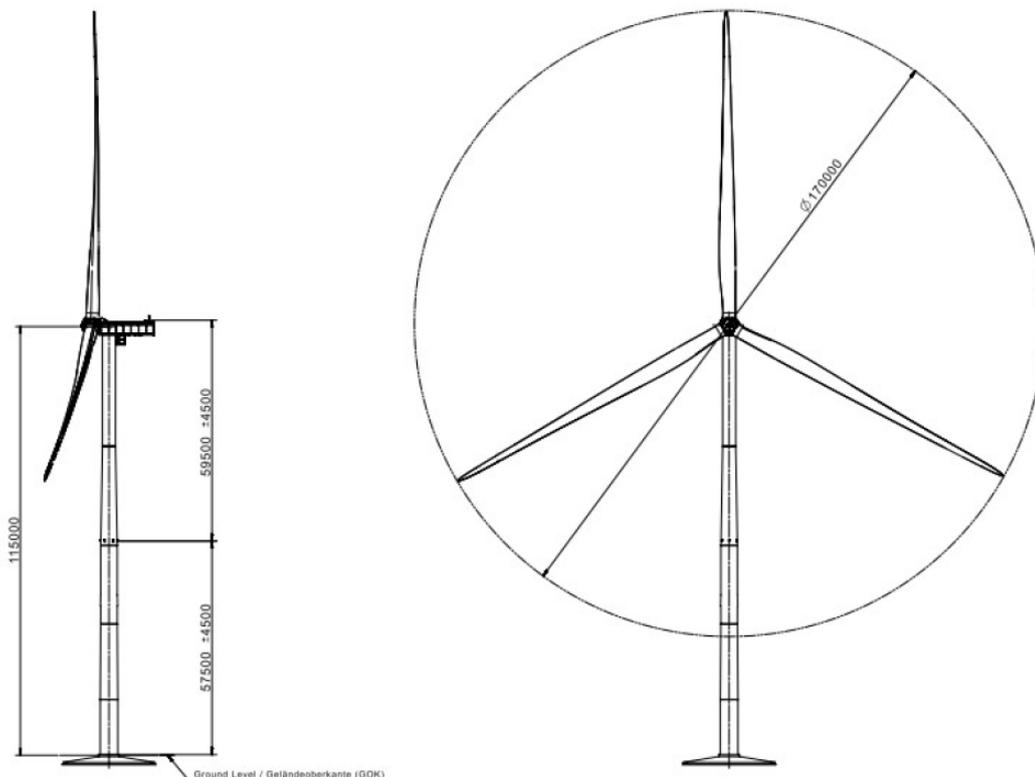


Figura 5 – Vista prospettica e laterale dell'aerogeneratore SIEMENS GAMESA SG 6.6 - 155 da 6,6 MW.



Tabella 2 – Specifiche principali WTG Siemens Gamesa SG170 AM 6,6.

Modello WTG	Siemens Gamesa SG170 6.0 MW Mode AM-6.6
Potenza Nominale	6.6 MW
Diametro Rotore D	170 m
Altezza mozzo H	115,5 m
Area spazzata	22.698 m ²
Altezza totale fuori terra	200 m
IEC class 61400-22	IIIA
Tipologia generatore	Asincrono
Potenza nominale	6600 kW
Tensione	690 V (alla velocità nominale)
Range Frequenza	50 – 60 Hz
Range Velocità in esercizio del generatore	1120 - 1344 rpm
Velocità di Cut-in / Cut-out / Re Cut-in	3.0 – 25.0 – 24.0 m/s
Tipologia torre	Tubolare cilindrico/conico
Specifica materiali	Acciaio
Altezza mozzo	115 m
Numero di elementi	5 sezioni
Tipologia generatore	DFIG Asincrono
Potenza nominale	6.6 MW
Tensione statore	690 V
Velocità nominale	1120 – 1344 giri/minuto
Sensori di temperatura, statore	6 sensori PT 100
Sensori di temperatura, cuscinetti	1 per cuscinetto
Tipologia trasformatore	Liquid filled
Corrente massima	7.11 kA + 10%
Tensione nominale	30 kV – 690 V
Gruppo vettoriale	Dyn11
Frequenza	50 Hz
Prese MT	±2 x 2,5 %
Impedenza di tensione	9,8% -+ 8,3% a 6,5 MW

I dettagli di performance WTG sono desumibili in allegato.



6. CALCOLO DELLA PRODUCIBILITÀ STIMATA

Si allega nella tabella di seguito la curva di producibilità del generatore individuato, con potenza nominale massima pari a 6,6 MW, senza perdite dovuti a effetti scia, e con una densità dell'aria pari a 1,225 kg/m³.

Si è pertanto provveduto ad utilizzare il software WindPro per simulare le produzioni nette di ogni generatore installato nel parco. Questi valori servono innanzitutto per rappresentare una varianza delle producibilità e delle perdite riscontrate sui punti di installazione delle macchine, e in secondo luogo a interpolare i dati con quelli rinvenuti in sede di indagine anemometrica satellitare.

I valori ottenuti possono variare, anche sensibilmente, in funzione della morfologia del terreno, dell'effetto scia con altri generatori sopravento (pur contenuti dal layout scelto e dall'interdistanza dalle macchine), e dalla distanza da eventuali formazioni geomorfologiche sopravento che possano alterare la purezza del jet stream dell'area incidente sul piano del rotore.

Sulle produzioni, intese come lorde, emerse dalla simulazione, si è quindi proceduto ad applicare un fattore correttivo di perdita calcolato in base alle sorgenti di diminuzione della performance documentalmente riscontrate nei parchi eolici in esercizio, e della loro quantificazione applicandola ai valori applicabili sul parco eolico Pranu Nieddu.

In dettaglio le perdite analizzate sono: -

- Effetto scia (o wake effect), ovvero l'effetto di alterazione del flusso di corrente dell'aria conseguente all'attraversamento del piano rotore situato sopravento rispetto a un altro. Il modello utilizzato è il N. O. Jensen 1
- Indisponibilità della rete (o grid curtailment), dovuto alle limitazioni della potenza immessa in rete o della sua temporanea assenza.
- Indisponibilità delle macchine (o WTG availability), dovuto agli interventi di manutenzione
- ordinaria e straordinaria di uno o più degli aerogeneratori, calcolato sullo storico di frequenza e durata di detti interventi sui generatori di più recente generazione.
- perdita di rete, stepup e cavidotto interno (o substation and BoP availability), dovuto alle perdite elettriche di cavidotti e stazioni di trasformazione prima della Stazione Elettrica.
- perdita sulla curva di potenza (o power curve adjustment), che rappresenta un fattore di correzione generico sulla curva di potenza fornita dal produttore del generatore, ritenuta ideale e soggetta a fattori esterni non preventivabile ex ante.
- perdite dovute allo spegnimento per surriscaldamento (o high temperature shutdown), dovute al fermo macchina in caso di temperature oltre la norma nella navicella di uno o più dei generatori.
- perdite climatiche, dovute essenzialmente a ghiaccio, forti neviccate o eventi estremi. Isteresi del vento (o high wind hysteresis), dovuta al periodo refrattario che intercorre tra il fermo macchina per ventosità oltre la soglia di cut-off o sotto la soglia di cut-in e la ripartenza della macchina.



- perdite elettriche, ossia le perdite dovute all'effetto Joule per via della lunghezza dei cavidotti e la sezione dei cavi tra generatori e stazione di consegna e misura dell'energia immessa in rete.

Le perdite di cui sopra si indicano in ragione della tabella seguente.

Tabella 3 – Fattori correttivi di perdita utilizzati

Effetto scia	7,4%
Indisponibilità della macchina	1,5%
Indisponibilità della rete	1,5%
Perdita di rete, stepup e cavidotto interno	1,5%
Perdita sulla curva di potenza	1,2%
Perdita per surriscaldamento	0,2%
Perdite climatiche	0,2%
Isteresi del vento	0,2%
Perdite elettriche	2,0%
Totale	15,7%

7. STIMA DI PRODUZIONE ENERGETICA

Interpolando i dati di perdita con le distribuzioni di vento rilevate, si stima pertanto che l'impianto avrà una produzione lorda annua pari a 3.128 ore annue, e quindi una netta attesa pari a **2.611 ore equivalenti annue**

La produzione elettrica stimata è pertanto pari a 210.449 MWh annui.

SIURGUS s.r.l.

Eurowind Energy.

Comuni di Siurgus Donigala e Selegas
Provincia del Sud Sardegna - REGIONE SARDEGNA

**NUOVO IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA
"PRANU NIEDDU" NEI COMUNI DI SIURGUS DONIGALA E SELEGAS (SU)**

Progetto definitivo – VER. 2

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI



Studio Gioed

ALLEGATI

SIURGUS s.r.l.

Eurowind Energy.

Comuni di Siurgus Donigala e Selegas
Provincia del Sud Sardegna - REGIONE SARDEGNA

**NUOVO IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA
"PRANU NIEDDU" NEI COMUNI DI SIURGUS DONIGALA E SELEGAS (SU)**

Progetto definitivo – VER. 2

SRIA
s.r.l.

STUDIO ROSSO
INGEGNERI ASSOCIATI



Studio Gioed

ALLEGATO 1

Siurgus-AEP-layout rev9 SG170hh115 6.6MW Siemens PC with existing

PARK - Main Result

Calculation: Siurgus-AEP-layout rev9 SG170hh115 6.6MW Siemens PC with existing

Setup

AEP scaled to a full year based on number of samples
Scaling factor from 1,0 years to 1 year: 1,001

Calculation performed in UTM (north)-WGS84 Zone: 32
At the site centre the difference between grid north and true north is: 0,1°

Wake

Wake Model: N.O. Jensen (RISØ/EMD) Park 2 2018
Wake decay constant
Time step turbulence based. WDC = A*TI + B
Time series from: Default Meteo data description (7) - 75,00 m
A B Max WDC Min WDC WDC for invalid TI
0,4800 0,0000 0,20 0,01 0,040
Reference WTG: Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (188)

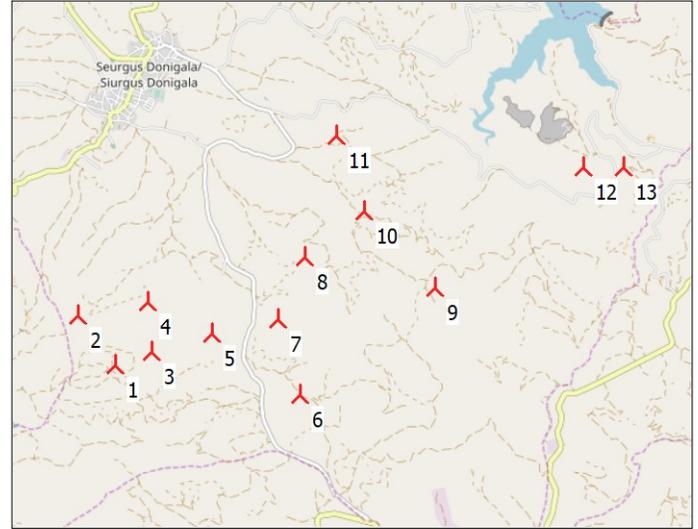
Scaler/wind data

Name: sc 1 rix
Terrain scaling: Measured Data Scaling (WASP Stability / A-Parameter)
Micro terrain flow model: WASP 1BZ from Site Data
Used period: 01.01.2018 - 31.12.2018 20:30:00
Meteo object(s): MCP LT - MCP session (1) - [Regression] (10), 75,00m - MCP LT - MCP session (1) - [Regression]
Displacement height: Sector-wise from calculator Default 15m forest based on roughness data
RIX correction used
WASP version: WASP 12 Version 12.07.0056

Power correction (All new WTGs)

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

	Min	Max	Avg	Corr. [%]	Neg. corr. [%]	Pos. corr. [%]
Air density						
EmdConvx_N39.560_E009.200 (3) - 100,00 m	[°C]	-1,2	34,1	16,0		
From air density settings	[hPa]	938,4	967,7	951,3		
Resulting air density	[kg/m³]	1,078	1,227	1,147		
Relative to 15°C at sea level	[%]	88,0	100,1	93,6	-6,0	-6,0 0,0



Calculated Annual Energy for Wind Farm

WTG combination	Result	GROSS (no loss)	Wake loss	Specific results ^{*)}		Wind speed		
				Capacity factor	Mean WTG result	Full load hours	free	wake
	[MWh/y]	[MWh/y]	[%]	[%]	[MWh/y]	[Hours/year]	[m/s]	[m/s]
Wind farm	210.449,5	232.295,9	9,4	29,8	16.188,4	2.611	6,5	6,2

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

Calculated Annual Energy for each of 13 new WTGs with total 80,6 MW rated power

WTG type	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Displacement height	Power curve Creator	Name	Annual Energy		Wind speed	
										Result	Wake loss	free	reduced
				[kW]	[m]	[m]	[m]			[MWh/y]	[%]	[m/s]	[m/s]
1	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	18.927,7	9,9	6,90	6,60
2	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	16.002,1	7,0	6,36	6,16
3	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	18.939,0	12,7	7,00	6,61
4	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	15.931,3	11,2	6,49	6,17
5	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	17.647,0	11,9	6,78	6,45
6	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	15.516,4	10,9	6,43	6,14
7	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	17.692,9	10,6	6,75	6,45
8	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	16.750,0	9,8	6,58	6,31
9	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	14.380,9	8,4	6,14	5,94
10	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	10.174,2	11,0	5,47	5,23
11	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	20.764,3	5,2	7,05	6,89
12	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	14.071,4	6,3	6,06	5,91
13	Yes	Siemens Gamesa	SG 6.0-170-6.200	6.200	170,0	115,0	Sector wise	USER	6.6 MW	13.652,3	6,3	5,99	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: 32				Row data/Description	Calculation period	
	Easting	Northing	Z			Start	End
1	515.781	4.379.558	375,2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (188)	01.01.2018	31.12.2018	
2	515.295	4.380.227	300,3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (189)	01.01.2018	31.12.2018	
3	516.269	4.379.733	430,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (190)	01.01.2018	31.12.2018	
4	516.223	4.380.405	390,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (191)	01.01.2018	31.12.2018	
5	517.083	4.379.972	474,8	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (192)	01.01.2018	31.12.2018	
6	518.251	4.379.171	500,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (193)	01.01.2018	31.12.2018	

To be continued on next page...

^{*)} Included in wake losses is influence from 9 WTG(s) in the neighborhood, which has status as "Reference WTGs", see separate report to identify these.

Project:
Siurgus

Licensed user:
Eurowind Project A/S
Mariagervej 58B
DK-9500 Hobro
+45 9620 7040
Lita Ionut / ili@eurowindenergy.com
Calculated:
26.04.2022 18:04/3.5.576

PARK - Main Result

Calculation: Siurgus-AEP-layout rev9 SG170hh115 6.6MW Siemens PC with existing

...continued from previous page

UTM (north)-WGS84 Zone: 32				Calculation period		
	Easting	Northing	Z	Row data/Description	Start	End
			[m]			
7 New	517.949	4.380.166	480,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (194)	01.01.2018	31.12.2018
8 New	518.295	4.380.985	446,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (195)	01.01.2018	31.12.2018
9 New	520.039	4.380.600	470,7	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (196)	01.01.2018	31.12.2018
10 New	519.092	4.381.604	355,8	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (197)	01.01.2018	31.12.2018
11 New	518.725	4.382.614	458,2	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (198)	01.01.2018	31.12.2018
12 New	522.007	4.382.203	400,3	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (199)	01.01.2018	31.12.2018
13 New	522.547	4.382.211	410,0	Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 !O! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (200)	01.01.2018	31.12.2018

PARK - Wind Data Analysis

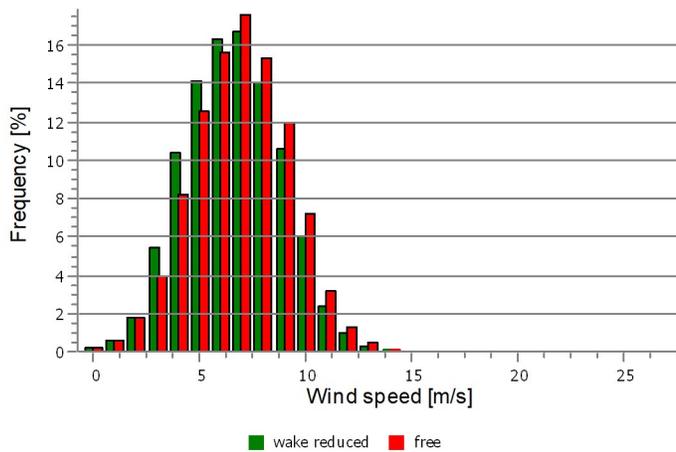
Calculation: Siurgus-AEP-layout rev9 SG170hh115 6.6MW Siemens PC with existingWind data: 1 - Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (188); Hub height: 115,0

Site coordinates
UTM (north)-WGS84 Zone: 32
East: 515.781 North: 4.379.558
Siemens Gamesa SG 6.0-170 6200 170.0 IO! hub: 115,0 m (TOT: 200,0 m) (188)
Masts used
Take nearest

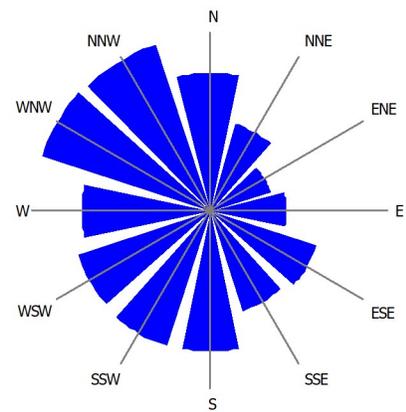
Winddata for site

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

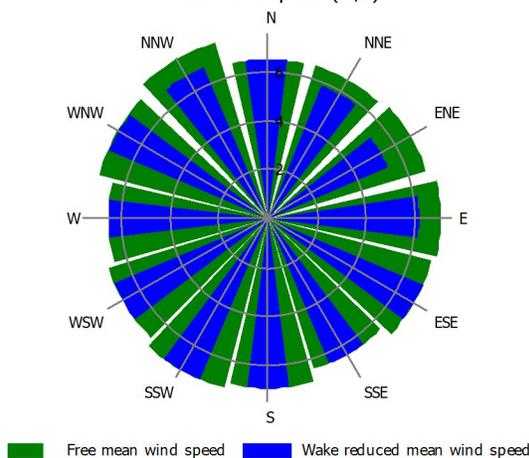
Wind distribution



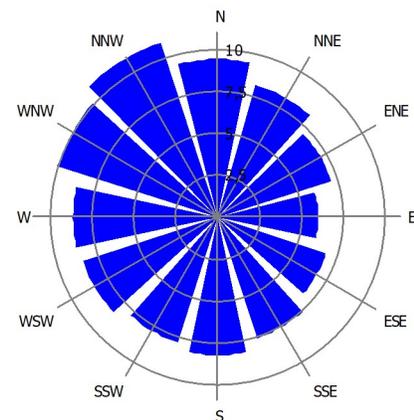
Energy Rose (WTG) (kWh/m²/year)



Mean wind speed (m/s)

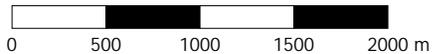


Frequency (%)





"EMD Satellite Imagery – 10m" by EMD International A/S (Contains modified Copernicus Sentinel data 2016 & 2017)



Map: windPRO Global Satellite Imagery – 10m , Print scale 1:40.000, Map center UTM (north)-WGS84 Zone: 32 East: 518.921 North: 4.380.893

 New WTG

PARK - Map

Calculation:
Siurgus-AEP-layout rev9 SG170hh115 6.6MW Siemens PC with existing

Licensed user:
Eurowind Project A/S
Mariagervej 58B
DK-9500 Hobro
+45 9620 7040
Lita Ionut / ili@eurowindenergy.com
Calculated:
26.04.2022 18:04/3.5.576