



Comune di
Siurgus Donigala



Comune di
Selegas

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

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

RELAZIONE DESCRITTIVA GENERALE

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 Efisio 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.	RG
TIPOL. DOC.	E
ID ELABORATO	01
VERSIONE	2

REDATTO

ing. Luca DEMURTAS

CONTROLLATO

ing. Roberto SESENNA

APPROVATO

ing. Luca DEMURTAS

ELABORATO

1.1

INDICE

1. PREMESSA	3
2. OBIETTIVI DEL PROGETTO	4
2.1 INTRODUZIONE	4
2.2 AZIENDA PROPONENTE IL PROGETTO	5
2.3 GIUSTIFICAZIONE DELL'OPERA	5
2.4 FRUITORI DELL'OPERA	6
3. ANALISI POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO	7
3.1 PREMESSA	7
3.2 DATI ECONOMICI E DEMOGRAFICI DEL TERRITORIO COMUNALE DI SIURGUS DONIGALA	7
3.2.1 <i>Inquadramento generale</i>	7
3.2.2 <i>Inquadramento storico demografico del Comune di Siurgus Donigala</i>	8
3.2.3 <i>Geografia del Comune di Siurgus Donigala</i>	8
3.2.4 <i>Anagrafe e Statistica Inquadramento storico demografico del Comune di Siurgus Donigala</i>	9
3.3 EFFETTI SULL'ECONOMIA LOCALE	11
3.4 BENEFICI ECONOMICI PREVEDIBILI PER IL TERRITORIO	13
3.5 BENEFICI SOCIALI E OCCUPAZIONALI	13
3.6 EFFETTI SUL TURISMO E SULLE ATTIVITÀ RICREATIVE	14
3.7 OPERE DI MITIGAZIONE SU EVENTUALI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI NEGATIVI	14
4. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO E AUTORIZZATIVO	15
4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ENERGIE RINNOVABILI	15
4.1.1 <i>Emissioni</i>	16
4.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO NAZIONALE E REGIONALE	17
4.3 ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI, NULLA OSTA, PARERI COMUNQUE DENOMINATI E DEGLI ENTI COMPETENTI PER IL LORO RILASCIO	21
5. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE	23
5.1 COMPONENTI DI PAESAGGIO DELL'AREA INTERESSATA AL PARCO EOLICO	23
5.2 COMPONENTE NATURALE E SEMINATURALE	26
5.3 COMPONENTE AGROFORESTALE	26
5.4 COMPONENTE FLUVIALE	27
5.5 USO DEL SUOLO NELLE AREE INTERESSATE ALLA COSTRUZIONE DEI GENERATORI	28
5.6 ASSETTO GEOLOGICO DI INQUADRAMENTO	30
5.7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO	31
5.8 CARATTERI LITologici E STRATIGRAFICI DELL'AREA DI INTERVENTO	31
5.9 SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA	31
5.10 BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI NELLE AREE INTERESSATE DALLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO	33
5.11 QUADRO DI SINTESI DEL CONTESTO AMBIENTALE	35
6. DESCRIZIONE DEL PROGETTO EOLICO	36
6.1 CRITERI PROGETTUALI	37
6.2 DESCRIZIONE GENERALE OPERE ELETTRICHE	37
6.3 IDENTIFICAZIONE DEI VERTICI DEL POLIGONO RACCHIUDENTE L'AREA DI PERTINENZA DELL'IMPIANTO E POSIZIONAMENTO AEROGENERATORI	39
6.4 POTENZIALE EOLICO	40
6.4.1 <i>Anemologia del parco eolico "Pranu Nieddu"</i>	40
6.5 REQUISITI TECNICI IMPIANTO EOLICO	43

6.5.1	Opere elettromeccaniche	43
6.5.2	Caratteristiche tecniche aerogeneratori	43
6.5.3	Fasi di montaggio dell'aerogeneratore	45
7.	OPERE CIVILI	47
7.1	ASPETTI GENERALI DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO ED INTERNA AL PARCO	47
7.1.1	Caratteristiche delle strade di accesso al parco	47
7.1.2	Caratteristiche delle strade interne al parco	47
7.1.3	Drenaggio delle acque superficiali ed interferenze con l'idrografia esistente.....	48
7.1.4	Composizione e struttura delle strade.....	48
7.1.5	Piattaforme e solido stradale	49
7.2	VIABILITÀ DI ACCESSO AL PARCO EOLICO "PRANU NIEDDU"	50
7.3	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO PRIMA DELL'ARRIVO AL PARCO EOLICO.....	50
7.4	INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL PARCO EOLICO DALL'AREA DI TRASBORDO	51
7.5	ADEGUAMENTI VIABILITÀ INTERNA AL PARCO EOLICO PRANU NIEDDU	52
7.6	FONDAZIONE DEGLI AEROGENERATORI.....	53
8.	ALTERNATIVE DI PROGETTO E OPERE DI MITIGAZIONE	55
8.1	ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE	55
8.2	ALTERNATIVE PROGETTUALI.....	57
8.3	ALTERNATIVA "ZERO"	57
8.4	ALTERNATIVA 1: IMPIANTO EOLICO CON WTG DI MINORE TAGLIA	58
8.5	ALTERNATIVA 2: IMPIANTO EOLICO CON LA STESSA TIPOLOGIA DI MACCHINE, DI ALTEZZA SUPERIORE E DI NUMERO SUPERIORE. PROGETTO PRESENTATO IN PRIMA ISTANZA DI VIA.....	59
8.6	AZIONI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI CONDOTTI SIN DALLA FASE DI PREFATTIBILITÀ, DI PROGETTO, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO 60	
8.6.1	Misure di compensazione per la perdita di naturalità.....	63
9.	PRIMI ELEMENTI RELATIVI AL SISTEMA DI SICUREZZA PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO	66
9.1	RELAZIONE SULLA FASE DI CANTIERIZZAZIONE	66
9.2	SCAVI E SBANCAMENTI	68
9.3	DESCRIZIONE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AI CANTIERI E VALUTAZIONE DELLA SUA ADEGUATEZZA, IN RELAZIONE ALLE MODALITÀ DI TRASPORTO DELLE APPARECCHIATURE	69
9.4	MONTAGGIO DELLE APPARECCHIATURE	71
9.5	INDICAZIONI E ACCORGIMENTI	72
9.5.1	Indicazione degli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli per le persone	72
9.5.2	Indicazione degli accorgimenti atti a evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici e atmosferici ...	73
9.5.3	Descrizione del ripristino dell'area cantiere	73
9.6	CRONOPROGRAMMA	73
10.	RIEPILOGO DEGLI ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DEL PROGETTO	77
10.1	GENERALITÀ.....	77
10.2	COSTI DELL'INVESTIMENTO INIZIALE	77
10.3	SVILUPPO DELL'INIZIATIVA.....	78
10.4	INSTALLAZIONE DEGLI AEROGENERATORI	78
10.5	OPERE ACCESSORIE ED INFRASTRUTTURE	78
10.6	L'ALLACCIAMENTO.....	79
10.7	COSTI DI FUNZIONAMENTO E PRODUZIONE	80
10.8	QUADRO ECONOMICO D'IMPIANTO (ART. 32 DPR N°207/2010)	81
10.9	STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI.....	82

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 Senorbi 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 -Direzione generale per la crescita sostenibile e la qualità 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.

Gli aspetti principali relativi alla nuova presente versione (Ver 2) sono trattati in questa relazione e nelle relazioni allegate al presente progetto, trattanti gli aspetti dello Studio di Impatto Ambientale

2. OBIETTIVI DEL PROGETTO

2.1 INTRODUZIONE

Il vento è una risorsa globalmente diffusa sul nostro pianeta: si calcola che il 9% dell'energia solare si trasforma in eolica, poiché soffiano venti il cui potenziale energetico è stimato a oltre 50.000 TWh annui. La risorsa eolica mondiale disponibile e tecnicamente sfruttabile è quattro volte l'energia elettrica consumata dal pianeta, e permetterebbe di evitare di bruciare 3.000 milioni di tonnellate di combustibile fossile e conseguentemente di espellere nell'atmosfera 13.000 milioni di tonnellate di CO2 ed altri gas responsabili dell'effetto serra.

L'industria eolica mondiale alimenta un mercato di 10 miliardi di euro e ha generato oltre 200.000 nuovi posti di lavoro, si prevede che nel 2025 il 10% del fabbisogno di energia elettrica del pianeta sarà fornito dal vento. La preoccupazione crescente per il problema ambientale, così come per il preservarsi della biodiversità e la salute pubblica, ha contribuito ad una presa di coscienza del problema energetico da parte dei governi di numerosi paesi ed ha portato alla stipula di un concordato per affrontarne le conseguenze. La terza conferenza mondiale sul tema tenutasi a Kyoto nel Dicembre del 1997 ha posto un limite all'incremento dei gas serra.

La Comunità Europea ha stabilito di produrre il 32% del fabbisogno energetico totale europeo esclusivamente da fonti rinnovabili entro il 2030, un obiettivo molto ambizioso sul tema della salvaguardia dell'ambiente e la riduzione dei gas serra che al raggiungimento della data prefissatasi non si può dire raggiunto, ma si deve dare evidenza comunque di una crescita verso una produzione energetica cosciente e rinnovabile che ad oggi vede quote di risorse rinnovabili variabili ampiamente tra i Paesi dell'Unione, andando a coprire oltre il 30% del consumo finale lordo di energia in Austria, Danimarca, Finlandia, Lettonia e Svezia, o restando al 10% (o meno) in Stati come Belgio, Cipro, Lussemburgo, Malta o Paesi Bassi, mentre l'Italia si attesta al 17%.

In Italia nel 2020 l'installato eolico ha superato i 10,6 GW, che hanno consentito di produrre un quantitativo di energia pulita di circa 18TWh, con un risparmio superiore ai 20 milioni di barili di petrolio e oltre 10 milioni di tonnellate di emissioni risparmiate di CO2.



Figura 1 - Potenza installata totale, previsione di tendenza per il 2022, confronto con Germania e Spagna – fonte ANEV.

Il raggiungimento di questo obiettivo assieme allo stabilizzarsi di una situazione ambientale sostenibile che consenta il miglioramento del livello attuale di benessere, esige una profonda modifica del modello attuale di produzione di energia, cosa che non può che avvenire attraverso una progressiva sostituzione di tutte le fonti fossili con fonti pulite e rinnovabili.

I vari sistemi di sfruttamento delle diverse fonti rinnovabili hanno raggiunto attualmente un differente grado di maturazione tecnologica. Per alcune fonti lo sfruttamento non è al momento percorribile economicamente. Tuttavia in qualche caso si è raggiunto un livello di maturazione tecnologica tale da rendere possibile il realizzarsi di un grado di utilizzo compatibile con gli obiettivi fissati. È il caso dell'energia eolica che per le sue caratteristiche tecniche, ambientali e socio economiche, risponde alle esigenze di diversificazione energetica e di riduzione del livello di contaminazione atmosferica che lo stato attuale impone.

Obiettivo del progetto è la realizzazione, nell'area montuosa presente a a sud del centro abitato di Siurgus Donigala, di un impianto che possa utilizzare in modo razionale le fonti energetiche rinnovabili ed in particolare la risorsa eolica disponibile nell'area per la produzione di energia elettrica non inquinante, così da coprire, seppure in maniera parziale, il fabbisogno energetico della comunità locale.

2.2 AZIENDA PROPONENTE IL PROGETTO

La società Siurgus S.r.l. con sede legale a Milano, è promotrice del progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica con potenza di 85,8 MW ubicato interamente nel comune di Siurgus Donigala. La società appartiene alla holding EuroWind Energy A/S (di seguito EWE) che rappresenta uno dei principali operatori in Italia e all'estero nel settore della produzione di energia da fonte rinnovabile, particolarmente impegnato nel campo dell'energia derivante da fonte eolica.

EWE è un gruppo danese dedicato alle energie rinnovabili fondato nel 2006 le cui attività principali riguardano lo sviluppo, l'acquisizione e la manutenzione in esercizio di impianti eolici e fotovoltaici. EWE attualmente ha oltre 1.3 GW di asset in diversi paesi europei, e sta espandendo le proprie attività principalmente in Germania, Danimarca, Polonia, Romania, Svezia, Bulgaria, Regno Unito, Italia, Spagna e Portogallo. Il portfolio di EWE produce ogni anno circa 1,4 miliardi di kWh, sufficienti all'approvvigionamento energetico annuale di 350.000 abitazioni.

La pipeline in sviluppo, tra progetti eolici e fotovoltaici, in tutti i paesi in cui EWE ha attività ammonta attualmente a 6 GW.

EWE è entrata nel mercato italiano nel 2016 attraverso l'acquisizione di un portafoglio di progetti eolici in fase di sviluppo nell'Europa Meridionale, contemporaneamente all'apertura delle sedi in Portogallo e Spagna. La sede centrale italiana si trova a Milano. L'azione di EWE contiene una visione di lungo periodo che mira a costruire una realtà industriale in grado di generare un sostenibile ritorno per gli investitori, nel pieno rispetto della sicurezza in ogni sua attività (Obiettivo zero incidenti) e della sostenibilità ambientale e sociale degli investimenti per tutti gli stakeholders coinvolti, raggiungibile tramite la più accurata selezione degli impianti e la loro compatibilità con l'ambiente in cui sono inseriti.

2.3 GIUSTIFICAZIONE DELL'OPERA

L'opera ha una sua giustificazione intrinseca per il fatto di promuovere e realizzare la produzione energetica da fonte rinnovabile, quindi con il notevole vantaggio di non provocare emissioni (liquide o gassose) dannose per l'uomo e per l'ambiente. Inoltre, ai sensi della Legge n. 10 del 9 gennaio 1991, indicante "Norme in materia di

uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia" e con particolare riferimento all' Art. 1 comma 4, l'utilizzazione delle fonti rinnovabili è considerata di pubblico interesse e di pubblica utilità e le opere relative sono equiparate alle opere dichiarate indifferibili ed urgenti ai fini della applicazione delle leggi sulle opere pubbliche.

L'opera in oggetto si inserisce nel contesto nazionale ed internazionale come uno dei mezzi per contribuire a ridurre le emissioni atmosferiche nocive come previsto dal protocollo di Kyoto del 1997, che anche l'Italia, come tutti i paesi della Comunità Europea, ha ratificato.

Sulla base degli studi anemologici realizzati, la produzione di questo impianto è in grado di garantire un contributo consistente in termini energetici al fabbisogno locale.

2.4 FRUITORI DELL'OPERA

Il fruitore dell'opera è principalmente la Regione Sardegna ed i comuni adiacenti all'opera per le seguenti ragioni:

- ✓ ritorno di immagine legato alla produzione di energia pulita; importante fonte energetica rinnovabile;
- ✓ presenza sul territorio di un impianto eolico, oggetto di visita ed elemento di istruzione per turisti e visitatori (scuole, università, centri di ricerca, ecc.);
- ✓ incremento della occupazione locale in fase di realizzazione ed esercizio dell'impianto, dovuto alla necessità di effettuare con ditte locali alcune opere accessorie e funzionali (interventi sulle strade di accesso, opere civili, fondazioni, rete elettrica); ricadute occupazionale anche per interventi di manutenzione;
- ✓ creazione di un indotto connesso, legato all'attività stessa dell'impianto: ristoranti, bar, alberghi, ostelli, ferramenta, ecc...
- ✓ specializzazione della manodopera locale e possibilità future di collocazione nel mondo del lavoro;
- ✓ sistemazione e valorizzazione della rete stradale rurale esistente nell'area del parco eolico in progetto;
- ✓ Opere di compensazione ambientale sul territorio, con nuova piantumazione boschiva e creazione di di opere atte alla prevenzione degli incendi.

3. ANALISI POSSIBILI RICADUTE SOCIALI, OCCUPAZIONALI ED ECONOMICHE DELL'INTERVENTO

3.1 PREMESSA

L'inserimento di un parco eolico all'interno di un territorio crea in esso numerosi effetti. Rilevanti sono gli effetti indotti sullo sviluppo socio-economico delle comunità che vivono nell'intorno del parco. In particolar modo si hanno risvolti positivi a livello occupazionale diretto, indiretto ed indotto nella zona dalla presenza del parco eolico, sia temporanea per la realizzazione dell'opera (cantiere di circa 20 mesi), sia permanente per la manutenzione e gestione dell'impianto.

Per capire e definire l'entità di questa influenza sugli aspetti socio – economici è indispensabile conoscere i dati demografici ed economici del territorio, infatti l'impatto generato dall'inserimento di un parco eolico è influenzato da molti fattori come:

- la grandezza del territorio;
- il bilancio demografico;
- la sua posizione;
- l'economia principale;
- la presenza o meno di attività industriali e la tipologia delle stesse.

In questo paragrafo si analizzeranno i dati demografici ed economici dei comuni interessati dal parco eolico in Comune di Nuoro, evidenziando le possibili ricadute socio-economiche legate ad esso.

3.2 DATI ECONOMICI E DEMOGRAFICI DEL TERRITORIO COMUNALE DI SIURGUS DONIGALA

3.2.1 Inquadramento generale

L'area in esame è individuata nella regione storica della Trexenta, nella zona centro meridionale della Sardegna; il parco eolico in progetto ricade nei territori amministrativi di Siurgus Donigala e Selegas, e si sviluppa tra la zona di spartiacque dei bacini idrografici del Riu Mannu di San Sperate, drenante in direzione Ovest e affluente del Flumini Mannu e dei Riu Corangiu e Riu Norezzi, drenanti in direzione Nord-Est e ricadenti nel Lago di Mulargia, affluenti del Fiume Flumendosa. Tale area ricade sui rilievi che separano l'abitato di Siurgus Donigala con il Lago di Mulargia, sviluppandosi su una fascia altimetrica da 300 m a circa 600 m s.l.m.

Cartograficamente il territorio in cui ricadono gli aerogeneratori risulta racchiuso:

- nel foglio 548 Tavola I, "Goni", dell'I.G.M.I. in scala 1:25.000;
- nelle sezioni 548 030 "Siurgus", 548 040 "Goni" della cartografia tecnica della Regione Sardegna in scala 1:10.000;
- nei Fogli 548 - "Senorbi" della cartografia geologica ufficiale in scala 1:50.000 (Progetto CARG).

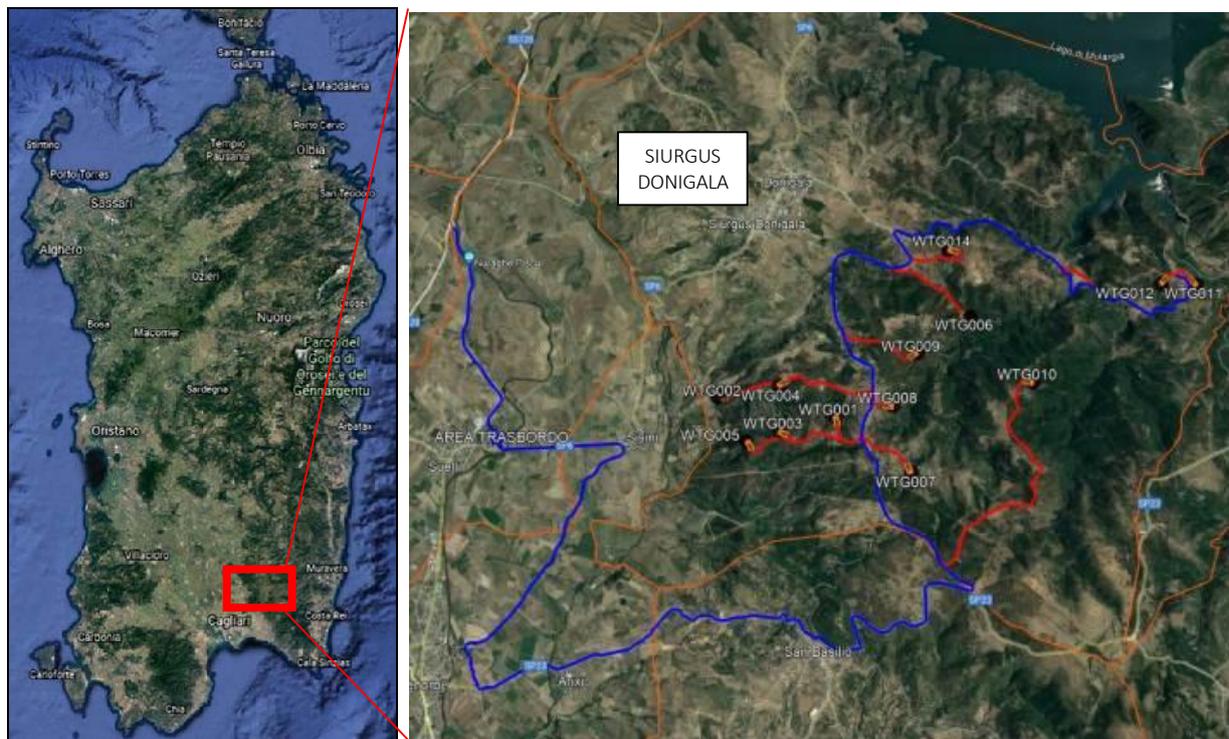


Figura 2 – Inquadramento territoriale generale e vista aerea delle posizioni degli aerogeneratori del parco eolico "Pranu Nieddu" a Siurgus Donigala e Selegas ed indicazione dei territori comunali limitrofi.

3.2.2 Inquadramento storico demografico del Comune di Siurgus Donigala

Siurgus Donigala è un comune della Sardegna di 1942 abitanti della provincia del Sud Sardegna, nella subregione della Trexenta.

L' Area fu abitata fin dall'epoca nuragica, nel medioevo appartenne al Giudicato di Cagliari e fece parte della curatoria di Siurgus, della quale Siurgus fu capoluogo prima di Mandas. Alla caduta del giudicato (1258) passò ai pisani e quindi agli aragonesi, che ne fecero un feudo, incorporato nel 1604 nel ducato di Mandas, appartenente prima ai Maza e poi ai Tellez-Giron. A questi ultimi fu riscattato nel 1839 con la soppressione del sistema feudale. Fino al 1927 erano presenti due differenti comuni, Siurgus (CC I764) e Donigala (CC D343). Il 23 gennaio 1927 venne firmata l'unificazione tra i due enti a firma del podestà Biddau e del segretario Aristide Loi: al comune unificato venne dato il nome di Littoria; tale nome venne contestato dalla prefettura e con un ricorso che venne vinto venne stabilito di mantenere i 2 nomi unificandoli in Siurgus Donigala con apposita firma del Re Vittorio Emanuele III, del Presidente del Consiglio Mussolini e dal Guardasigilli Rocco il 29 luglio del 1927.

3.2.3 Geografia del Comune di Siurgus Donigala

Il comune di Siurgus Donigala ha una superficie totale di 76,39 chilometri quadrati. L'altezza sul livello del mare è di 452 metri, con altezza minima pari a 124 metri e altezza massima pari a 686 metri. L'escursione altimetrica totale è di 562 metri.

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.

Per le viabilità citate si renderanno necessari interventi di adeguamento atti a consentire l'ottimale transito delle componenti dell'impianto e dei mezzi impiegati nella realizzazione delle opere di installazione. Le nuove viabilità sono state previste solo per brevissimi tratti, e solo dove non fosse possibile utilizzare le strade rurali già esistenti. Tutti gli interventi di adeguamento e di realizzazione della viabilità necessari per il progetto sono stati concepiti in modo da minimizzare gli sbancamenti di terreno e quindi l'impatto sull'orografia del territorio.

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 anteppongano 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.

L'area oggetto dell'intervento è caratterizzata da alcuni corsi d'acqua naturali di entità modesta e da cinque corsi d'acqua censiti nel registro delle acque pubbliche. Generatori e piazzole sono stati posizionati a debita distanza da questi elementi, ma sono previste (ove necessario) intersezioni per le strade, comunque già presenti, e per i cavidotti interrati che collegheranno gli aerogeneratori.

3.2.4 Anagrafe e Statistica Inquadramento storico demografico del Comune di Siurgus Donigala

Il Comune di Siurgus Donigala conta circa 2000 abitanti, mentre il Comune di Senorbì 4.849, quello di San Basilio 2.122 e quello di Goni 462 8; pertanto le aree comunali di contesto all'opera hanno una densità di abitanti per km² tra i 25 e i 57. I Comuni in Regione Autonoma della Sardegna hanno una densità che varia tra i 3.059 (Monserrato) e i 3,59 abitanti/km² (Semestene), collocando le aree di inserimento del progetto tra le meno densamente popolate nella Provincia e nella Regione. Il Comune di Siurgus Donigala è stato interessato da uno spopolamento di circa il 32% a partire dal momento di sua massima popolosità nel 1961 (2.860 abitanti).

Siurgus Donigala gode, come quasi tutti i comuni della Sardegna, di un clima mediterraneo temperato dominato da un ricorrente maestrale, con estati moderatamente calde e inverni freschi, solo raramente gelidi. Tuttavia la quota relativamente elevata e la particolare posizione geografica della città favoriscono repentini cali di

temperatura in occasione delle ondate fredde dal nord, soprattutto nord/est. L'area subisce periodicamente anche il caldo scirocco, che arriva da sud est e spesso genera piogge molto intense. La temperatura media annua varia tra i 13 e i 15 °C, a seconda delle annate. Durante l'inverno sono numerose le gelate mentre in estate sono abbastanza rari i giorni con temperature superiori ai 35 °C.

La densità abitativa è di 28,61 abitanti per chilometro quadrato. La popolazione al 1991 era di 2.202 abitanti, mentre al 2001 era di 2.189 abitanti e al 2011 era di 2.080 abitanti con una variazione percentuale tra il 2001 e il 1991 pari al -0,59%, tra il 2011 e il 1991 del -5,54% e tra il 2011 -2001 pari al -4,98%.

Le famiglie sono circa 759 con una media per nucleo familiare: 2,88 componenti

Al primo gennaio 2016 il comune di Siurgus Donigala contava 2.028 abitanti, 993 dei quali maschi e 1035 femmine. Vi erano 13 abitanti di età inferiore ad un anno (5 maschi e 8 femmine) e 2 abitanti ultracentenari (1 maschio e 1 femmina). In quanto segue una tabella con la distribuzione per classi di età.

Età	0-4	5-9	10-14	15-19	20-24	25-29	30-34	35-39	40-44	45-49	50-54	55-59	60-64	65-69	70-74	>74
Maschi	42	45	40	58	48	42	70	69	72	71	73	70	59	61	57	105
Femmine	51	40	47	43	60	58	60	80	76	82	63	60	59	51	61	154
Totale	93	85	87	101	108	100	130	149	148	153	136	130	118	112	118	259

3.2.4.1 Livelli occupazionali e forza lavoro a Siurgus Donigala

Vi sono a Siurgus Donigala 798 residenti di età pari a 15 anni o più. Di questi 617 risultano occupati e 142 precedentemente occupati ma adesso disoccupati e in cerca di nuova occupazione. Il totale dei maschi residenti di età pari a 15 anni o più è di 516 individui, dei quali 420 occupati e 80 precedentemente occupati ma adesso disoccupati e in cerca di nuova occupazione. Il totale delle femmine residenti di età pari a 15 anni o più è di 282 unità delle quali 197 sono occupate e 62 sono state precedentemente occupate ma adesso sono disoccupate e in cerca di nuova occupazione:

Industrie:	26	Addetti:	89	Percentuale totale:	sul	27,90%
Servizi:	25	Addetti:	49	Percentuale totale:	sul	15,36%
Amministrazione:	17	Addetti:	67	Percentuale totale:	sul	21,00%
Altro:	28	Addetti:	114	Percentuale totale:	sul	35,74%

3.2.4.2 Livelli di scolarizzazione a Siurgus Donigala

Vi sono a Siurgus Donigala millenovecentodiciannove individui in età scolare, novecentotrentadue dei quali maschi e novecentottantasette femmine.

Genere	Laurea	Diploma	Licenza Media	Licenza Elementare	Alfabeti	Analfabeti
Maschi	18	112	417	259	102	24
Femmine	39	178	366	216	142	46
Totale	57	290	783	475	244	70

3.2.4.3 Contribuenti, redditi e imposte a Siurgus

Redditi, imposte e addizionali comunali e regionali

Categoria	Contribuenti	Reddito	Media annuale	Media mensile	Anno precedente	Variazione
Reddito imponibile	1.108	€ 13.161.603	€ 11.878,70	€ 989,89	€ 0,00	€ 989,89
Reddito imp. addizionale	666	€ 10.680.978	€ 16.037,50	€ 1.336,46	€ 0,00	€ 1.336,46
Imposta netta	692	€ 1.478.450	€ 2.136,49	€ 178,04	€ 0,00	€ 178,04
Addizionale comunale	623	€ 21.127	€ 33,91	€ 2,83	€ 0,00	€ 2,83
Addizionale regionale	630	€ 129.231	€ 205,13	€ 17,09	€ 0,00	€ 17,09

3.3 EFFETTI SULL'ECONOMIA LOCALE

L'eolico, come altre tecnologie per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, è caratterizzato da un costo di investimento dovuto all'acquisizione delle macchine e dei componenti più elevato, se paragonato ai successivi costi di installazione, gestione e manutenzione.

Il forte interesse sviluppatosi nei grandi impianti eolici pone il problema di quali siano le ricadute socio-economiche sulle comunità che vivono all'interno dei territori nei quali saranno realizzati i parchi eolici. Essendo la risorsa del vento, un bene in possesso della collettività del territorio, è legittima l'attesa della popolazione che questo tipo di iniziativa comporti dei vantaggi concreti là dove la risorsa viene sfruttata.

Uno studio del 1990 del Worldwatch Institute, ed altre recenti analisi condotte da Istituti di ricerca in Danimarca, giungono alla conclusione che l'occupazione associata alla produzione di energia elettrica da fonte eolica è di circa 542 addetti per miliardo di kWh prodotto.

In Italia, fino a pochi anni fa, l'occupazione, nel settore di produzione di energia elettrica da fonte eolica, era essenzialmente concentrata sull'attività di ricerca e sviluppo. Recentemente, con la costruzione di impianti effettivamente produttivi e remunerativi, si sono ottenute le prime stime ed indicazioni sull'occupazione associata alla realizzazione ed al funzionamento di parchi eolici.

Senza considerare l'occupazione presso il RTN, che in egual modo è chiamata ad intervenire con uomini e mezzi per realizzare le linee dedicate, ed altri enti pubblici non economici, ed inoltre, non considerando il numero di addetti nei stabilimenti di produzione delle macchine (aerogeneratori: torri, pale, navicelle, ecc.) e le aziende da utilizzare per il trasporto dei macchinari, si può certamente affermare come la nascita di un parco eolico comporti la nascita di un certo numero di nuovi posti di lavoro.

Le professionalità che vengono chiamate ad intervenire nella realizzazione, gestione e manutenzione di una wind farm sono molteplici. Queste figure sono rappresentate da professionisti chiamati a svolgere lavori di:

- Ripristino e manutenzione di tratti stradali esistenti e costruzione di nuovi tratti stradali;
- Consolidamento e sistemazione di versanti e scarpate;
- Interventi sul territorio di ingegneria naturalistica;
- Progettazione e realizzazione di tutte le opere civili e delle opere in c.a.;
- Realizzazione dei cavidotti, alloggiamento trasformatori e connessione alla rete elettrica;
- Gestione e manutenzione dell'impianto;
- Vigilanza e controllo dell'impianto e delle aree costituenti il sito.

Oltre alla forza lavoro a servizio delle attività, occorre considerare che la presenza di un cantiere (anche se temporaneo) per la costruzione di un impianto eolico include ovviamente la presenza di forza lavoro esterna il che può generare economia e flussi monetari, sulla comunità locale, in termini di richiesta di servizi e di ricettività.

Le attività riguardanti la realizzazione e il successivo funzionamento del parco eolico "Pranu Nieddu", secondo ragionevoli previsioni, permettono di stimare un incremento del numero di posti di lavoro nella comunità locale come da prospetto riportato in Tabella 1.

Tabella 1 – Previsione di occupazione (ingegneri, tecnici, operai) in fase di progettazione, realizzazione e gestione dell'impianto.

<i>Progettazione (6 mesi circa)</i>	<i>Realizzazione (2 anni circa)</i>	<i>Gestione dell'impianto (30 anni)</i>
n.2 Ing. Civile	<i>n.4 addetti alberghieri</i>	<i>n.5 unità su Parco Pranu Nieddu (3 turni)</i>
n.1 Ing. Idraulico	<i>n.4 addetti alla</i>	<i>n.2 unità qualificata di supervisor e</i>
n.1 Ing. Ambientale	<i>ristorazione</i>	<i>management (2 turni più 1 vuoto a</i>
n.1 Ing. Elettrico	<i>n.2 Geometri</i>	<i>rotazione).</i>
n.1 Geologo	<i>n.4 Ingegneri</i>	
n.1 Archeologo	<i>n.8 Carpenteri</i>	
n.1 Agronomi forestali	<i>n.4 addetti ai mezzi di</i>	
n.1 Dr. In Scienze Ambientali con	<i>movimento terra</i>	
specializzazione in pianificazione	<i>n.2 addetti al movimento</i>	
ambientale	<i>di materiale</i>	
n.1 Pianificatore Esperto faunista	<i>n. 6 installatori elettrici e</i>	
n.1 Esperto in chiroterro fauna	<i>meccanici,</i>	
n.1 Topografo	<i>n.2 gruisti,</i>	
n.1 Geometra	<i>n.2 trasportatori mezzi</i>	
n.1 Commercialista.	<i>eccezionali.</i>	

3.4 BENEFICI ECONOMICI PREVEDIBILI PER IL TERRITORIO

Il progetto parco eolico "Pranu Nieddu", sito nel comune di Siurgus Donigala, è composto da 13 aerogeneratori con potenza nominale di 6,6 MW, per una potenza complessiva del parco eolico di 85,8 MW, e da una sottostazione elettrica di collegamento alla rete elettrica nazionale, prevista nel territorio comunale di Selegas, a ovest rispetto al settore di sviluppo del parco.

Il parco eolico sarà costituito da una sezione a 150 kV comprendente la sottostazione di trasformazione per la connessione alla RTN ed una sezione in media tensione a 30 kV che convoglierà l'energia dai singoli aerogeneratori verso la sottostazione di trasformazione 30/150 kV. La soluzione tecnica di connessione (codice pratica 201900759) del parco eolico "Pranu Nieddu" prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 150 kV sulla futura Stazione Elettrica (SE) di Smistamento della RTN a 150 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV "Selegas". In conseguenza di ciò si è scelto di costruire la sottostazione di trasformazione 30/150 kV con le opere di connessione alla SE Selegas, che saranno realizzate in condivisione con altra ditta in un terreno adiacente alla sottostazione RTN secondo lo schema di allacciamento della STMG descritta sopra. La nuova sottostazione sorgerà quindi nel territorio comunale di Selegas.

Ad oggi non è possibile prevedere il regime economico a cui sarà assoggettato l'impianto in termini di valorizzazione dell'energia prodotta. Di fatto le cosiddette "Aste FER" al ribasso ai sensi del DM del 4 luglio 2019 che il GSE indice con cadenza quadrimestrale sono in procinto di esaurirsi. E' presumibile che il predetto meccanismo incentivante verrà ulteriormente rinnovato, come indicato nel recente D. Lgs 199/2021. Il beneficio per i Comuni ospitanti l'impianto potrà essere discusso e definito nel corso del procedimento autorizzativo in coerenza a quanto sancito dal DM del 10 settembre 2010 (Linee Guida Nazionali)."

La presenza di un parco eolico di queste dimensioni con potenziali produttivi elevatissimi comporta per i comuni introiti monetari che possono essere utilizzati dalle amministrazioni per promuovere e realizzare opere di pubblica utilità, necessarie ad un contesto sociale in forte difficoltà economica. Come evidenziato nei paragrafi precedenti i comuni interessati dal progetto eolico denotano un trend di crescita demografica decrescente, con forti componenti migratorie, sintomo di difficoltà economiche e occupazionali del territorio.

3.5 BENEFICI SOCIALI E OCCUPAZIONALI

La realizzazione di un parco eolico, presenta concreti vantaggi socio-economici che direttamente ed immediatamente riguardano la popolazione locale e con visione più ampia, si riflettono sul risparmio della bolletta energetica nazionale, supponendo il costo del barile costante, e sullo sviluppo di una tecnologia nazionale, in un settore che lascia prevedere un forte incremento per i prossimi cinquant'anni. Il D. Lgs 79/99 (Decreto Bersani), ad attuazione della direttiva CEE 96/92/CE che indica e regola attualmente il mercato interno dell'energia elettrica, è in effetti una legge che prevede la riduzione dell'impatto ambientale. Il decreto infatti obbliga "i venditori di energia" sul mercato italiano a produrre il 2% di detta energia mediante nuovi impianti di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Fra le fonti di energia rinnovabili la meno sfruttata, la più promettente in Italia e, al contempo, la meno inquinante in assoluto è proprio la fonte eolica.

Di fatto il territorio su cui sono installati gli aerogeneratori eolici può essere considerato come impegnato in un particolare tipo di coltivazione: “una coltivazione energetica”. In altre parole il territorio interessato alla realizzazione dell’impianto, a prescindere dalle sue qualità agricole, è un vero e proprio “giacimento energetico rinnovabile”. Per il parco eolico “Pranu Nieddu”, si prevede una produzione annua di circa 210,44 GWh/anno per 2.611 ore equivalenti. Inoltre l’energia prodotta in tal modo permette la riduzione di combustibile fossile evitando come minimo l’immissione in atmosfera di 91.436,18 t/annue di CO₂ e di 399,836 t/annue di NO_x.

Al quadro inerente i vantaggi dello sfruttamento eolico, si deve aggiungere l’altro fondamentale aspetto: il terreno su cui è installato il campo eolico è ancora utilizzabile per coltivazioni e pastorizia. Per tali motivi, l’installazione di una centrale eolica su un terreno, costituisce comunque un importante beneficio sociale, senza che ci siano significative controindicazioni o aspetti negativi.

Esperienze e ricerche condotte in Danimarca, paese all’avanguardia nello sviluppo dell’eolico e sensibilissimo agli aspetti ecologici e di tutela del territorio, hanno mostrato un altissimo grado di disponibilità dei proprietari alla costruzione di impianti eolici sui loro terreni. I proprietari dei terreni in cui verranno realizzati gli aerogeneratori ricevono da parte della società proponente un compenso annuo come rimborso dei danni causati dalla presenza dell’impianto e per le porzioni di territorio necessarie alla realizzazione di tutte le opere di infrastrutturazione. I rimborsi sono essenzialmente proporzionali alle potenzialità anemologiche del territorio e alla potenza degli aerogeneratori. Secondo una ricerca dell’ISPO (Maggio 2012) gli italiani al 93% considerano la questione energetica importante e per il 90% le energie rinnovabili e l’efficienza energetica rappresentano la soluzione ai problemi energetici nazionali. Tra le principali fonti di energia rinnovabile ritenute strategiche dagli italiani vi è l’eolico, i quali considerano questa energia in sintonia con l’ambiente, non nociva alla salute per otto italiani su dieci, per il 64% dei cittadini non comporta conseguenze al paesaggio, solo l’8% degli intervistati è completamente contrario alla nascita di parchi eolici e il 12 % farebbe fatica ad accettarli.

3.6 EFFETTI SUL TURISMO E SULLE ATTIVITÀ RICREATIVE

Altra possibilità occupazionale per l’area in cui è realizzato il parco eolico è rappresentata dall’aspetto turistico-culturale indotto dalla presenza del parco. Infatti, gli impianti che usano fonti rinnovabili costituiscono una vera e propria attrazione turistica in quanto forniscono una dimostrazione “dal vero” dello sfruttamento dell’energia pulita. In definitiva, l’inserimento di impianti eolici all’interno di percorsi turistico – culturali contribuisce a vivacizzare l’economia locale.

3.7 OPERE DI MITIGAZIONE SU EVENTUALI IMPATTI SOCIO-ECONOMICI NEGATIVI

Il parco, così progettato, esclude qualsiasi impatto negativo socio-economico, altresì l’impatto è positivo e quantificabile. Le mitigazioni degli aspetti negativi sono state attenuate in fase preliminare, per esempio mantenendo una distanza di almeno 300 m tra gli aerogeneratori e i ricettori sensibili. Si è cercato inoltre di valorizzare al meglio la viabilità esistente, al fine di ridurre la realizzazione di nuove piste che possano rendere più difficoltosa l’attività agropastorale”, anzi agevolandola nella manutenzione di quelle esistenti, fondamentali per l’accesso alle aziende e per la gestione del territorio.

4. INQUADRAMENTO NORMATIVO, PROGRAMMATICO E AUTORIZZATIVO

4.1 CONSIDERAZIONI GENERALI SULLE ENERGIE RINNOVABILI

La crisi energetica che ha avuto luogo negli ultimi decenni ha dato spunto ad un importante sviluppo delle energie rinnovabili. L'esposizione dell'Europa ed in particolare dell'Italia alle fluttuazioni del prezzo dei combustibili fossili è elevatissima (riprova ne è la recente crisi in Est Europa) e rappresenta una criticità tangibile sia dal tessuto industriale (costi di produzione elevati) che quello civile (caro bollette)." La loro utilizzazione presenta i seguenti vantaggi:

- evitare il consumo di risorse limitate, normalmente petrolio o carbone, la cui combustione provoca inquinamento atmosferico a volte molto rilevante;
- la produzione autonoma di energia evita le importazioni, migliora la bilancia dei pagamenti ed evita le esposizioni ad eventi internazionali imprevedibili, dà luogo ad una maggiore stabilità economica;
- normalmente le installazioni di energia rinnovabile sono di potenza non molto elevata e localizzate in maniera sparsa, dando luogo ad uno sviluppo economico esteso che, molte volte, incide su zone depresse;
- in un periodo di crisi la costruzione di centrali di energia rinnovabile può contribuire, in modo abbastanza importante, ad incrementare l'attività economica;
- la durata reale di queste centrali è molto superiore al periodo di ammortamento e ciò presuppone la creazione prolungata di ricchezza.

Inoltre i protocolli internazionali e le direttive comunitarie caldeggiavano lo sviluppo delle energie rinnovabili che al pari del risparmio energetico risultano essere l'unico strumento per ridurre le emissioni di "gas serra" nell'atmosfera, causa dell'intensificarsi di fenomeni catastrofici a scala globale. Per perseguire tale scopo l'Italia dovrà rispettare quanto previsto dal PNIEC, i cui obiettivi sono, entro il 2030:

- 30% dei consumi energetici globali dovranno essere coperti dalla produzione di energia da fonti rinnovabili;
- Decarbonizzazione, riduzione emissioni CO2 del 33% rispetto al valore del 2005.

Tra le fonti rinnovabili l'energia eolica è la più pulita, contribuendo sensibilmente alla riduzione delle emissioni di CO2, SO2, NO2. Inoltre essa è ad un livello nettamente maggiore rispetto alle altre per maturità tecnologica, competitività e affidabilità.

Infatti, lo sviluppo dell'energia eolica negli ultimi anni è dovuta ad un miglioramento dei rendimenti dei macchinari e, soprattutto, al costante aumento della potenza installata per ogni aerogeneratore. Sono relativamente poco lontani gli anni in cui si installavano apparati da 30 KW; oggi si producono in serie apparati da 2.000, 3.000, 4.500 e 6.000 kW.

L'attuale tendenza è costruire parchi eolici di potenza rilevante connessi alla rete generale, e localizzate laddove il vento è frequente e con alte velocità. Questo criterio è quello seguito nei paesi più sviluppati come Germania, Danimarca, Spagna.

La potenza presunta installata in Italia alla fine del 2020 è stata stimata pari a circa 11 GW con una produzione di circa 20.000 GWh/anno, ossia il 7 % del totale Europeo, dietro solo alla Germania e alla Spagna che insieme rappresentano circa il 50% della produzione totale europea.

4.1.1 Emissioni

Attualmente, la quota maggiore per la produzione dell'energia si basa principalmente sull'utilizzazione di fonti fossili non rinnovabili (carbone, petrolio, minerali, ecc.). Oltre alla problematica connessa al consumo ed al conseguente approvvigionamento di tali fonti non rinnovabili, una delle incidenze più importanti che essi presentano è la generazione di residui e di emissioni atmosferiche che stanno inquinando l'ambiente a livello globale.

Negli ultimi anni c'è stata una presa di coscienza da parte dell'opinione pubblica e politica e sempre più un avvicinamento a politiche di Green Energy anche all'interno del nostro territorio. Una linea di impostazione è quella di ridurre e controllare il livello di emissioni e di scorie delle industrie altamente inquinanti e l'altra di dare impulso all'utilizzazione delle fonti energetiche di tipo rinnovabile e con minori effetti ambientali: l'idroelettrica, la geotermica, l'eolica.

Con riferimento all'energia eolica, oggetto di discussione in questo documento ed in particolare in questo progetto, è stata realizzata un'analisi comparativa delle emissioni atmosferiche che si generano producendo l'energia attraverso una centrale termica e quelle evitate attraverso il parco eolico progettato di cui si sta parlando.

La produzione di energia elettrica mediante combustibili fossili comporta l'emissione di sostanze inquinanti e di gas serra come già detto precedentemente. Il livello delle emissioni dipende dal combustibile e dalla tecnologia di combustione e controllo dei fumi.

Di seguito riportiamo i valori delle principali emissioni associate alla generazione elettrica mediante combustibili fossili (Fonte ISES Italia):

- CO₂ (anidride carbonica): 434,5 g/KWh
- SO₂ (anidride solforosa): 1.4 g/KWh
- NO₂ (ossidi di azoto): 1.9 g/KWh

Tra questi gas, il più rilevante è l'anidride carbonica, il cui progressivo incremento potrebbe contribuire ad accelerare l'effetto serra e quindi causare drammatici cambiamenti ambientali.

Questo eviterà l'emissione di una centrale termica equivalente a combustibili fossili di:

- 91436,18 t/anno di CO₂ (anidride carbonica)
- 294,616 t/anno di SO₂ (anidride solforosa)
- 399,836 t/anno di NO_x (ossidi di azoto).

per ogni anno di esercizio del parco eolico in progetto, per il quale si stima una produzione annua media di energia prodotta di 210,44 GWh/ anno.

4.2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO NAZIONALE E REGIONALE**

Per la realizzazione del presente progetto definitivo si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

Energie rinnovabili

- D.P.R. 24 maggio 1988, n.203 ("Attuazione delle direttive CEE nn. 80/779, 82/884 e 85/203 concernenti norma in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della L. 16 aprile 1987, n. 183");
- Legge 9 gennaio 1991, n.9 ("Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali");
- Legge 9 gennaio 1991, n.10 ("Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia");
- Decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79 ("Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica");
- Decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 ("Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità");
- Decreto Ministeriale 10 settembre 2010 n. 219 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili";
- Decreto Legge n.77 del 31/05/2021 "Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure"
- Decreto Legge 23 giugno 2021, n. 92, Misure urgenti per il rafforzamento del Ministero della transizione ecologica e in materia di sport. (21G00108) (GU Serie Generale n.148 del 23-06-2021).
- Decreto Legge 1° marzo 2022 , n. 17 . Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia, elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali.
- D.G.R. n.24/23 23/04/2008 recante " Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica.
- L.R. 7/08/2009 n.3;
- D.G.R. 3/17 16/01/2009 ed Allegato " Studio per l'individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici";
- D.G.R. n.27/16 1/06/2011 recante " Linee guida attuative del decreto del ministero per lo sviluppo economico del 10/09/2010 << linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili >>, e modifica della D.G.R. n.25/40 dell'1/07/2010";
- D.G.R. del 7 agosto 2012, n.34/33 - Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale. Sostituzione della Delib.G.R. n.24/23 del 23.4.2008;

- D.G.R. n.45/34 12/11/2012 " Linee guida per la installazione degli impianti eolici nel territorio regionale di cui alla D.G.R. 3/17 del 16/1/2009 e s.m.i. Conseguenze della Sentenza della Corte Costituzionale n.224/2012. Indirizzi ai fini dell'attuazione dell'art.4 comma 3 D.lgs. n.28/2011";
- D.G.R. n. 59/90 DEL 27.11.2020 "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili"

Sentenza della Corte Costituzionale n.224 del 2012 al seguente link:
<http://www.cortecostituzionale.it/actionSchedaPronuncia.do?anno=2012&numero=224>

Sentenza Corte Costituzionale contro LR Sardegna n.25 del 17.12.12 link:
<http://buras.regione.sardegna.it/custom/frontend/viewInsertion.xhtml?insertionId=ea112f85-64c9-4ef2-884e-66aca6a70ef4>

Elettrodotti, linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1175 ("Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici");
- Decreto del Presidente della Repubblica 18 marzo 1965, n. 342 ("Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica");
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 ("Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne");
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 ("Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno");
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 ("Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59");
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 ("Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"), (G.U. n° 55 del 7 marzo 2001);
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 ("Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"), (GU n° 200 del 29/08/03);
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", 2a Ed
- Norme CEI 11-17, Impianti di produzione, trasmissione, e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norme CEI 11-32, Impianti di produzione di energia elettrica connessi ai sistemi di III categoria;
- Norme CEI 64-8, Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norme CEI 103-6, Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto;
- CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";

- Decreto Legislativo 19 novembre 2007, n. 257 – G.U. n. 9 dell' 11 gennaio 2008
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 34/05, Disposizioni in merito alla vendita di energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 281/05, Disposizioni in merito alle modalità di connessioni alle reti con obbligo di connessione di terzi;
- Delibera Autorità per l'Energia elettrica ed il gas 182/06, Modificazioni della delibera 04/05 in merito ai metodi di rilevazione delle misure di energia per i punti di immissione e prelievo.
- DM 21/03/88 "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni.
- Circolare Ministero Ambiente e Tutela del Territorio DSA/2004/25291 del 14/11/04 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto;
- DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".
- D.M.LL.PP 21/03/88 n° 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP 16/01/91 n° 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP. 05/08/98 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne",
- Artt. 95 e 97 del D.Lgs n° 259 del 01/08/03,
- Circola Ministeriale n. DCST/3/2/7900/42285/2940 del 18/02/82 "Protezione delle linee di telecomunicazione per perturbazioni esterne di natura elettrica – Aggiornamento delle Circolare del Mini. P.T. LCI/43505/3200 del 08/01/68,
- Circolare "Prescrizione per gli impianti di telecomunicazione allacciati alla rete pubblica, installati nelle cabine, stazioni e centrali elettriche AT", trasmessa con nota Ministeriale n. LCI/U2/2/71571/SI del 13/03/73,
- CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici,
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne,
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata,
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI EN 50110-1-2 esercizio degli impianti elettrici,
- CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
- CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V
- CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata
- CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
- CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione

- CEI 11-32 V1 Impianti di produzione eolica, telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto,
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", 1° Ed.;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)", 1a Ed.
- Delibera AEEG 168/03 Condizioni per l'erogazione del pubblico servizio di dispacciamento dell'energia elettrica sul territorio nazionale e per l'approvvigionamento delle relative risorse su base di merito economico, ai sensi degli articoli 3 e 5 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n. 79,
- Delibera AEEG 05/04 Intimazione alle imprese distributrici ad adempiere alle disposizioni in materia di servizio di misura dell'energia elettrica in corrispondenza dei punti di immissione di cui all'Allegato A alla deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 30 gennaio 2004, n. 5/04,
- Delibera AEEG ARG/elt 98/08 Verifica del Codice di trasmissione e di dispacciamento in materia di condizioni per la gestione della produzione di energia elettrica da fonte eolica,
- Delibera AEEG ARG/elt 99/08 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 (Testo integrato delle connessioni attive – TICA),
- Delibera AEEG ARG/elt 04/10 Procedura per il miglioramento della prevedibilità delle immissioni dell'energia elettrica prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili non programmabili relativamente alle unità di produzione non rilevanti,
- Delibera AEEG ARG/elt 05/10 "Condizioni per il dispacciamento dell'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili non programmabili",
- Codice di Rete TERNA.

Opere civili e sicurezza - Criteri generali

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 ("Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica");
- D.M. LL.PP. 9 gennaio 1996 ("Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche");
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ("Norme tecniche relative ai Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi");

Opere civili e sicurezza - Zone sismiche

- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 ("Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche");
- D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 ("Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche");
- Ordinanza 3431 Presidenza del Consiglio dei Ministri del 03.05.2005 Ulteriori modifiche ed integrazioni all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica".

- D.M. 17/01/2018 ("Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018)

Opere civili e sicurezza: Terreni e fondazioni

- D.M. LL.PP. 11 marzo 1988 ("Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e successive istruzioni);
- D.M. 17/01/2018 ("Norme Tecniche per le Costruzioni NTC 2018)
- Circolare esplicativa C.S.LL.PP. 21 gennaio 2019 ("Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018")

Opere civili e sicurezza: Norme tecniche

- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980, Norme sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche – Norme Tecniche n° 90 del 15 aprile 1983;
- D.M. 05/11/2001 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade e successive modifiche e integrazioni (D.M. 22/04/2004).
- D.M. 19/04/2006 Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali.
- Specifiche Tecniche GAMESA ENERGIA per le strade e piazzole per GAMESA-4.5MW;
- D.M. 17 Gennaio 2018 ("Norme tecniche per le costruzioni NTC 2018");

Opere civili e sicurezza: Sicurezza nei luoghi di lavoro

- D.Leg. 494/1996 ("Attuazione delle direttive 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili");
- D.Leg. 528/1999 ("Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 14 agosto 1996, n° 494 recante attuazione delle direttiva 92/57/CEE in materia di prescrizioni minime di sicurezza e di salute da osservare nei cantieri temporanei o mobili");
- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 ("Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro") e ss.mm.ii.;

4.3 ELENCO DELLE AUTORIZZAZIONI, NULLA OSTA, PARERI COMUNQUE DENOMINATI E DEGLI ENTI COMPETENTI PER IL LORO RILASCIO

L'elenco degli Enti competenti preposti a rilasciare il proprio parere di competenza di conformità alla normativa vigente sono:

- ✓ Assessorato Regionale dell'Ambiente – Servizio SAVI, via Roma, 80 09123 Cagliari;
- ✓ Assessorato Regionale dell'Industria - Servizio energia – Regione Sardegna, V.le Trento, 69 09123 Cagliari;
- ✓ Assessorato Regionale Enti Locali, Finanze e Urbanistica – Servizio tutela paesaggistica, settore pianificazione: V.le Trieste, 186 - 09123 Cagliari;
- ✓ Provincia del Sud Sardegna: Via Mazzini n. 39, 09013 Carbonia(SU);
- ✓ Comune di Siurgus Donigala, Via Kennedy, 1 - 09040 Siurgus Donigala;

- ✓ Comune di Selegas, Via Gaetano Cima, 7, 09040 Guasila (SU);
- ✓ Comune di Sanluri, Via Carlo Felice, 201, 09025 Sanluri (SU);
- ✓ Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente: ARPAS Dipartimento di Cagliari e Medio Campidano: viale Ciusa n. 6, 09131 Cagliari;
- ✓ Corpo Forestale di Vigilanza Ambientale – Ispettorato ripartimentale di Cagliari : Via Biasi n. 9, 09100 Cagliari;
- ✓ Ministero dello sviluppo economico – Dipartimento delle Comunicazioni, Viale America, 201 00144 Roma.
- ✓ Soprintendenza per i Beni Architettonici, Paesaggistici, Storici, Artistici ed Etnoantropologici di Cagliari e Oristano, Via Cesare Battisti n. 2, 09123 Cagliari;
- ✓ Soprintendenza per i Beni Archeologici di Cagliari e Oristano, Piazza Indipendenza n. 7 , 09124 Cagliari;
- ✓ Comando provinciale dei Vigili del Fuoco di Cagliari Viale Marconi n. 300, 09100 Cagliari;
- ✓ Assessorato Regionale Lavori Pubblici – Servizio del genio civile di Cagliari: Viale Trento n. 69, 09123 Cagliari;
- ✓ Direzione generale dell'Agenzia regionale del Distretto Idrografico, Via Mameli n. 88 - (1° piano), 09123 Cagliari;
- ✓ ATS Sardegna - Azienda Tutela Salute Distretto Socio sanitario di Cagliari area Ovest, Loc. Piri, 09032 Assemini (CA);
- ✓ Consorzio industriale Provinciale Medio Campidano Villacidro: Strada Provinciale 61 Km 4, 09039 Villacidro SU;
- ✓ Consorzio di Bonifica della Sardegna Meridionale: Via Dante n. 254, 09128 Cagliari;
- ✓ Agenzia del territorio di Cagliari, Via Cesare Pintus, 09134 Cagliari ;
- ✓ Agenzia regionale Fo.Re.S.T.A.S. Viale Luigi Merello n. 86, 09123 Cagliari;
- ✓ Enac, Viale Castro Pretorio, 118, 00185 Roma;
- ✓ Enav S.p.A., Via Salaria, 716, 00138 Roma;
- ✓ Ministero della Difesa Esercito Italiano, Via Palestro 34, 00185 Roma;
- ✓ Aeronautica Militare C.I.G.A., Aeroporto di Pratica di Mare, Via di Pratica di Mare, 45 - 00071 Pomezia (RM);
- ✓ Aeronautica Militare Comando III R.A. Reparto territorio e patrimonio: Lungomare Nazario Sauro 39, 70121 Bari (BA);
- ✓ Comando Militare Autonomo Sardegna, Via Torino 21, 09124 Cagliari;
- ✓ Comando Militare marittimo Autonomo Sardegna, Piazza Marinai d'Italia s.n., 09125 Cagliari;
- ✓ Abbanoa S.p.a., Viale Armando Diaz n. 77, 09125 Cagliari;
- ✓ Autorità di Bacino Regionale della Sardegna, Via Mameli 88 (1° piano), 09123 Cagliari;
- ✓ Terna S.p.A. - Rete Elettrica Nazionale, Viale Egidio Galbani, 70 – 00156 Roma;
- ✓ Anas S.p.A., Via Giuseppe Biasi n. 27, 09131 Cagliari, Via Monzambano 10, 00185 Roma ;
- ✓ ENEL Distribuzione SpA, Vl. Reg. Margherita 137, 00198 Roma;
- ✓ Ministero della Difesa - Direzione Generale dei Lavori e del Demanio; Piazza Marina 4, 00196 Roma.
- ✓ Ministero della Transizione Ecologica - Via Cristoforo Colombo, n. 44 00147 – Roma.

5. INQUADRAMENTO TERRITORIALE E AMBIENTALE

5.1 COMPONENTI DI PAESAGGIO DELL'AREA INTERESSATA AL PARCO EOLICO

Il paesaggio caratterizzante il sito in progetto del parco eolico "Pranu Nieddu", che si esplica nella realizzazione e adeguamento del tracciato stradale esistente, delle piazzole di montaggio delle pale eoliche e delle adiacenti piazzole di stoccaggio oltre all'area di cantiere e manovra, è ondulata a tratti più incisa con presenza caratterizzante di roccia affiorante e pietrosità diffusa; la copertura vegetale è rappresentata prevalentemente da erbacee spontanee perenni ed annuali e dalla presenza di specie arbustive tipiche della macchia mediterranea e di elementi arborei. L'areale territoriale di insidenza dell'impianto eolico si sviluppa idealmente su tre campi:

- Campo Ovest, comprende i generatori dal WTG001 al WTG005;
- Campo Centrale, comprende WTG006, WTG007, WTG008, WTG009 e WTG014;
- Campo Est, comprende WTG010, WTG012 e WTG011.

Il parco eolico si sviluppa lungo una direttrice da ENE a WSW per una lunghezza di circa 7.500 m, seguendo la naturale morfologia delle aree, evitando le zone più densamente popolate e i vincoli ambientali e paesaggistici, sfruttando la risorsa vento e minimizzando l'effetto scia.

Le altimetrie del parco sono variabili, comprese mediamente tra 300-500 m s.l.m.; in particolare la stazione elettrica è a circa 280 m s.l.m., mentre gli aerogeneratori sono ubicati tra la quota minima dei 298 m s.l.m. (WGT002) e la quota massima di 501 m s.l.m. (WGT07).

Lo studio delle componenti del paesaggio è stato effettuato analizzando la pianificazione di livello territoriale esistente (Piano Paesaggistico Regionale), la vincolistica ambientale e paesaggistica e mediante rilievi in campo.

L'analisi delle componenti di paesaggio prese in esame seguono i criteri tracciati dal PPR approvato con legge regionale n.8 del 25 novembre 2004.

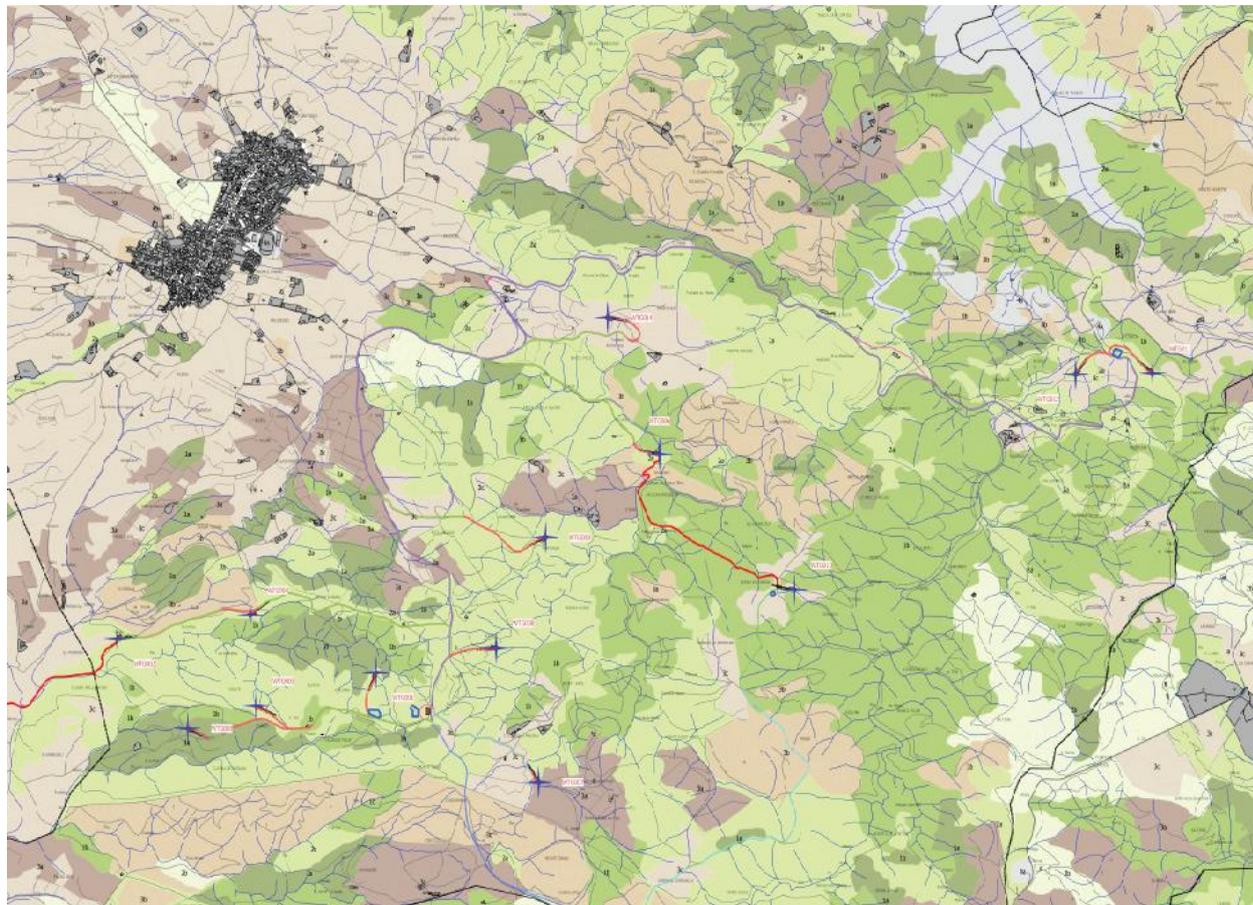
L'area in esame è esclusa dagli ambiti paesaggistici costieri approvati con L.R. N.8 - 2004 le cui disposizioni sono immediatamente efficaci per i territori comunali in tutto o in parte ricompresi negli ambiti di paesaggio costiero di cui all'art. 14 delle NTA :

art.4 NTA- Efficacia del PPR e ambito di applicazione.

Lo stesso articolo 4 delle NTA dispone che I beni paesaggistici ed i beni identitari individuati e tipizzati ai sensi degli articoli successivi sono comunque soggetti alla disciplina del P.P.R., indipendentemente dalla loro localizzazione negli ambiti di paesaggio di cui all'art. 14.

La cartografia dell'assetto ambientale del PPR è stata redatta a livello territoriale con zoom in scala 1:25.000.

La revisione effettuata per il presente studio è stata effettuata mediante fotointerpretazione sulla base delle ortofoto del 2013 con zoom in scala 1:5.000, l'ausilio di Google Heart (ortofoto 2017) e mediante indagini in campo.



LEGENDA

AREA PARCO EOLICO PRANU NIEDDU

AEROGENERATORE IN PROGETTO

Area di cantiere

Stazioni_elettriche

Cavidotto

Area_Trasbordo poligono

Aree_di_deposito

Area_Cantiere_fisso

Viabilita' completa

Adeguamento viabilita' da mantenere a fine lavori

Adeguamento viabilita' principale da ripristinare a fine lavori

Nuova viabilita' da mantenere a fine lavori

Nuova viabilita' da ripristinare a fine lavori

Viabilita' asfaltata esistente (non interventi)

Viabilita' sterrata esistente (non interventi)

Componenti ambientali

1a - Macchia, dune e aree umide

1b - Boschi

2a - Praterie e spiagge

2b - Boschi

3a - Colture arboree specializzate

3b - Impianti boschivi artificiali

3c - Colture erbacee specializzate

4a - Aree antropizzate

Figura 3- Carta delle componenti di paesaggio.

Tabella 2 – Componenti di paesaggio da PPR e componente reale in cui ricadono i generatori.

Identificativo aereogeneratore	Componenti paesaggio ambientale (PPR)		Superficie Parziale (AREA CANTIERE) (m ²)	Superficie Totale (AREA CANTIERE) (m ²)	Componente reale (Fotointerpretazione/Sopralluoghi)
	Codice	Descrizione			
WGT001	2a	Praterie	2.352	2.352	Aree pascolive cespugliate con matrici di specie forestali
WGT002	2a	Praterie	2.374	2.374	Seminativo ed aree parzialmente cespugliate
WGT003	2a	Praterie	2.351	2.351	Aree pascolive scarsamente cespugliate
WGT004	2a	Praterie	2.700	2.700	Aree pascolive scarsamente cespugliate
WGT005	1a	Vegetazione macchia, dune e aree umide	2.351	2.351	Aree pascolive cespugliate con matrici di specie forestali
WGT006	2a	Praterie	1.391	2.351	Pascolo parzialmente arborato e cespugliato
	1b	Boschi	960		
WGT007	3a	Colture arboree specializzate	1.170	2.351	Aree pascolive scarsamente cespugliate con rare matrici di specie forestali
	3c	Colture erbacee specializzate	785		
	2a	Praterie	396		
WGT008	2a	Praterie	2.351	2.351	Pascolo nudo
WGT009	2a	Praterie	2.351	2.351	Pascolo nudo e parzialmente cespugliato con rare matrici di specie forestali
WGT0010	3c	Colture erbacee specializzate	2.234	2.234	Pascolo nudo e parzialmente cespugliato con rare matrici di specie forestali
WGT0011	2a	Praterie	2.351	2.351	Aree pascolive scarsamente cespugliate con affioramenti rocciosi e rare specie di matrici forestali
WGT0012	2a	Praterie	2.351	2.351	Aree pascolive scarsamente cespugliate con affioramenti rocciosi e rare specie di matrici forestali
WGT0014	3c	Colture erbacee specializzate	2.351	2.351	Pascolo nudo e scarsamente arborato

La figura 3 evidenzia le componenti di paesaggio, cartografate nell'assetto ambientale del Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna, in cui ricadono i generatori e la relativa viabilità di servizio.

A ciascun generatore è stata assegnata un'area di pari all'area temporanea di cantiere e alla viabilità un'area pari a quella dello sviluppo planimetrico.

Nell'analisi che segue è utile ricordare che il PPR ha fotografato le componenti ambientali all'anno 2006 in scala 1:25.000 per gli ambiti di paesaggio costieri e in scala 1: 50.000 per il territorio non costiero

Per il generatore WGT006 il PPR individua il bene paesaggistico "Boschi" per una piccola parte della superficie.

Il bene paesaggistico individuato come "Vegetazione Macchia, dune e aree umide" è presente per intero nell'area del generatore WGT005.

Il bene "Colture erbacee specializzate" è presente per intero nei generatori WGT010 e WGT014, mentre ricade in parte nel generatore WGT007.

Il bene "Praterie" risulta essere il più diffuso e ricade per intero nelle aree dei generatori WGT001, WGT002, WGT003, WGT004, WGT008, WGT009, WGT011 e WGT012, mentre ricade parzialmente nelle aree dei generatori WGT006, WGT007.

Sul generatore WGT007 ricade in parte il bene "Colture arboree specializzate".

A seguito dell'individuazione su carta delle componenti ambientali sopracitate, è stata eseguita una verifica e comparazione di tali aree su aerofotogrammetria, mediante la foto interpretazione; in seguito si è proceduto a rettificare il dato mediante sopralluoghi di campo.

Dalle analisi effettuate risulta che la maggior parte delle aree su cui ricadranno i generatori, sono attualmente costituite da Aree pascolive scarsamente cespugliate e rare matrici di specie forestali, oltre a Pascoli scarsamente cespugliati/arborati e Seminativi.

5.2 COMPONENTE NATURALE E SEMINATURALE

Le componenti naturali e seminaturali di questa porzione di territorio sono riconducibili alla componente della copertura vegetazionale naturale, seminaturale.

Le aree naturali e subnaturali identificate dal PPR con il codice 1a (macchia, dune e aree umide) e 1b (boschi) sono presenti marginalmente nell'area di influenza e diretta di alcuni generatori.

Le aree seminaturali identificate dal PPR con il codice 2a (praterie) sono presenti marginalmente nell'area di influenza e diretta di alcuni generatori.

5.3 COMPONENTE AGROFORESTALE

Le aree interessate dall'area di insidenza degli aerogeneratori ricadono tutte in aree agroforestali classificate dal PPR.

Le aree agroforestali identificate dal PPR con il codice 3a (colture arboree specializzate), si caratterizzano per la presenza di colture arboree da frutto.

Le aree agroforestali identificate dal PPR con il codice 3c (colture erbacee specializzate), si caratterizzano per la presenza di seminativi, che sono le colture agricole che caratterizzano l'area di influenza di alcuni generatori.

Parte degli aerogeneratori ricadono in aree identificate dal PPR con il codice 3a (colture arboree specializzate) e con il codice 3c (colture erbacee specializzate).

5.4 COMPONENTE FLUVIALE

L'area di insediamento del parco eolico ricade nel sub-bacino regionale n. 7 - "Flumendosa, Campidano, Cixerri", a cavallo tra i due bacini di riferimento idrografici per il Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) n. 04 "Flumini Mannu" e n. 5 "Flumendosa".

L'area non ricade in prossimità di nessun'asta principale o secondaria e pertanto non è soggetta a fenomeni di inondazione. Le aste principali più prossime ai generatori, in particolare al WGT011 e WGT012, sono quelle relative ai corsi d'acqua del Riu Mulargia, da cui distano circa 1,9 Km in linea d'aria, e del Fiume Flumendosa, da cui distano circa 2,8 Km in linea d'aria, ricadenti nel bacino n. 5 del Flumendosa, ad est dell'invaso artificiale omonimo. Per il resto sono presenti diversi corsi d'acqua lungo tutta l'area di interesse, e i relativi affluenti: il Riu Corongiu nella parte orientale, il Riu Norizzi in quella centrale, mentre nella parte occidentale il Riu Cardacius e il Riu Funtana Meura che, insieme al Riu Cannisoni, vanno ad alimentare il Riu Flumini Mannu di San Sperate. Verso questi corsi d'acqua confluiscono le acque incanalate da piccoli affluenti che si ramificano verso monte. Gli impluvi costituiscono essenzialmente le aste tributarie di primo e secondo ordine dei torrenti che scorrono più a valle: essi presentano carattere essenzialmente torrentizio con deflussi stagionali legati strettamente alle precipitazioni. Lungo i versanti a maggiore pendenza i corsi d'acqua assumono un elevato potere erosivo, mentre solamente a valle, in corrispondenza di aste di ordine intermedio sono evidenti fenomeni di deposizione di coltri alluvionali di spessore molto modesto.

In particolare:

- WGT001: l'area del generatore si trova ubicata in prossimità del torrente Riu Tuvubois, da cui dista circa 80-100 metri. Trattasi di piccolo affluente del Riu Cannisoni;
- WGT002: distante a nord circa 150 metri dal torrente Riu Sa Murta, piccolo affluente del Riu Piscina Tulinas, e a sud circa 120 metri dal torrente Riu Tuvubois;
- WGT003: distante a sud circa 300 metri dal Riu Mannu di S. Sperate;
- WGT004: distante circa 80 metri da una diramazione torrentizia del torrente Riu Tuvubois;
- WGT005: distante a sud circa 200 metri dal Riu Mannu di S. Sperate, mentre a nord-ovest dista circa 190 metri dal Riu Funtana Meura, affluente torrentizio del Riu Mannu di S. Sperate;
- WGT006: distante a nord circa 70 metri dal Fossu Canea Arrubia, ed a sud circa 160 metri dal torrente Riu Norizzi;
- WGT007: distante circa 50 metri dal torrente Riu Bau Cannas;
- WGT008: distante circa 270 metri dal torrente Riu Norizzi;
- WGT009: distante a nord circa 170 metri dal torrente Riu Canaliera, piccolo affluente del Riu Norizzi, e a sud-est circa 260 metri dal torrente Riu Norizzi;
- WGT010: dista circa 140 da affluente torrentizio del torrente Riu Corongiu;
- WGT011: dista circa 400 metri dal Riu Uvini;

- WGT012: ubicato in prossimità di un affluente torrentizio del Riu Corongiu, distante circa 160 metri;
- WGT014: dista circa 340 metri dal Riu Murru de Callus, ubicato a nord.

Questa porzione di territorio risulta essere piuttosto incisa da aste torrentizie; queste risultano essere in secca durante quasi tutto l'anno. Infatti, vista la scarsità di acqua, non vi è la classica vegetazione ripariale tipica che cresce lungo i corsi d'acqua ma vi insistono le specie erbacee, arbustive ed arboree che caratterizzano queste aree pascolive.

5.5 USO DEL SUOLO NELLE AREE INTERESSATE ALLA COSTRUZIONE DEI GENERATORI

L'uso del suolo è stato messo in correlazione all'area di sedime dei generatori e di proiezione delle pale al suolo, alla viabilità a servizio dei generatori e poi esteso all'area vasta.

Per definire l'uso del suolo è stata presa esame la carta dell'uso del suolo della regione Sardegna redatta nel 2008 con zoom in scala 1:25.000, integrata e corretta e rivisitata con nostra elaborazione mediante fotointerpretazione sulla base delle ortofoto del 2013 con zoom in scala 1: 5.000 e con l'ausilio di Google Heart (ortofoto nel 2020).

I generatori ricadono all'interno della seguente classificazione di uso del suolo:

Tabella 3 – Uso del Suolo in cui ricadono i generatori e relative superfici. Elaborazione dalla cartografia dell'uso del suolo della Regione Sardegna (2008) e uso reale del suolo (da foto interpretazione e sopralluoghi di campo).

Identificativo aereogeneratore	Codice USD	Descrizione	Uso reale (Fotointerpretazione/Sopralluoghi)
WGT001	3232	Gariga	Aree pascolive cespugliate con matrici di specie forestali
WGT002	3241	Aree a ricolonizzazione naturale	Seminativo ed aree parzialmente cespugliate
	3232	Gariga	
WGT003	3232	Gariga	Aree pascolive scarsamente cespugliate
WGT004	321	Aree a pascolo naturale	Aree pascolive scarsamente cespugliate
WGT005	3231	Macchia mediterranea	Aree pascolive cespugliate con matrici di specie forestali
WGT006	321	Aree a pascolo naturale	Pascolo parzialmente arborato e cespugliato
	3111	Bosco di latifoglie	
WGT007	3232	Gariga	Aree pascolive scarsamente cespugliate con rare matrici di specie forestali
	2413	Colture temporanee associate ad altre colture permanenti	
	243	Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti	
	321	Aree a pascolo naturale	
WGT008	321	Aree a pascolo naturale	Pascolo nudo

WGT009	321	Aree a pascolo naturale	Pascolo nudo e parzialmente cespugliato con rare matrici di specie forestali
WGT0010	244	Aree agroforestali	Pascolo nudo e parzialmente cespugliato con rare matrici di specie forestali
WGT0011	321	Aree a pascolo naturale	Aree pascolive scarsamente cespugliate con affioramenti rocciosi e rare specie di matrici forestali
WGT0012	321	Aree a pascolo naturale	Aree pascolive scarsamente cespugliate con affioramenti rocciosi e rare specie di matrici forestali
WGT0014	2112	Prati artificiali	Pascolo nudo e scarsamente arborato

Legenda

-  AEROGENERATORE IN PROGETTO
-  Stazioni elettriche
-  Caviodotto
-  Viabilità completa
-  Adeguamento viabilità da mantenere a fine lavori
-  Adeguamento viabilità principale da ripristinare a fine lavori
-  Nuova viabilità da mantenere a fine lavori
-  Nuova viabilità da ripristinare a fine lavori
-  Viabilità asfaltata esistente (non interventi)
-  Viabilità sterrata esistente (non interventi)
-  Area di cantiere
-  Area di cantiere
- UDS_2003**
-  1111 - TESSUTO RESIDENZIALE COMPATTO E DENSO
-  1112 - TESSUTO RESIDENZIALE RADO
-  1121 - TESSUTO RESIDENZIALE RADO E NUCLEIFORME
-  1122 - FABBRICATI RURALI
-  1211 - INSEDIAMENTO INDUSTRIALI/ARTIG. E COMM. E SPAZI ANNESSI
-  1212 - INSEDIAMENTO DI GRANDI IMPIANTI DI SERVIZI
-  1221 - RETI STRADALI E SPAZI ACCESSORI
-  1222 - RETI FERROVIARIE E SPAZI ANNESSI
-  1223 - GRANDI IMPIANTI DI CONCENTRAMENTO E SMISTAMENTO MERCI
-  1224 - IMPIANTI A SERVIZIO DELLE RETI DI DISTRIBUZIONE
-  123 - AREE PORTUALI
-  124 - AREE AEROPORTUALI ED ELIPORTI
-  131 - AREE ESTRATTIVE
-  1321 - DISCARICHE
-  1322 - DEPOSITI DI ROTTAMI A CIELO APERTO, CIMITERI DI AUTOVEICOLI
-  133 - CANTIERI
-  141 - AREE VERDI URBANE
-  1421 - AREE RICREATIVE E SPORTIVE
-  1422 - AREE ARCHEOLOGICHE
-  143 - CIMITERI
-  2111 - SEMINATIVI IN AREE NON IRRIGUE
-  2112 - PRATI ARTIFICIALI
-  2121 - SEMINATIVI SEMPLICI E COLTURE ORTICOLE A PIENO CAMPO
-  2122 - RISAIE
-  2123 - VIVALI
-  2124 - COLTURE IN SERRA
-  221 - VIGNETI
-  222 - FRUTTETI E FRUTTI MINORI
-  223 - OLIVETI
-  231 - PRATI STABILI
-  2411 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE ALL'OLIVO
-  2412 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AL VIGNETO
-  2413 - COLTURE TEMPORANEE ASSOCIATE AD ALTRE COLTURE PERMANENTI
-  242 - SISTEMI COLTURALI E PARTICELLARI COMPLESSI
-  243 - AREE PREV. OCCUPATE DA COLTURE AGRARIE CON PRESENZA DI SPAZI NATURALI IMPORTANTI
-  244 - AREE AGROFORESTALI
- 3111 - BOSCHI DI LATIFOGIE
- 31121 - FOPRETI SALICETI BUCCALTETTI
- 31122 - SUGHERETE
- 31123 - CASTAGNETI DA FRUTTO
- 31124 - ALPI
- 3121 - BOSCHI DI CONIFERE
- 3122 - CONIFERE A RAPIDO ACCRESCIMENTO
- 313 - BOSCHI MISTI DI CONIFERE E LATIFOGIE
- 321 - AREE A PASCOLO NATURALE
- 3221 - CESPUGLIETI ED ARBUSTETI
- 3222 - FORMAZIONI DI RIPA NON ARBOREE
- 3231 - MACCHIA MEDITERRANEA
- 3232 - GARIGA
- 3241 - AREE A RICOLONIZZAZIONE NATURALE
- 3242 - AREE A RICOLONIZZAZIONE ARTIFICIALE
- 3311 - SPIAGGE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M
- 3312 - AREE DUNALI NON COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M
- 3313 - AREE DUNALI COPERTE DA VEGETAZIONE DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M
- 3315 - LETTI DI TORRENTI DI AMPIEZZA SUPERIORE A 25M
- 332 - PARETI ROCCIOSE E PALESE
- 333 - AREE CON VEGETAZIONE RADA tra 5% e 40%
- 411 - PALUDI INTERNE
- 421 - PALUDI SALMASTRE
- 422 - SALINE
- 423 - ZONE INTERTIDALI
- 5111 - FIUMI, TORRENTI E FOSSI
- 5112 - CANALI E IDROVIE
- 5121 - BACINI NATURALI
- 5122 - BACINI ARTIFICIALI
- 5211 - LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI A PRODUZIONE ITTICA NATURALE
- 5212 - ACQUACOLTURE IN LAGUNE, LAGHI E STAGNI COSTIERI
- 523 - ESTUARI E DELTA
- 5231 - AREE MARINE A PRODUZ. ITTICA NATURALE
- 5232 - ACQUACOLTURE IN MARE LIBERO

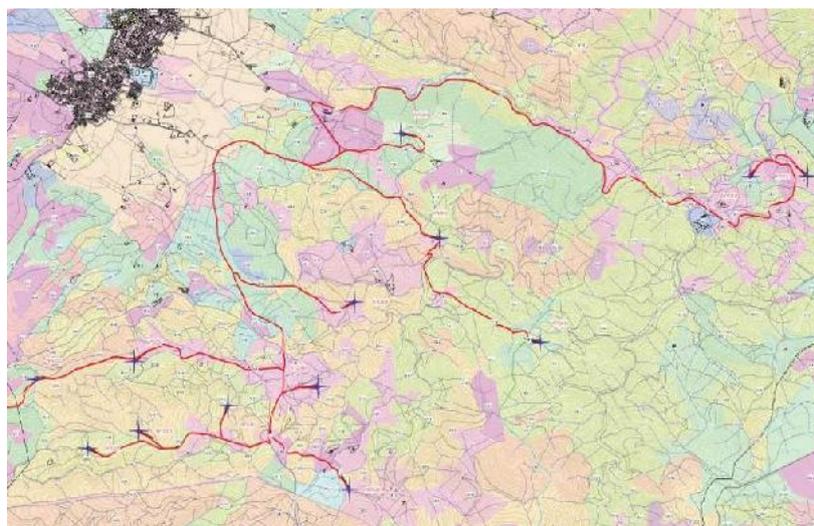


Figura 4- Carta dell'uso del suolo.

Sulla base delle elaborazioni della Carta dell'Uso del Suolo, per l'area di cantiere dei generatori sono state individuate le seguenti classi: "Bosco di latifoglie" (parzialmente WGT006), "Gariga" (per intero WGT001 e WGT003, parzialmente WGT002 e WGT007), "Aree a Pascolo Naturale" (per intero WGT004, WGT008, WGT009, WGT011 e WGT012, parzialmente WGT006 e WGT007), "Macchia mediterranea" (per intero WGT005), "Aree Agroforestali" (per intero WGT010), "Aree a ricolonizzazione naturale" (parzialmente WGT002), "Prati artificiali" (per intero WGT014), "Colture temporanee associate ad altre colture permanenti" (parzialmente WGT007), "Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti" (parzialmente WGT007).

A seguito dell'individuazione su carta degli usi del suolo sopracitati, è stata eseguita una verifica e comparazione di tali aree su aerofotogrammetria, mediante la foto interpretazione; in seguito si è proceduto a rettificare il dato mediante sopralluoghi di campo. Dalle analisi effettuate risulta che la maggior parte delle aree su cui ricadranno i generatori, sono attualmente costituite da Aree pascolive scarsamente cespugliate e rare matrici di specie forestali, oltre a Pascoli scarsamente cespugliati/arborati e Seminativi

5.6 ASSETTO GEOLOGICO DI INQUADRAMENTO

Dal punto di vista geologico, il sito in studio ricade su litologie del Paleozoico, afferenti al Basamento metamorfico ercinico, messi in posto durante l'orogenesi ercinica che, a partire dal Carbonifero (± 350 M.A.) si è protratta fino al Permiano, determinando la messa in posto di una estesa catena montuosa, che in Sardegna è distinguibile in tre zone metamorfiche principali: la zona Assiale (Sardegna NE), la zona delle Falde Interne (Sardegna centrale), la zona delle Falde esterne (Sardegna SW). Il settore oggetto di studio ricade nella zona delle Falde esterne, composta da unità tettoniche che vennero interessate da un metamorfismo di basso grado, in cui sono distinguibili i caratteri della roccia originaria, e sono così distinti:

Metamorfiti appartenenti all'Unità Tettonica del Gerrei, metamorfiti dell'Unità tettonica di Meana Sardo e da quelle dell'unità di Riu Grappa. Le Unità Tettoniche affioranti sono costituite da originarie successioni sedimentarie e vulcaniche di età compresa tra il Cambriano e il Carbonifero inferiore.

L'impilamento tettonico vede alla base l'Unità tettonica di Riu Grappa, su cui sovrascorre l'Unità del Gerrei a sua volta sovrascorsa dall'Unità di Meana Sardo. Queste tre unità tettoniche sono caratterizzate da significative differenze nella successione stratigrafica, soprattutto nella successione vulcanica dell'Ordoviciano medio.

Sono presenti inoltre nel territorio, in modo marginale nel settore orientale, in particolare dove andrà posizionato l'aerogeneratore n. WTG002 le litologie della successione sedimentaria Oligo - miocenica; i depositi quaternari dovuti alla degradazione e al disfacimento della roccia paleozoica originaria ad opera degli agenti esogeni sono rinvenibili lungo i versanti (depositi di versante) e lungo gli impluvi o nelle valli fluviali (depositi fluvio torrentizi) non coinvolgono invece i settori di posa degli aerogeneratori in progetto.

Dal punto di vista strutturale, l'area è caratterizzata da faglie con direzione principale WNW – ESE, talora normali, e da sovrascorrimenti e piegamenti, sovrapposti nella zona sud orientale dell'area in studio.

Di queste strutture tettoniche, le faglie determinano il controllo tettonico delle principali valli, su cui è impostato il reticolo idrografico dell'area.

5.7 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Morfologicamente l'area in studio si sviluppa su due unità di paesaggio predominanti: una prima, che caratterizza il settore occidentale dell'area, è individuata dai rilievi paleozoici ad aspetto collinare, arrotondati, con dislivelli dell'ordine di 250 m tra monte e valle, sui cui alti morfologici andranno posizionati gran parte degli aerogeneratori di progetto. Una seconda unità di paesaggio è individuata nel settore orientale, ed è rappresentata dall'ampia pianura sub pianeggiante della Successione sedimentaria oligo – miocenica.

Nel settore occidentale le sommità dei rilievi, le cui quote sono attestate intorno ai 450 – 550 m, sono prevalentemente arrotondati, le cui caratteristiche morfologiche sono date dal lento e continuo lavoro degli agenti erosivi, che ha portato alla formazione di una estesa superficie strutturale, nota in letteratura con il nome di "peneplano ercinico". I successivi fenomeni di sollevamento del settore legati principalmente alla fase tettonica legata all'orogenesi alpina, ha portato ad un ringiovanimento dell'area, con la riattivazione dei processi erosivi lungo le principali lineazioni tettoniche della zona, dove si sono impostati le principali valli e la maggior parte dei corsi d'acqua della zona: in generale le valli del territorio si presentano incise, con versanti poco acclivi, con andamento rettilineo ad andamento prevalente N-S. Talvolta le sommità dei rilievi presentano picchi e creste rocciose dovute alla natura dei rilievi, costituiti da litotipi più resistenti del basamento roccioso paleozoico, come porfiroidi, quarziti, metacalcari e metarenarie). Le morfologie osservabili in quest'area sono strettamente connesse alle caratteristiche di messa in posto delle litologie paleozoiche e dai loro caratteri fisico – chimici, e dalla tipologia ed intensità degli agenti modellanti predominanti.

Nel settore orientale i rilievi paleozoici lasciano spazio all'ampia pianura di origine tettonica (rift sardo) della Fossa Sarda, nella quale si sono impostati come già anticipato i sedimenti afferenti alla Successione Oligo – miocenica, con aspetto prettamente pianeggiante, su cui si sviluppa poi la sede stradale che ospiterà il cavidotto, che scorre interrato sulla rete stradale esistente. In questo settore andrà posizionato l'aerogeneratore WTG002.

5.8 CARATTERI LITOLOGICI E STRATIGRAFICI DELL'AREA DI INTERVENTO

Le litologie affioranti nel settore in studio si riferiscono in prevalenza alle Unità del Complesso metamorfico delle Falde Esterne costituite da metamorfiti di basso grado, dalla Successione sedimentaria Oligo – miocenica e dai depositi quaternari, di versante e di trasporto fluvio - torrentizio.

Gran parte degli aerogeneratori di progetto andranno posizionati sulle litologie afferenti al Complesso metamorfico paleozoico, affiorante superficialmente e con buone caratteristiche meccaniche e di portanza..

5.9 SCHEMA DELLA CIRCOLAZIONE IDRICA SUPERFICIALE E SOTTERRANEA

L'idrografia del territorio in analisi ricade nella parte di testata di alcuni bacini idrografici secondari affluenti del Riu Mannu di San Sperate e del Riu Mulargia, rispettivamente a O e N-E del Parco Eolico in progetto. I bacini idrografici interessati ricadono nella ampia aria relativa al sub-bacino 7 – Flumendosa Campidano Cixerri, ed in particolare sono distinti in:

1. Aree scolanti a Nord-Est: In cui principalmente ricadono i bacini idrografici del *Riu Norezzi* e del *Riu Corongiu*, rii secondari immissari di destra del Lago del Mulargia formato dalla diga di Monte Su Rei;
2. Aree scolanti a Ovest: In cui la posizione degli aerogeneratori ricade all'interno di alcuni bacini idrografici secondari facenti capo ad affluenti del Riu Mannu di San sperate;

Il Riu Norezzi ed il Riu Corongiu sono immissari del Lago artificiale del Mulargia, da cui si stacca l'omonimo rio, uno dei principali affluenti del Flumendosa, asta principale drenante il macro-bacino a nord-est del parco eolico.

I bacini invece relativi all'area Ovest sono affluenti del Riu Mannu di San Sperate il quale è uno dei principali affluenti di sinistra del Flumini Mannu. Le aree di interesse sono riportate in rosso nella seguente figura:

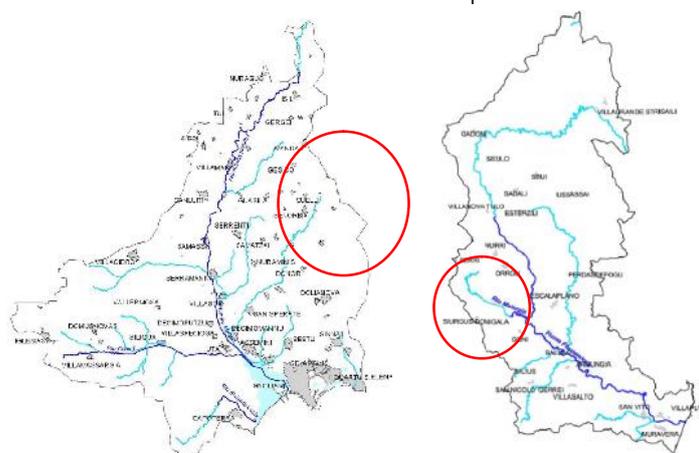


Figura 5 – Reticolo idrografico del Flumini Mannu e del Flumendosa oggetto del P.S.F.F.: in rosso il luogo d'interesse a cavallo tra i due macro bacini idrografici (fonte: relazione monografica PSFF, 2015).

Il Flumini Mannu è il quarto fiume della Sardegna per ampiezza di bacino e presenta una lunghezza complessiva di circa 105 km, di cui circa 96 km classificati come asta principale. Il Flumini Mannu nasce dal Tacco del Sarcidano ed attraversa, prima di giungere nel Campidano, le regioni della Marmilla e della Trexenta. Trae origine da alcuni rami secondari alimentati da sorgenti presenti nell'altipiano calcareo del Sarcidano, si sviluppa nella Marmilla e, attraversando dapprima la piana del Campidano, sfocia in prossimità di Cagliari nello stagno di Santa Gilla.

Il suo bacino idrografico è delimitato a nord dall'altopiano del Sarcidano, a est dal massiccio del Sarrabus – Gerrei, a ovest dai massicci dell'Iglesiente e del Sulcis e a sud dal Golfo di Cagliari. Nella successiva immagine è riportato il reticolo idrografico del corso d'acqua studiato nell'ambito delle attività di predisposizione del P.S.F.F. e la localizzazione qualitativa del sito d'interesse indicato dal cerchio rosso.

Il Flumini Mannu di Cagliari si differenzia notevolmente dagli altri corsi d'acqua dell'isola per i caratteri morfologici del suo bacino imbrifero: per quasi la metà del suo sviluppo lineare l'asta attraversa infatti territori pianeggianti, al contrario della maggior parte dei corsi d'acqua che attraversano territori quasi esclusivamente montuosi. Il corso d'acqua è stato sbarrato artificialmente in comune di Isili per la creazione dell'invaso "Is Barroccus" realizzato a partire dagli anni '80 del secolo scorso. L'opera idraulica è stata costruita per rispondere a diverse esigenze (uso irriguo, regolazione delle piene, etc.) e la sua realizzazione influisce notevolmente sul regime idrologico del Flumini Mannu.

Il tratto d'asta principale del Flumendosa è caratterizzato prevalentemente da un alveo tipo monocursale sinuoso, che si sviluppa in gole scavate negli scisti e nei basalti. Dopo oltre 65 km percorsi in ambito montano, l'asta raggiunge la piana alluvionale di San Vito-Muravera, dove il corso d'acqua è arginato lungo entrambe le sponde.

L'area di confluenza è caratterizzata da vari paleoalvei che formavano, in passato, una foce a delta: il braccio parallelo alla costa, denominato Foxi de Sa Carina, che unisce la foce attuale a nord con la vecchia a sud, il braccio a sud della vecchia foce denominato Foxi Gulaxigheddu e i tre bracci perpendicolari alla costa denominati Foxi Flumini Becciu, Foxi Bau Obilu, Foxi Padrionnas.

L'asta del corso d'acqua, nel settore di indagine, può essere suddivisa in quattro tronchi omogenei, a partire dalla diga Nuraghe Arrubiu, tenendo conto che la parte di asta classificata come principale comprende anche il lago artificiale a monte della diga, fino al ponte sulla S.S.198. La diga, realizzata nel 1952 per la produzione di energia elettrica e per l'irrigazione del Campidano, determina un vaso avente una lunghezza di circa 17 km e una larghezza media di 500 m.

Il Riu Mannu di San Sperate è uno degli affluenti principali del Flumini Mannu, in cui confluisce all'altezza di Decimomannu, e drena, con il Riu Flumineddu, le acque della Trexenta; l'asta, con alveo monocursale da sinuoso a sub-rettilineo, debolmente inciso, ha una lunghezza di circa 42 km e si sviluppa secondo la direttrice tettonica N-E S-O, la cui conformazione è imputabile alla complessa evoluzione geologica subita del territorio Campidano. L'intero corso scorre all'interno di un'ampia pianura alluvionale tra i fianchi vallivi dei rilievi rocciosi Paleozoici e Mesozoici.

Il fondovalle, densamente antropizzato, si presenta largo e sub-pianeggiante, con ulteriori allargamenti in corrispondenza delle confluenze dei rii minori.

A valle dell'attraversamento della strada comunale Bau su Mattoni, l'alveo è a tratti rettificato artificialmente; oltre San Sperate diventa integralmente regimata e arginata su entrambe le sponde sino alla confluenza.

La fascia C nel tratto di alveo montano comprende l'insieme delle forme terrazzate attuali e recenti laddove presenti e risulta in parte confinata dai versanti a forte pendenza e in parte più ampia in corrispondenza dei punti in cui la valle diminuisce la sua pendenza e i versanti sono meno acclivi. Nel tratto di valle, si allarga seguendo in generale il limite morfologico del fondovalle. All'interno della fascia ricadono numerose delle aree urbanizzate presenti sul fondovalle alluvionale.

5.10 BENI PAESAGGISTICI AMBIENTALI NELLE AREE INTERESSATE DALLA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

I beni paesaggisti ambientali sono normati dall'art. 8 del PPR, che viene di seguito riportato integralmente

Art. 8 - Disciplina dei beni paesaggistici e degli altri beni pubblici

1. I beni paesaggistici definiti dall'art. 6, commi 2 e 3, disciplinati dalla Parte II del P.P.R., sono costituiti da quegli elementi territoriali, areali o puntuali, di valore ambientale, storico culturale ed insediativo che hanno carattere permanente e sono connotati da specifica identità, la cui tutela e salvaguardia risulta indispensabile per il

mantenimento dei valori fondamentali e delle risorse essenziali del territorio, da preservare per le generazioni future.

2. Sono soggetti a tutela le seguenti categorie di beni paesaggistici:

a) gli immobili e le aree di notevole interesse pubblico ai sensi degli articoli 134, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 157 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e succ. mod.;

b) gli immobili e le aree previsti dall'art. 142 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e succ. mod.;

c) gli immobili e le aree ai sensi degli artt. 134, comma 1 lett.c), 143 comma 1 lett. i) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e succ. mod.

3. Rientrano altresì tra le aree soggette alla tutela del P.P.R.:

a) quelle sottoposte a vincolo idrogeologico previste dal R.D.L. n.3267 del 30 dicembre 1923 e relativo Regolamento R.D. 16 maggio 1926, n. 1126;

b) i territori ricompresi nei parchi nazionali o regionali e nelle altre aree naturali protette in base alla disciplina specifica del Piano del parco o dei decreti istitutivi;

c) le riserve e i monumenti naturali e le altre aree di rilevanza naturalistica e ambientale ai sensi della L.R. n. 31/89.

4. L'individuazione dei beni di cui ai commi precedenti costituisce accertamento delle caratteristiche intrinseche e connaturali dei beni immobili e delle risorse essenziali del territorio. Le conseguenti limitazioni alla facoltà di godimento dei beni immobili, non danno luogo ad indennizzo ai sensi dell'art. 145, comma 4, del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 e succ. mod., e hanno valore a tempo indeterminato.

5. Dal momento dell'adozione del P.P.R. e fino alla sua approvazione, si applica l'articolo unico della Legge 1902/1952 e successive modifiche ed integrazioni, in riferimento al rilascio dei titoli abilitativi in contrasto con le disposizioni degli articoli 47, 48, 49 e 52.

6. Ai beni paesaggistici individuati dal presente P.P.R. si applicano le disposizioni degli artt. 146 e 147 del D.Lgs. 22 gennaio 2004, n° 42 e succ. mod. ed int. e del D.P.C.M. 12.12.2005.

Tra i beni paesaggistici presenti nell'area vasta di interesse alla realizzazione dell'impianto eolico è presente il bosco, tutelato per legge ai sensi dell'art.142 del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 comma g) i territori coperti da foreste e da boschi, ancorché percorsi o danneggiati dal fuoco, e quelli sottoposti a vincolo di rimboschimento, come definiti dall'articolo 2, commi 2 e 6, del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 227.

Da mettere in evidenza che il WTG014 ricade entro un'area percorsa da incendio dall'anno 2005 all'anno 2010 come si può desumere dalla tavola v.2.5 Aree non idonee Impianti FER.

Nelle aree contermini allo sviluppo del parco eolico rileviamo la classificazione a bosco nella cartografia delle componenti ambientali del PPR. Tali aree non sono comunque interessate direttamente dalle opere previste in progetto.

Dall'analisi dei paragrafi precedenti non sono state rilevate superfici a bosco nelle aree direttamente interessate dal parco eolico.

Le aree interessate da Uso Civico coinvolgono Servitù di passaggio e di cavidotto e sono limitate a circa 9700 mq, senza che vengano alterati significativamente i caratteri paesaggistici dell'area.

Non viene precluso l'uso civico dei terreni, in quanto il cavidotto sarà adeguatamente interrato, e i passaggi riguardano piste rurali esistenti.

Infatti il cavidotto verrà interrato per oltre un metro senza compromettere la eventuale coltivazione dei suoli agricoli o comunque le eventuali opere di miglioramento fondiario eventualmente realizzabili.

Per l'individuazione si rimanda alle tavole catastali di progetto.

5.11 QUADRO DI SINTESI DEL CONTESTO AMBIENTALE

L'analisi descrittiva del sito interessato dalla realizzazione dell'impianto eolico ha evidenziato lo stato dei luoghi rispetto ai suoli presenti, all'uso reale del suolo e alle componenti ambientali.

L'analisi pedologica ha evidenziato la presenza di suoli superficiali, non arabili, poco erodibili per la presenza di una giacitura ed una orografia poco movimentata, comunque poco idonei allo sviluppo dell'agricoltura, se non marginalmente per la pratica dell'allevamento bovino, ovino e caprino di tipo estensivo.

L'uso del suolo ha evidenziato la presenza prevalente di aree pascolive scarsamente cespugliate, talvolta con affioramenti rocciosi, e rare matrici di specie forestali, in cui dominano il perastro e l'olivastro oltre alla sughera, nella quale si inseriscono pascoli magri e prati pascoli nelle aree in cui vi è una maggiore presenza di suolo e la matrice rocciosa degrada. Le boscaglie in cui emergono gli elementi arborei sparsi a prevalenza di sughera, caratterizzano in modo disomogenea l'area anche per l'alternanza costante degli affioramenti rocciosi, che comunque quasi mai emergono rispetto alla copertura vegetale.

E' quanto mai evidente la presenza di un'agricoltura stentata legata all'allevamento, prevalentemente ovino e bovino che comunque difficilmente è in grado di garantire un reddito adeguato all'imprenditore agricolo proprio per la presenza di suoli marginali anche per l'allevamento.

La componente paesaggistica ambientale, individuata dal PPR, ha evidenziato la presenza di aree naturali e seminaturali costituite prevalentemente da praterie, colture erbacee e arboree specializzate, mentre le aree interessate dalla realizzazione del parco eolico sono costituite allo stato attuale da aree pascolive scarsamente cespugliate con affioramenti rocciosi e rare matrici di specie forestali, da pascoli cespugliati/arborati e seminativi

6. DESCRIZIONE DEL PROGETTO EOLICO

Il parco eolico "Pranu Nieddu" ricade nel territorio montuoso a sud del centro urbano del Comune di Siurgus. Il parco eolico prevede l'installazione di 13 aerogeneratori di potenza ciascuno 6,6 MW per una produzione totale nominale di 85,8 MW. L'altezza delle torri sino al mozzo (HUB) è di 115 m, il diametro delle pale è di 170 m per una altezza complessiva della struttura pari a 200 m (in allegato al progetto, nel Capitolato Descrittivo Prestazionale, si riporta la scheda tecnica). La produzione di energia elettrica di un aerogeneratore è circa proporzionale all'area del rotore. Un minor numero di rotori più grandi e su torri più alte può utilizzare la risorsa eolica in maniera più efficiente di un numero maggiore di macchine più piccole, inoltre la dimensione degli aerogeneratori comporta delle interdistanze tra gli stessi, che permettono ai terreni in cui sono ubicati di continuare a essere utilizzati con la destinazione d'uso presente, per la maggior parte dell'estensione.

Gli aerogeneratori sono localizzati in aree prettamente incolte e a pascolo, esterne alle aree boscate e ampiamente distanti da centro abitati e aree produttive, circa 3 km dal centro urbano di Siurgus, dal centro Urbano di Sisini e da quello di Goni. Il progetto è composto dalla realizzazione delle opere civili ed elettriche necessarie per il funzionamento del parco eolico. Il cavidotto elettrico prosegue lungo la strada comunale in direzione Ovest per poi passare attraverso le strade provinciali S.P. 6 e altre strade comunali di Suelli e Senorbì e raggiungere la sottostazione prevista in comune di Selegas. Per la connessione dell'impianto "Pranu Nieddu" alla rete elettrica AT/AAT di Terna, come da prescrizioni del preventivo numero 201900759 emesso da Terna S.p.A. il 20 Dicembre 2019 ed accettato in data 07/04/2020, sono necessarie opere di adeguamento della rete elettrica, tra cui la realizzazione di due nuove stazioni elettriche e di un elettrodotto 150 kV che le collega. In conseguenza di ciò si è scelto di costruire la sottostazione di trasformazione 30/150 kV in un terreno adiacente alla sottostazione RTN secondo lo schema di allacciamento della STMG.

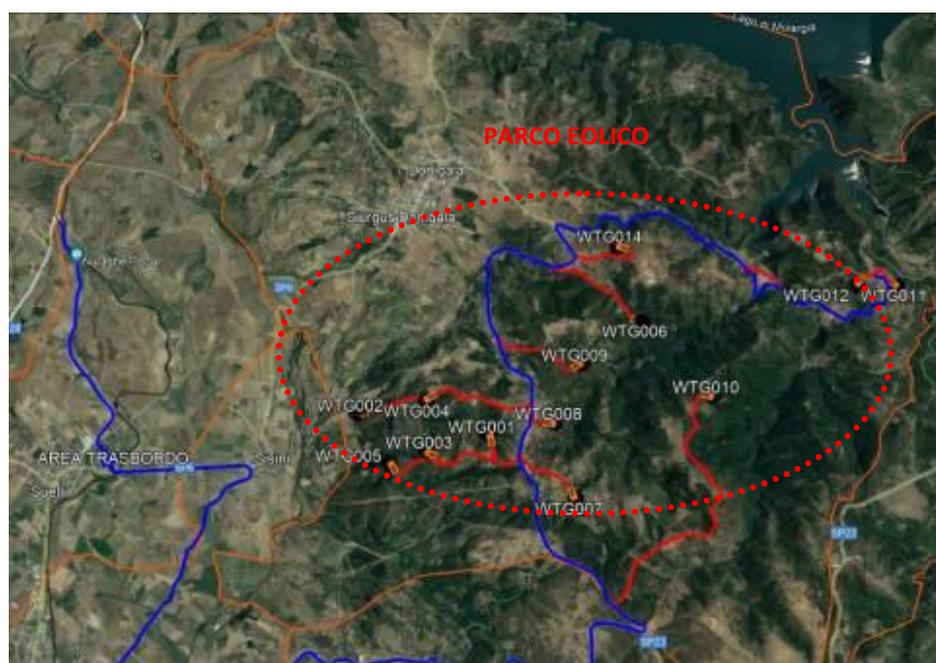


Figura 6 – Vista satellitare del posizionamento del parco eolico "Pranu Nieddu" in progetto.

6.1 CRITERI PROGETTUALI

La scelta progettuale del numero, delle caratteristiche dimensionali e della localizzazione degli aerogeneratori è stata concepita nel rispetto di criteri ambientali, tecnici ed economici di seguito sintetizzati:

- rispetto delle linee guida;
- rispetto delle indicazioni contenute nel Piano Paesaggistico Regionale;
- utilizzo di viabilità esistente e minimizzazione dell'apertura di nuovi tracciati;
- ottimizzazione dell'inserimento paesistico dell'impianto;
- rispetto dell'orografia e copertura vegetale della zona;
- rispetto della distanza dai recettori più prossimi;
- Ottimizzazione dello sfruttamento della risorsa eolica dell'area.

6.2 DESCRIZIONE GENERALE OPERE ELETTRICHE

Il progetto del parco eolico "Pranu Nieddu" prevede l'installazione di 13 aerogeneratori di elevata potenza disposti secondo un layout di impianto che, per le caratteristiche orografiche del terreno e per la direzione del vento dominante, risulta essere quello ottimale.

Sulla base dello studio anemologico, dei vincoli orografici, ambientali e infrastrutturali, si è proceduto alla localizzazione degli aerogeneratori in progetto, secondo la disposizione riportata nelle tavole di progetto, cui si rimanda. L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore verrà convogliata attraverso terne di cavidotti interrati sino all'aerogeneratore successivo

Il parco eolico sarà costituito da una sezione a 150 kV comprendente la sottostazione di trasformazione per la connessione alla RTN ed una sezione in media tensione a 30 kV che convoglierà l'energia dai singoli aerogeneratori verso la sottostazione di trasformazione 30/150 kV. L'impianto sarà composto da 13 aerogeneratori collegati mediante un cavidotto in media tensione interrato suddiviso in quattro sottocampi: Linea 1 (WTG 11, 12, 14), Linea 2 (WTG 6, 9, 10), Linea 3 (WTG . 2, 4,7,8) e Linea 4 (WTG 1, 3, 5).

Ciascun aerogeneratore avrà una potenza unitaria pari 6.600 kW cadauno, per una potenza nominale complessiva di 85,8 MW. L'energia viene prodotta da ciascun aerogeneratore a 690 V e 50 Hz. La tensione viene elevata a 30 kV in un centro di trasformazione ubicato nella navicella della macchina e viene evacuata tramite cavi elettrici interrati in MT fino all'aerogeneratore successivo.

L'allacciamento del parco eolico alla RTN è conforme alla soluzione di connessione alla rete, fornita dal Gestore di rete. Per il campo eolico "Pranu Nieddu", la soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione è stata ricevuta il 20-12-2019, codice pratica 201900759.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova Stazione elettrica (SE) della RTN denominata Selegas (di cui al piano di sviluppo di Terna) in corrispondenza dell'incrocio delle direttici "Goni-Santu-Miali" e "Villasor-Nurri" previa realizzazione di una serie di interventi previsti e meglio dettagliati nella soluzione tecnica di connessione allegata.

In conseguenza di ciò si è scelto di costruire la sottostazione di trasformazione 30/150 kV in un terreno

adiacente alla nuova sottostazione RTN secondo lo schema di allacciamento della STMG descritta sopra.

La nuova sottostazione sorgerà quindi nel territorio comunale di Selegas.

Maggiori dettagli vengono riportati nelle tavole allegate.

L'impianto nel suo complesso sarà quindi costituito dalle seguenti parti principali:

- 13 aerogeneratori completi di sistema di protezione e controllo;
- linee elettriche MT per il collegamento degli aerogeneratori alla sottostazione di trasformazione (2 circuiti principali);
- sottostazione MT/AT da collegare in antenna alla nuova stazione Stazione Elettrica (SE) di Terna tramite una linea elettrica AT ,

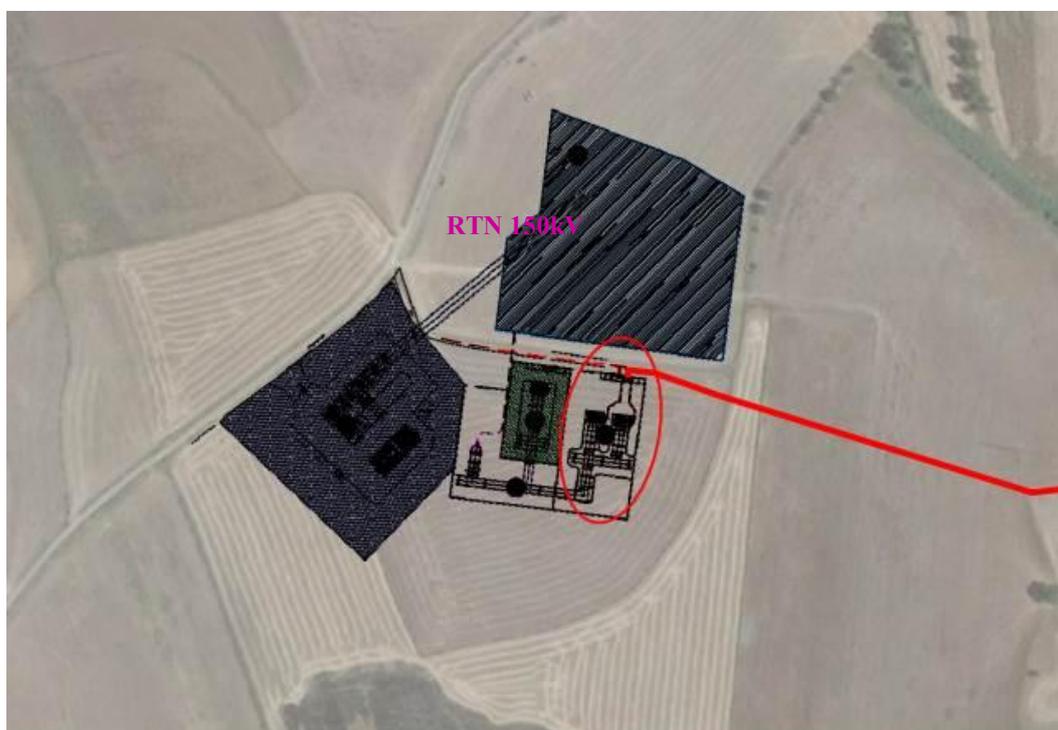


Figura 7 – Connessione della SSE di utenza alla futura SE Terna "Selegas".

Il controllo del parco viene attuato tramite l'ausilio di automatismi programmabili. Vengono progettati due sistemi indipendenti di regolazione e controllo, uno per gli aerogeneratori e un secondo per le cabine elettriche di consegna dell'energia. Il parco eolico verrà controllato, supervisionato e monitorato da remoto attraverso il sistema SCADA fornito dalla casa costruttrice stessa.

L'energia viene prodotta da ciascun aerogeneratore a 690 V e 50 Hz. La tensione viene quindi elevata a 30 kV in un centro di trasformazione ubicato nella navicella della macchina e viene evacuata tramite cavi elettrici interrati in MT fino all'aerogeneratore successivo in modo da formare i circuiti come descritto nello schema unifilare in allegato. Dopodiché tale energia verrà convogliata nella sottostazione di trasformazione MT-AT e successivamente tramite un collegamento in antenna alla Rete di Trasmissione Nazionale.

L'energia elettrica in bassa tensione necessaria alle operazioni di manutenzione del parco verrà fornita attraverso le strutture del parco prelevandola dal trasformatore dedicato ad i servizi ausiliari (TR-SSAA).

Nei momenti in cui il parco non genera energia, la fornitura avverrà tramite la linea di evacuazione del parco, mentre nelle situazioni di emergenza si provvede alla fornitura di energia tramite gruppo elettrogeno.

6.3 IDENTIFICAZIONE DEI VERTICI DEL POLIGONO RACCHIUDENTE L'AREA DI PERTINENZA DELL'IMPIANTO E POSIZIONAMENTO AEROGENERATORI

Il posizionamento degli aerogeneratori e della sottostazione di trasformazione e consegna è stato effettuato sulla base dei seguenti criteri:

- studio del vento e orografia dell'area;
- esistenza di vie di accesso e sentieri interni al parco;
- rispetto di distanza minima regolamentare da edifici preesistenti;
- vincoli ambientali ed amministrativi esistenti;
- considerazioni basate sul criterio del massimo rendimento degli aerogeneratori, evitando l'interazione tra le singole macchine al fine di non pregiudicarne il funzionamento;
- minimizzazione dell'alterazione dello stato attuale dei luoghi, compatibilmente con le condizioni necessarie di pendenza, di superficie, di larghezza e curvatura delle vie di collegamento e di spazio adeguato alla installazione degli aerogeneratori ed alle infrastrutture ad essi associate, avendo cura di preservare, per quanto possibile, l'orografia dell'area.

Viene riportata la poligonale contenente l'area di pertinenza del parco eolico in progetto e riportate le coordinate planimetriche dei 13 aerogeneratori in progetto, utilizzando come sistema di riferimento cartografico UTM-WGS 84, Tabella 4 e figura seguente.

Tabella 4 – Ubicazione planimetrica aerogeneratori di progetto, sistema di riferimento UTM-WGS 84.

PARCO EOLICO "PRANU NIEDDU" - COORDINATE PIANE UTM-WGS 84

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

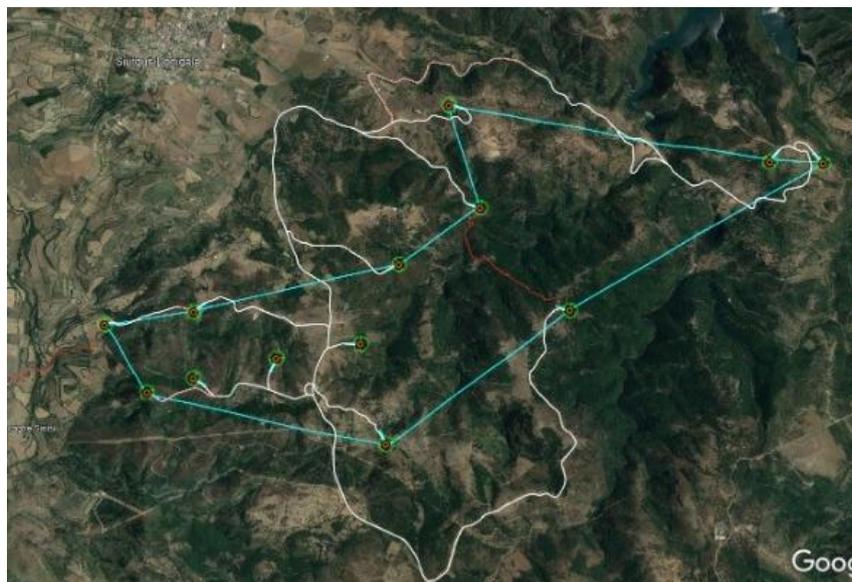


Figura 8 – Individuazione Poligonale parco eolico "Pranu Nieddu".

6.4 POTENZIALE EOLICO

Gli aerogeneratori hanno potenza nominale di 6,6 MW, per una potenza complessiva del parco eolico di 78 MW. L'altezza delle torri sino al mozzo (HUB) è di 115 m, il diametro delle pale è di 170 m per un'altezza complessiva della struttura pari a 200 m.

Dal punto di vista anemologico le valutazioni del potenziale sono basate sull'acquisizione dei dati satellitari nella zona di installazione degli aerogeneratori per avere una fonte attendibile e puntuale della risorsa vento su un periodo sufficientemente significativo per 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 210.449 GWh/anno, pari a 2611 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.

6.4.1 Anemologia del parco eolico "Pranu Nieddu"

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, dall'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.

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.

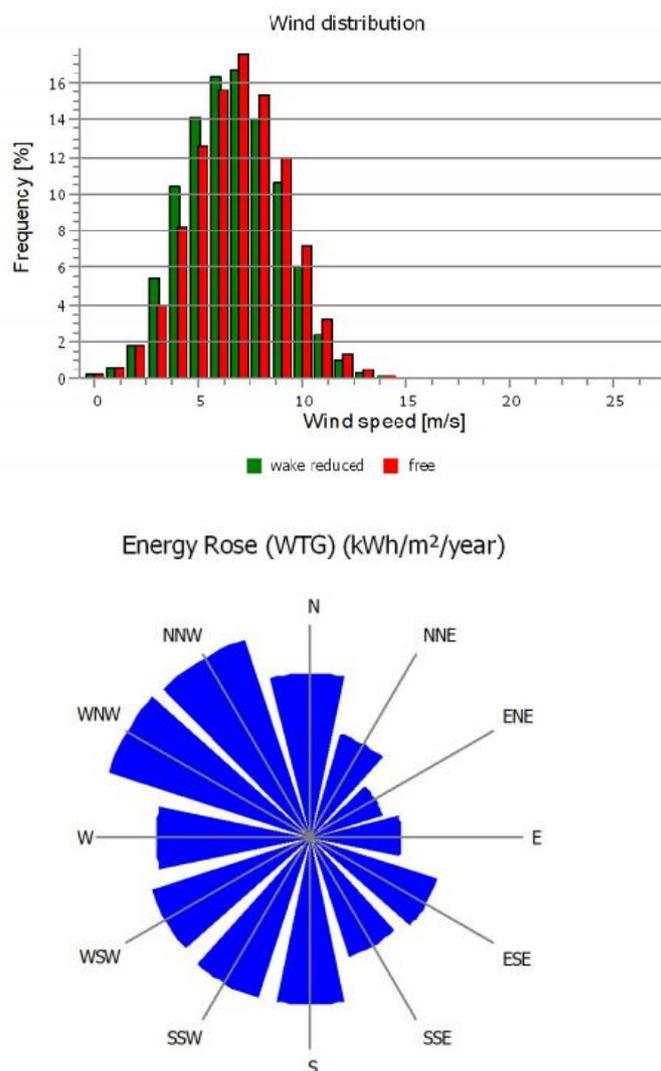


Figura 9 – Analisi dei dati anemometrici ricavati dai dati satellitari nella zona di installazione degli aerogeneratori: istogramma delle frequenze della velocità media alla quota 115 m e rosa dei venti.

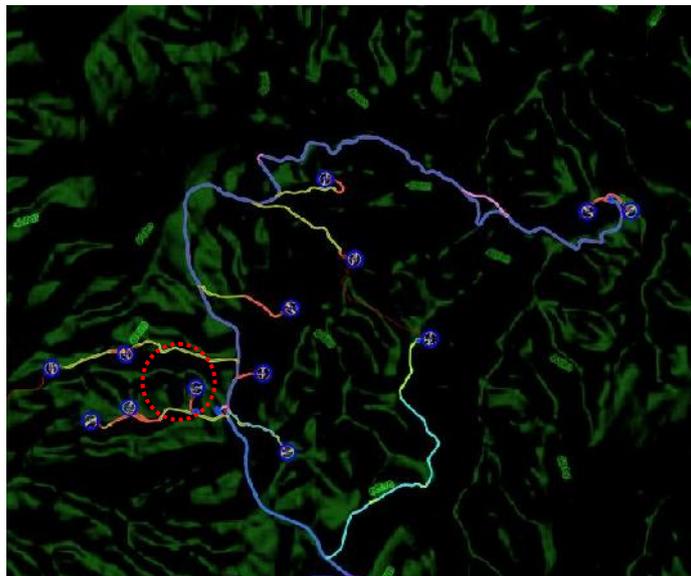


Figura 10 – WTG del Lay-Out wind farm Pranu Noieddu su DTM di altimetria.

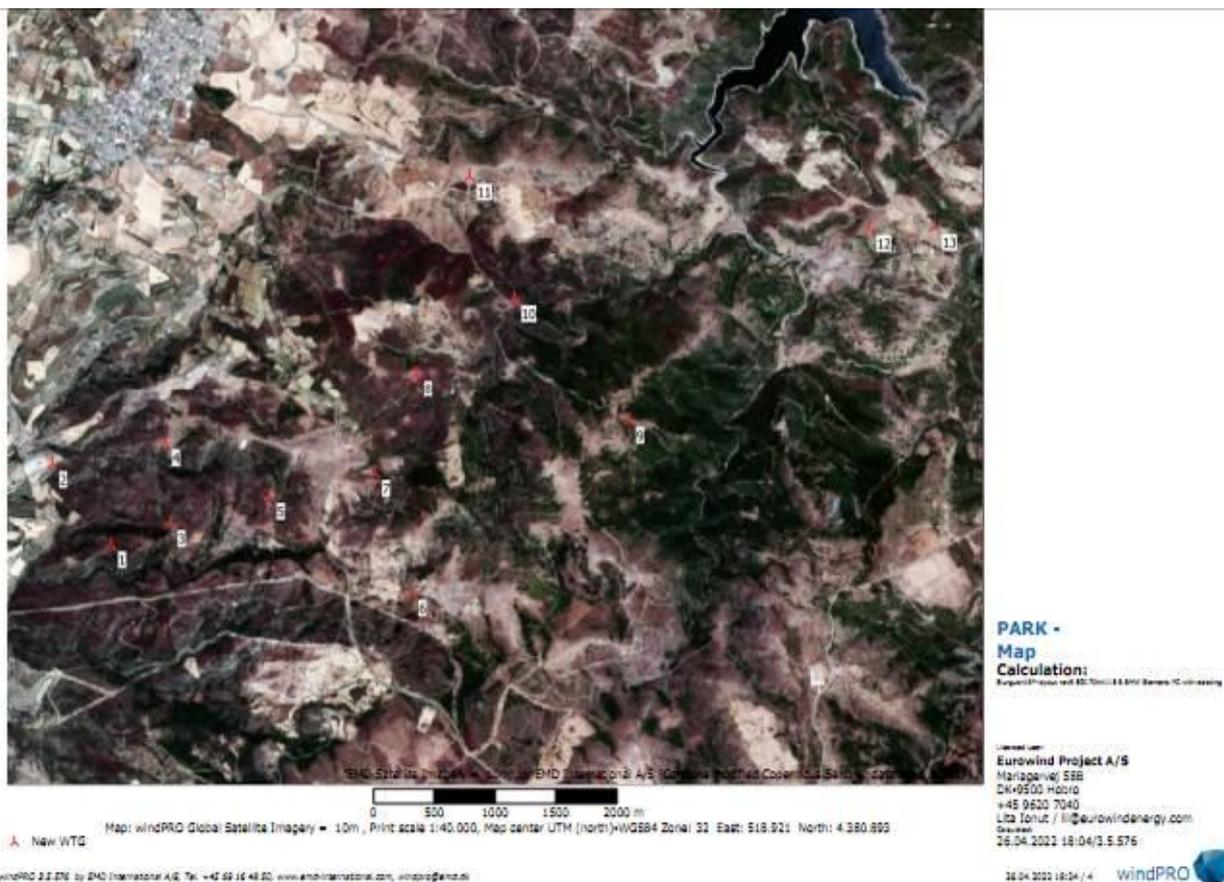


Figura 11 – Interdistanze WTG del Lay-Out wind farm Pranu Nieddu.

6.5 REQUISITI TECNICI IMPIANTO EOLICO

Nome del parco eolico:	Pranu Nieddu
Potenza installata:	87,5 MW
N° Aerogeneratori:	13
Potenza unitaria:	6,6 MW
Comuni interessati:	Siurgus Donigala

6.5.1 Opere elettromeccaniche

Il componente elettromeccanico fondamentale di un parco eolico è l'aerogeneratore, composto da:

- fondazione
- torre di sostegno
- navicella con organi di trasmissione e generazione
- rotore con pale per lo sfruttamento del vento

Di seguito sono dettagliate le principali caratteristiche tecniche degli aerogeneratori utilizzati. L'aerogeneratore preliminarmente considerato è il tipo SG 6.6 - 170 da 6,0 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. In fase esecutiva, qualora si optasse per un'altra macchina eolica, la stessa sarà scelta sul mercato con caratteristiche dimensionali e tecniche del tutto simili a quella preliminarmente considerata.

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.

6.5.2 Caratteristiche tecniche aerogeneratori

Le principali caratteristiche tecniche di ogni aerogeneratore sono:

- Tipologia di turbina: modello SIEMENS GAMESA SG 6.0 - 170 – 6,6 MW;
- Rotore tripala ad asse orizzontale;
- Orientazione del rotore in direzione del vento prevalente – sistema attivo imbardata;
- Sistema di controllo della potenza: Passo e velocità variabili;

- Diametro del rotore: 170 m;
- Superficie spazzata dalle pale: 22.698 m²

Tabella 5 – Specifiche principali WTG Siemens Gamesa SG155.

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 m
Altezza totale fuori terra	200 m
IEC class 61400-22	IIIA
Velocità di Cut-in / Cut-out / Re Cut-in	3.0 – 25.0 – 24.0 m/s

Il parco eolico è composto da 13 aerogeneratori del tipo

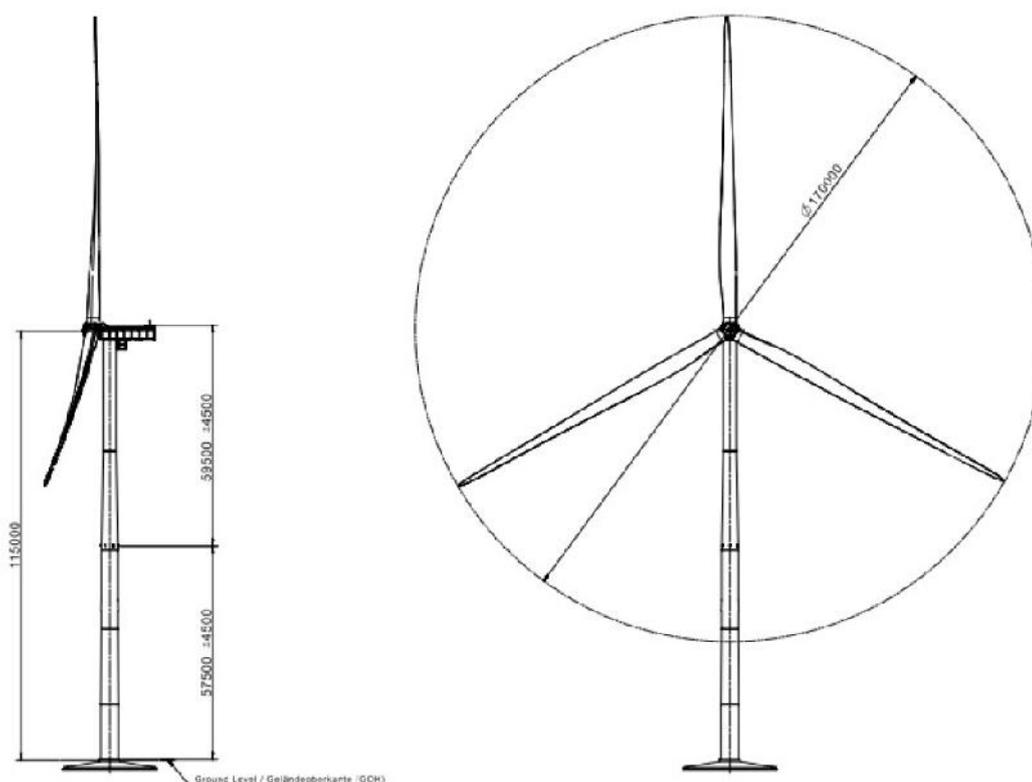
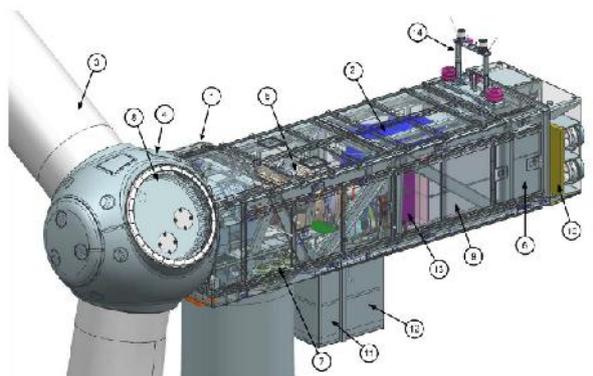


Figura 12 – Vista prospettica e laterale dell'aerogeneratore SIEMENS GAMESA SG 6.6 - 170 da 6,6 MW.

La turbina è costituita quindi da un sostegno (torre) che porta alla sua sommità la navicella, costituita da un basamento e da un involucro esterno. All'interno di essa sono contenuti il generatore elettrico e tutti i principali componenti elettromeccanici di comando e controllo. Il generatore è composto da un anello esterno, detto statore, e da uno interno rotante, detto rotore, che è direttamente collegato al rotore tripala. L'elemento di connessione tra rotore elettrico ed eolico è il mozzo in ghisa sferoidale, su cui sono innestate le tre pale in vetroresina ed i loro sistemi di azionamento per l'orientamento del passo.

La navicella è in grado di ruotare allo scopo di mantenere l'asse della macchina sempre parallelo alla direzione del vento mediante azionamenti elettromeccanici di imbardata. Entro la stessa navicella sono poste le apparecchiature per il sezionamento elettrico e la trasformazione dell'energia da Bassa Tensione a Media Tensione. Opportuni cavi convogliano a base torre, agli armadi di potenza di conversione e di controllo, l'energia elettrica prodotta e trasmettono i segnali necessari per il funzionamento.



Item	Description	Item	Description
1	Canopy	7	Yaw gear
2	Generator	8	Blade bearing
3	Blades	9	Converter
4	Spinner/hub	10	Cooling
5	Gearbox	11	Transformer
6	Control panel	12	Stator cabinet.
		13	Front Control Cabinet
		14	Aviation structure

Figura 13 – Schema della navicella dell'aerogeneratore SIEMENS GAMESA SG 6.6 - 170 da 6,6 MW.

6.5.3 Fasi di montaggio dell'aerogeneratore

Il montaggio degli aerogeneratori avviene secondo schemi prestabiliti e collaudati dalle imprese specializzate. I mezzi principali sono le gru che solitamente sono collocate nell'area della piazzola riservata all'assemblaggio.

Le fasi principali di montaggio, possono essere sintetizzabili in:

Sollevamento, posizionamento e fissaggio alla fondazione della parte inferiore della torre;

Sollevamento, posizionamento e fissaggio dei tronconi intermedi;

Sollevamento, posizionamento e fissaggio del troncone di sommità;

Sollevamento della navicella e fissaggio alla parte sommitale della torre;

Assemblaggio del rotore ai piedi della torre;

Sollevamento e fissaggio del rotore della navicella;

Sollevamento e fissaggio singolo delle 3 pale dell'aerogeneratore;

Realizzazione dei collegamenti elettrici e configurazione dei dati per il funzionamento ed il controllo delle apparecchiature.

Durante la fase di montaggio saranno previste due gru. La prima, solitamente gommata, ha dimensioni contenute ed una capacità di sollevamento di 150 t, ed è necessaria nella prima fase di scarico dei componenti dai mezzi di trasporto alle piazzole di assemblaggio e nelle fasi di montaggio.

La seconda autogru è utilizzata per il sollevamento ed il montaggio dei vari componenti della torre, del rotore e delle pale. Essa di solito è cingolata e possiede un'elevata potenza e una capacità di sollevamento di almeno 600

t. Operando in coordinazione con la gru gommata esegue le operazioni di montaggio. Questa seconda gru ha come vincolo operativo la necessità di essere collocata alla minore distanza possibile rispetto al centro del posizionamento del pilone principale.



Figura 14 – Fasi di montaggio della torre dell'aerogeneratore.

7. OPERE CIVILI

Le opere civili relative al parco eolico "Pranu Nieddu" sono finalizzate a:

- adeguamento dei percorsi interni esistenti con allargamento della carreggiata;
- realizzazione della nuova viabilità interna in progetto;
- realizzazione delle fondazioni e delle piazzole degli aerogeneratori;
- realizzazione di scavi, canalizzazioni e cavidotti;
- ampliamento sottostazione esistente.

7.1 ASPETTI GENERALI DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO ED INTERNA AL PARCO

La viabilità di accesso al parco è stata analizzata negli elaborati grafici di progetto, a cui si rimanda. In questo paragrafo sono elencate le caratteristiche tecniche che le strade di accesso al parco devono rispettare, secondo i criteri geometrici e piano altimetrici forniti dal produttore delle macchine.

7.1.1 Caratteristiche delle strade di accesso al parco

Le strade di accesso al parco sono definite come: *"Le strade di categoria inferiore ad autostrade, superstrade, che non fanno parte delle strade interne del parco eolico"*. Le strade di accesso al parco eolico sono quindi tutte le strade provinciali e statali che permettono di raggiungere la viabilità interna del parco.

Le strade di accesso dovranno soddisfare particolari caratteristiche geometriche e piano altimetriche per permettere il transito in sicurezza dei mezzi di trasporto dei componenti degli aerogeneratori.

La pendenza massima che viene stabilita è del 9 %. Nel caso di pendenze longitudinali in curve strette, in nessun caso si potrà superare il valore del 9%, realizzando interventi di miglioramento del manto stradale, se fosse necessario, per pendenze comprese tra il 7% ed il 9 %. La pendenza minima trasversale delle strade dovrà essere dello 0.5% per minimizzare il tempo di evacuazione dell'acqua superficiale dalla viabilità.

La larghezza minima dei viali di accesso al parco eolico sarà di 5 metri. Le strade di nuova realizzazione, sono state progettate secondo le indicazioni fornite dalla casa costruttrice dell'aerogeneratore di progetto. In particolare, esse, avranno raggi di curvatura variabili da 70 a 85 m a seconda dell'angolo di raccordo, anch'esso variabile da 60° a 120°.

Come già evidenziato, la viabilità di accesso al parco eolico "Pranu Nieddu" non presenta grosse criticità e risulta conforme alle caratteristiche richieste da SIEMENS GAMESA per il transito dei mezzi di trasporto degli aerogeneratori.

7.1.2 Caratteristiche delle strade interne al parco

Le strade interne al parco sono definite come: *"Le strade che partendo da un singolo aerogeneratore si collegano tanto a quello successivo che ai rami successivi degli altri aerogeneratori facenti parte dello stesso parco eolico"*.

Nelle strade interne del parco la pendenza potrà essere del 9 % sia in rettilineo che in curva. La pendenza longitudinale minima sarà superiore o al più uguale al 0.5% per permette una rapida evacuazione delle acque

superficiali dal manto stradale. La larghezza minima dei viali interni sarà di cinque metri, potendo scendere a cinque metri nei tratti molto rettilinei. I raggi di curvatura rispettano le stesse specifiche riportate per la viabilità di accesso, vedi §7.1.1.

7.1.3 Drenaggio delle acque superficiali ed interferenze con l'idrografia esistente

Il sistema di drenaggio è stato dimensionato in modo tale da permettere l'evacuazione in fossi di guardia, da realizzarsi su entrambi i lati della carreggiata, delle acque superficiali e delle acque di versante intercettate dalle strade, e in modo tale da dare continuità agli impluvi naturali presenti lungo il tracciato stradale.

In particolare, i fossi di guardia saranno realizzati in maniera tale da permettere il deflusso delle acque meteoriche di piattaforma e quelle raccolte da versante verso depressioni naturali ove sono previste opere idrauliche di attraversamento del corpo stradale in progetto (quali tubolari, ponticelli...) che permettano lo smaltimento delle portate raccolte e garantiscano la continuità idraulica degli impluvi naturali.

L'intervento in esame non presenta interferenze al deflusso di piena nell'area di esondazione dell'idrografia presente, poiché l'intera impronta dei tredici aerogeneratori e della sottostazione ricade al di fuori delle aree esondabili.

La viabilità di accesso, esterna ed interna al parco eolico, è costituita nella maggior parte dalla viabilità esistente, viabilità che non determina ostacolo alla dinamica di esondazione dell'area perfluviale. I nuovi tratti di viabilità in progetto non sono interessati dalle fasce fluviali dell'idrografia presente. Inoltre, in seguito ad analisi delle cartografie delle aree di rischio idraulico e geomorfologico PAI, non sono stati evidenziati rischi di alluvione o di frane nelle aree interessate dal progetto.

7.1.4 Composizione e struttura delle strade

Le strade di nuova realizzazione avranno una larghezza media utile pari a 5 metri al fine di garantire il corretto transito dei mezzi per il trasporto delle componenti dell'aerogeneratore. Il trasporto delle pale e dei conci delle torri avviene di norma, con mezzi di trasporto eccezionale, le cui dimensioni superano gli 80 m di lunghezza. Per tale motivo le strade da percorrere devono rispettare determinati requisiti dimensionali e caratteristiche costruttive (pendenze, stratificazioni della sede stradale, ecc.), stabiliti dai fornitori degli aerogeneratori. Spesso, la viabilità esistente non ha le caratteristiche necessarie per permettere il passaggio di questi mezzi eccezionali e quindi, si dovranno eseguire degli interventi di adeguamento. Questi interventi generalmente consistono nell'ampliamento della sede stradale e modifica del raggio di curvatura.

La capacità di carico per le vie di accesso deve essere di almeno 2 kg/cm² (circa 0,2 Mpa), mentre per le strade interne deve essere almeno di 4 kg/cm², mantenendo questo valore fino ad una profondità di 1 m per le strade di accesso e di 3 m per le strade interne al campo eolico.

La società, si riserva però di effettuare delle prove sul materiale utilizzato al fine di verificare la compattazione dei diversi strati e per l'applicazione degli standard previsti dalla normativa vigente.

La densità asciutta, necessaria dopo la compattazione per i diversi tipi di materiali che costituiscono la massicciata, è del 98% di quella ottenuta nella prova Proctor (procedura utilizzata per valutare il costipamento di un terreno, valutando l'influenza del contenuto d'acqua sullo stesso, in particolare si va a determinare la massa volumica ottenibile per costipamento della frazione secca della terra e il corrispondente livello di umidità, (detto di "umidità ottima modificata o superiore").

La viabilità e le sue caratteristiche sia geometriche che dei materiali viene essenzialmente progettata in funzione dei veicoli che la dovranno percorrere. I veicoli sono utilizzati per il trasporto delle parti meccaniche delle turbine, suddivisi in 4 o 5 pezzature, dette "conci", le cui dimensioni sono standard e dipendono essenzialmente dalla casa costruttrice. I conci delle torri eoliche hanno forma tubolare, con un diametro massimo di 6 metri e presentano una lunghezza maggiore, per il concio collegato direttamente alla fondazione, e minore per tutti gli altri. La massima lunghezza del veicolo viene misurata dal fronte dello stesso fino alla fine del carico.

Nel dettaglio le strade di nuova realizzazione avranno le seguenti caratteristiche:

- Larghezza della carreggiata: 5 m
- Pendenza massima: 10 %

Le strade di nuova realizzazione, sono state progettate secondo le indicazioni fornite dalla casa costruttrice dell'aerogeneratore di progetto. In particolare, esse, avranno raggi di curvatura variabili da 70 a 85 m a seconda dell'angolo di raccordo, anch'esso variabile da 60° a 120°, così come riportate successivamente.

Il pacchetto stradale previsto per le strade di nuova realizzazione è il seguente:

- Uno strato di terreno opportunamente compattato per la preparazione della fondazione stradale;
- Uno strato di fondazione realizzato mediante spaccato di idonea granulometria proveniente da frantumazione rocce anche trovata in posto o ghiaia in natura. Tali materiali saranno opportunamente compattati e ingranati in modo da realizzare uno strato di fondazione con spessore dipendente localmente dalla consistenza del terreno presente in sito; mediamente di 50 cm.
- Uno strato di finitura della pista con spessore minimo di 10 cm realizzato mediante spaccato 0/50 granulometricamente stabilizzato proveniente da frantumazione di rocce ed opportunamente compattato. Tale strato di finitura servirà a garantire il regolare transito degli automezzi previsti e ad evitare l'affioramento del materiale più grossolano presente nello strato di fondazione.

Per le strade da adeguare invece saranno realizzati, laddove necessari, allargamenti della carreggiata per garantire il corretto passaggio dei mezzi di trasporto. Inoltre, l'intervento sarà completato mediante la realizzazione di stesura di misto stabilizzato, opportunamente compattato, per migliorare l'aderenza del tracciato.

7.1.5 Piattaforme e solido stradale

Il dimensionamento della piattaforma e del solido stradale è stato realizzato in base ai carichi che sono previsti per la viabilità in oggetto. Il deterioramento maggiore delle strade avviene a causa del continuo passaggio degli automezzi che trasportano i vari elementi dell'aerogeneratore.

7.2 VIABILITÀ DI ACCESSO AL PARCO EOLICO "PRANU NIEDDU"

La viabilità di accesso al parco eolico "Pranu Nieddu" è composta da strade statali, comunali e provinciali, con stacco dalla S.S. 128. Nei pressi del centro abitato di Suelli, in un'area limitrofa al campo sportivo è collocata l'area di trasbordo degli aerogeneratori, provenienti dal porto industriale di Oristano.

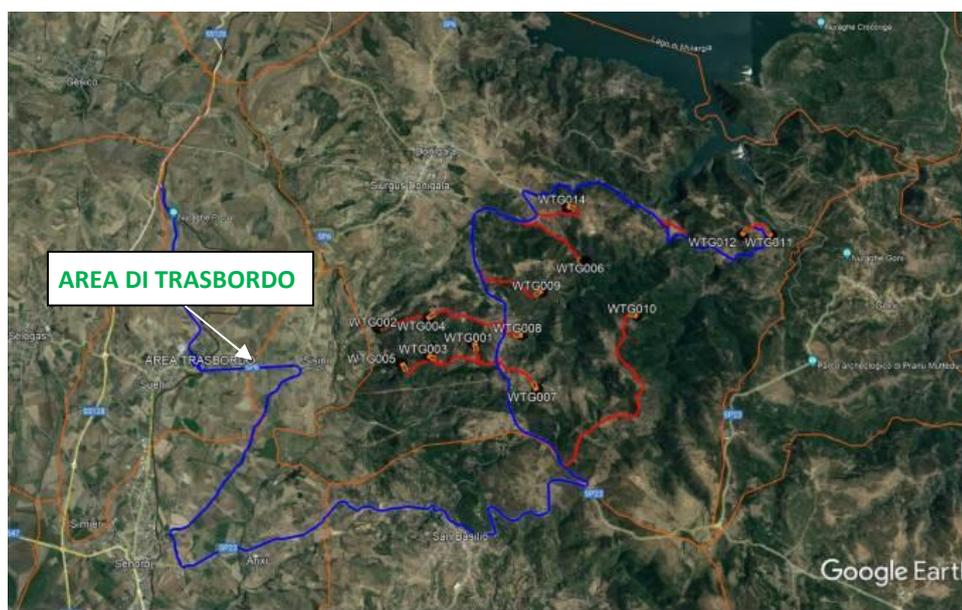


Figura 15 – Viabilità interna di accesso al parco eolico Pranu Nieddu, dall'area di trasbordo.

le strade di accesso all'area parco si presentano in buone condizioni, come verificato in fase di sopralluogo. All'interno dello stesso parco eolico tuttavia sarà necessario effettuare piccoli interventi di adeguamento della viabilità esistente, temporanei, in particolare lungo le strade comunali e della S.P. 23, per permettere il transito dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori. In corrispondenza delle piste per l'accesso ai singoli aerogeneratori, sarà necessario adeguare le piste sterrate esistenti, con modifiche permanenti, volte anche a migliorare l'accesso ai fondi esistenti; solo in alcuni casi e per brevi tratti si rende necessaria la realizzazione di tratti di pista su nuovi tracciati.

7.3 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO PRIMA DELL'ARRIVO AL PARCO EOLICO

Come sopra riportato, le strade interessate dal trasporto delle componenti degli aerogeneratori non presentano grosse problematiche o interventi di adeguamento particolari, perché l'accesso all'area di trasbordo si trova in corrispondenza di un nodo stradale ben collegato, costituito dalla strada statale SS 131 DCN con svincolo dell'area industriale di Prato Sardo. Dal porto di sbarco di Oristano, il collegamento alla SS 131 avviene tramite la SP 49; anche in questo caso le interferenze sono minime.

Nella figura seguente si riporta il percorso complessivo dal porto di Oristano all'area di trasbordo, dove i componenti degli aerogeneratori saranno ricaricati su mezzi speciali, per un più agevole trasporto lungo la viabilità di avvicinamento o interna al parco, mediante l'utilizzo anche del bladelifter.



Figura 16 – Percorso complessivo dal porto di Oristano all'area di trasbordo, tramite la SS 131 e la SS128.

Di seguito vengono descritti attraverso immagini, i punti del percorso per cui si è reso necessario uno studio delle dimensioni d'ingombro. Per i primi 72,42 km, dal porto di Oristano fino a qualche km prima dello svincolo della SP7 e di immissione sulla SS128, si è scelto il trasporto tradizionale. Le immagini seguenti sono caratteristiche dei primi due tratti del tracciato in cui vengono verificate le aree spazzate durante le manovre degli automezzi. Per il calcoli di suddette aeree si è fatto riferimento alle indicazioni presenti nelle schede tecniche di Siemens Gamesa. Si rimanda alla Relazione simulazione criticità di trasporto allegata allo Studio di Impatto Ambientale per lo specifico approfondimento sulla verifica delle interferenze e sulle eventuali soluzioni da adottare per l'adeguamento temporaneo necessario solo per il passaggio dei carichi eccezionali, limitato alla fase di trasporto degli aerogeneratori.

7.4 INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AL PARCO EOLICO DALL'AREA DI TRASBORDO

I mezzi di trasporto, dall'area di trasbordo prevista nell'area adiacente al campo sportivo di Suelli, potranno raggiungere il parco eolico con un breve percorso, seguendo:

- S.P. 6 in direzione Sisini
- Strada Comunale Senorbi Sisini
- S.P. 23 Prevedendo l'attraversamento del centro urbano di Arixi in un tratto rettilineo senza necessità di interventi anche temporanei di allargamento della carreggiata o rimozione ostacoli e della circonvallazione di San Basilio.

Si procederà pertanto solo con alcune modifiche temporanee della viabilità comunale e provinciale esistente, accedendo da sud e da nord est alle diverse aree, come sopra indicato per il trasporto degli aerogeneratori. A fine cantiere, sarà possibile accedere agevolmente al parco eolico con i mezzi per la manutenzione o i mezzi di cantiere dalle strade comunali e provinciali senza necessità di modifiche alla stessa.

7.5 ADEGUAMENTI VIABILITÀ INTERNA AL PARCO EOLICO PRANU NIEDDU

L'accesso alla viabilità interna del parco avverrà la Viabilità Comunale di Siurgus che porta dalla S.P. 23 al centro urbano di Siurgus, ed inoltre, proseguendo sulla stessa strada attraverso la Strada Comunale che costeggia il Lago Mulargia, che permette il collegamento delle due Macchine WTG 011 e WTG 012

L'altipiano dove sono collocati gli aerogeneratori è abbastanza regolare ed è attraversata in direzione sud-nord-ovest dalla strada comunale; da esse si dipartono le piste di accesso alle piazzole degli aerogeneratori,, in parte già esistenti e in parte da realizzare con un nuovo tracciato; le piste esistenti necessiteranno di interventi di adeguamento della carreggiata, che consistono principalmente nell'allargamento della banchina stradale, per garantire una larghezza utile di 5m, come rappresentato nella Tavole di Progetto al blocco 7 – *PIAZZOLE DI CANTIERE E NUOVE VIABILITÀ*. Le piste saranno realizzate comunque per brevi tratti e in tratti a pendenza modesta, saranno solo in pochi casi necessarie opere di scavo e riporto di materiali e in generale non è comunque richiesta la necessità di pavimentazioni asfaltate o in cls.

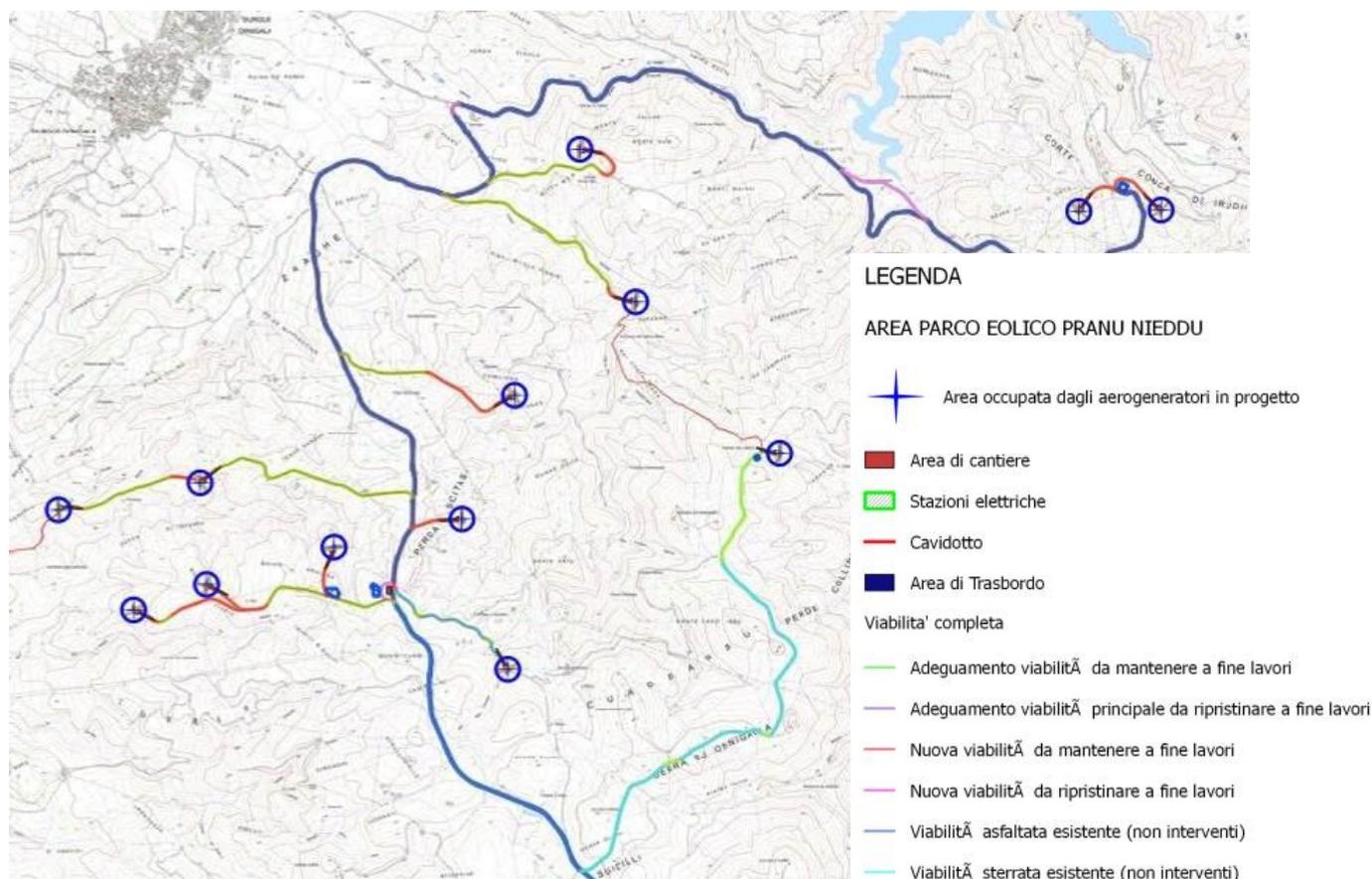


Figura 17 – Quadro d'unione viabilità interna area parco eolico "Pranu Nieddu" (in verde le piste esistenti oggetto di solo adeguamento e in rosso i tratti di pista di nuova viabilità.)

Gli interventi sulla viabilità interna al parco eolico prevedono le seguenti lunghezze di tratti di adeguamento di piste esistenti e prolungamento della viabilità:

1. Adeguamento della viabilità esistente di accesso alle WTG001, WTG003, WTG005 (circa 1700 m)
2. Nuova viabilità di accesso con pista fino a WTG 001 (circa 235 m)
3. Nuova viabilità di accesso con pista fino a WTG003 (circa 240 m)
4. Nuova viabilità di accesso con pista fino a WTG005 (circa 145 m)
5. Adeguamento pista esistente fino a WTG007 (circa 950 m)
6. Nuova viabilità di accesso con pista fino a WTG008 (circa 310 m)
7. Adeguamento della viabilità esistente di accesso alle WTG004, WTG002 (circa 2400 m)
8. Allargamento pista esistente fino a WTG009 (circa 570 m) e prolungamento viabilità (520 m)
9. Adeguamento della viabilità esistente di accesso alle WTG006 (circa 1000 m)
10. Adeguamento della viabilità esistente fino a WTG014 (circa 670 m) e prolungamento viabilità (207 m)
11. Adeguamento della viabilità esistente fino a WTG012 (circa 107 m) e prolungamento viabilità (180 m)
12. Nuova viabilità di accesso con pista fino a WTG011 (circa 410 m)

7.6 FONDAZIONE DEGLI AEROGENERATORI

Le strutture di fondazione devono consentire il sostegno alle sollecitazioni degli elementi in elevazione. Queste saranno calcolate, in una fase esecutiva, basandosi su indagini geotecniche dei suoli e rispettando la normativa sulle costruzioni vigente.

Oltre al considerevole peso che gli aerogeneratori concentrano su una superficie molto piccola, sono rilevanti le tensioni orizzontali prodotte sul terreno dovute alla spinta orizzontale del vento su una superficie pari a quella spazzata dalle pale, provenendo il vento da ogni direzione. A queste condizioni di carico si sommano quelle dovute ai probabili eventi sismici; pertanto la fondazione è costituita da un plinto armato tale da evitare fenomeni di punzonamento, dimensionato per resistere agli sforzi di slittamento e di ribaltamento (cfr. elaborati grafici di progetto).

Nell'elaborato 2.3 – *Calcoli preliminari delle fondazioni degli aerogeneratori* sono riportati in dettaglio i calcoli preliminari per il dimensionamento di massima della fondazione.

In questo caso gli scavi che si realizzeranno saranno del tipo in terra e si rende necessaria la realizzazione di fondazioni profonde con pali di grosso diametro.

I materiali di risulta reteranno di proprietà dell'impresa la quale potrà reimpiegare in sito quelli ritenuti idonei dalla Direzione dei Lavori. Nel caso in cui dovesse essere accertata l'esistenza di materiali inquinanti, il terreno non potrà essere riutilizzato ma dovrà necessariamente essere conferito presso una discarica autorizzata allo smaltimento.

La tipologia della fondazione è di tipo indiretta con fondazione profonda su pali e rappresentata da un plinto armato e la gabbia di ancoraggio, tra torre e fondazione, inclusi i bulloni, viene fornita dalla Vestas come unità montata. La gabbia d'ancoraggio è impostata sul livello di pulizia e regolata per l'aggiustamento della posizione,

verticale e orizzontale, per mezzo di bulloni di aggiustamento al livello della flangia più bassa. Durante la colata, che può essere fatta simultaneamente dentro e fuori la gabbia, molta attenzione dev'essere impiegata perché la gabbia non si sposti e che la flangia in basso sia a completo contatto con il calcestruzzo.

Il calcestruzzo secondo i calcoli effettuati avrà una resistenza cubica di valore compreso tra 30N/mm² e Rck 40N/mm², mentre per l'armatura sarà utilizzato acciaio B450C, con una resistenza allo snervamento pari a 450 N/mm². Inoltre sarà realizzato un magrone di sottofondazione in calcestruzzo con una rete elettrosaldata 20x20 cm.

Il calcestruzzo utilizzato dovrà assicurare un'elevata durabilità delle opere nei confronti delle azioni aggressive esterne.

Le cassature per i getti saranno poste in opere piane, curve o comunque sagomate, realizzate in legname in qualunque posizione in accordo con la Direzione Lavori, comprese le armature di sostegno.

8. ALTERNATIVE DI PROGETTO E OPERE DI MITIGAZIONE

In sede progettuale sono state esaminate diverse ipotesi, sia di tipo tecnico-impiantistico che di localizzazione, nonché l'alternativa "zero", ossia la non realizzazione degli interventi in progetto. I criteri generali che hanno guidato le scelte progettuali si sono basati, ovviamente, su fattori quali le caratteristiche climatiche e anemometriche dell'area, l'orografia del sito, l'accessibilità (esistenza o meno di strade, piste), la disponibilità di infrastrutture elettriche vicine, il rispetto di distanze da eventuali vincoli presenti, o da eventuali centri abitati, cercando di ottimizzare, allo stesso tempo, il rendimento delle singole pale eoliche.

L'analisi delle alternative considerate, viene presentata di seguito in modo sintetico e si rimanda allo *Studio di Impatto Ambientale* per maggiori approfondimenti.

8.1 ALTERNATIVE DI LOCALIZZAZIONE

Nella scelta del sito sono stati in primo luogo considerati elementi di natura vincolistica; l'individuazione delle aree non idonee alla costruzione ed esercizio degli impianti a fonte rinnovabile è stata prevista dal Decreto del 10 settembre 2010, che definisce criteri generali per l'individuazione di tali aree, lasciando la competenza alle Regioni per l'identificazione di dettaglio.

La Regione Sardegna, con Delibera del 27 novembre 2020, n. 59/90 ha provveduto all'aggiornamento in dell'attuazione del DM 10/09/2010 con l'individuazione delle aree e siti non idonei all'installazione di determinate tipologie di impianti alimentati da fonti rinnovabili nel territorio regionale; il progetto proposto non ricade all'interno di tali aree.

In conclusione l'impianto in progetto, risulta compatibile con i criteri generali per l'individuazione di aree non idonee stabiliti dal DM 10/09/2010 e attuati Delibera della Giunta Regionale 27/11/2020 in quanto gli aerogeneratori risultano completamente esterni alle seguenti aree:

- a) le aree naturali protette istituite ai sensi della legge n. 394 del 1991, inserite nell'elenco ufficiale delle le aree naturali protette (parchi e riserve nazionali);
- b) le aree naturali protette istituite ai sensi della L.R. n. 31/1989 (parchi e riserve regionali);
- c) monumenti naturali; aree di rilevante interesse naturalistico;
- d) le aree in cui è accertata la presenza di specie animali soggette a tutela dalle convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle direttive comunitarie;
- e) le zone umide di importanza internazionale, designate ai sensi della convenzione di Ramsar (zone umide incluse nell'elenco previsto dal DPR n.448/1976);
- f) le aree incluse nella Rete Natura 2000 (SIC e ZPS) e relative fasce di rispetto;
- g) le Important Bird Areas (IBA);
- h) le aree di riproduzione, alimentazione e transito di specie faunistiche protette, fra le quali ricadono le "oasi permanenti di protezione faunistica e cattura" di cui alla L.R. n. 23/1998.

Si precisa che per il punto d) aree in cui è accertata la presenza di specie animali soggette a tutela dalle convenzioni internazionali (Berna, Bonn, Parigi, Washington, Barcellona) e dalle direttive comunitarie l'impianto in progetto ne ricade parzialmente e si è provveduto alla elaborazione dello studio di incidenza ambientale al fine di valutare gli impatti dell'intervento sulla componente faunistica, con i relativi monitoraggi che sono tutt'ora in corso.

Inoltre si è tenuto conto delle seguenti aree d'interesse:

- Siti UNESCO;
- Beni culturali + 100 metri (ai sensi del Dlgs 42/2004, vincolo L.1089/1939);
- Aree dichiarate di notevole interesse pubblico (art. 136 del Dlgs 42/2004, vincolo L1089/1939);
- Aree tutelate per legge (art. 142 del Dlgs 42/2004): territori costieri fino a 300 m, laghi e territori contermini fino a 300 m, fiumi torrenti e corsi d'acqua fino a 150 m, boschi con buffer di 100 m, zone archeologiche con buffer di 100m, tratturi con buffer di 100 m;
- Aree a pericolosità idraulica;
- Aree a pericolosità geomorfologica;
- Area edificabile urbana con buffer di 1km;
- Segnalazioni carta dei beni con buffer di 100 m;
- Grotte+ buffer 100 m;

Oltre ai suddetti elementi, di natura vincolistica, nella scelta del sito di progetto sono stati considerati altri fattori quali:

- ✓ adeguate caratteristiche anemometriche dell'area al fine di ottenere una soddisfacente produzione di energia;
- ✓ assenza di ostacoli presenti o futuri;
- ✓ la presenza della Rete di Trasmissione elettrica Nazionale (RTN) ad una distanza dal sito tale da consentire l'allaccio elettrico dell'impianto senza la realizzazione di infrastrutture elettriche di rilievo e su una linea RTN con ridotte limitazioni;
- ✓ viabilità esistente in buone condizioni ed in grado di consentire il transito agli automezzi per il trasporto delle strutture, al fine di minimizzare gli interventi di adeguamento della rete esistente;
- ✓ idonee caratteristiche geomorfologiche che consentano la realizzazione dell'opera senza la necessità di strutture di consolidamento di rilievo;
- ✓ una conformazione orografica tale da consentire allo stesso tempo la realizzazione delle opere provvisorie, con interventi qualitativamente e quantitativamente limitati, e comunque mai irreversibili (riduzione al minimo dei quantitativi di movimentazione del terreno e degli sbancamenti) oltre ad un inserimento paesaggistico dell'opera di lieve entità e comunque armonioso con il territorio;
- ✓ l'assenza di vegetazione di pregio o comunque di carattere rilevante (alberi ad alto fusto, vegetazione protetta, habitat e specie di interesse comunitario).
- ✓ Disponibilità dei terreni da parte dei proprietari.

8.2 ALTERNATIVE PROGETTUALI

Dal punto di vista progettuale, le principali alternative tecniche relative agli aerogeneratori possono riguardare:

- la posizione dell'asse di rotazione;
- la disposizione planimetrica degli aerogeneratori;
- la potenza delle macchine;
- il numero delle eliche per singolo aerogeneratore.

Per quanto concerne la disposizione dell'asse del rotore rispetto alla direzione del vento, nel caso in esame, la scelta di progetto è ricaduta su aerogeneratori ad asse orizzontale, più efficienti (di circa il 30%) rispetto a quelli ad asse verticale.

Per quanto concerne la disposizione planimetrica degli aerogeneratori, questo è stata definita analizzando la distribuzione del potenziale eolico al fine di ottenere per ogni macchina la massima producibilità e allo stesso tempo minimizzando il disturbo causato alle macchine poste in scia ad altre (perdite per effetto scia). In aggiunta, gli aerogeneratori sono stati collocati in base alla fattibilità da un punto di vista orografico e nel rispetto dei vincoli ambientali citati nel precedente paragrafo.

Per quanto riguarda la potenzialità dell'impianto e le altre caratteristiche tecniche degli aerogeneratori, si evidenzia che la ricerca tecnologica in campo eolico si sta indirizzando verso la realizzazione di macchine con taglie sempre più grandi, l'ottimizzazione del profilo alare e l'aerodinamicità della pala, con lo scopo di incrementare il rapporto tra la potenza effettiva di uscita e la potenza massima estraibile dal vento. La tipologia di aerogeneratore prevista dal progetto ricade nella più avanzata gamma di macchine disponibili sul mercato che garantiscono la massima produzione annuale nella loro classe di appartenenza.

Infine, la scelta di avere tre pale per ogni aerogeneratore garantisce per questa tagli di macchine un ottimo in termini di coefficiente di potenza del rotore, velocità di rotazione, rapporto efficienza/costo e rumore emesso.

Rispetto all'alternativa valutata in sede di studio di prefattibilità, il presente progetto è indirizzato verso l'utilizzo di aerogeneratori di maggiore taglia e più efficienti che permettono una riduzione del numero di macchine installate e contemporaneamente un aumento della potenza installata e l'eliminazione dell'"effetto selva".

8.3 ALTERNATIVA "ZERO"

Il progetto definitivo dell'intervento in esame è stato il frutto di un percorso che ha visto la valutazione di diverse ipotesi progettuali e di localizzazione, ivi compresa di quella cosiddetta "zero", cioè la possibilità di non eseguirlo e realizzare l'impianto, come evidenziato nel paragrafo successivo, invece, rispetto all'alternativa 1 verranno installati un numero minore di aerogeneratori con riduzione del potenziale installato, ma con una molteplice diminuzione degli impatti sul territorio.

Il ricorso allo sfruttamento delle fonti rinnovabili è una strategia prioritaria per ridurre le emissioni di inquinanti in atmosfera dai processi termici di produzione di energia elettrica, tanto che l'intensificazione del ricorso a fonti

energetiche rinnovabili è uno dei principali obiettivi della pianificazione energetica a livello internazionale, nazionale e regionale.

I benefici ambientali derivanti dall'operazione dell'impianto, quantificabili in termini di mancate emissioni di inquinanti e di risparmio di combustibile, sono facilmente calcolabili moltiplicando la produzione di energia dall'impianto per i fattori di emissione specifici ed i fattori di consumo specifici riscontrati nell'attività di produzione di energia elettrica in Italia.

I benefici ambientali attesi dell'impianto in progetto, valutati sulla base della stima di produzione annua netta di energia elettrica, pari a circa 160.090 MWh/anno sono riportati nelle seguenti tabelle

Tabella 6 – Simulazione producibilità attesa.

	Producibilità netta [MWh/yr]	Ore equivalenti
Configurazione del parco eolico in progetto	210.449	2.611

Tabella 7– Benefici ambientali attesi- mancate emissioni di inquinanti

Mancate emissioni di Inquinante
CO2 91.436,18 T/anno
NOx 399,836 T/anno
SOx 294,616

Oltre ai benefici ambientali sopra descritti la costruzione dell'impianto eolico avrebbe effetti positivi non solo sul piano ambientale, ma anche sul piano socio-economico, costituendo un fattore di occupazione diretta sia nella fase di cantiere (per le attività di costruzione e installazione dell'impianto) che nella fase di esercizio dell'impianto (per le attività di gestione e manutenzione degli impianti).

Oltre ai vantaggi occupazionali diretti, la realizzazione dell'intervento proposto costituirà un'importante occasione per la creazione e lo sviluppo di società e ditte che graviteranno attorno dell'impianto eolico.

Le attività a carico dell'indotto saranno svolte prevalentemente ricorrendo a manodopera locale, per quanto compatibile con i necessari requisiti.

8.4 ALTERNATIVA 1: IMPIANTO EOLICO CON WTG DI MINORE TAGLIA

Oltre all'alternativa 0, ovvero quella di non realizzare il progetto se ne è valutata un'altra, ovvero realizzare un impianto ad energia rinnovabile di natura eolica utilizzando macchine più piccole, così come proposto dalla società Green Energy Sardegna 2srl, che ha presentato alla Regione Sardegna un progetto per la realizzazione di

un parco eolico della potenza di 30 MWp, da realizzarsi nei comuni di Siurgus Donigala e San Basilio (SU) utilizzando macchine da 3 MW.

Per la realizzazione di un parco di 85,8 MW sarebbero necessari 28 aerogeneratori GAMESA da 3 Mw con un'altezza di circa 150 m, posti ad una distanza l'uno dall'altro di circa 500 m, con il raddoppio del consumo di suolo e risorse naturali, a cui si aggiunge il maggior impatto paesaggistico andando a determinare il cosiddetto effetto selva, con una intervisibilità notevole nell'area vasta.

La riduzione del numero di generatori, posti ad una distanza variabile tra i 500 m e i 3000 m c.ca, determinano una percezione del paesaggio in maniera più dolce rispetto all'alternativa progettuale in continuum con quello esistente. Questa è la prima misura atta alla riduzione degli impatti negativi sull'occupazione di suolo, sia in fase di cantiere che di esercizio, una minore perdita di naturalità, un minore impatto negativo relativo all'avifauna in quanto viene ridotto l'effetto barriera, un minore impatto sul paesaggio perché viene evitato il cosiddetto effetto selva. Si ha un impatto negativo minore sia nella fase di trasporto degli aerogeneratori dal porto al sito, ma anche nella fase di dismissione, riducendo della metà ad esempio la produzione dei rifiuti non riciclabili quindi da smaltire in discarica. Quella proposta, di progetto, è sicuramente ambientalmente sostenibile rispetto alle alternative progettuali n. 1 e n.2

8.5 ALTERNATIVA 2: IMPIANTO EOLICO CON LA STESSA TIPOLOGIA DI MACCHINE, DI ALTEZZA SUPERIORE E DI NUMERO SUPERIORE. PROGETTO PRESENTATO IN PRIMA ISTANZA DI VIA

La seconda alternativa progettuale, è quella presentata in prima istanza di VIA, e prevedeva l'installazione di 14 macchine della tipologia, SIEMENS GAMESA SG 6.0 155, con hub 135 m, per un'altezza totale di 220m., rappresentato nella figura seguente, aumentando il bacino d'intervisibilità a 11 km anziché 10 Km, disposto secondo il layout della figura xx.

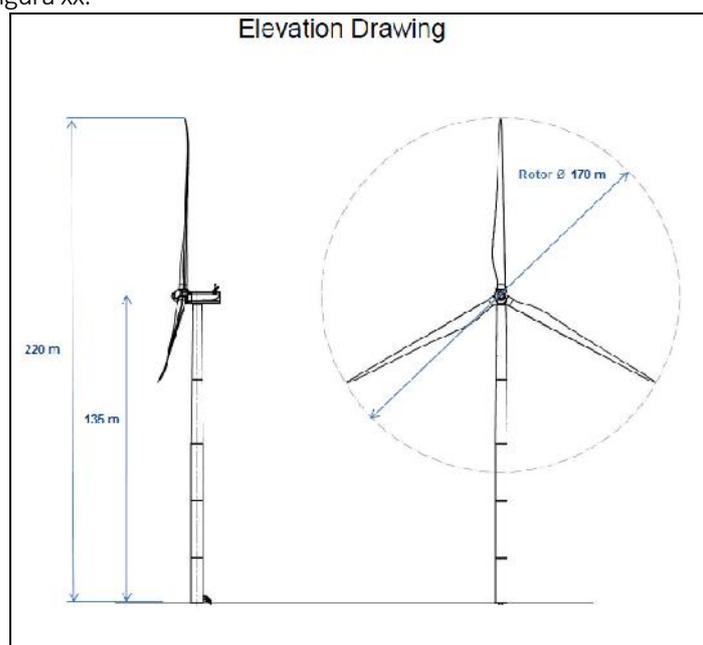


Figura 18 - Schema geometrico degli aerogeneratori in alternativa progettuale 2, SG-170 di Siemens Gamesa

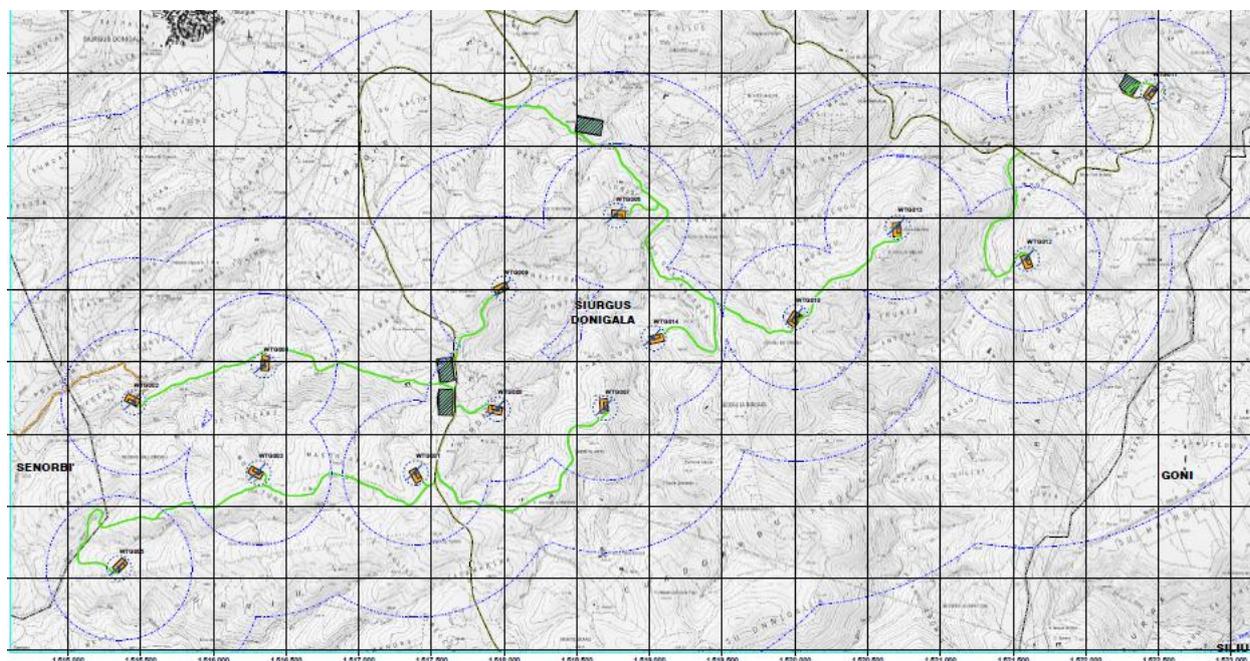


Figura 19 - Layout previsto per l'Alternativa2 di progetto

Il layout progettuale è sicuramente più "impattante" di quello di progetto, avendo:

- un numero maggiore di macchine previsto,
- una minore interdistanza tra gli aerogeneratori,
- un'altezza maggiore,
- una disposizione delle macchine determinata in funzione della maggiore producibilità senza considerare il maggior impatto sull'avifauna, sul patrimonio archeologico e sul paesaggio

L'alternativa oggetto della presente Variante Progettuale, pur perdendo evidentemente potenza di impianto a causa della riduzione del numero di macchine, da 14 WTG a 13 WTG, e della diversa ubicazione sul territorio, ha privilegiato la ridefinizione del lay out tenendo conto delle ultime linee guida previste attraverso la Deliberazione N. 59/90 DEL 27.11.2020 della RAS avente ad oggetto: *Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili*, e tenendo conto inoltre di tutta una serie di aspetti ambientali e paesaggistici al fine da limitarne l'impatto generale nel contesto circostante.

Un ulteriore aspetto valutato nell'ultima versione presentata, oggetto della presente istanza, è la totale disponibilità dei terreni di installazione delle turbine, ottenuta attraverso accordi stipulati con i proprietari, a dimostrazione della maggiore attenzione alle istanze presentate dai territori interessati.

8.6 AZIONI DI MITIGAZIONE DEGLI IMPATTI CONDOTTI SIN DALLA FASE DI PREFATTIBILITÀ, DI PROGETTO, DI CANTIERE E DI ESERCIZIO

Di seguito s'illustrano le azioni di mitigazione e di compensazione proposte:

- a. Nella presente variante progettuale l'ubicazione delle turbine è stata valutata non solo per sfruttare al massimo le capacità anemometriche del sito ma anche per integrarlo in maniera opportuna al contesto esistente.
- b. Il paesaggio in questione ha già familiarità con opere simili in quanto è presente un altro parco eolico in esercizio che ha contribuito alla creazione di un nuovo paesaggio in cui gli elementi verticali ne costituiscono parte integrante.
- c. Le piste di accesso alle piazzole delle turbine saranno realizzate con fondo in materiale drenante naturale.
- d. Tutte le dorsali di media tensione e quella in alta tensione di collegamento all'ampliamento della Stazione Elettrica saranno interrato e realizzate utilizzando per quanto possibile la viabilità esistente.
- e. Le turbine avranno soluzioni cromatiche neutre e vernici antiriflettenti coerentemente con le colorazioni dei parchi esistenti.
- f. Il progetto prevede l'installazione di un gruppo omogeneo di turbine posizionate in modo da sfruttare al massimo le caratteristiche anemometriche del sito.
- g. Si è previsto l'assenza di cabine di trasformazione a base palo utilizzando tubolari al fine di evitare zone cementate, pertanto i trasformatori saranno installati all'interno di ciascuna turbina in modo da trasportare nelle dorsali energia elettrica in media tensione.
- h. Come già evidenziato l'area di inserimento è già contraddistinta da un altro impianto eolico per cui il nuovo impianto viene incluso in un contesto in cui sono già presenti tali elementi.
- i. la scelta del luogo di ubicazione di un nuovo impianto eolico ha tenuto conto delle caratteristiche anemologiche e di insidenza di altri impianti, inoltre per le turbine soluzioni cromatiche neutre e vernici antiriflettenti coerentemente con le colorazioni dei parchi esistenti.
- j. La disposizione degli aerogeneratori in progetto deriva da un'analisi della geometria del territorio e dall'uso del suolo dello stesso oltre che da elaborazioni numeriche con software dedicati che ottimizzano la disposizione degli aerogeneratori al fine di ottenere una maggiore la producibilità.
- k. Nella scelta dell'ubicazione di un impianto è stato considerato, compatibilmente con i vincoli di carattere tecnico e produttivo, la distanza da punti panoramici o da luoghi di alta frequentazione da cui l'impianto può essere percepito. Nella scelta dei punti di vista per le foto simulazioni sono stati scelti punti visuali condivisi con l'impianto esistente al fine di verificare la differenza in termini di impatti, elaborate dai siti sensibili ovvero centri abitati e siti d'importanza culturale;
- l. Gli aerogeneratori sono stati inseriti in modo da evitare l'effetto di eccessivo affollamento da significativi punti visuali; tale riduzione si è ottenuta aumentando, a parità di potenza complessiva, la potenza unitaria delle macchine e quindi la loro dimensione, riducendone contestualmente il numero.

Tabella 8– Distanza tra gli aereogeneratori.

Aerogeneratori	Distanza minima torri: D[m]
02-04	950
02-05	828
05-03	510
03-01	873
03-04	694
04-01	990
01-08	877
08-09	866
08-07	1050
08-10	2130
09-10	1791
09-06	1017
06-10	1356
06-14	1085
06-12	2961
12-14	3298
11-12	545

- m. le linee elettriche di collegamento saranno tutte interrato e saranno ridotte al minimo numero possibile. Tutte le costruzioni e le strutture accessorie saranno ridotte al minimo e ciò favorirà la percezione del parco eolico come unità. Dalle valutazioni preliminari effettuate al momento non sono stati individuate motivazioni ostative alla realizzazione delle dorsali interrato.
- n. Gli scavi e sbancamenti saranno limitati a quelli necessari per la realizzazione delle opere previste; per il riutilizzo dei terreni scavati è stato predisposto un piano di riutilizzo di rocce e terre da scavo. Il bilancio tra scavi e reinterri è negativo ma verrà adottato un piano di riutilizzo in sede di progetto esecutivo e in ultima scelta il conferimento in discarica. Nella fase di cantiere tutte le aree saranno continuamente bagnate per evitare la dispersione delle polveri.
- o. Si avrà cura di contenere i tempi per la costruzione compatibilmente con le condizioni atmosferiche in grado di influenzare la durata degli interventi.

- p. Per il trasporto delle turbine e dei vari componenti sarà utilizzata in parte la viabilità esistente che sarà adeguata, laddove necessario, agli ingombri dei mezzi utilizzati. E' prevista la realizzazione di ampliamenti temporanei di brevi tratti della viabilità esistente per facilitare l'accesso alle piazzole degli aerogeneratori.
- q. Il cantiere sarà allestito in modo di occupare la minima superficie del suolo.
- r. Nella fase di esercizio è previsto l'utilizzo di un avvisatore acustico per l'allontanamento dell'avifauna dagli aerogeneratori.

8.6.1 Misure di compensazione per la perdita di naturalità

Il progetto ha un limitatissimo consumo di suolo, non implica sottrazione di aree agricole di pregio, interessa in parte piccole porzioni a seminativo.

Il progetto per le modalità realizzative e il ridotto consumo di suolo di fatto non riduce in maniera significativa la compromissione delle aree per le quali, si propongono misure compensative adeguate. In particolare si prevede ove possibile il ripristino della vegetazione naturale utilizzando il terreno agrario derivante dallo scotico.

Nelle situazioni in cui è prevista la perdita permanente della naturalità dei suoli (realizzazione di nuova viabilità e piazzole degli aerogeneratori), si prevede di ricorrere a misure compensative di seguito illustrate nella tabella seguente. Per un approfondimento della tematica si rimanda all'elaborato V.1.23 Interventi di mitigazione e compensazione dello Studio di Impatto Ambientale.

Le aree sono state identificate sulla base delle condizioni pedo-climatiche del sito e della disponibilità dei proprietari a mettere a disposizione i propri terreni per l'esecuzione degli interventi.

Per compensare l'occupazione di suolo in fase di esercizio e migliorare la stabilità dei soprassuoli esistenti si è pensato di intervenire mediante:

- interventi diretti a compensare l'occupazione di suolo per migliorarne la stabilità e produttività;
- interventi diretti a migliorare le condizioni del soprassuolo arboreo per ottimizzarne la produttività e preservarne la conservazione mediante la lotta attiva contro gli incendi;
- interventi volti a preservare gli elementi identitari,

Gli interventi sono stati sintetizzati di seguito:

- Interventi di miglioramento pascoli (a sostegno del pascolo prescritto), per compensare l'occupazione di suolo (rapporto 1:1);
- Interventi di imboscamento compensativo per perdita di vegetazione (rapporto 1:20);
- Interventi di ripristino dei muri a secco (rapporto 1:1);
- Interventi per la difesa dagli incendi;

Tabella 9 - Sintesi misure compensative e superfici complessive sottoposte a restauro ecologico.

SINTESI MISURE COMPENSATIVE		
PERDITA DI VEGETAZIONE ARBOREA	Piante (n.)	sup. da imboscire (mq)
Alberi e grandi arbusti da asportare	400	
Imboschimento compensativo con piante di sughera con circa 1000 piante/ha (rapporto 1:20)	8000	80.000
OCCUPAZIONE DI SUOLO FASE CANTIERE	superficie unitaria (mq)	sup. da ripristinare (mq)
Generatori	2.500	
Ripristino mediante coltivazione di specie erbacee (rapporto 1:1)		34.359
OCCUPAZIONE DI SUOLO FASE ESERCIZIO	superficie (mq)	sup. da ripristinare (mq)
Viabilità + generatori	244.289	
Realizzazione di miglioramenti pascolo (rapporto 1:1)		244.289
TOTALE SUPERFICI MIGLIORATE		358.648
	lunghezza (m.)	q.tà da ripristinare (m.)
PERDITA MURI A SECCO	80	
Ripristino mediante interventi di manutenzione manuale (rapporto 1:5)		400
TOTALE QUANTITA' RIPRISTINATE		400
MISURE ATTIVE ANTINCENDIO	quantità (m.)	sup. da ripristinare (mq)
Realizzazione fascia parafuoco come presidio antincendio con tecniche poco invasive a basso impatto ambientali da ripetere periodicamente ogni 4 anni	7750	38750

Tabella 10 - Quadro Economico opere di Mitigazione e Compensazione Ambientale.

QUADRO ECONOMICO OPERE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE AMBIENTALE			
COSTO DEI LAVORI	Importi (€)	IVA (%)	TOTALE IVA compresa (€)
Importo lavori	388.349,51	10%	427.184,47
Importo per la sicurezza (non soggetto a ribasso)	11.650,49	10%	12.815,53

Totale lavori	400.000,00	10%	440.000,00
Opere di mitigazione e compensazione ambientale (rif. A.3 del Q.e di progetto)	400.000,00	10%	440.000,00

9. PRIMI ELEMENTI RELATIVI AL SISTEMA DI SICUREZZA PER LA REALIZZAZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è stato sviluppato studiando la disposizione degli aerogeneratori in relazione a diversi fattori quali l'anemologia, l'orografia, le condizioni di accessibilità al sito, le distanze da eventuali fabbricati e/o strade esistenti, ed inoltre su considerazioni basate sul criterio di massima sicurezza, nonché di massimo rendimento degli aerogeneratori e del parco nel suo complesso.

Più in dettaglio i criteri ed i vincoli osservati nella definizione del layout di impianto sono stati i seguenti:

- potenziale eolico del sito;
- orografia e morfologia del sito;
- accessibilità e minimizzazione degli interventi sul suolo;
- disposizione delle macchine ad una distanza atta a minimizzare l'effetto scia;
- condizioni di massima sicurezza, sia in fase di installazione che di esercizio.

Il numero complessivo e la posizione reciproca delle torri di un parco eolico è il risultato di complesse elaborazioni che tengono in debito conto la morfologia del territorio, le caratteristiche del vento e la tipologia delle torri. Inoltre, la disposizione delle torri, risolta nell'ambito della progettazione di un parco eolico, deve conciliare opposte esigenze:

- il funzionamento e la produttività dell'impianto
- la salvaguardia dell'ambiente nel quale si inseriscono riducendo ovvero eliminando, le interferenze
- ambientali a carico del paesaggio e/o delle emergenze architettoniche/archeologiche.

La disposizione finale del parco è stata verificata e confermata in seguito a diversi sopralluoghi, durante i quali tutte le posizioni sono state controllate e valutate "tecnicamente fattibili" sia per accessibilità che per la disponibilità di spazio per i lavori di costruzione. Tale disposizione scaturita anche dall'analisi delle limitazioni connesse al rispetto dei vincoli gravanti sull'area, è stata interpolata con la valutazione di sicurezza del parco stesso.

La posizione di ciascun aerogeneratore rispetta la distanza massima di gittata prevista per la tipologia di macchina da installare.

9.1 RELAZIONE SULLA FASE DI CANTIERIZZAZIONE

Nella fase di cantiere l'area occupata dalla piazzola adibita all'allestimento di ciascun aerogeneratore sarà maggiore rispetto a quella che si manterrà in esercizio. In particolare, in fase di cantiere si occuperà una superficie di circa 1250 m² suddivisa internamente in diverse aree con funzionalità ben distinte al fine di ottimizzare la fase di assemblamento degli aerogeneratori, una sarà adibita al trasporto a picchetto ed all'erezione della torre, navicella e rotore, più una zona di deposito aggiuntiva delle componenti degli aerogeneratori (vedi *elaborati grafici Aerogeneratori – fase di cantiere – fase di esercizio*).

Le strade di accesso per il transito dei mezzi eccezionali di carreggiata 5 m saranno prevalentemente costituite da bretelle di collegamento interno, e al confine, dei mappali dei terreni agricoli per il raggiungimento dei singoli aerogeneratori.

L'attività di cantiere può essere divisa in due fasi distinte:

- 1) preparazione del sito e realizzazione delle opere civili (movimentazione di terra/scavo in roccia per la preparazione di piani di fondazione, delle strade e dei piazzali e degli scavi per il cavidotto.
- 2) montaggio delle varie componenti degli aerogeneratori.

La durata complessiva dei lavori comprensiva della fase di sviluppo, realizzazione delle opere civili e della fase del montaggio delle varie componenti dell'impianto è stimata in circa 19 mesi, il numero di mesi di esecuzione dei lavori potrà variare in funzione degli esiti delle Conferenze dei Servizi sull'impianto.

La viabilità di servizio all'impianto e le piazzole costituiscono le opere di maggiore rilevanza al fine di permettere l'installazione dell'impianto. Le piazzole di manovra e montaggio avranno una superficie media di circa 1250 m², per poter consentire l'installazione della gru e delle macchine operatrici, l'assemblaggio delle torri, l'ubicazione delle fondazioni e la manovra degli automezzi.

Per ridurre l'uso del suolo, data anche la morfologia del territorio che comporterebbe ingenti movimenti terra per regolarizzare il terreno, non sono previste piazzole per lo stoccaggio temporaneo degli elementi della torre e delle pale: pertanto ogni elemento che giungerà sulla piazzola trasportato con un carico eccezionale sarà immediatamente montato con l'ausilio della gru principale.

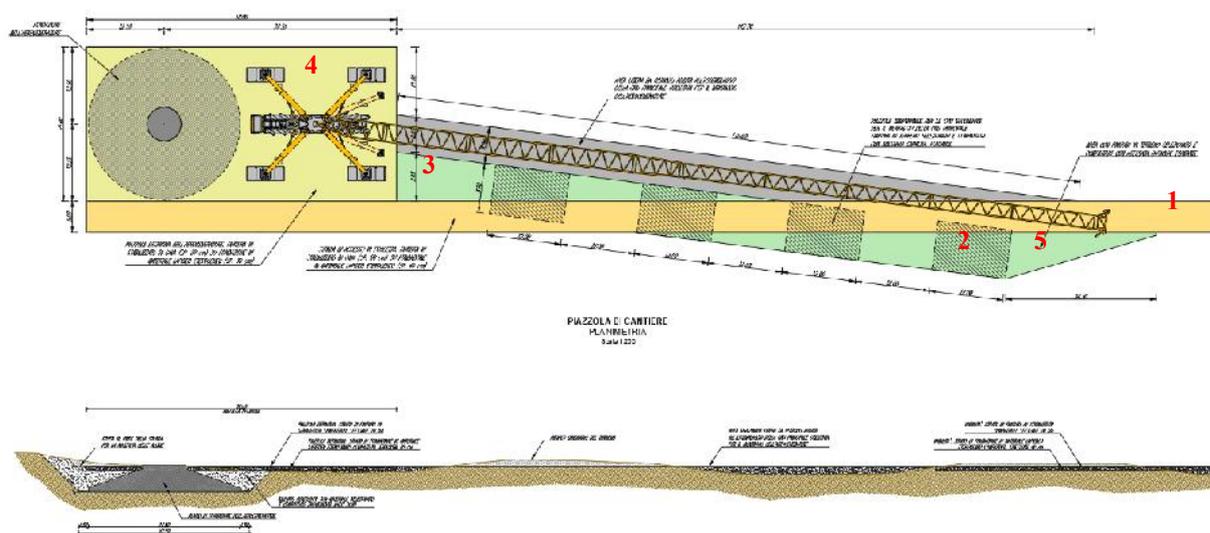


Figura 20 - Piazzola di montaggio; 1. Strada di accesso; 2. Blocchi ausiliari; 3. Area di assemblaggio; 4. Area di lavoro gru principale; 5. Area di manovra.

Il progetto prevede, oltre all'adeguamento della viabilità esistente, anche la realizzazione di una nuova viabilità di servizio della larghezza media di 4 m, oltre a banchine laterali di 0,5 m, per garantire il transito dei mezzi che trasporteranno le componenti dell'aerogeneratore nel tratto terminale, a partire dalla viabilità già esistente.

Le piazzole adibite allo stazionamento dei mezzi di sollevamento durante l'installazione saranno realizzate con fondazione dotata di materiale arido da cava dello spessore di 0,4 m.

Successivamente all'installazione degli aerogeneratori, le piazzole di montaggio verranno ridimensionate, dovendo solo garantire l'accesso alle torri, da parte dei mezzi preposti alle ordinarie operazioni di manutenzione.

Tutte le aree eccedenti lo svolgimento delle attività di cui sopra verranno ripristinate e riportate allo stato originario. Pertanto in corrispondenza di ciascun aerogeneratore sarà visibile una piazzola di accesso e manutenzione avente dimensione di circa 1250 m², comprensiva di aerogeneratore, della fondazione e del cavidotto interrato.

9.2 SCAVI E SBANCAMENTI

Gli scavi e sbancamenti da realizzare sono:

- sbancamenti per la predisposizione dei terreni per lo stazionamento delle autogrù dedicate all'ergere delle torri ed aerogeneratori (piazzole in fase di cantiere);
- scavi per la realizzazione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori;
- scavi per la realizzazione e/o la modifica della viabilità;
- scavi per la realizzazione/rifacimento dei cavidotti per il trasporto dell'energia generata.

Ad ogni torre corrisponde la realizzazione di una piazzola per il transito dell'automezzo adibito alla posa a picchetto delle pale dell'aerogeneratore, dei tronchi di torre e della navicella. Le aree interessate dopo aver subito la rimozione dello strato di scotico di 15 cm, saranno interessate da scavi di sbancamento di 50 cm, riempito successivamente da uno strato di 25 cm in misto granulare frantumato meccanicamente anidro, mediante la compattazione a strati eseguita con idonee macchine e di uno strato di 25 cm costituita da una inerte artificiale di appropriata granulometria, costipata a strati meccanicamente;

Nel caso di massimo carico, che corrisponde al trasporto della navicella (circa 130 ton, mezzo + carico), si dovrà avere una sollecitazione sotto l'inerte costipato e rullato a -50 cm inferiore al carico ammissibile del terreno.

In funzione di questi elementi, la capacità portante o carico ammissibile minimo che deve caratterizzare le piazzole del parco sarà pari a 4 Kg/cm², ossia 0.4 MPa. In funzione del tipo di materiale utilizzato la compattazione potrà raggiungere il valore di 6 Kg/cm².

Si precisa che l'individuazione di riferimenti geotecnici più idonei e precisi deve ricercarsi nelle specifiche indagini geognostiche e geotecniche che devono individuare le correzioni e le riduzioni cautelative in rapporto all'importanza delle opere da realizzare ed alle loro peculiarità costruttive. Dalle analisi effettuate la presenza di roccia affiorante permette di affermare che i terreni nei quali verranno fondati gli aerogeneratori e realizzate le relative piazzole risultano essere dei buoni terreni di fondazione.

I volumi in esubero, dati dalla differenza fra scavo e riporto, verranno conferiti in discarica, rispettando quando sancito dalla normativa vigente. Ad ogni modo, per maggiori informazioni si consulti la relazione codificata "Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo".

Per quanto attiene alle strade definitive per l'accesso agli aerogeneratori (operazioni di presidio e manutenzione), saranno generalmente mantenute la viabilità di nuova realizzazione e localmente ripristinata la strada esistente secondo quanto riportato dettagliatamente nelle tavole.

Il terreno movimentato e relativo alle piazzole ed alle strade di accesso al cantiere sarà depositato in luogo tale da non causare ingombro durante le fasi di lavoro, ed al fine di ostacolare quanto meno le attività agricole dei proprietari dei terreni.

Una volta ultimato il cantiere e superata la fase di collaudo dell'impianto le porzioni di piazzole e di strade eccedenti le necessità di cui alla successiva fase di esercizio, saranno dismesse, il materiale costipato di sottofondo sarà coperto da uno strato di terreno vegetale per rendere il terreno coltivabile e consentire future eventuali operazioni di manutenzione delle macchine installate.

9.3 DESCRIZIONE DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO AI CANTIERI E VALUTAZIONE DELLA SUA ADEGUATEZZA, IN RELAZIONE ALLE MODALITÀ DI TRASPORTO DELLE APPARECCHIATURE

La viabilità di accesso al parco eolico "Pranu Nieddu" è composta da strade statali, comunali e provinciali, con stacco dalla S.S. 131 DCN in corrispondenza dell'incrocio con la SS 128, al termine della quale è collocata l'area di trasbordo degli aerogeneratori, provenienti dal porto industriale di Oristano.

Le strade di accesso all'area parco si presentano in buone condizioni, come verificato in fase di sopralluogo. All'interno dello stesso parco eolico tuttavia sarà necessario effettuare piccoli interventi di adeguamento della viabilità esistente, temporanei, in particolare lungo la strada comunale e della S.P. 23, per permettere il transito dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori. In corrispondenza delle piste per l'accesso ai singoli aerogeneratori, sarà necessario adeguare le piste sterrate esistenti, con modifiche permanenti, volte anche a migliorare l'accesso ai fondi esistenti; solo in alcuni casi e per brevi tratti si rende necessaria la realizzazione di tratti di pista su nuovi tracciati.

Si premette che il trasporto dei componenti costituenti le torri eoliche avverrà su un tracciato di strade provinciali e comunali già esistente mentre si renderanno necessari interventi contenuti di nuova viabilità di fatto limitati a:

- realizzazione delle bretelle di collegamento tra la viabilità esistente e i singoli aerogeneratori. Tali bretelle sono concentrate all'interno di terreni adibiti ad uso agricolo e saranno realizzate rispettando per quanto possibile i tracciati esistenti ovvero i limiti di confine degli appezzamenti agricoli;
- adeguamenti della viabilità comunale esistente così come mostrato negli elaborati grafici riportati a corredo della presente;
- eventuali allargamenti in corrispondenza di svincoli caratterizzati da raggi di curvatura incompatibili con il transito dei mezzi eccezionali;
- Eliminazione di qualsivoglia oggetto che ostacoli il passaggio dei mezzi (segnaletica stradale e guard rail), in modo da consentire la corretta installazione delle pale eoliche.

Le strade interne al parco sono definite come: *“Le strade che partendo da un singolo aerogeneratore si collegano tanto a quello successivo che ai rami successivi degli altri aerogeneratori facenti parte dello stesso parco eolico”*. Nelle strade interne del parco la pendenza potrà essere del 9 % sia in rettilineo che in curva. La pendenza longitudinale minima sarà superiore o al più uguale al 0.5% per permette una rapida evacuazione delle acque superficiali dal manto stradale. La larghezza minima dei viali interni sarà di 5 metri, comprensiva delle banchine laterali. I raggi di curvatura rispettano le stesse specifiche sopra riportate per la viabilità di accesso.

Le caratteristiche stradali necessarie per il trasporto in sicurezza degli elementi dell’aerogeneratore in progetto sono sintetizzate in Figura 21 :

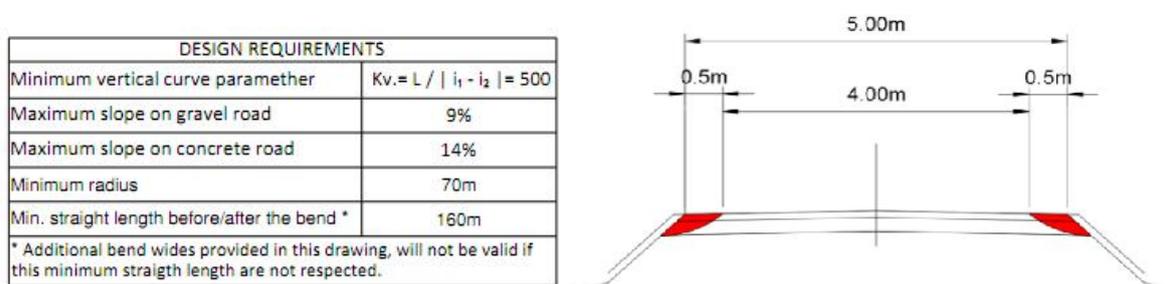


Figura 21 – Ingombri e caratteristiche della strada richiesti per il trasporto della pala.

Il report DI ANALISI è stato realizzato avvalendosi come mezzo di trasporto di esempio per l’aerogeneratore SIEMENS – GAMESA SG 6.6 – 170 nel caso di quello più sfavorevole a livello dimensionale tra quelli che verranno utilizzati, ma con l’ausilio del sistema Blade Lifter per il trasporto delle componenti del rotore, data la notevole lunghezza delle singole pale (83 m) non compatibile con un rimorchio tradizionale lungo la viabilità esterna al parco, trattandosi di area montuosa.

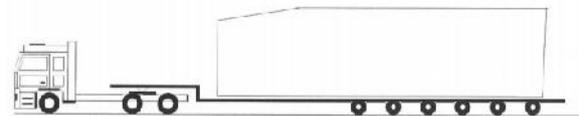
Le caratteristiche dimensionali dei mezzi di trasporto si differenziano quindi per i due principali componenti dell’aerogeneratore di maggiore dimensione, come segue:

- Lunghezza del rimorchio trasporto della pala, 65 metri per la viabilità esterna al parco eolico, mentre lungo la viabilità interna si utilizzerà il blade lifter;
- Larghezza: trasporto della navicella e del tronco maggiore della torre, 4,5 metri;

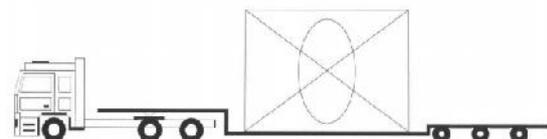
Un’immagine della pala e del mezzo di trasporto compresi gli ingombri complessivi è rappresentato nella Figura seguente.

LOADING CONFIGURATIONS

NACELLE - 23,00x4,00x4,20



HUB - 18,00x3,80x4,30



DRIVE TRAIN - 18,00x3,60x4,80



BLADE - 78,00x4,10x4,30



Figura 22 - Caratteristiche dimensionali dei mezzi di trasporto convenzionali dei pezzi dell'aerogeneratore.

Loading Configurations – Transhipment

BLADE - 92,00x3,50x5,20



TOWER - 40,00x4,45x5,20



Figura 23 - Caratteristiche dimensionali dei mezzi di trasporto con trasbordo dei pezzi dell'aerogeneratore per la viabilità interna con blade lifter.

9.4 MONTAGGIO DELLE APPARECCHIATURE

Si premette che la navicella è equipaggiata di generatore, moltiplicatore di giri, trasformatore, ecc., già montati in stabilimento, pertanto viene rizzata e posata in quota completamente assemblata. La torre è invece costituita da N°4 tronchi che vengono innestati con sistema telescopico nella fase di erezione. Le pale vengono montate a terra sul rotore con metodologia consolidata, ed unite poi, in quota, alla navicella. Per erigere ciascuna torre, navicella e rotore è richiesto l'impiego di una gru a traliccio semovente che dovrà essere piazzata nell'area predisposta prospiciente il blocco di fondazione della torre. Per il montaggio del singolo aerogeneratore occorrono in particolare i seguenti mezzi:

- gru tralicciata da 600 ton con altezza minima sotto gancio pari a 150 m;
- gru di appoggio da 150 ton;

L'area prevista, come specificato ai punti precedenti, sarà opportunamente dimensionata per resistere alle sollecitazioni dovute al carico gravante. La casa costruttrice fornisce in particolare le caratteristiche a cui dovrà rispondere il sistema per erigere il singolo aerogeneratore. Per erigere il singolo aerogeneratore sono richiesti

mediamente 2/3 (tre) giorni consecutivi. Durante le fasi di montaggio la velocità del vento a 60 m non dovrà essere superiore a 8,0 m/sec al fine di non ostacolare e consentire di eseguire in sicurezza le operazioni di montaggio stesse. In conformità al progetto ed alle prescrizioni di cui alla DD 525/08:

- I lavori verranno eseguiti in maniera da non determinare alcun danneggiamento o alterazione a beni architettonici diffusi nel paesaggio agrario, quali manufatti di pregio, muretti a secco, tratturi;
- Tutti i materiali da costruzione necessari alla realizzazione del Campo Eolico quali pietrame, pietrisco, pietrischetto, ghiaia e ghiaietto verranno prelevate da cave autorizzate e/o da impianti di frantumazione e vagliatura per inerti all'uopo autorizzati.
- I materiali di risulta provenienti dagli scavi delle platee di fondazione degli aerogeneratori verranno riutilizzati in cantiere per consentire la realizzazione della fondazione delle strade di progetto.
- In linea generale verrà effettuato il compenso tra i materiali di scavo e quelli di riporto.
- I lavori di messa in opera del cantiere (fasi di spostamenti di terra, seppellimento e modificazioni della struttura vegetazionale, apertura di strade per il transito di mezzi pesanti, aree di deposito materiali) saranno gestiti al di fuori del periodo riproduttivo delle specie prioritarie presenti nell'area.



Figura 24 – Fasi di montaggio della torre dell'aerogeneratore.

9.5 INDICAZIONI E ACCORGIMENTI

9.5.1 Indicazione degli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli per le persone

Gli accorgimenti atti a evitare interferenze con il traffico locale e pericoli alle persone da prescrivere durante la fase di cantiere sono elencati e descritti nel Piano di Sicurezza e Coordinamento allegato alla presente.

Gli accorgimenti da prescrivere durante la fase, invece, di manutenzione consistono nel posizionare segnali stradali lungo la viabilità di nuova realizzazione e in prossimità di ciascuna pala. In particolare, i primi hanno

l'obiettivo di invitare gli autisti dei veicoli transitanti nella zona a rispettare i limiti di velocità imposti dalla normativa stradale vigente. I secondi, invece, vogliono avvertire le persone transitanti nell'area delle torri che è presente il rischio elettrico.

9.5.2 Indicazione degli accorgimenti atti a evitare inquinamenti del suolo, acustici, idrici e atmosferici

Il progetto prevede la realizzazione in prossimità della cabina primaria dei manufatti muniti di servizio igienico-sanitario. Al fine di evitare l'inquinamento del suolo è previsto l'installazione di una vasca di tipo IMOFF.

9.5.3 Descrizione del ripristino dell'area cantiere

Una volta ultimato il cantiere e superata la fase di collaudo dell'impianto le porzioni di piazzole, saranno ricoperte del terreno vegetale originario perché sia nuovamente destinato all'attività agricola di origine.

9.6 CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma sintetico dei lavori viene riportato di seguito, mentre si rimanda all'elaborato di dettaglio per la descrizione delle singole fasi lavorative.

Il programma di realizzazione dei lavori sarà articolato in una serie di fasi lavorative che di svilupperanno nella sequenza di seguito descritta:

1. Allestimento del cantiere;
2. Realizzazione della nuova viabilità di accesso ai siti e adeguamento di quella esistente;
3. Realizzazione della nuova viabilità di servizio per il collegamento tra i vari aerogeneratori;
4. Realizzazione delle piazzole di stoccaggio per l'installazione aerogeneratori;
5. Esecuzione delle opere di fondazione per gli aerogeneratori;
6. Realizzazione della sottostazione;
7. Trasporto, scarico e montaggio aerogeneratori;
8. Realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici, da ubicare in adiacenza alla viabilità di servizio;
9. Connessioni elettriche;
10. Collaudo di prova dell'impianto;
11. Ripristino dello stato dei luoghi;
12. Dismissione e chiusura del cantiere.

Tutte le opere descritte saranno realizzate in maniera sinergica in modo da ottimizzare il più possibile i tempi di esecuzione dell'impianto e delle opere elettriche connesse, il loro espletamento nel tempo è riportato nel diagramma di Gantt allegato.

I lavori saranno eseguiti, previsionalmente e compatibilmente con l'emissione del decreto di autorizzazione unica alla costruzione ed esercizio dell'impianto da parte della Regione Sardegna.

A realizzazione avvenuta dell'impianto e delle opere connesse si provvederà al ripristino delle aree non strettamente necessarie alla funzionalità dell'impianto. Per la realizzazione dell'impianto è previsto un tempo complessivo di circa 19 mesi.

Le fasi lavorative per la realizzazione del campo eolico in progetto sono sintetizzate come segue e studiate per ottimizzare le sequenze lavorative e i bilanci di materiale proveniente dagli scavi, riutilizzabili completamente per la realizzazione delle nuove piste di accesso e piazzole di cantiere:

1. Ingegneria e permessi
 - a. Redazione progetto esecutivo
 - b. Rilascio permessi e autorizzazioni
2. Procurement
 - a. Offerte fornitori
 - b. Emissioni ordini
 - c. Pianificazione di dettaglio
3. Apertura del cantiere
4. Sottostazione
 - a. Opere civili
 - b. Installazione componenti EM
 - c. Montaggio EM
 - d. Completamento
5. Adeguamento viabilità esistente
 - a. Adeguamento viabilità di accesso lungo la S.S. 128 (circa 93 m)
 - b. Adeguamento viabilità di accesso lungo strade sterrate (circa 445 m)
 - c. Adeguamento viabilità di accesso lungo la S.P.6 (circa 240 m)
 - d. Adeguamento strada vicinale (circa 365 m)
 - e. Adeguamento viabilità di accesso lungo la S.P.23 (circa 330 m)
 - f. Adeguamento viabilità comunale (circa 1580 m)
6. Strade e piazzole
 - a. Allargamento pista esistente fino a WTG007 (circa 1040 m)
 - b. Allargamento pista esistente fino a WTG001 (circa 444 m) e prolungamento viabilità (345 m)

- c. Allargamento pista esistente fino a WTG003 (circa 610 m) e prolungamento viabilità (305 m)
 - d. Allargamento pista esistente fino a WTG005 (circa 620 m) e prolungamento viabilità (175 m)
 - e. Nuova viabilità di accesso con pista fino a WTG008 (circa 342 m)
 - f. Allargamento pista esistente fino a WTG004 (circa 1590 m) e prolungamento viabilità (175 m)
 - g. Allargamento pista esistente fino a WTG002 (circa 760 m)
 - h. Allargamento pista esistente fino a WTG009 (circa 600 m) e prolungamento viabilità (711 m)
 - i. Allargamento pista esistente fino a WTG010 (circa 3855 m) e prolungamento viabilità (205 m)
 - j. Allargamento pista esistente fino a WTG006 (circa 1360 m) e prolungamento viabilità (230 m)
 - k. Allargamento pista esistente fino a WTG014 (circa 905 m) e prolungamento viabilità (302 m)
 - l. Allargamento pista esistente fino a WTG012 (circa 108 m) e prolungamento viabilità (203 m)
 - m. Nuova viabilità di accesso con pista fino a WTG011 (circa 445 m)
7. Fondazione aerogeneratori (vedi Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.):
- a. Fondazione WTG007
 - b. Fondazione WTG001
 - c. Fondazione WTG003
 - d. Fondazione WTG005
 - e. Fondazione WTG008
 - f. Fondazione WTG004
 - g. Fondazione WTG002
 - h. Fondazione WTG009
 - i. Fondazione WTG010
 - j. Fondazione WTG006
 - k. Fondazione WTG014
 - l. Fondazione WTG012
 - m. Fondazione WTG011
8. Cavidotti
- a. Collegamento di WTG007 – WTG001 – WTG003 – WGT005 – WGT008 (circa 4640 m)
 - b. Da sottostazione a WGT002 – WGT004 (circa 9335 m)
 - c. Collegamento di WGT009 – WGT010 – WGT005 – WGT014 (circa 9440)



- d. Collegamento di WGT009 – WGT011 – WGT012 (circa 7590 m)
- 9. Montaggi degli aerogeneratori (vedi Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.)
 - a. Montaggio aerogeneratori
 - b. Montaggio collegamenti elettrici
- 10. Opere di ripristino e compensazione
- 11. Esercizio di prova e collaudo finale
 - a. Collaudo linee MT – energizzazione
 - b. Collaudo impianti eolici
 - c. Avviamento delle WGT
- 12. Dismissione e chiusura del cantiere

10. RIEPILOGO DEGLI ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI DEL PROGETTO

Quadro economico, con specificazione anche rispetto a:

- Oneri della sicurezza
- Rilievi, accertamenti e indagini
- Imprevisti
- Acquisizione aree o immobili, indennizzi;
- Spese tecniche;
- Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche e collaudi
- Collaudi

10.1 GENERALITÀ

La società Siurgus S.r.l. con sede legale a Milano, è promotrice del progetto per la costruzione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica con potenza di 85,8 MW ubicato interamente nel comune di Siurgus Donigala. La società appartiene alla holding EuroWind Energy A/S (di seguito EWE) che rappresenta uno dei principali operatori in Italia e all'estero nel settore della produzione di energia da fonte rinnovabile, particolarmente impegnato nel campo dell'energia derivante da fonte eolica.

Rifacendosi all'esperienza maturata si è potuto redigere, in via preliminare, un'analisi dei costi da sostenere per la realizzazione dell'impianto oggetto di studio.

Le voci più importanti che concorrono alla realizzazione di un quadro economico per la realizzazione di un parco eolico, possono essere attribuiti agli investimenti iniziali e di sviluppo della promozione (studio di fattibilità, costi di progettazione, autorizzazioni/concessioni, costo degli aerogeneratori, ecc.) ed alla gestione (costi di manutenzione ordinaria e straordinaria degli aerogeneratori, affitto dei terreni, ecc.).

Per quel che concerne i costi di manutenzione ordinaria e straordinaria va detto che questi vengono definiti attraverso dei contratti di "service" tra il committente e il fornitore degli aerogeneratori. Tali contratti prevedono la manutenzione ordinaria per ogni turbina eolica, con controlli periodici e revisione delle apparecchiature meccaniche ed elettriche. La manutenzione straordinaria è, solitamente, inserita parzialmente nei contratti di service e prevede la sostituzione delle parti meccaniche non funzionanti. Tali contratti, inoltre, vengono stipulati all'acquisto degli aerogeneratori ed hanno una durata di 10 anni. Saranno previsti, all'interno del contratto, anche dei corsi di formazione e specializzazione per gli operai della maintenance.

Tra le voci di costo, in fase iniziale, si prevede anche la fase di smontaggio degli aerogeneratori anche se, molto spesso, quand'anche la vita delle turbine sia di 30 anni, le turbine esistenti verranno sottoposte a repowering, cioè verranno sostituite con aerogeneratori tecnologicamente più moderni ed efficaci.

10.2 COSTI DELL'INVESTIMENTO INIZIALE

Ai fini della realizzazione di un impianto eolico e, quindi, del suo avviamento, i costi maggiori da sostenere sono concentrati nella fase autorizzativa-promozionale e di costruzione.

Nel suo complesso l'investimento può essere così suddiviso:

- attività di sviluppo e promozione: 5% dell'investimento totale;
- fornitura e installazione aerogeneratori: 75% dell'investimento totale;
- realizzazione opere accessorie ed infrastrutturali: 10% dell'investimento totale;
- collegamento alla rete elettrica: 10% dell'investimento totale.

La spesa maggiore dell'intero investimento consiste nell'acquisizione degli aerogeneratori; per quanto concerne, invece, la realizzazione delle opere accessorie, delle infrastrutture e della connessione alla rete, queste dipendono essenzialmente dalla complessità del sito ed in particolare: accessibilità con i mezzi pesanti, morfologia e natura del suolo, distanza di connessione dalla rete elettrica, ecc.

10.3 SVILUPPO DELL'INIZIATIVA

Lo sviluppo dell'iniziativa consiste nell'individuazione del sito, nella valutazione dei vincoli ambientali e non presenti sul territorio, nella sua valutazione anemologica attraverso una campagna di misurazione del potenziale eolico della zona, nella progettazione dell'impianto, nell'ottenimento di tutte le autorizzazioni necessarie alla realizzazione dell'impianto stesso, dalla Valutazione d'Impatto Ambientale alla Autorizzazione Unica, come da normativa nazionale (Dlgs 387/03).

Anche se, nel complesso, dal punto di vista economico rappresenta solo il 5% circa dell'investimento totale, in realtà la sua importanza è grande in quanto una errata valutazione del sito potrà avere ripercussioni enormi sulla producibilità dell'impianto stesso. Per il suo difficile sviluppo e per le innumerevoli esternalità che caratterizzano questa fase, i tempi stimati sono quasi sempre superiori ad un anno.

10.4 INSTALLAZIONE DEGLI AEROGENERATORI

Nell'economia generale dell'investimento l'acquisto degli aerogeneratori rappresenta i $\frac{3}{4}$, circa, dello stesso.

Il tipo di aerogeneratore da installare varia da diversi fattori, in particolare dall'orografia del sito e dalle sue condizioni di ventosità.

Il costo di una turbina, inclusivo di acquisto, trasporto, montaggio ed avviamento con connessione alla rete è direttamente proporzionale alla potenza del rotore ed all'altezza della torre piuttosto che alla semplice potenza nominale. Nel caso oggetto del presente studio, dopo attente analisi e valutazioni, si è deciso di installare aerogeneratori SIEMENS GAMESA SG 6.6 - 170, con un rotore di diametro di 170 m, che sfrutta in modo migliore le condizioni di ventosità del sito. Il costo complessivo, per i 13 aerogeneratori previsti, si aggira intorno ai 66.087 k€.

10.5 OPERE ACCESSORIE ED INFRASTRUTTURE

I costi relativi alle opere accessorie ed alle infrastrutture sono, generalmente, molto variabili in quanto dipendono dalle caratteristiche del sito e dalla sua complessità. Bisogna tener presente, infatti, che per realizzare le fondazioni, le piazzole, gli scavi per i cavidotti, la viabilità necessaria per raggiungere le postazioni

con i mezzi speciali (dagli automezzi alle gru usate per il montaggio dei vari componenti degli aerogeneratori), la morfologia e la natura del terreno possono influenzare anche parecchio questi costi.

Se da un lato, inoltre, l'accessibilità impatta sui costi di trasporto e sull'organizzazione del cantiere, dall'altro la distanza dalle linee elettriche esistenti o da costruire determina i costi di trasmissione alla rete elettrica.

Nel computo generale questi costi incidono, sull'intero investimento, per un 10% circa.

L'impianto eolico in oggetto è ubicato in un'area dotata di idonea viabilità perché le strade utilizzate per raggiungerlo, provinciali, statali e comunali, sono tutte in buone condizioni e non presentano punti estremamente critici da adeguare. Oltre, naturalmente, alla realizzazione delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori stessi.

10.6 L'ALLACCIAMENTO

Il gestore della rete propone la soluzione per la connessione alla RTN ed individua le parti di impianto necessarie:

- Impianti di rete per la connessione;
- Impianti di utenza per la connessione.

Per impianto di rete per la connessione si intende la porzione di impianto per la connessione di competenza del gestore di rete, con obbligo di connessione a terzi; con una parola la sottostazione. Con il termine, invece, impianto di utenza per la connessione ci si riferisce alla porzione di impianto per la connessione la cui realizzazione, gestione, esercizio e manutenzione rimangono di competenza del soggetto richiedente la connessione; con una parola l'edificio di controllo.

I fattori che caratterizzano la connessione alla RTN sono:

- potenza di connessione;
- livello di tensione al quale viene realizzata la connessione;
- tipologia dell'impianto per il quale è stato richiesto l'accesso alle infrastrutture di reti elettriche, con riferimento all'immissione o al prelievo di energia elettrica;
- tipologia della rete elettrica esistente;
- eventuali aspetti riguardanti la gestione e la sicurezza del sistema elettrico.

I gestori di rete individuano le tipologie degli impianti di rete per la connessione che possono essere progettati e realizzati a cura dei soggetti richiedenti la connessione, alle condizioni economiche fissate dall'Autorità.

Gli impianti di rete per la connessione realizzati dal soggetto richiedente sono resi disponibili al gestore di rete per il collaudo e la conseguente accettazione, nonché per la gestione, secondo la normativa vigente per la rete interessata dalla connessione, attraverso appositi contratti stipulati tra il soggetto richiedente la connessione ed il gestore medesimo, prima dell'inizio della realizzazione.

Il soggetto richiedente la connessione alla rete di un impianto elettrico, o la modifica della potenza di una connessione esistente, presenta detta richiesta al Gestore della rete o all'impresa distributrice competente nell'ambito territoriale.

L'importo complessivo è estremamente variabile ed è strettamente correlato a:

- potenza dell'impianto;
- obbligo di progettazione di impianti di rete;
- tipologia di sottostazioni;
- tipologia della rete (ad alta o media tensione);
- lunghezza del cavidotto interrato;
- numero di linee di cavo interrato;
- eventuali linee aeree.

Il parco eolico sarà costituito da una sezione a 150 kV comprendente la sottostazione di trasformazione per la connessione alla RTN ed una sezione in media tensione a 30 kV che convoglierà l'energia dai singoli aerogeneratori verso la sottostazione di trasformazione 30/150 kV. L'impianto sarà composto da 13 aerogeneratori collegati mediante un cavidotto in media tensione interrato suddiviso in quattro sottocampi: Linea 1 (WTG 11, 12, 14), Linea 2 (WTG 6, 9, 10), Linea 3 (WTG . 2, 4,7,8) e Linea 4 (WTG 1, 3, 5).

Ciascun aerogeneratore avrà una potenza unitaria pari 6.600 kW cadauno, per una potenza nominale complessiva di 85,8 MW. L'energia viene prodotta da ciascun aerogeneratore a 690 V e 50 Hz. La tensione viene elevata a 30 kV in un centro di trasformazione ubicato nella navicella della macchina e viene evacuata tramite cavi elettrici interrati in MT fino all'aerogeneratore successivo.

L'allacciamento del parco eolico alla RTN è conforme alla soluzione di connessione alla rete, fornita dal Gestore di rete. Per il campo eolico "Pranu Nieddu", la soluzione tecnica minima generale (STMG) per la connessione è stata ricevuta il 20-12-2019, codice pratica 201900759.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che la centrale venga collegata in antenna a 150 kV con una nuova Stazione elettrica (SE) della RTN denominata Selegas (di cui al piano di sviluppo di Terna) in corrispondenza dell'incrocio delle direttici "Goni-Santu-Miali" e "Villasor-Nurri" previa realizzazione di una serie di interventi previsti e meglio dettagliati nella soluzione tecnica di connessione allegata.

In conseguenza di ciò si è scelto di costruire la sottostazione di trasformazione 30/150 kV in un terreno adiacente alla nuova sottostazione RTN secondo lo schema di allacciamento della STMG descritta sopra.

- La nuova sottostazione sorgerà quindi nel territorio comunale di Selegas.

10.7 COSTI DI FUNZIONAMENTO E PRODUZIONE

I costi di funzionamento e di produzione sono relativi a:

- Costi di mantenimento in esercizio dell'impianto e di manutenzione dello stesso;
- Costi di produzione dell'energia elettrica;
- Costi sostenuti per il canone di concessione all'Ente concedente;
- Costi esterni (impatto ambientale);
- Costi di dismissione.

I costi di funzionamento di un impianto eolico riguardano, essenzialmente, l'amministrazione, il canone agli Enti locali ed ai proprietari dei terreni sui quali sono installati gli aerogeneratori, i premi assicurativi e la manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto stesso.

Per quel che concerne l'esercizio dell'impianto, va detto che con le moderne tecnologie gli impianti sono ormai controllati a distanza e non richiedono presidi permanenti sul sito. In relazione, invece, alla manutenzione, va detto che gli attuali aerogeneratori sono realizzati per funzionare circa 200.000 ore, durante la vita dell'impianto prevista in 30 anni. Dopo un periodo iniziale di garanzia, in genere tre anni, coperto dal costruttore delle macchine, alcuni gestori d'impianti eolici stipulano un contratto di servizio con società specializzate nella manutenzione.

I costi della manutenzione, man mano che l'impianto accumula ore di funzionamento, tendono ad aumentare; alcune parti, infatti, sono particolarmente soggette ad usura e, quindi, necessitano di essere sostituite durante la vita dell'aerogeneratore; si tratta, generalmente, del rotore e degli ingranaggi contenuti nel moltiplicatore di giri di rotazione dell'albero. In tal caso, la spesa da sostenere si aggira intorno al 10% del costo degli aerogeneratori che, per il caso in oggetto, è di circa 6.608.700€.

10.8 QUADRO ECONOMICO D'IMPIANTO (ART. 32 DPR N°207/2010)

In riferimento al Computo metrico allegato al progetto (Elaborato 1.3), l'importo inerente la voce A1 "lavori previsti" nel quadro economico, risulta pari alla somma delle voci:

- | | | |
|---|---|---------------|
| • C001 allestimento cantiere: | € | 65.542,87 |
| • C002 piazzole aerogeneratori e viabilità: | € | 66.087.560,66 |
| • C003 adeguamento viabilità esistente: | € | 1.122.523,88 |
| • C004 cavidotti: | € | 5.470.973,59 |
| • C005 sottostazione elettrica: | € | 3.164.952,00 |
| • C008 trasporto a discarica: | € | 83.447,00 |

TOTALE voce A1 "lavori previsti" = € 75.995.000,00

Ad essi si devono quindi aggiungere nel quadro economico le voci relative ai costi della sicurezza A.2 (oneri per lavorazioni interferenti) pari € 210.000,00, i costi delle opere di mitigazione ambientale (€ 400.000,00), che rientrano nella voce A.3 del quadro economico, e i costi per lo Studio di Impatto Ambientale e delle attività del Piano di monitoraggio ambientale, che rientrano nella voce A.4 (€ 205.000,00), i costi delle opere connesse voce A.5 (€ 450.000,00), ovvero la STMG per l'allaccio alla rete elettrica, i costi delle opere di dismissione (2.130.000,00), previsti nella voce A.6.

Il totale della voce A "costo dei lavori" risulta pari a € 79.390.000,00€, oltre a IVA (10%).

Come da dettaglio del presente quadro economico, le spese generali, voce B, risultano pari a € 4.910.000,00 € oltre a IVA (22%).

QUADRO ECONOMICO GENERALE (VALORE COMPLESSIVO DELL'OPERA PRIVATA E DELL'OPERA RTN)				
	Descrizione	Importi (€)	iva (%)	TOTALE iva compresa (€)
A)	Costo dei lavori			
A.1	Interventi previsti	75.995.000,00 €	10%	83.594.500,00 €
A.2	Oneri di sicurezza	210.000,00 €	10%	231.000,00 €
A.3	Opere di mitigazione ambientale	400.000,00 €	10%	440.000,00 €
A.4	Spese previste da Studio di Impatto Ambientale, Studio Preliminare Ambientale e Progetto di Monitoraggio Ambientale	205.000,00 €	10%	225.500,00 €
A.5	Opere connesse (STMG)	450.000,00 €	10%	45.000,00 €
A.6	Opere di dismissione	2.130.000,00 €	10%	2.343.000,00 €
A.7	Altre opere	- €	10%	- €
	Totale A	79.390.000,00 €	10%	86.879.000,00 €
B)	Spese Generali			
B.1)	Spese tecniche redazione progetto e SIA	350.000,00 €	22%	427.000,00 €
B.2)	Spese direzione lavori	48.000,00 €	22%	58.560,00 €
B.3)	Spese per rilievi, accertamenti ed indagini (monitoraggio ambientale e sondaggi)	195.000,00 €	22%	237.900,00 €
B.4)	Eventuali spese per imprevisti	1.020.000,00 €	22%	1.244.400,00 €
B.5)	Spese consulenza e supporto	70.000,00 €	22%	85.400,00 €
B.6)	Collaudo tecnico amministrativo, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	30.000,00 €	22%	36.600,00 €
B.7)	Allacciamento a pubblici servizi	7.000,00 €	22%	8.540,00 €
B.8)	Spese per attività di consulenza o di supporto	10.000,00 €	22%	12.200,00 €
B.9)	Interferenze	75.000,00 €	22%	91.500,00 €
B.10)	Arrotondamenti	- €	22%	- €
B.11)	Spese per pubblicità, ove previsto, per opere artistiche	5.000,00 €	22%	6.100,00 €
B.12)	Spese varie (bancarie e costi di finanziamento)	1.900.000,00 €	22%	2.318.000,00 €
B.13)	Spese per compensazioni al comune	1.200.000,00 €	22%	1.464.000,00 €
	Totale B	4.910.000,00 €		5.990.200,00 €
C)	Eventuali altre imposte e contributi dovuti per legge oppure indicazione della disposizione relativa l'eventuale esonero	- €		
	"Valore complessivo dell'opera" TOTALE (A+B+C)	84.300.000,00 €		92.869.200,00 €

10.9 STIMA DEI COSTI DI DISMISSIONE E DI RIPRISTINO DELLO STATO DEI LUOGHI

Al termine della vita utile dell'impianto eolico, si procederà alla dismissione dello stesso e alla messa in pristino delle aree interessate. In particolare si procederà alla dismissione degli aerogeneratori, al recupero del materiale costituente gli stessi aerogeneratori, quindi alla dismissione delle piazzole di fondazione e delle bretelle di accesso alle stesse. Verranno, invece, lasciate intatte le strade di accesso al parco, poiché si prevede che le stesse diventino parte integrante della viabilità interna di accesso ai poderi.

La sottostazione elettrica, infine, sarà oggetto di dismissione nella parte elettrica, con consegna delle apparecchiature non riciclabili alle discariche autorizzate e recupero delle materie prime, se previsto.

Al termine delle operazioni di cui sopra, si procederà all'inerbimento delle aree dismesse e alla piantumazione di elementi arborei autoctoni.

Nella stima dei costi è stata quindi destinata una cifra dell'importo totale dei lavori per la gestione della Sicurezza. La stima dei costi di dismissione del parco eolico in progetto è riportata nella Tabella 11 qui di seguito:

Tabella 11 – Quadro economico di dismissione parco eolico di "Pranu Nieddu".

QUADRO ECONOMICO LAVORI DI DISMISSIONE	
TOTALE LAVORI A MISURA	€ 2.050.000,00
TOTALE ONERI DELLA SICUREZZA	€ 80.000,00
TOTALE IMPORTO LAVORI	€ 2.130.000,00

Si rimanda all'elaborato *Computo metrico estimativo della dismissione e del ripristino* per ulteriori dettagli.