



Nuovo impianto per la produzione
di energia da fonte eolica nel comune
di Maracalagonis (CA)

RELAZIONE TECNICA GENERALE

Rev. 0.0

Data: Giugno 2022

WIND003.REL001

Committente:

ECOWIND 2 S.r.l.

Via Alessandro Manzoni 30,
20121 Milano (MI)

P.IVA: 12071590967

PEC: ecowind2srl@legalmail.com

Incaricato:

Queequeg Renewables, Ltd

Unit 3.03, 1110 Great West Road
TW80GP London (UK)

Company number: 111780524

email: mail@quenter.co.uk

SOMMARIO

1.	Dati generali e anagrafica.....	5
2.	Premessa	7
2.1.	Contesto del progetto	7
2.2.	Scenario e normativa di riferimento.....	8
2.3.	Proponente del progetto	16
3.	Inquadramento del progetto e dello stato di fatto	17
3.1.	Localizzazione e caratteristiche del sito.....	18
3.1.1.	IL COMUNE E LE AREE URBANE DI RIFERIMENTO.....	19
3.1.2.	GEOGRAFIA DELL'AREA DI RIFERIMENTO.....	19
3.2.	Giustificazione dell'opera	20
3.3.	Fattibilità dell'opera e criteri di progettazione	21
3.3.1	FATTIBILITÀ NEL CONTESTO NORMATIVO	22
3.3.2.	FATTIBILITÀ LOGISTICA E TECNICA	23
3.4.	Analisi della potenzialità anemometrica	24
3.5.	Inquadramento urbanistico e paesaggistico.....	25
4.	Dettaglio degli interventi in progetto	26
4.1.	Descrizione dei generatori	26
4.2.	Descrizione gli interventi sulla viabilità.....	27
4.2.1.	VIABILITÀ DI ACCESSO AL SITO DEL PROGETTO.....	28
4.2.2.	VIABILITÀ INTERNA DI ACCESSO AGLI AEROGENERATORI.....	30
4.3.	Descrizione degli interventi civili	37
4.3.1.	PIAZZOLE E AREE DI MANOVRA DEI MEZZI PESANTI	37
4.3.2.	FONDAZIONI DEGLI AEROGENERATORI.....	38
4.3.3.	OPERE DI REGOLAZIONE DEI FLUSSI IDRICI.....	39
4.3.4.	ANALISI DELLE SUPERFICI OCCUPATE DALL'IMPIANTO	39
4.4.	Opere elettriche	40
4.4.1.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO EOLICO	41
4.4.2.	GLI AEROGENERATORI	42
4.4.3.	OPERE DI CONNESSIONE ALLA STEP-UP	43
4.5.	Interventi di ripristino, mitigazione e compensazione	46
4.5.1.	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DURANTE LA FASE DI CANTIERE	46
4.5.2.	INTERVENTI DI MITIGAZIONE DURANTE LA FASE DI OPERATIVITÀ DELL'IMPIANTO	47
4.5.3.	INTERVENTI DI RIPRISTINO AMBIENTALE.....	ERRORE. IL SEGNAIBRO NON È DEFINITO.
4.5.4.	MISURE DI COMPENSAZIONE AMBIENTALE.....	47
4.5.5.	MISURE DI COMPENSAZIONE PAESAGGISTICA	47
4.6.	Aree di stoccaggio temporaneo	48
4.7.	Gestione dell'impianto durante la fase di esercizio.....	48
4.8.	Dismissione e ripristino del contesto	48

5.	Primi elementi sulla sicurezza.....	49
5.1.	Sicurezza durante la fase di cantiere	49
6.	Aspetti economici	52
6.1.	CAPEX	52
6.1.1.	ACQUISTO DELLA TECNOLOGIA E DEI MATERIALI	52
6.1.2.	PROGETTO E SVILUPPO	52
6.1.3.	OPERE INFRASTRUTTURALI	53
6.1.4.	OPERE ELETTRICHE E DI CONNESSIONE	53
6.2.	OPEX	53
6.3.	Dismissione e ripristino	54

1. Dati generali e anagrafica

Ubicazione impianto

Nome Impianto	Bruncu de Lianu
Comune	Maracalagonis
CAP	09069
Indirizzo	

Catasto dei terreni

Foglio	41, 42, 43, 44, 46, 47
Particelle	47 91 3, 7, 16, 34 6 1, 38 171
Terreni	
Destinazione	H1
Estensione	531,5 ha
CTR	558130, 558140, 567010, 567020

Proponente

Ragione Sociale	ECOWIND 2 S.r.l.
Indirizzo	Via Alessandro Manzoni 30, 20121 Milano
P.IVA	

Caratteristiche dell'impianto

Potenza complessiva	92,4 MW
Numero aerogeneratori	14
Potenza singolo aerogeneratore	6,6 MW
Staff e professionisti coinvolti	Queequeg Renewables, ltd
Senior Engineering Manager	Ing. Vincenzo Diana
Project Engineer	Ing. Paola Fanni
Project Engineer	Ing. Antonio Saponaro
Progettazione opere elettriche	Ing. Michele Pigliaru
Progettazione opere alta tensione	Ing. Marco Murru
Valutazione geotecnica	Dott. Geol. Cosima Atzori
Valutazione impatto acustico	Ing. Fabio Calderaro
Studio d'Impatto Ambientale	Ing. Bruno Manca Ing. Alessandra Scalas Ing. Silvia Exana

	Ing. Ilaria di Giovagnorio
Relazione Paesaggistica	Ing. Bruno Manca Ing. Alessandra Scalas Ing. Silvia Exana Ing. Ilaria di Giovagnorio Dott. Giulio Casu
Progetto Civile	Ing. Giuseppe Pili
Studio Faunistico	Dott. Maurizio Medda
Studio archeologico	Dott. Arch. Fabrizio Delussu
Relazione Botanica	Agr. Dott. Nat. Fabio Schirru
Relazione Agronomica	Agr. Dott. Federico Corona

2. Premessa

La presente relazione è parte integrante del procedimento di **Valutazione d’Impatto Ambientale** ai sensi del Decreto Legislativo numero 152 del 2006, e di **Autorizzazione Unica** Regionale ai sensi dell’articolo 12 del Decreto Legislativo numero 387 del 2003 e del D. G. R. 3/15 del 23 Gennaio 2018.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto eolico per la produzione di energia elettrica, di potenza nominale pari a 92.400 kW, da localizzarsi su terreni ricadenti nel Comune di Maracalagonis (CA). L’impianto verrà allacciato alla Rete Elettrica Nazionale di Alta Tensione con collegamento in antenna a 150 kV su una nuova SE, da inserire in entra – esce alla linea RTN a 150 kV “Villasimius – Quartucciu” nel Comune di Maracalagonis.

Questo documento fornisce un dettaglio delle scelte progettuali, sia dal punto di vista civile, che funzionale, inquadrando il territorio oggetto dell’intervento e dettagliando le scelte che hanno portato al posizionamento degli aerogeneratori, delle opere accessorie, e arrivando infine alla progettazione delle opere elettriche interne e di connessione alla Rete Elettrica Nazionale.

2.1. Contesto del progetto

L’energia eolica è una fonte rinnovabile che sfrutta il movimento delle masse d’aria per generare elettricità attraverso il moto rotatorio delle pale intorno a un asse detto ‘mozzo’. Le correnti d’aria generano complessivamente 840.000 TWh di energia ogni anno, pari a circa otto volte il consumo mondiale odierno di energia. Secondo l’Agenzia Statistica e Analitica del Dipartimento dell’Energia degli Stati Uniti d’America (EIA), il consumo elettrico mondiale crescerà del 50% dal 2020 al 2050.

La tecnologia eolica attualmente permette di sfruttare con un’efficienza molto alta e per un periodo di tempo prolungato l’energia delle correnti d’aria trasformandola in corrente elettrica. Al momento nel mondo ci sono 83 paesi che sfruttano su scala commerciale nazionale l’energia eolica per la produzione di energia elettrica, contribuendo in totale a una potenza installata a fine 2018 pari a 591 GW¹.

L’Europa produce attualmente il 15% della propria energia da fonte eolica², di cui lo stato maggior produttore, la Danimarca, produce quasi il 47% della propria energia dal vento³. L’Italia è il paese che nel 2019 ha un totale di potenza eolica installata pari a circa 11 GW⁴, per una produzione totale annua

¹ <http://gwec.net/wp-content/uploads/2012/06/GWEC - Global Wind Statistics 2011.pdf>

² https://www.agora-energie.wende.de/fileadmin2/Projekte/2019/Jahresauswertung_EU_2019/172_A-EW_EU-Annual-Report-2019_Web.pdf

³ <https://www.reuters.com/article/us-climate-change-denmark-windpower-idUSKBN1Z10KE>

⁴ Fonte: WindEurope

immessa in rete pari a 20,063 GWh⁵. Questi dati la collocano al quinto posto tra i paesi europei. Per quanto riguarda la nuova potenza installata si trova invece al dodicesimo posto nel medesimo anno con 456 MW di nuovi parchi eolici costruiti e connessi alla rete. Il territorio italiano presenta inoltre buone condizioni di ventosità, avendo le caratteristiche peninsulari di esposizione a diversi fronti di pressione e temperatura dovuti ai mari, e conseguentemente una naturale predisposizione per la risorsa eolica.

L'energia eolica è assieme a quella solare fotovoltaica la fonte rinnovabile con la LCOE (*“levelized cost of energy”*, costo agglomerato dell'energia) più basso⁶. Questo dato è stato ottenuto grazie a ingenti investimenti che hanno migliorato l'efficienza delle soluzioni tecnologiche, che soprattutto negli ultimi anni hanno permesso da un lato di abbattere i costi dei generatori installati, e dall'altra di aumentarne l'efficienza a parità di ventosità. Poiché la LCOE è definita come il rapporto tra la somma di tutti i costi da sostenere per la generazione dell'energia durante tutta la vita dell'impianto e la valorizzazione economica di tutta l'energia prodotta nello stesso lasso di tempo, la conseguenza è stata un abbassamento del suddetto rapporto su valori in alcuni casi inferiori a quello dell'energia prodotta dalle fonti fossili.

Nei primi sei mesi del 2020, pur con le problematiche causate dalla pandemia del COVID-19, i paesi europei hanno installato 5,1 GW di nuovo eolico⁷, di cui 38 MW in Italia. Questo trend conferma che la strategia europea e nazionale è indirizzata verso uno sviluppo di nuove installazioni con un passo in continua crescita, creando indotto e posti di lavoro, e assicurando un approvvigionamento elettrico a basso impatto e a basso costo per i prossimi anni.

Nell'odierno scenario economico che l'Italia sta attraversando, l'energia e la produzione da fonti rinnovabili costituiscono un punto focale per il rilancio della crescita, contribuendo alla domanda interna di manodopera e di servizi specializzati di cui il paese è esportatore di primaria importanza.

2.2. Scenario e normativa di riferimento

Le necessità legate a fabbisogni energetici in continuo aumento spingono il progresso quotidiano verso l'applicazione di tecnologie innovative, atte a sopperire alla domanda energetica in modo sostenibile, limitando l'impatto che deriva da questi ultimi e richiedendo un uso consapevole del territorio. La profonda trasformazione che sta attraversando il mercato dell'energia da diversi decenni vede uno spostamento dalla produzione centralizzata, che era stata punto di riferimento fino agli anni

⁵ Fonte: report Terna https://download.terna.it/terna/Rapporto_Mensile_Aprile%202020_8d7fda6a96bc659.pdf

⁶ Si riporta, a titolo di esempio, report del Dipartimento dell'Energia degli Stati Uniti d'America (USDOE) dove si analizza la maggior profittabilità di una generazione eolica rispetto a quella da fonti fossili come carbone o petrolio:

https://emp.lbl.gov/sites/default/files/wtmr_final_for_posting_8-9-19.pdf

⁷ <https://windeurope.org/newsroom/press-releases/resilient-wind-industry-delivers-17-percent-of-europes-electricity-proves-smart-bet-for-europes-green-recovery/>

sessanta, verso una generazione di minore entità più diffusa sul territorio. In quest'ambito le rinnovabili hanno un ruolo chiave, oltre che per l'impatto ambientale delle emissioni, anche per la possibilità di avere una micro-generazione diffusa sul territorio, sfruttando le caratteristiche del territorio per la possibilità di risorse, e contemporaneamente la domanda di energia locale.

In quest'ottica con il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, il Parlamento Italiano ha proceduto all'attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.

Il presente impianto è compreso tra le tipologie di intervento riportate nell'Allegato IV alla Parte II, comma 2 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (cfr. 2c), "Impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1 MW", pertanto rientra nelle categorie di opere da sottoporre a procedura di verifica di **Valutazione di Impatto Ambientale**, in conformità a quanto disposto dal Testo Unico Ambientale (T.U.A.) e dall'allegato B1 alla D.G.R. 45/24 del 2017.

Nel 2008 inoltre l'Unione Europea ha varato il "Pacchetto Clima-Energia" (meglio conosciuto anche come "Pacchetto 20/20/20") che prevede obiettivi climatici sostanziali per tutti i Paesi membri dell'Unione, tra cui l'Italia, a) di ridurre del 20% le emissioni di gas serra rispetto ai livelli registrati nel 1990, b) di ottenere almeno il 20% dell'energia consumata da fonti rinnovabili, e c) ridurre del 20% i consumi previsti. Questo obiettivo è stato successivamente rimodulato e rafforzato per l'anno 2030, portando per quella data al 40% la percentuale di abbattimento delle emissioni di gas serra, al 27% la quota di consumi generati da rinnovabili e al 27% il taglio dei consumi elettrici.

L'Italia ha fatto propri questi impegni redigendo un "Piano Nazionale Integrato per l'Energia e per il Clima". Riguardo alle energie rinnovabili in particolare, l'Italia prevede di arrivare al 2030 con un minimo del 55,4% di energia prodotta da fonti rinnovabili, promuovendo la realizzazione di nuovi impianti di produzione e il revamping o repowering di quelli esistenti per tenere il passo con le evoluzioni tecnologiche.

Con la realizzazione dell'impianto, si intende conseguire gli obiettivi sopra esposti, aumentando la quota di energia prodotta da fonte rinnovabile senza emettere gas serra in atmosfera, con un significativo risparmio energetico mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal vento.

Il ricorso a tale tecnologia nasce dall'esigenza di coniugare:

- la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- limitato inquinamento acustico;
- il risparmio di combustibile fossile;
- la produzione di energia senza utilizzo sostanziale di materie prime in approvvigionamento durante la fase di esercizio;

- la produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira pertanto a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di "Energia Verde" e allo "Sviluppo Sostenibile" invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l'ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

Tra le politiche introdotte e necessarie per il raggiungimento degli obiettivi prefissati, è stato dato incarico alle Regioni di individuare le aree idonee per la realizzazione di questi impianti, stabilendo criteri di priorità e di tutela del paesaggio e dell'ambiente.

Per la realizzazione del presente progetto, si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- D.P.R. 44 del 13 Marzo 1976 "Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide di importanza internazionale", firmata a Ramsar il 2 Febbraio 1971;
- Legge 431/85 (ex-legge Galasso) riguardante i vincoli di interesse paesaggistici e ambientali;
- L. R. 31/89 "Norme per l'istituzione e la gestione dei parchi, delle riserve e dei monumenti naturali nonché delle aree naturali protette";
- D.P.R. 12 Aprile 1996 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'attivazione dell'art.40, comma 1, della legge 22 Febbraio 1995 numero 46, concernente le disposizioni in materia di Valutazione di Impatto Ambientale";
- Direttiva Comunitaria 92/43/CEE denominata "Habitat";
- D.P.R. numero 357/97 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche";
- D.P.R. numero 357/97 "Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche";
- Legge Regionale numero 1/99 art.31 recante "Norma transitoria in materia di valutazione di impatto ambientale";
- L. numero 490/99 "Testo unico delle disposizioni legislative in materia di beni culturali e ambientali, a norma dell'articolo 1 della legge 8 ottobre, numero 352";
- Legge Regionale numero 4/00 "Disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale — modifica art.31 della Legge Regionale numero 1 del 1999;
- D.P.R. numero 554/99 "Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici" 11 febbraio 1994, numero 109, e successive modifiche;
- Legge Regionale numero 17/00 "Valutazione di impatto ambientale". Modifiche all'art. 31 della Legge Regionale numero 1 del 1999";
- D.M. 3 Aprile 2000 "Elenco delle zone di protezione speciale designate ai sensi della direttiva 79/409/CEE e dei siti di importanza comunitaria proposti ai sensi della direttiva 92/43/CEE";

- Deliberazione 20 Luglio 2000 della conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato le Regioni e le Province Autonome di Trento e Bolzano — “ Approvazione del III aggiornamento dell’elenco ufficiale delle aree naturali protette, ai sensi del combinato disposto dell’art.3, comma 4, lettera c), della legge 6 dicembre 1991, numero 394, e dell’art. 7, comma 1, allegato A, del decreto legislativo 28 Agosto 1997, numero 281 (Deliberazione numero 993);
- Legge Regionale numero 14/00 all'art. 3 comma | dispone che in materia di autorizzazione agli scarichi devono essere applicate le norme recate dal D.Lgs. 152/99, per quanto non diversamente disciplinate dal medesimo articolo;
- Circolare esplicativa sulle innovazioni introdotte in materia di valutazione di impatto ambientale con l'art. 17 Legge Regionale . 05.09.2000 numero 17;
- Legge Regionale 29 Aprile 2003, numero 3 Disposizioni per la formazione del bilancio annuale e pluriennale della Regione (legge finanziaria 2003), modifica dell’art. 31 comma 1 della Legge Regionale numero 1 del 1999; D.Lgs. 29 dicembre 2003, numero 387, “Attuazione della direttiva 2001/77 Ce relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili”;
- L. 23 Agosto 2004, numero 239 “Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia”;
- D.Lgs. 3 Aprile 2006, numero 152 "Norme in materia ambientale";
- Legge Regionale 12 Giugno 2006, numero 9 Conferimento di funzioni e compiti agli enti locali;
- Legge Regionale 29 Maggio 2007, numero 2 art. 18 comma 1;
- Legge 24 dicembre 2007, numero 244. Finanziaria 2008;
- D.Lgs. 16 gennaio 2008, numero 4 “Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del decreto legislativo 3 Aprile 2006, numero 152, recante norme in materia ambientale”;
- D.G.R. del 23 Aprile 2008 numero 24/23 Direttive per lo svolgimento delle procedure di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica;
- D.M. Sviluppo economico 18 dicembre 2008 “Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili”;
- D.G.R. del 16 gennaio 2009 numero 3/17 Modifiche allo “Studio per l’individuazione delle aree in cui ubicare gli impianti eolici”;
- Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 Aprile 2009 sulla promozione dell’uso dell’energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle Direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE;
- L. 23 Luglio 2009, numero 99 "Disposizioni per lo sviluppo e l'internazionalizzazione delle imprese, nonché in materia di energia";

- Legge Regionale 7 Agosto 2009, numero 3 "Disposizioni urgenti nei settori economico e sociale";
- D.G.R. del 12 marzo 2010 numero 10/3 "Linee guida per l'autorizzazione unica alla realizzazione degli impianti di produzione di energia da fonti rinnovabili"; (abrogato da D.G.R. del 1 Luglio 2010, numero 25/40);
- Sentenza del TAR numero 673 del 9 Aprile 2010. " Esclusione dell'ubicazione di impianti eolici in zone contermini alle aree P.I.P. - Illegittimità - Art. 112 N.T.A. al P.P.R. - Individuazione delle aree da destinare all'eolico mediante studio specifico" D.G.R. del 1 Luglio 2010, numero 25/40 "Nuove linee guida regionali per l'autorizzazione unica di impianti da fonti rinnovabili";
- Decreto del 10 Settembre 2010 del Ministero dello Sviluppo Economico "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili";
- D.G.R. del 30/12/2010 numero 47/63 "Autorizzazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili. Modifica della Delib.G.R. numero 25/40 del 1/7/2010";
- Sentenza TAR Sardegna 14/01/2011 numero 28;
- D. Lgs numero 28/2011 "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE";
- DGR numero 27/16 Giugno 2011 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili", modifica della D.G.R. numero 25/40 dell'1/7/2010";
- D.M. del 06/07/2012 — Decreto attuativo del D.Lgs 28/2011 — definizione dei nuovi incentivi per le FER;
- D.G.R. numero 34/33 del 7/08/2012 - Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione ambientale. Sostituzione della deliberazione numero 24/23 del 23 Aprile 2008
- D.G.R. numero 45/34 novembre 2012, "Linee guida per la installazione degli impianti eolici nel territorio regionale di cui alla Delib. G.R. numero 3/17 del 16.1.2009 e s.m.i. Conseguenze della Sentenza della Corte Costituzionale numero 224/2012. Indirizzi ai fini dell'attuazione dell'art 4 comma 3 del D.Lgs. numero 28/2011';
- Legge Regionale . 25 di 17/12/12 "Disposizioni urgenti in materia di enti locali e settori diversi" — Buras 20 dicembre 2012.
- DGR N. 40/11 DEL 7.8.2015 - Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione degli impianti alimentati da fonti di energia eolica.
- DECRETO LEGISLATIVO 16 Giugno 2017, numero 104 Modifiche al decreto legislativo 3 Aprile 2006, numero 152;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, numero 1175 ("Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici");

- Decreto del Presidente della Repubblica 18 marzo 1965, numero 342 ("Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, numero 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, numero 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, numero 112 ("Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, numero 59");
- Legge 22 febbraio 2001, numero 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 a 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, numero 257 —G.U. numero 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 numero 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 numero 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.;
- EI 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, numero 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, numero 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";
- 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);
- Consiglio Nazionale delle Ricerche — Norme tecniche numero 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.
- D.M. 14 Gennaio 2008 ("Norme tecniche per le costruzioni");
- Opere civili e sicurezza: Sicurezza nei luoghi di lavoro;

- D.Lgs. 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.Lgs. 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 , numero 81 ("Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 Agosto 2007, numero 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro") e successive modifiche;

Essenziale è inoltre il Piano Energia e Clima (PNIEC) varato in via definitiva dal Ministero dello Sviluppo Economico (MiSE) in Gennaio 2020, e che stabilisce gli obiettivi nazionali in materia di installazione di impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile entro il 2030, cui le Regioni devono far seguito con un'adeguata regolamentazione di sviluppo consona, e che prevede una produzione di energia rinnovabile pari al 30% del totale.

In conclusione, si evidenzia che in base all'art. 1 della legge 9 gennaio 1991 n. 10, l'intervento in progetto è opera di pubblico interesse e pubblica utilità "ex lege" ad ogni effetto e per ogni conseguenza, giuridica, economica, procedimentale, espropriativa, come anche definito dall'art. 12 del D.LGS. N. 387 del 29 dicembre 2003.

2.3. Proponente del progetto

Il proponente del progetto è Ecowind 2 S.r.l., società formata dal Eenergy Group, ltd e Queequeg Enterprises, ltd.

Eenergy Renewable Energy, ltd, con sede a Londra, facente parte del gruppo Eenergy Group è un gruppo internazionale di investimenti e gestione, investitore attivo e gestore di risorse di energia rinnovabile nel mercato italiano per quasi un decennio. Tra i 20 principali gestori di risorse rinnovabili in Italia, il Gruppo Eenergy si sta attualmente concentrando sulla creazione di valore per gli investitori aumentando la propria presenza sul mercato europeo delle energie alternative e continuando la sua acquisizione e la strategia di gestione attiva di risorse rinnovabili di alta qualità. Eenergy è stata recentemente classificata tra i primi 50 principali team di investimento in energie rinnovabili in Europa. Con investimenti e gestione di asset per un valore di oltre 350 milioni di euro e un totale di 90 MW acquisiti, con oltre 600 MW di progetti in grid parity in fase di sviluppo, la società ha negoziato con successo più di 20 accordi di finanziamento con le migliori banche italiane.

Queequeg Enterprises, ltd con sede a Londra è una società di sviluppo iniziative e investimenti attiva nel mercato britannico e italiano. La controllata Queequeg Renewables, con quasi quindici anni di esperienza

nello sviluppo, ha all'attivo sviluppi nelle energie rinnovabili in Italia e Regno Unito per un totale di oltre 1 GW di impianti eolici, 2 GWp di solare fotovoltaico e 3 GWh di sistemi di accumulo.

3. Inquadramento del progetto e dello stato di fatto

Il progetto "Brunco de Lianu" è ubicato nel Comune di Maracalagonis, in provincia di Cagliari.

È prevista l'installazione di quattordici aerogeneratori di ultima generazione ad asse orizzontale (HAWTG, *Horizontal axis wind turbine generators*) di potenza pari a 6,6 MW ciascuno, per una potenza complessiva di 92,4 MW, denominati in ordine crescente da WTG001 a WTG014. Gli aerogeneratori saranno montati su torri tubolari di acciaio che porteranno il mozzo del rotore a un'altezza da terra di 135 metri dal piano campagna, e l'altezza massima dal suolo di ogni macchina (compresa la massima estensione da terra della terna di pale) sarà pertanto pari a 220 metri. È inoltre prevista l'installazione di una torre anemometrica di misura che monitorerà le condizioni di vento e ambientali della zona di impianto per tutta la vita di quest'ultimo.

Aerogeneratore	CooX	CooY	CooZ
WTG001	1536368.583	4339008.329	321
WTG002	1535156.337	4339560.923	501
WTG003	1538058.740	4339519.341	678
WTG004	1538214.087	4338730.348	592
WTG005	1536787.866	4337233.403	530
WTG006	1537571.352	4337448.357	564
WTG007	1538129.925	4337650.813	564
WTG008	1538246.199	4338165.999	532
WTG009	1536840.138	4339222.730	401
WTG010	1535246.799	4338990.539	396
WTG011	1536469.533	4338399.080	407
WTG012	1537231.039	4338560.993	552
WTG013	1537520.016	4339231.078	581
WTG014	1534970.376	4340142.446	491

L'energia prodotta sarà convogliata verso la nuova stazione elettrica (SE) gestita dall'operatore Terna S.p.A., tramite un cavidotto in media tensione a 30 kV interamente interrato su strada, che

raggiungerà la stazione di innalzamento della tensione di competenza del proponente collocata come da elaborati prodotti (WIND003.ELB011b e WIND003.ELB011c) attraverso elettrodotto interrato su strada di proprietà pubblica. La corrente verrà quindi convogliata su una stazione di trasformazione step-up che innalzerà la tensione della corrente prodotta dall'impianto da 30 kV a 150 kV per poi convogliarla nella rete elettrica dell'operatore di alta e altissima tensione per poter essere dispacciata sul territorio servendo utenze civili e commerciali. I dettagli di questa soluzione di connessione sono stati descritti nella pratica di connessione numero 201901480, rilasciato in data 23 Luglio 2020 e accettato dalla proponente il giorno 17 novembre 2020.

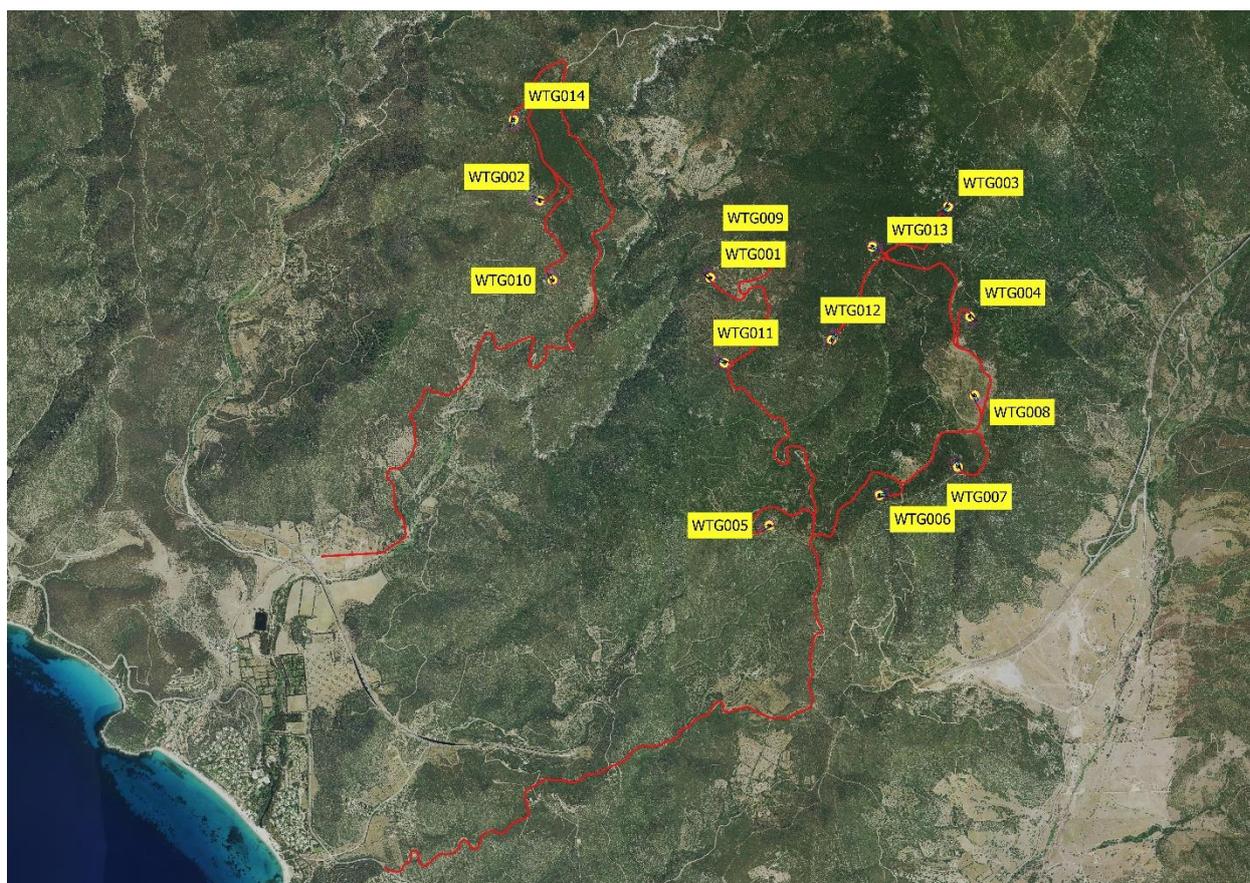


Figura 1: Layout degli aerogeneratori e viabilità interna su ortofoto

La nuova Stazione Elettrica verrà realizzata in entra-esce sulla linea elettrica RTN a 150 kV "Villasimius-Quartucciu".

3.1. Localizzazione e caratteristiche del sito

Il progetto si sviluppa sui rilievi montuosi del campidano orientale, nel territorio della provincia di Cagliari, quadrante sud-orientale della Regione Autonoma della Sardegna. L'estensione dell'area è di circa 5,32 km², prevalentemente collinare nella parte orientale e più pianeggiante verso ovest.

L'area di progetto destinata ai generatori eolici occupa invece un'area, intesa come sottesa delle posizioni degli aerogeneratori più periferici, pari a 531,5 ha e si sviluppa longitudinalmente (N-S) per circa 3 km e latitudinalmente (E-O) per circa 3,16 km.

In termini di inserimento paesaggistico, le aree interessate dagli aerogeneratori rientrano nell'ambito Paesaggistico censito dal P.P.R. all'art. 14 delle N.T.A. "Golfo orientale di Cagliari".

3.1.1. Il Comune e le aree urbane di riferimento

L'area di pertinenza del progetto ricade in zona H1, distante dai centri abitati più vicini, misurando in linea d'aria, circa 2,8 km dalla zona urbana del Comune di Maracalagonis, 7,6 km da quella del Comune di Villasimius, 8,5 km da quella di Castiadas e 5 km da Solanas frazione di Sinnai.

Il Comune di Maracalagonis conta 7.190 abitanti, mentre il Comune di Villasimius 3.732, quello di Castiadas 1.670 e 17.061 il comune di Sinnai di cui Solanas è frazione; pertanto le aree comunali di contesto all'opera hanno una densità di abitanti per km² tra i 16 e i 79. 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.

Vi sono a Maracalagonis 2807 residenti di età pari a 15 anni o più. Di questi 2121 risultano occupati e 494 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 1784 individui, dei quali 1396 occupati e 301 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 1023 unità delle quali 725 sono occupate e 193 sono state precedentemente occupate ma adesso sono disoccupate e in cerca di nuova occupazione.

3.1.2. Geografia dell'area di riferimento

L'area dell'impianto verrà raggiunta attraverso la SS125var: il primo cluster di turbine comprendenti le WTG010, WTG002 e WTG014 è raggiungibile tramite viabilità comunale pre-esistente alla quale si accede attraverso la SS125var mentre le restanti turbine vengono raggiunte anch'esse tramite viabilità secondaria pre-esistente raggiungibile attraverso la SP17 di Villasimius.

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 brevi 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 350 e i 580 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 del Campidano, sono molto ben esposte al vento e senza particolari ostacoli che si antepongano al flusso del vento dominante. La viabilità interna esistente è attualmente utilizzata per l’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 dai corsi d’acqua naturali di entità modesta quali “Riu Trazzana”, “Riu Lianu”, “Riu Sa Zarra”, “Riu Siliqua”, “Riu Simius” e da due corsi d’acqua censiti nel registro delle acque pubbliche: “Riu Baccu e’Salinu”, “Riu Meriagu Mannu”. 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 (vedi WIND003.REL005a – Relazione impianti elettrici BT, MT, ausiliari e cavidotti interrati).

3.2. Giustificazione dell’opera

Facendo riferimento all’inquadramento normativo di cui al precedente capitolo 2.2, risulta evidente che l’opera trova la propria giustificazione principale nella realizzazione di un impianto generatore di energia elettrica a basso costo che permetta di non avere emissioni (liquide o gassose) in atmosfera, e che —non basandosi sul consumo di sostanze soggette a scarsità come petrolio o combustibile nucleare— può permettere un approvvigionamento nel lungo periodo di elettricità a prezzo fisso ed in modo sostenibile per l’ambiente.

Il progetto proposto ha diverse ricadute sul territorio che non si limitano a quelle ambientali e paesaggistiche, ma che toccano gli aspetti socio-economici del contesto.

L’economia della zona del cagliaritano evidenzia una discreta componente agricola anche se inferiore alla media regionale; il settore del commercio è quello numericamente più consistente e rappresenta il 32,5% di tutte le attività. L’artigianato riveste maggiore importanza rispetto a quanto si osserva nelle regioni meridionali, ma pur sempre al di sotto dei dati percentuali nazionali. Per quanto

riguarda la densità imprenditoriale si evidenzia la maggior presenza della micro impresa (quella con al massimo due addetti).

Dal punto di vista demografico il territorio comunale è caratterizzato da una crescita demografica dovuta ai fenomeni immigratori da parte di popolazioni nord africane e dell'est Europa, ed un contestuale invecchiamento della popolazione locale.

Si stima che per la realizzazione dell'impianto sarà necessaria una forza lavoro pari a 30 U.G. partendo dall'apertura cantiere, le cui lavorazioni preliminari consisteranno in sbancamenti, apertura di viabilità e realizzazione piazzole e scavi di fondazione plinti, proseguendo con lavorazioni per la predisposizione dell'armatura e il getto di calcestruzzo dei plinti, allineati con le opere di scavo e posa delle elettriche e la stazione MT/AT ed infine trasporto, montaggio e posa degli aerogeneratori. Da considerare inoltre un consistente numero di professionisti e maestranze locali che saranno coinvolti nelle diverse fasi lavorative sopra menzionate. Inoltre durante la fase di vita dell'impianto sarà costantemente necessario personale addetti alla manutenzione altamente specializzato, da formare preventivamente all'entrata in funzione dell'impianto, ed operatori addetti al controllo dello stesso i quali si avvarranno dell'ausilio di un software SCADA di monitoraggio delle macchine.

3.3. Fattibilità dell'opera e criteri di progettazione

L'intervento in oggetto è stato valutato in un ambito di fattibilità tecnica e di inserimento nel contesto, tenendo in considerazione una pluralità di fattori che sono scaturiti nella scelta progettuale descritta.

In particolare la risorsa vento è stato uno degli aspetti principali e determinanti. Le informazioni preliminari a disposizione provengono dall'analisi dei dati messi a disposizione dalle stazioni meteorologiche circostanti e dalle stime di potenzialità del vento prodotte da diversi elementi tecnologici quali rilevazioni satellitari. Per definire ulteriormente la potenzialità verrà inoltre installato un anemometro tramite procedura SUAP che monitorerà per un periodo massimo di 36 mesi la ventosità con livello di dettaglio alto a tre quote da terra, ossia 50, 75 e 95 metri. La posizione dell'anemometro è baricentrica rispetto agli aerogeneratori, e lontano da interferenze dell'orografia quali manufatti o costoni che ne alterino le proprietà e le caratteristiche in termini di direzione, intensità e andamento durante le ore della giornata o le stagioni. L'elaborazione dei dati estrapolati dalla postazione anemometrica verrà affidato a una società specializzata che ne certificherà la consistenza acclarando le potenzialità di produzione dell'impianto nel contesto della tecnologia utilizzata, fornendo una previsione quanto più accurata possibile per tutta la vita utile dell'impianto. Si rimanda al successivo punto 3.4 e alla relazione di studio della risorsa vento per ogni ulteriore dettaglio.

Concettualmente l’impianto si suddivide in due clusters di turbine: il primo, Cluster 1, comprende le turbine WTGs 002, 010 e 014, raggiungibili attraverso viabilità sterrata esistente, come mostrato nella figura sottostante; il secondo cluster, Cluster 2, è accessibile proseguendo il percorso che dalla SS125var si immette su strada comunale, da percorrere per un tratto di poco più di 1 km per poi imboccare la SP17 fino a raggiungere lo svincolo su strada sterrata che conduce al cluster.

Il Cluster 2 si divide a sua volta in due rami: ramo ovest formato dalle turbine WTGs 001, 005, 009, 011 e ramo est composto dalle WTGs 003, 004, 006, 007, 008, 012, 013.

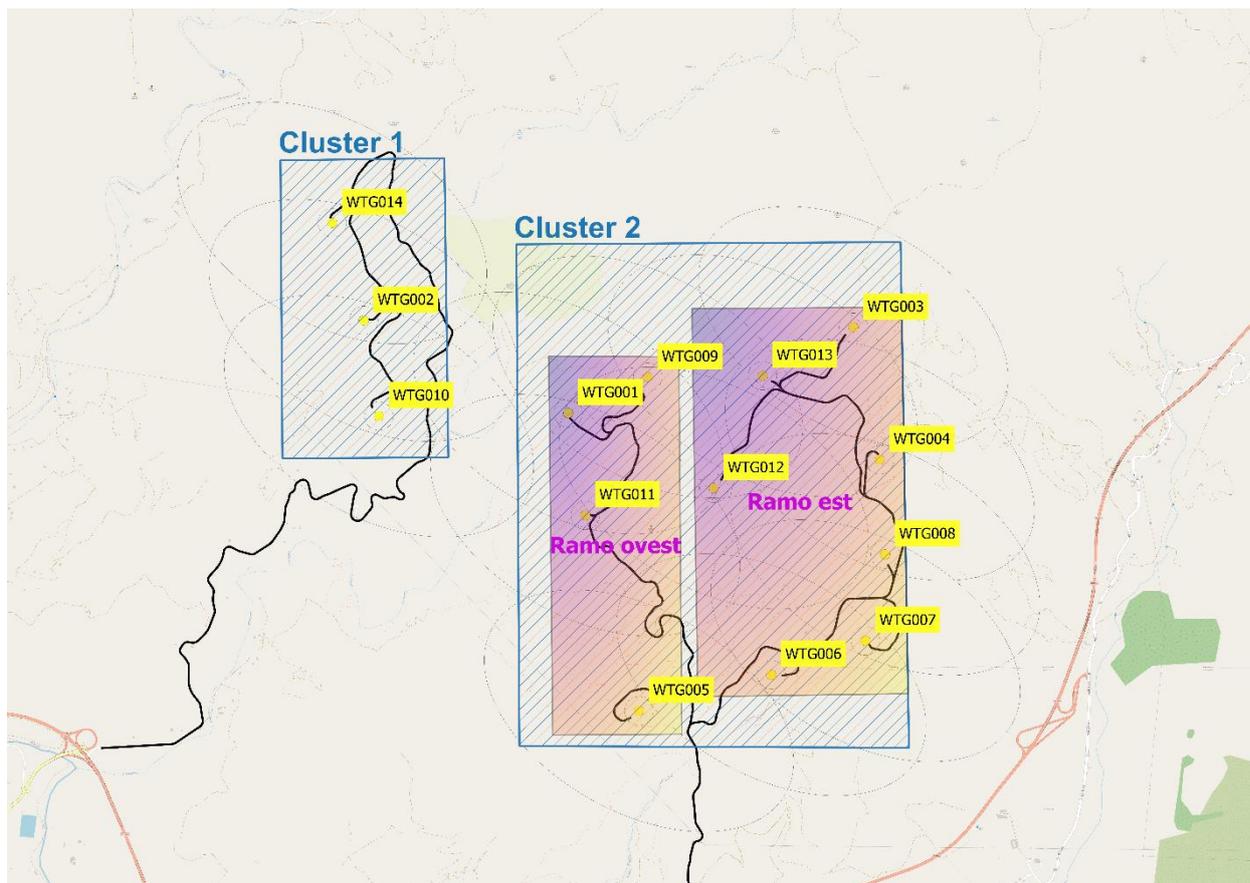


Figura 2– Suddivisione dell’impianto in Clusters

Il parco eolico si sviluppa seguendo la naturale morfologia delle aree, evitando le zone più densamente popolate e i vincoli ambientali e paesaggistici, e sfruttando la risorsa vento minimizzando l’effetto scia.

3.3.1 Fattibilità nel contesto normativo

Elemento fondamentale per l’inquadramento di massima delle aree oggetto di intervento sono state le linee guida previste dalle norme nazionali e regionali di cui al precedente capitolo 2.2. Per gli aspetti regolatori del territorio si è fatto riferimento principalmente al Piano Paesaggistico Regionale 2006, dal quale si evincono le tipologie paesaggistiche e ambientali da preservare.

Da un punto di vista dell'inquadramento del progetto, sono stati valutati attentamente i contesti ambientali e paesaggistici di dettaglio, ritenuti estremamente importanti per la sostenibilità dell'opera e per valutarne l'impatto sul territorio e negli ambiti proposti, quali quello geologico, delle caratteristiche morfologiche, della vegetazione, della fauna e degli insediamenti archeologici e storico-culturali, oltre che alla presenza di Zone di Protezione Speciali, Siti di Interesse Comunitario, Oasi di Protezione Faunistica, Parchi o altri istituti analoghi.

Nel dettaglio le aree interessate dal progetto non ricadono in alcun ambito paesaggistico, secondo quanto disciplinato all'articolo 14 delle N.T.A. del P.P.R. Regione Sardegna.

3.3.2. Fattibilità logistica e tecnica

Elemento sostanziale per la valutazione del progetto è stato il criterio di accessibilità logistica e fattibilità generale dell'intervento. Come da descrizione, l'accesso da parte dei mezzi necessari al sito avverrà tramite viabilità pubblica che richiederà adeguamenti per il trasporto in sicurezza dei mezzi pesanti e del trasporto delle componenti dal porto di Cagliari (punto di arrivo di tutti i materiali) fino alle singole piazzole. Un trasportatore specializzato e un professionista incaricato della verifica della viabilità hanno verificato l'idoneità da un punto di vista delle pendenze e delle ampiezze delle carreggiate in progetto.

È stata valutata la fattibilità tecnico-economica delle opere di connessione alla rete elettrica nazionale, e quindi la realizzazione di una stazione *step-up* MT/AT in prossimità di una SE di Terna S.p.A. per poter convogliare l'energia prodotta dagli aerogeneratori.

Si è quindi proceduto a stipulare contratti preliminari sulle zone interessate dall'intervento con i rispettivi legittimi proprietari.

3.4. Analisi della potenzialità anemometrica

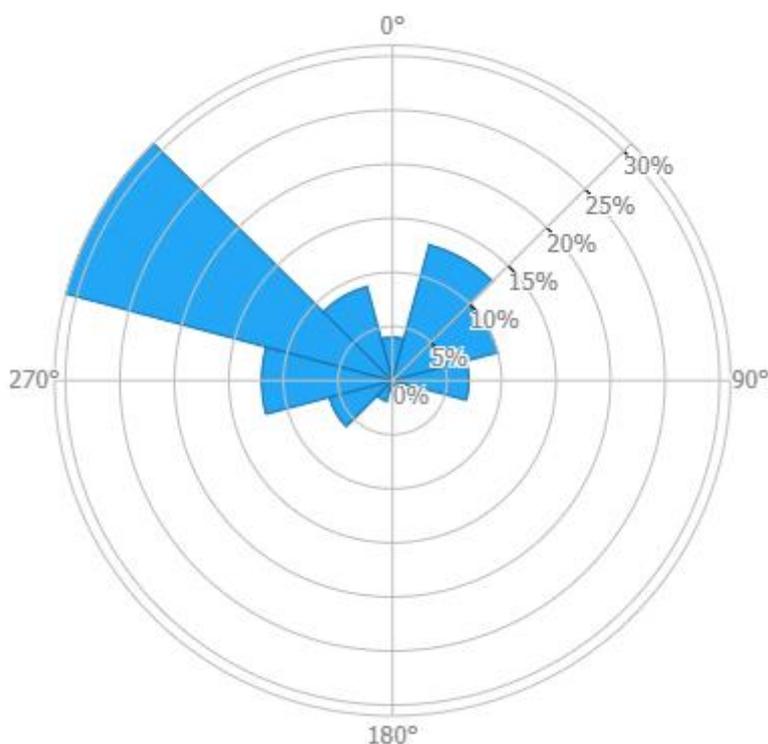


Figura 3: Rosa dei venti della risorsa vento rilevata

La stima della risorsa anemometrica e quindi della capacità produttiva dell'impianto a progetto è stata effettuata tramite indagine satellitare del flusso del moto ventoso in una zona con un buffer di 9 km dal perimetro del sito. La stima di produzione viene quindi calcolata stimando il flusso ventoso che verrà captato dalla superficie di ogni aerogeneratore e quindi convertito secondo la stima di conversione e la curva di potenza fornite e certificate dal produttore del generatore. A questo vengono applicate le perdite dovute all'effetto scia (per quanto non preponderante) tra gli aerogeneratori in forza della disposizione dei generatori eolici rispetto al vento dominante, alla rarefazione dell'aria dovuta alla quota da livello del mare, dalla perdita di produzione dovuto dall'indisponibilità della rete elettrica e dalle cadute di tensione dell'impianto elettrico fino alla stazione di innalzamento ad alta tensione.

Il vento dominante appare essere il Maestrale, con direzione Ovest-Nordovest.

In funzione dei dati rilevati ed elaborati si stima che il progetto avrà una producibilità pari a circa 4400 ore equivalenti⁸, con una generazione annua attesa pari a 406 GWh.

⁸ Per "ore equivalenti" si intendono il numero di ore necessarie a piena potenza in un anno per realizzare l'energia corrispondente a 1 kWh per ogni kW di potenza installata.

Si rimanda alla relazione sulla potenzialità anemometrica [WIND003.REL039 – Analisi dati anemometrici e producibilità elettrica] per i dettagli di merito.

3.5. Inquadramento urbanistico e paesaggistico

Gli elaborati grafici WIND003.ELB001a/b/c – Inquadramento territoriale/ su CTR/ su ortofoto e la WIND003.REL022 (Relazione paesaggistica), dettagliano il contesto degli elementi e delle realtà paesaggistiche di insieme.

4. Dettaglio degli interventi in progetto

4.1. Descrizione dei generatori

Gli aerogeneratori previsti sono macchine con potenza nominale pari a 6,6 MW, orientati sopravento, con controllo attivo del *pitch* delle pale e dello *yaw* della navicella. Per la progettazione di dettaglio, ai fini della valutazione dei carichi, delle dimensioni e di tutti i valori tecnici e di ingombro architettonico sono stati utilizzati gli aerogeneratori SG-170 di Siemens Gamesa. In fase realizzativa le macchine potranno però essere differenti, rimanendo nelle caratteristiche tecniche e dimensionali delle stesse.

Il rotore (*rotor*) del generatore è composto da tre pale ognuna di lunghezza pari a 83,33 metri. Nel complesso, il gruppo rotante ha un diametro di 170 metri, e spazza un'area pari a 22.698 metri quadrati. Il mozzo del generatore sarà collocato ad un'altezza di 135 metri (*hub height*), mentre l'altezza massima raggiunta da ogni generatore (*tip height*), inclusa l'altezza massima da terra delle pale, sarà di 220 metri.

Ognuna delle tre pale è controllata da un gruppo di motoriduttori che ne regolano il *pitch* generando l'effetto di portanza necessario a ottimizzare la coppia rotante generata dal flusso del vento o,

in caso di fermo macchina, a garantire assieme al freno lo stazionamento del rotore per manutenzione o non disponibilità della rete.

La navicella su cui è montato il gruppo rotore comprensivo delle pale, sarà montata sulla torre con una ralla di brandeggio (*yaw*), anch'essa controllata da un gruppo di motoriduttori che orienteranno il generatore

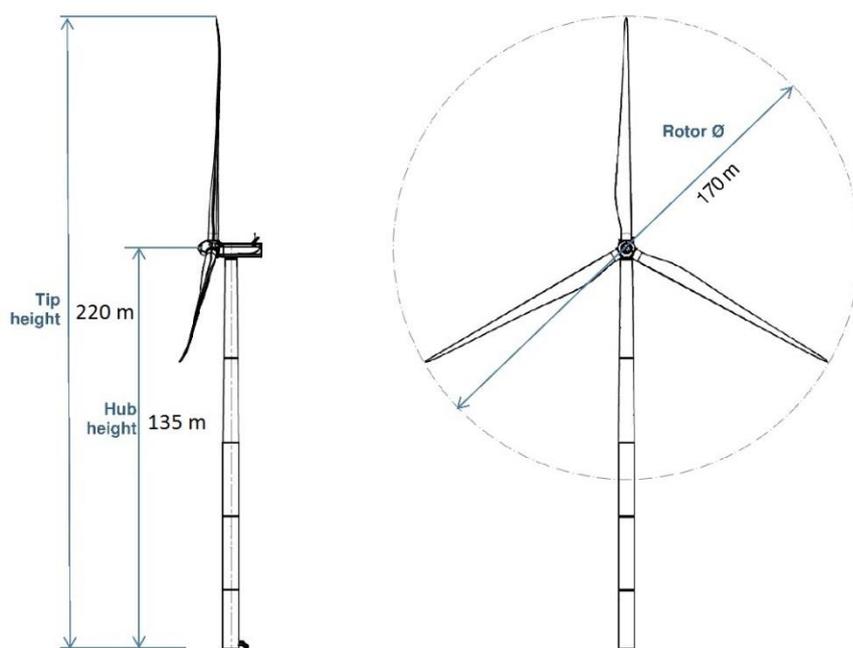


Figura 4 – generatore eolico ad asse orizzontale

sopravento rispetto al vento, massimizzando la captazione del flusso d'aria da parte della superficie del rotore. Sulla navicella sarà inoltre installato un gruppo di sensori che, collegati al sistema di controllo, governerà orientamento della navicella, inclinazione delle pale, freno dell'albero motore e ogni altra attività del generatore.

Il moto rotatorio dell'albero del generatore alimenta un generatore asincrono che produrrà una corrente trifase a 690 V e 50 Hz, la quale sarà trasformata in 20kV ed evacuata poi con un cavo interrato seguendo la viabilità interna per collegarsi agli altri aerogeneratori secondo lo schema elettrico a blocchi e secondo lo schema di progetto elettrico unifilare.

Il parco eolico ha un alto livello di automazione, lasciando l'ottimizzazione del pitch e del brandeggio degli aerogeneratori a un sistema PLC programmabile che analizza le condizioni di meteo in tempo reale orientando la navicella e ruotando la terna di pale in funzione dell'intensità e della direzione del vento così da ottimizzarne il ciclo produttivo durante la giornata, le stagioni e gli anni. Un sistema di controllo di tipo SCADA, collegato tramite connessione internet ed interconnesso tra le turbine grazie a una rete di fibra ottica interrata assieme all'impianto elettrico interno, trasferirà invece le informazioni riguardo al parco eolico a una stazione di monitoraggio remota.

Tutti i dispositivi funzionali alla manutenzione e al buon funzionamento del parco saranno alimentati tramite una fornitura dedicata in bassa tensione. Questa garantirà che anche in assenza di vento il parco possa garantire il funzionamento di tutti i servizi ausiliari e di controllo.

Si rimanda agli elaborati sui dettagli e i prospetti dei generatori per ogni ulteriore dettaglio.

4.2. Descrizione gli interventi sulla viabilità

Le strade di accesso al parco sono state previste secondo le specifiche di curva, inclinazione longitudinale e pendenza previste dal produttore delle componenti del generatore eolico, così da permettere ai mezzi pesanti che opereranno durante la fase di cantiere di manovrare e percorrere la viabilità. Un trasportatore specializzato nella movimentazione e nella posa di strutture eoliche ha supportato queste valutazioni provvedendo a una fattibilità per le soluzioni di viabilità e opere civili previste in progetto.

La viabilità dovrà sopportare un peso per asse pari a 24,5 tonnellate, una pressione massima di 2,45 kg/cm. Lo sbancamento stradale di percorrenza dovrà essere pari a 5 metri, oltre 50 centimetri per lato di fascia di distanza.

Le componenti con il maggiore ingombro che percorreranno il tragitto dal porto di Cagliari ai luoghi d'intervento sono le navicelle dei generatori, i tronchi delle torri di sostegno e le pale.

Per le pale verrà utilizzato il *blade lifter* (o alza-pala) come raffigurato in immagine dal porto fino al raggiungimento delle piazzole di montaggio delle turbine. Queste macchine permettono di elevare la punta delle pale trasportate evitando l'interferenza a terra con guard-rail che causerebbe l'utilizzo di un trasporto tradizionale. Questi mezzi dispongono di sistemi di sicurezza anti-ribaltamento quali anemometri montati sulla cima della pala, misuratori di sforzi di torsione, e riescono a inclinare la pala fino a un massimo di 60° da terra e di ruotarla di 360° intorno al proprio asse (*pitch*).



Figura 5– Blade lifter, utilizzato per il trasporto di pale per aerogeneratori

Le componenti di sezione tubolare del palo sono invece trasportate su mezzi per trasporti eccezionali con asse posteriore sterzante, con profili longitudinali tali da permettere il passaggio sotto i ponti e nelle gallerie, e richiedono le caratteristiche di inclinazione longitudinale e raggio di curvatura della viabilità compatibili con quelle inserite a progetto.

Gli interventi riguarderanno in dettaglio:

- rimozione e ripiantumazione della vegetazione, quali alberi e cespugli, prospiciente la viabilità interessata;
- rimozione temporanea di spartitraffico e/o porzioni di marciapiedi;
- maggiorazione raggi di curvatura tornanti.

Si rimanda ai dettagli di progetto sulla viabilità per ogni maggior dettaglio e specifica, in particolare alla relazione WIND003.REL046 - Relazione interventi su viabilità di trasporto turbine Road Survey.

4.2.1. Viabilità di accesso al sito del progetto

La viabilità di arrivo prevista è composta da strade statali, provinciali e comunali. La viabilità esistente è per lo più in condizioni idonee: il trasporto prevede l'uso esclusivo del Blade Lifter.

La scelta di evitare il trasbordo e l'uso del Blade Lifter è dovuta principalmente alla ridotta distanza del porto di Cagliari dal sito dell'impianto. La bassa velocità di percorrenza di questo mezzo, in casi in cui le distanze fossero maggiori, comporterebbe tempi lunghi di approvvigionamento degli elementi. Nel caso in oggetto questo fattore è trascurabile e i vantaggi derivanti dall'uso del Blade Lifter sono molteplici quali la ridotta necessità di alterazione della viabilità, l'evitata rimozione di cartellonistica stradale e/o guard-rail, l'evitato allargamento delle carreggiate il quale determina spesso la rimozione della

vegetazione arborea. Per informazioni di dettaglio sulla viabilità di trasporto delle componenti delle turbine si rimanda al documento WIND003.REL046-Relazione interventi su viabilità di trasporto turbine. Gli elementi componenti delle turbine eoliche (come precedentemente menzionati, pale, mozzo, navicella e conici di torre) saranno stoccati nel porto commerciale di Cagliari. Il Blade Lifter si immetterà quindi nella SS195 – Via Riva di Ponente, percorrendola contromano per un tratto di 400 m per poi raggiungere la SS195racc fino all’imbocco della strada statale SS554 percorsa fino alla località Canneddus nel comune di Quartu Sant’Elena e successiva immissione su SS125var che conduce alle due aree di stoccaggio nei pressi dell’area impianto.

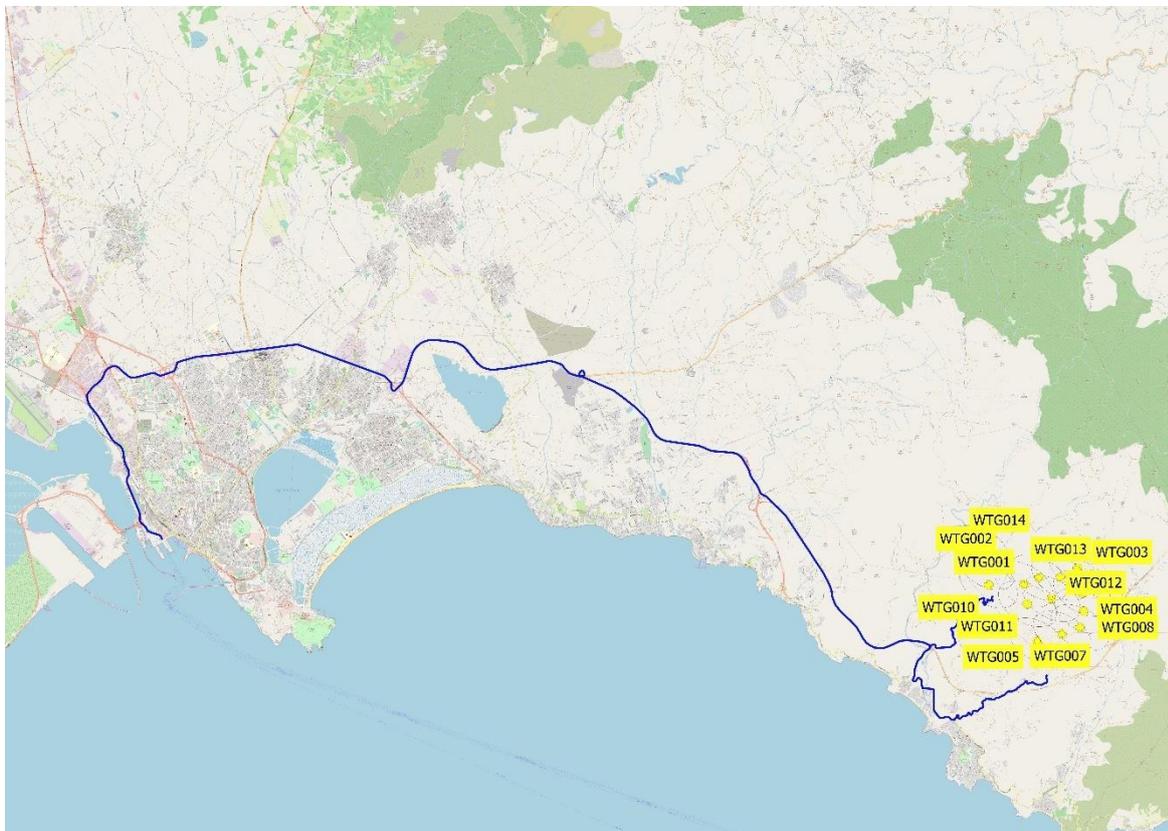


Figura 6 – Viabilità di trasporto

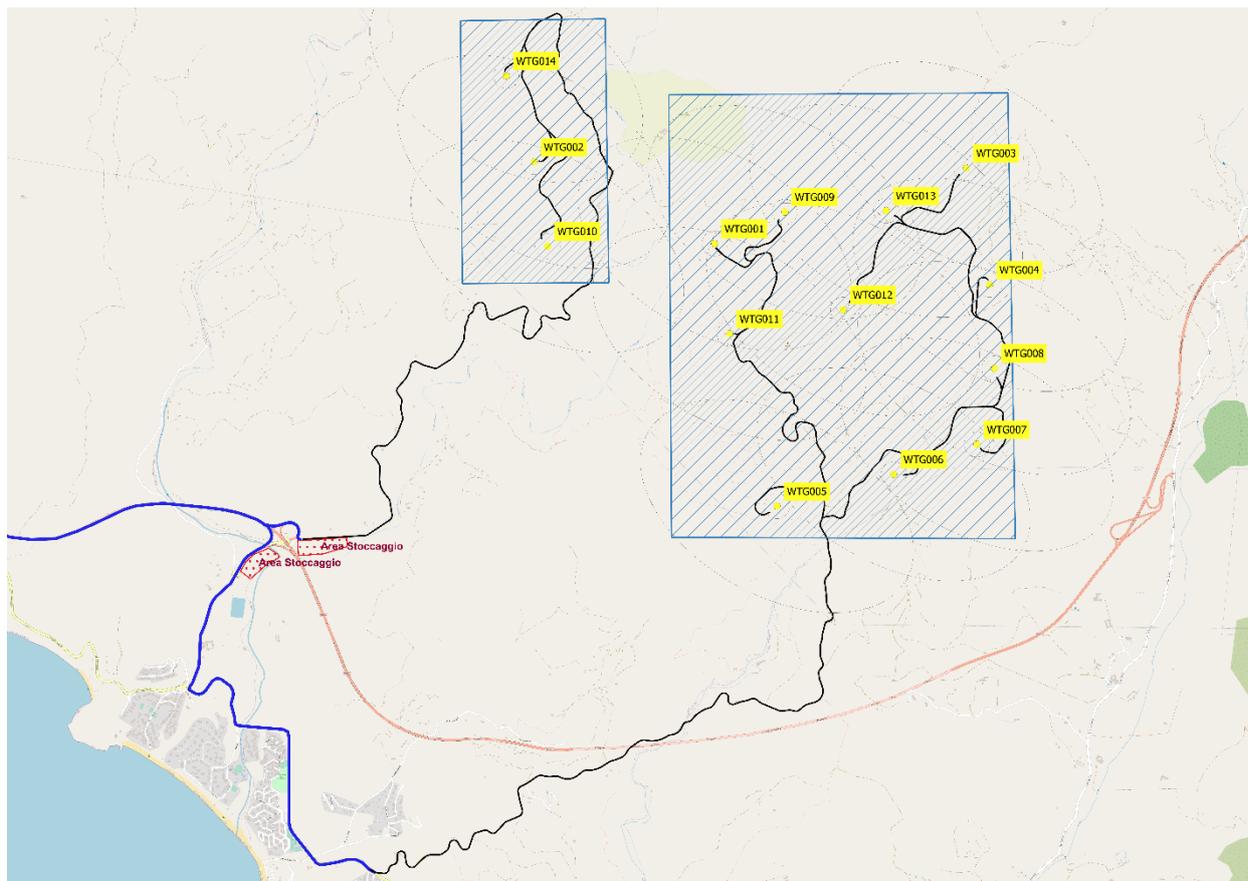


Figura 7: Panoramica della viabilità di accesso al sito

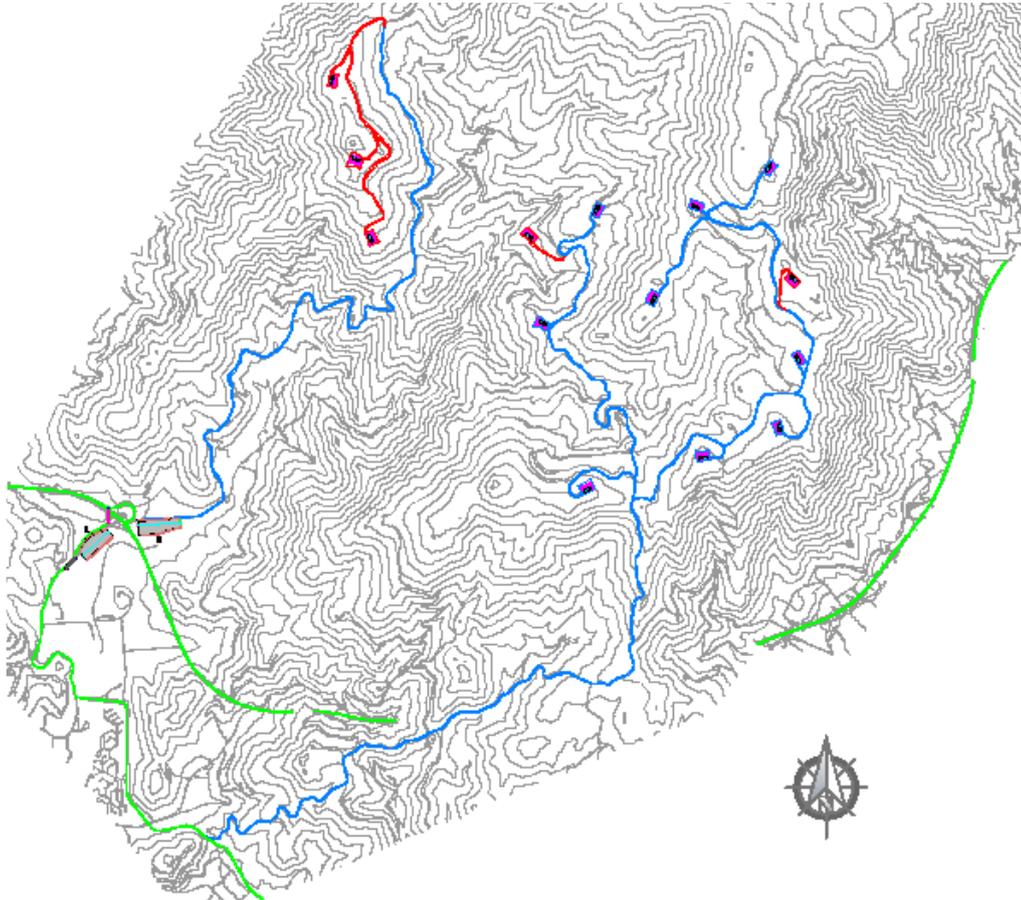
Per una descrizione più approfondita delle interferenze del percorso si rimanda alla relazione WIND003.REL046 – Relazione interventi su viabilità di trasporto turbine.

4.2.2. Viabilità interna di accesso agli aerogeneratori

Sono a progetto diversi assi di viabilità principale all'interno del parco, e una viabilità dedicata a ciascun aerogeneratore.

Il Campo Ovest composto dal cluster di turbine WTG002, WTG010 e WTG014 è raggiungibile attraverso una strada sterrata secondaria, oggetto di adeguamento. Le piazzole delle turbine verranno invece raggiunte tramite realizzazione ex novo di viabilità. I Campi Centrale ed Est si raggiungono percorrendo la SP17 verso sud fino ad imboccare una strada secondaria comunale che, proseguendo dritto lungo la strada, porta al cluster del Campo Centrale di turbine WTG005, WTG011, WTG001, WTG009 mentre porta al cluster del Campo Est delle restanti turbine, svoltando a destra come mostra l'immagine sottostante.

Si riporta di seguito, per una migliore comprensione, lo schema della viabilità e la relativa legenda.



LEGENDA SIMBOLOGIA INTERVENTI



PIAZZOLA AEROGENERATORE - INTERVENTO EX NOVO



AREA DEPOSITO TEMPORANEO - INTERVENTO EX NOVO



VIABILITA' PRINCIPALE ESISTENTE



RETE VIARIA INTERNA PARCO EOLICO - IN ADEGUAMENTO



RETE VIARIA INTERNA PARCO EOLICO - EX NOVO

Da un punto di vista paesaggistico e ambientale, la viabilità interna a progetto attraversa i corpi idrici:

- Riu Trazzana
- Riu Lianu
- Riu Sa Zarra
- Riu Siliqua
- Riu Simius
- Riu Baccu e' Salinu
- Riu Meriagu Mannu

Per l'attraversamento dei fiumi (vedi Tavola WIND003.ELB017c) è prevista la posa interrata mediante TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (T.O.C.). Si tratta di una tecnologia che consente la posa lungo un profilo trivellato di tubazioni in polietilene, in acciaio o in ghisa sferoidale.

Le T.O.C. sono particolarmente adatte per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali, strade di grande comunicazione, aree pubbliche, aree archeologiche etc.

Per la viabilità si è cercato di sfruttare l'insieme di sentieri e rete viaria rurale esistente, adeguandone volta per volta le caratteristiche che non ne permettevano l'utilizzo per il trasporto dei vari componenti degli aerogeneratori.

Nella tabella che segue sono state riassunte le caratteristiche salienti dei vari tratti, evidenziando il rosso quelle che in fase esecutiva dovranno essere verificate con particolare attenzione al fine di minimizzare l'impatto dell'infrastruttura con l'ambiente circostante e rendere più agevole possibile il trasporto dei vari componenti.

NOME ASSE	Lunghezza con piazzole (+96m) (m)	Solo Viabilità (m)	Solo viabilità tratto ex novo (m)	Pendenza minima (%)	Pendenza massima (%)	Raggio Verticale min. (m)
PRINCIPALE 1 TRATTO 0		1 552,948		5,243	15,23	300
PRINCIPALE 1 TRATTO 1		1 309,187		0,046	11,110	300
PRINCIPALE 1 TRATTO 2		1 239,242		0,189	17,368	300
PRINCIPALE 1 TRATTO 3		1 105,722		2,596	21,68	300
PRINCIPALE 1 TRATTO 4		1 191,518		0,000	18,316	300
PRINCIPALE 1 TRATTO 5		738,413		0,000	13,740	300
PRINCIPALE 2 TRATTO 0		1 202,114		1,519	18,215	300
PRINCIPALE 2 TRATTO 1		1 277,378		0,007	18,398	250
PRINCIPALE 2 TRATTO 2		1 411,853		2,864	21,951	250
PRINCIPALE 2 TRATTO 3		1 220,000		1,627	17,500	300

PRINCIPALE 2 TRATTO 4		1 274,965	360,000	0,026	21,685	250
Diramazione Turbina 1 (Asse WTG001)	1 320,000	1 224,000	345,000	0,016	20,481	250
Diramazione Turbina 2 (Asse WTG002)	1 016,463	824,463	824,463	0,135	19,663	250
Diramazione Turbina 3 (Asse WTG003)	706,960	706,960		1,566	23,791	400
Diramazione Turbina 4 (Asse WTG004)	503,816	407,816	407,816	2,487	18,595	300
Diramazione Turbina 5 (Asse WTG005)	834,105	738,105		0,407	21,069	300
Diramazione Turbina 6 (Asse WTG006)	1 196,746	1 100,746		2,002	17,1738	250
Diramazione Turbina 7 (Asse WTG007)	616,953	520,953		0,211	16,747	250
Diramazione Turbina 8 (Asse WTG008)	1 061,018	965,018		0,269	5,768	300
Diramazione Turbina 9 (Asse WTG009)	597,874	501,874		2,264	15,700	300
Diramazione Turbina 10 (Asse WTG0010)	1 094,844	998,844	998,844	0,731	19,970	250
Diramazione Turbina 11 (Asse WTG0011)	160,000	64,000		2,215	4,057	300
Diramazione Turbina 12 (Asse WTG0012)	824,492	728,492		1,723	11,493	300
Diramazione Turbina 13 (Asse WTG0013)	1 882,232	1 786,232		0,923	7,872	300
Diramazione Turbina 14 (Asse WTG0014)	360,000	264,000	264,000	0,778	19,663	300
	12 175,50	24 354,84	3 200,12			

Si sottolinea che alle lunghezze dei vari tratti è stata sottratta la lunghezza delle piattaforme di servizio alle turbine (96 m) in quanto saranno tutte realizzate ex novo. Si evidenzia che sul totale di circa **24'355 m** di viabilità interna, solo il **13,14%** (3'200 m) è di nuova apertura.

La sezione tipo della viabilità interna (vedi sezione tipo in rilevato riportata in **Figura 8**), prevede una carreggiata di 5,00 m di larghezza e due banchine di 0,50 m ai lati della stessa.

Considerando la proiezione del solido stradale derivante dall'ingombro dei rilevati e degli scavi, l'area d'impronta della viabilità, piazzole escluse, è di complessivi **219'092 m²**. A tale superficie di ingombro si deve sommare quella derivante dalla realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori (87'580 m²) e quella delle due aree di deposito ubicate all'ingresso del parco in prossimità della SS 125 Var (53'586 m²).

In fase esecutiva si dovrà prevedere un rilievo più dettagliato dello stato dei luoghi al fine di minimizzare l'altezza dei rilevati e la profondità degli scavi ed avvicinarsi all'area ottimale d'ingombro che è quella del solo cassonetto + banchine.

La viabilità di servizio del parco eolico è stata scelta utilizzando per la maggior parte i tracciati preesistenti che verranno adeguatamente ridefiniti nelle sezioni nella misura utile e funzionale al servizio destinato con particolare riferimento alla fase di realizzazione del parco ove avverrà la maggior se non totale movimentazione di carichi e mezzi. Verrà inoltre realizzata viabilità ex novo che si svilupperà in sostanza lungo la cresta dei rilievi e in qualche tratto lungo il versante, a servizio dell'impianto per il

collegamento delle singole aerostazioni e il passaggio del cavidotto di connessione. La stessa viabilità sarà mantenuta in fase di esercizio.

Relativamente alla sistemazione della viabilità esistente e all'apertura ex-novo delle poche diramazioni non presenti, si richiama l'attenzione sulle caratteristiche geologiche e geotecniche dei terreni interessati dagli interventi, rimandando comunque alle relazioni geologica e geotecnica specifiche per una più dettagliata trattazione dell'argomento.

Nell'area di studio sono presenti due principali sistemi di fratturazione, le fratture da raffreddamento e le fratture tettoniche secondarie:

- Fratture da raffreddamento. Sono delle fratture primarie legate ai processi di raffreddamento dei graniti ed è possibile distinguerli dalla presenza di filoni, questi hanno orientazione principale NS, e in maniera meno frequente NW-SE, NE-SW.

- Fratture tettoniche secondarie. L'origine delle fratture tettoniche secondarie è posteriore alla messa in posto dei plutoni granitici ed è probabilmente legata alla tettonica alpina; non è da escludere, comunque, la possibilità che alcune direzioni di fratturazione siano state già attive durante le fasi tardive dell'orogenesi ercinica e, successivamente, riutilizzate durante la tettonica alpina, nell'area di studio tendono infatti ad avere la medesima orientazione delle fratture da raffreddamento sopra citate alle quali però si associa un sistema meno marcato con orientazione EW.

A seguito dello studio geologico è emerso che il litotipo dominante è la granodiorite, sulla quale i processi di alterazione fisico-chimica e la successivamente rielaborazione da parte delle acque dilavanti, hanno giocato un ruolo predominante nella formazione delle macroforme tipiche dei rilievi granitici. L'erosione selettiva ha giocato un ruolo importante anche nel modellamento subaereo dell'area dato che le valli sono spesso rettilinee ed orientate secondo i principali lineamenti tettonici. Sono inoltre estremamente diffuse tutte le morfologie connesse all'arenizzazione dei graniti ed alla successiva erosione differenziata dei blocchi da parte delle acque superficiali e del ruscellamento diffuso.

Sulla base di quanto emerso dai rilievi e dalle indagini in sito, nell'approccio progettuale, stante il contesto geologico, si evidenziano alcune criticità a cui sarà necessario prestare la opportuna attenzione nella progettazione esecutiva dell'opera e nelle varie fasi di realizzazione.

L'analisi di tali fattori è funzionale alla progettazione e ha lo scopo di valutare la risposta del terreno ai nuovi carichi ed individuare azioni correttive o accorgimenti tali da limitarne gli effetti.

Nello specifico si dovrà prestare attenzione alle azioni sulle pareti ed stabilità dei fronti.

Lo scavo stesso, in quanto genera depressione, può innescare locali smottamenti in corrispondenza degli orizzonti meno competenti a causa di fenomeni di detensionamento determinati dall'asportazione del materiale durante l'escavazione, in relazione soprattutto alle direzioni del sistema di fratturazione che può generare ribaltamenti di blocchi e scivolamenti di cunei deconfinati, pertanto si ritiene importante in

fase di realizzazione degli scavi di fondazione eseguire un dettagliato rilievo geostrutturale finalizzato all'esclusione di ogni possibile rischio di crollo e/o slittamento di porzioni di parete.

Si stima infatti che per circa il 70% dei fronti di scavo avremo situazioni di franapoggio e solo per il restante 30% avremo situazioni di reggipoggio. A seguito di ciò si è optato di utilizzare per le trincee la pendenza 1/1 fino all'altezza di 4 m del fronte di scavo e passare alla pendenza 2/3 per altezze maggiori. In casi particolari si dovrà verificare, in fase di progetto esecutivo, la necessità di dover ricorrere all'utilizzo di rete a doppia torsione per il rivestimento delle scarpate o ad altri sistemi di stabilizzazione meccanica quali chiodature e/o tiranti passivi.

Dai risultati delle indagini eseguite e dallo studio dei terreni interessati dall'intervento, si stima che circa 85% del materiale scavato possa essere riutilizzato, previa frantumazione e vagliatura in situ, per la realizzazione dei rilevati con pacchetto stradale composto da uno strato di fondazione di 40 cm e strato di finitura da 20 cm in misto stabilizzato con materiali ecologici. Tale riutilizzo è possibile a seguito della verifica positiva dell'appartenenza del materiale frantumato alla classe "A1" secondo UNI CNR 10006-2002. Nei tratti stradali con elevata pendenza longitudinale la stabilizzazione del misto granulare costituente lo strato di finitura/usura potrebbe essere realizzata con cemento per garantire un maggior coefficiente di attrito ai mezzi di trasporto.

Localmente potrebbe essere necessario l'utilizzo di appositi **geosintetici** allo scopo di migliorare la capacità portante del sottofondo stradale, anche alla luce dei notevoli carichi che ogni asse degli automezzi dovrà scaricare a terra (carico massimo di 24,5 t ad asse) viaria.

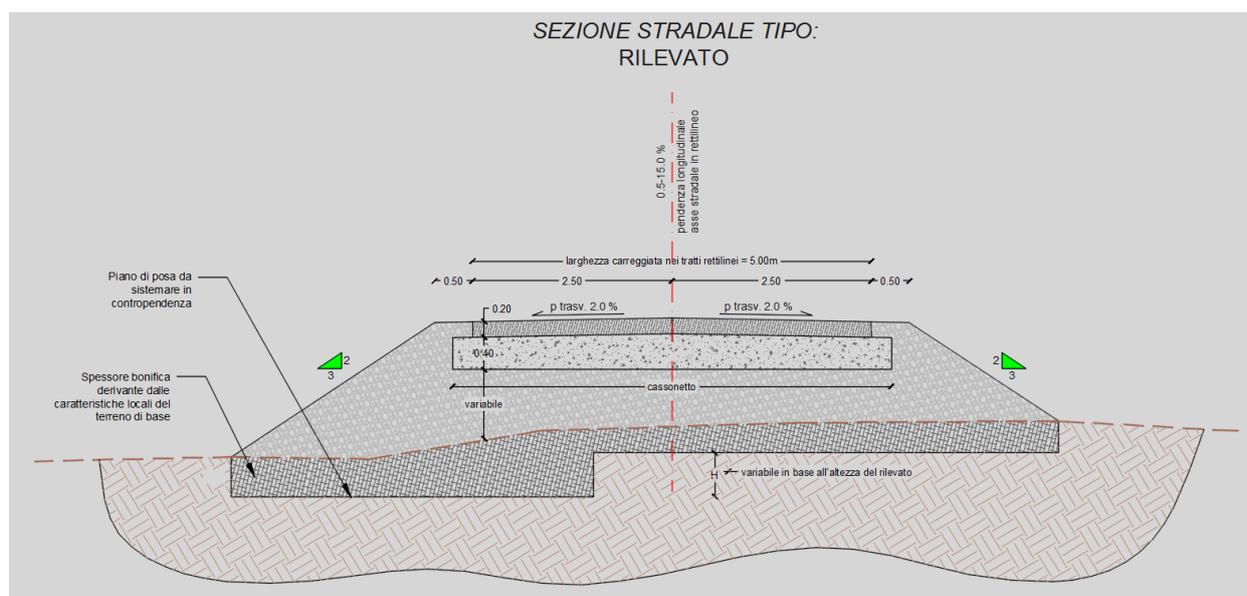


Figura 8 - sezione stradale tipo in rilevato all'interno del parco eolico

Sarà fondamentale, in fase di esecuzione dell’opera, l’effettuazione di prove sul materiale da utilizzare e successivamente delle prove su piastra sul corpo stradale per la verifica della portanza dell’infrastruttura.

Si rimanda ai dettagli di progetto sulla viabilità per ogni maggior dettaglio e specifica, in particolare gli elaborati WIN003.ELB005f - Sezioni stradali tipo e WIND003.ELB005g – Planimetrie e profili viabilità secondaria.

Di seguito si riportano le raccomandazioni della casa costruttrice degli aerogeneratori relativamente alle caratteristiche costruttive delle strade esterne ed interne al parco. In fase di progetto esecutivo e a seguito di più approfondito rilievo plano-altimetrico del tracciato individuato, si provvederà alla verifica del rispetto di tali indicazioni ed agli eventuali interventi puntuali.

	Pendenze Longitudinali (%)				Pendenze Trasversali (%)	
	Massima		Minima		Massima	Minima
	Sezione rettilinea	Sezione curva	Sezione dritta	Sezione curva	Sezione dritta/ curva	Sezione dritta/ curva
A. Strada d'accesso al parco eolico e strada interna al parco eolico	> 10 e ≤13 senza calcestruzzo se il tratto in pendenza <200 m ⁽¹⁾	Fino a 7 senza calcestruzzo ⁽¹⁾				
	> 10 e ≤13 calcestruzzo o pavimentazione migliorata con calcestruzzo se il tratto in pendenza > 200 m ⁽¹⁾	> 7 e ≤10 Calcestruzzo o pavimentazioni migliorate ⁽¹⁾	0.50	0.50	2	0.20
	> 13 e ≤15 calcestruzzo o pavimentazione migliorata + trattore 6x6	> 10 necessità di studio del traino				
	> 15 necessità di studio del traino					
B. Accesso e strade interne in retromarcia	≤ 3 fino a max. di 1000 m senza calcestruzzo.	<2 fino a max. 500 m senza calcestruzzo.				
	> 3 e ≤5 max. 1000 m calcestruzzo migliorato o pavimentazione	≥2 e ≤3 max. 500 m di calcestruzzo o	0.50	0.50	2	0.20

		pavimentazione migliorata				
<p>(1) I valori standard SGRE sono $\leq 13\%$ per le pendenze longitudinali e $< 10\%$ per le sezioni curve. (2) Pavimentazione migliorata: fondo stradale con coefficiente di attrito di almeno 0,35</p>						

4.3. Descrizione degli interventi civili

Le opere civili comprendono la realizzazione delle fondazioni di sostegno degli aerogeneratori, le piazzole di posizionamento delle gru, gli scavi, i canali e i cavidotti necessari per i cavi elettrici e i cavi in fibra ottica, la realizzazione delle opere di posizionamento delle cabine di consegna e di parallelo dell'impianto.

4.3.1. Piazzole e aree di manovra dei mezzi pesanti

Le aree destinate alle piazzole degli aerogeneratori (cfr. elaborati grafici numero WIND003.ELB005a – Piazzole tipo aerogeneratore e WIND003.ELB005e – Planimetrie, profili e sezioni aree di deposito temporaneo) sono destinate al posizionamento delle gru che installeranno gli aerogeneratori e dei mezzi di betonaggio che getteranno il calcestruzzo che costituirà il plinto di ogni fondazione (WIND003.ELB005b – Schema plinto aerogeneratore) e al deposito in fase di montaggio delle componenti di ogni aerogeneratore (piazzole di cantiere).

La singola piazzola occuperà un'area di circa 96 metri di lunghezza e 53 di larghezza che verrà livellata in fase di cantiere in modo da avere pendenza longitudinale massima pari a 2,5%. Di quest'area, soltanto la piazzola di posizionamento della gru verrà mantenuta in terreno battuto durante tutta la vita dell'impianto per la manutenzione ordinaria e straordinaria degli aerogeneratori, mentre le aree di posizionamento delle pale e della componentistica a base torre torneranno spontaneamente a una vocazione naturale grazie all'accrescimento del manto erboso.

I perimetri delle aree a base torre saranno inoltre piantumate per mitigare l'impatto visivo degli sbancamenti e dei rinterri necessari per garantire la pendenza prescritta dalle macchine e dai mezzi pesanti.

4.3.2. Fondazioni degli aerogeneratori

Le fondazioni di sostegno saranno realizzate in calcestruzzo armato con base cilindrica e cono soprastante rastremato in prossimità del cono di fissaggio della base della torre. Per una descrizione delle caratteristiche strutturali dei plinti di fondazione degli aerogeneratori, si rimanda all’elaborato WIND003.ELB005b – Schema plinto aerogeneratore e alla relazione di calcolo WIND003.REL045 – Calcoli preliminari plinto.



Figura 9– Foto di un impianto di betonaggio semovente in esercizio

Lo scavo delle fondazioni verrà realizzato con mezzi pesanti di movimentazione terra, mentre il posizionamento dell’armatura in ferro avverrà ad opera di personale specializzato e con l’ausilio di gru o di mezzi di sollevamento in genere. Per quanto concerne il getto del calcestruzzo, si utilizzerà un impianto di betonaggio mobile. Detto impianto permette di essere posizionato nelle vicinanze della piazzola per i mezzi pesanti in corrispondenza di ogni aerogeneratore per gettare il calcestruzzo necessario, con l’ausilio di una betonpompa, direttamente sull’armatura posizionata. Questa organizzazione di cantiere permetterà il trasporto degli inerti indispensabili all’impasto del calcestruzzo con tempistiche non necessariamente legate al getto dei vari plinti, evitando il trasporto di calcestruzzo su gomma dall’impianto di produzione fino all’area di progetto. Per l’approvvigionamento dell’acqua, previa verifica delle sue caratteristiche, saranno utilizzate in via prioritaria le sorgenti presenti in situ, in maniera da minimizzare ulteriormente il trasporto su gomma. In assenza di un impianto di questo genere, ciascun

plinto di fondazione richiederebbe circa 112 betoniere per il getto del calcestruzzo necessario, con conseguente importante aggravio dell’impatto sulla viabilità esterna durante il periodo del cantiere. Di seguito si riporta lo schema del plinto derivante dai calcoli preliminari di predimensionamento.

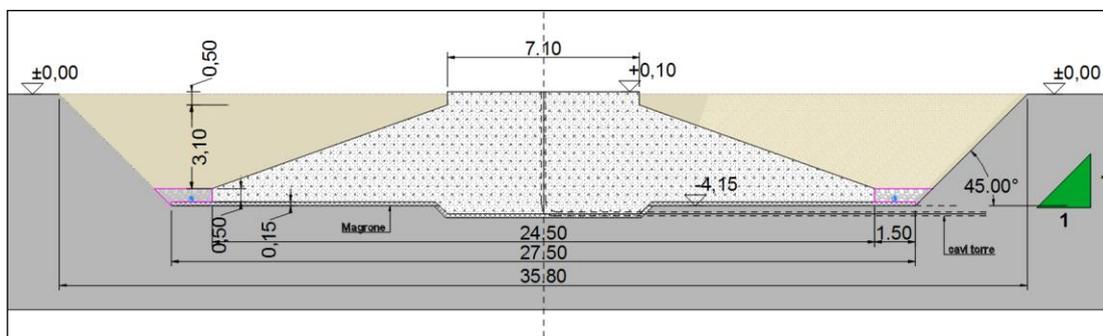


Figura 10 – Schema plinto fondazione aerogeneratore

4.3.3. Opere di regolazione dei flussi idrici

La viabilità interna al parco sarà dotata di un sistema di drenaggio a bordo strada dimensionato in modo da evacuare i flussi piovani e di seconda pioggia. La pendenza delle strade, sia longitudinale che trasversale, contribuirà al deflusso naturale delle acque senza creare ristagni.

Come criterio generale è stata prevista una pendenza di almeno 1.5% per regimentare il flusso delle acque, e laddove necessario —come ad esempio in presenza di cunette, dossi o avvallamenti— di istituire sistemi di tombini e canali di evacuazione per non ostacolare il naturale deflusso idrico e non alterare l’assetto idrologico del contesto.

In prossimità delle fondazioni degli aerogeneratori saranno realizzati fossi di guardia per la captazione delle acque non assorbite dal terreno corrispondente ai plinti entro dei compluvi naturali. Detti flussi saranno poi convogliati sui canali a bordo viabilità per il regolare deflusso.

Altre aree di intervento come piazzole e aree di cantiere non altereranno la permeabilità del terreno, e non renderanno pertanto necessarie ulteriori opere per la regimentazione delle acque meteoriche.

4.3.4. Analisi delle superfici occupate dall’impianto

Le opere civili a progetto nell’impianto relative alla fase di cantiere occupano una superficie totale di **36,03 ha circa**, suddivisi in 21,91 ha circa di viabilità interna all’impianto, 5,36 ettari circa di aree di deposito temporanee, 8,76 ha circa di piazzole di montaggio, oltre 3’000 m² dedicati alla stazione di step-up.

Poichè le aree di deposito temporanee e le porzioni di piazzola dedicate alla posa temporanea delle componenti durante la fase di cantiere verranno restituite a contesto naturale dopo la cantierizzazione, si può pertanto considerare che le aree di terreno dedicate al progetto durante la sua fase di esercizio saranno di circa 26'700 m² dovuti all'ingombro delle piazzole permanenti, oltre 28'800 m² di viabilità ex-novo, a cui andranno sommati i circa 3.000 m² della step-up per l'innalzamento della tensione MT. La viabilità esistente, come anticipato, continuerà ad avere un uso promiscuo e non dedicato all'impianto, e pertanto si ritiene non possa considerarsi area dell'impianto in senso stretto.

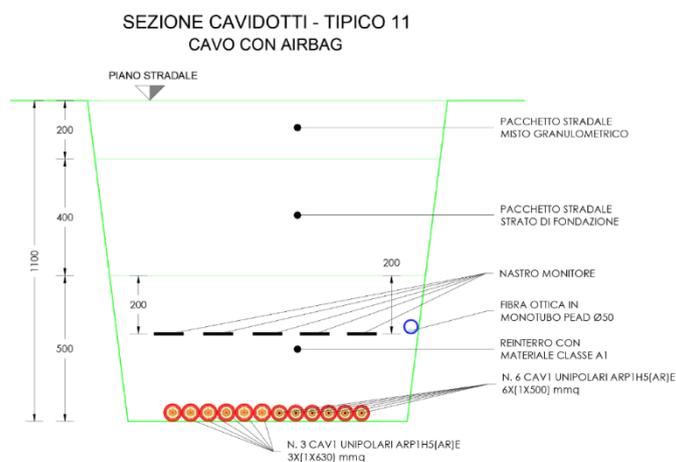
Questo porta a considerare la superficie totale dedicata all'impianto durante la sua fase di esercizio pari a circa 58'500 m² (o **5,85 ha**).

4.4. Opere elettriche

Lo schema 'a blocchi' del generatore elettrico dell'impianto comprende complessivamente:

- Aerogeneratori con relativo sistema di protezione e controllo;
- Linee MT interrate su viabilità interna che collegano in parallelo i generatori;
- Stazione di parallelo tra i generatori;
- Stazione di *step-up* MT/AT;
- Collegamento in AT verso la SE Terna;
- Collegamento in antenna nella SE Terna.

Si rimanda agli elaborati di progetto elettrico per ogni ulteriore dettaglio in merito.



Per la connessione dell'impianto "Brunco de Lianu" alla rete elettrica AT/AAT di Terna, come da prescrizioni del preventivo numero **201901480** emesso da Terna S.p.A. il 23 Luglio 2020 ed accettato in data 17 novembre 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. Dette opere verranno autorizzate tramite procedura integrata alla presente, in quanto necessarie e prodromiche.

4.4.1. Descrizione generale dell'impianto eolico

L'impianto è suddiviso in 2 sezioni da 7 aerogeneratori ciascuna. Ogni sezione è ulteriormente suddivisa in 2 sottocampi secondo il seguente schema:

- Sezione 1:
 - Sottocampo 1
 - Aerogeneratore n. 14
 - Aerogeneratore n. 10
 - Aerogeneratore n. 2
 - Sottocampo 3
 - Aerogeneratore n. 4
 - Aerogeneratore n. 12
 - Aerogeneratore n. 13
 - Aerogeneratore n. 3
- Sezione 2:
 - Sottocampo 2
 - Aerogeneratore n. 11
 - Aerogeneratore n. 9
 - Aerogeneratore n. 1
 - Sottocampo 4
 - Aerogeneratore n. 5
 - Aerogeneratore n. 8
 - Aerogeneratore n. 7
 - Aerogeneratore n. 6

Lo schema di collegamento degli aerogeneratori è riportato sul documento di progetto WIND003.ELB008c.

Ai 4 sottocampi corrispondono 4 linee MT a 30 kV in cavo unipolare ARP1H5(AR)E interrato che collegano l'impianto alla sottostazione MT/AT (step-up).

All'interno di ciascun sottocampo, gli aerogeneratori vengono collegati in parallelo in di un quadro MT posizionato all'interno di un aerogeneratore stesso, mediante linee **MT a 30 kV in cavo ARP1H5EX tripolare elicordato interrato.**

4.4.2. Gli aerogeneratori

Sono previsti n. 14 aerogeneratori. Ciascuna macchina sarà costituita dai seguenti macroblocchi:

- una fondazione in CLS armato
- un palo in acciaio
- una navicella
- un rotore tripala

Ciascun aerogeneratore avrà le seguenti caratteristiche:

Rotore:

Tipo	Asse orizzontale a 3 pale
Posizione	Sopravento
Diametro	170 m
Superficie spazzata	22698 m ²
Regolazione della Potenza	Regolazione del passo e della coppia con velocità variabile
Inclinazione del rotore	6 gradi

Pala:

Tipo	Autoportante
Lunghezza della lama	83,5 m
Corda massima	4,5 m
Materiale	G (fibra di vetro) - CRP (plastica rinforzata con carbonio)

Generatore:

Tipo.	Asincrono, DFIG
Potenza nominale di base	6,6 MW
Tensione nominale	690 V
Frequenza	50 Hz
Sistema di imbardata:	
Tipo	Attivo
Cuscinetto d'imbardata	Orientato esternamente
Trasmissione di imbardata	Motoriduttori elettrici
Freno di imbardata	Freno ad attrito attivo
Sistema di controllo:	
Tipo	Sistema di controllo integrato (ICS)
Sistema SCADA	Sistema SGRE SCADA

Freno aerodinamico:

Tipo	Pitching a campata piena
Attivazione	IIdraulica
Freno meccanico:	
Tipo	Freno a disco idraulico
Posizione Gearbox	Posteriore
Torre:	
Tipo	Tubolare in acciaio
Altezza al mozzo	135 m
Dati operativi	
Velocità del vento di Cut-in	3 m/s
Velocità nominale del vento da IEC61400-1)	11,0 m/s (vento costante senza turbolenza, come definito da IEC61400-1)
Velocità del vento Cut-out	25 m/s

In ogni aerogeneratore sono contenute le seguenti apparecchiature elettriche:

- Un alternatore asincrono da 6,6 MW nominali posto nella navicella a 135 metri di altezza;
- Un trasformatore BT/MT 0,69/30 kV da 7 MVA posto anch'esso nella navicella;
- Un quadro MT dislocato alla base della torre;
- Quadro BT di potenza dislocato nella navicella;
- Quadro BT ausiliari alla base della torre.

4.4.3. Opere di connessione alla step-up

L'impianto eolico sarà connesso alla step-up (Sottostazione Elettrica Utente – SSEU), tramite linee in cavo a 30 kV direttamente interrate. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSEU, saranno delle seguenti tipologie:

- Cavi tripolari con anime disposte ad elica visibile e conduttori in alluminio. Tali cavi saranno utilizzati in posa direttamente interrata per l'interconnessione fra gli aerogeneratori (vedi WIND003.ELB008c e WIND003.ELB010a).
- Cavi unipolari con conduttori in alluminio riuniti in fasci tripolari a trifoglio. Tali cavi saranno utilizzati in posa direttamente interrata per il vettoriamento dell'energia prodotta dal parco eolico verso la step-up adiacente alla SE Selegas (vedi WIND003.ELB008c e WIND003.ELB010a).

L'isolante dei cavi è costituito da miscela in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva. In generale, per tutte le linee elettriche MT a 30 kV, si

prevede la posa direttamente interrata dei cavi ad una profondità di 1,50 m dal piano di calpestio. Nel progetto in esame è stata ipotizzata l'utilizzazione di cavi MT dotati di protezione meccanica in materiale polimerico (Air Bag); questo cavo consente di evitare la posa di una protezione meccanica supplementare (Norma CEI 11-17 art. 4.3.11 lettera b). In fase esecutiva potrà essere comunque utilizzato un cavo senza armatura a patto di inserire, nella sezione di scavo, una protezione meccanica supplementare (Norma CEI 11-17 - posa tipo M). Nel caso di attraversamento di fiumi, sarà prevista la posa interrata mediante TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA (T.O.C.), tecnologia che consente la posa lungo un profilo trivellato di tubazioni in polietilene, in acciaio o in ghisa sferoidale. Le tubazioni installabili hanno diametri compresi tra 40 mm e 1600 mm e vengono utilizzate per numerosi sottoservizi (acqua, energia, telecomunicazioni etc). Il profilo di trivellazione, accuratamente prescelto in fase progettuale, viene seguito grazie a sistemi di guida estremamente precisi, solitamente magnetici, tali da consentire di evitare ostacoli naturali e/o artificiali e di raggiungere un obiettivo prestabilito, operando da una postazione prossima al punto di ingresso nel terreno della perforazione, con una macchina di perforazione chiamata RIG. Le fasi di lavorazione sono sostanzialmente tre:

- nel corso della prima fase, viene realizzato un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; la fase si conclude con il raggiungimento del punto di uscita prestabilito;
- successivamente sulla testa di perforazione viene montato un opportuno alesatore che permette di allargare il diametro del foro fino a raggiungere le dimensioni utili alla posa dei tubi previsti;
- infine, viene tirata nel foro la colonna della tubazione presaldata, completando il lavoro.

La perforazione viene solitamente favorita dall'uso di fluidi come fanghi bentonitici o polimerici e non sono necessari scavi a cielo aperto lungo l'asse di trivellazione. Al termine delle operazioni l'area di lavoro viene restituita allo status quo ante mediante il ripristino dei punti di ingresso e di uscita.

Il cavidotto conterrà tutti i cavi di energia, il cavo in fibra ottica e il conduttore di terra. I tubi che vengono abitualmente posati, compatibilmente alla tecnologia intrinseca della T.O.C., sono classificati PEAD UNI 7611-76 tipo 312. Questi tubi, in modo particolare per quanto riguarda la resistenza alle sollecitazioni meccaniche, non costituiscono protezione meccanica supplementare ai sensi delle Norme CEI 11-17 e di conseguenza devono essere posati ad una profondità minima di 1,7 m. Il colore deve essere diverso da arancio, giallo, rosso, nero e nero a bande blu.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze (condotte idriche, fognarie, linee elettriche, ecc.) per le quali allo stato attuale non è possibile conoscere la corretta ubicazione, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato WIND003.ELB010a - Tracciato elettrodotti (interno) MT.

La tensione di esercizio dei cavi è pari a 30kV. Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata (vedi documento di progetto WIND003.ELB008b).

La tabella che segue riporta le tipologie e le formazioni dei cavi MT utilizzati nelle diverse sezioni di impianto (La sigla SSEU sta per Sottostazione Elettrica Utente – La sigla WTG indica l'aerogeneratore).

Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla normativa vigente, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi (vedi Relazione Calcoli elettrici allegata al documento di progetto WIND003.ELB008b).

Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Lunghezza (m)
QUADRO MT SSEU SEZIONE 1	WTG014	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x500) mmq	8740
WTG014	WTG010	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	2175
WTG014	WTG002	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	1355
QUADRO MT SSEU SEZIONE 1	WTG004	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x630) mmq	5230
WTG004	WTG012	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	2505
WTG004	WTG013	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	1765
WTG004	WTG003	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	2355

Partenza linea	Arrivo Linea	Tipo di cavo	Formazione	Lunghezza (m)
QUADRO MT SSEU SEZIONE 2	WTG011	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x500) mmq	1960
WTG011	WTG009	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	1575
WTG011	WTG001	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	1340
QUADRO MT SSEU SEZIONE 2	WTG005	ARP1H5(AR)E unipolare a trifoglio	3x(1x630) mmq	1470
WTG005	WTG008	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	3165
WTG005	WTG007	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	3435
WTG005	WTG006	ARP1H5EX tripolare elicordato	1x(3x240) mmq	2315

Figura 12 – Sezioni dei cavi

4.5. Interventi di mitigazione e compensazione

Si descrivono qui i criteri e le tecniche che saranno adottati per minimizzare gli impatti negativi del progetto sulla flora in conseguenza della realizzazione del progetto, e che dopo lo smantellamento dello stesso permetteranno di restituire all'integrità precedente il contesto ambientale coinvolto dall'intervento.

Il territorio è caratterizzato da una vegetazione tipicamente mediterranea: lentischi, corbezzoli, roverelle, lecceti e querce da sughero: le azioni di mitigazione e/o ripristino prevederanno quindi una ripiantumazione di alcune di queste specie arboree. È inoltre previsto ripristino di uno strato superficiale eventualmente coadiuvato da compost compatibile con il terreno circostante per il ripristino della naturalizzazione delle aree in oggetto.

Si vogliono inoltre descrivere le misure compensative che integrino le prestazioni dell'impianto a vantaggio del complesso d'ambito, integrandole nel quadro programmatico dello Studio d'Impatto Ambientale e valutandone le ricadute e il valore nel progetto.

4.5.1. Interventi di mitigazione durante la fase di cantiere

Gli spazi destinati allo stoccaggio momentaneo delle apparecchiature e delle strutture che comporranno l'impianto eolico sono delimitati da progetto (rif. WIND003.ELB005e-1,2)– Planimetrie, profili e sezioni aree di deposito temporaneo) e saranno utilizzati durante questa fase escludendo l'utilizzo dei terreni limitrofi, e pertanto limitando drasticamente l'impatto sul suolo e sulla vegetazione durante questa fase.

Le operazioni di scavo lungo la viabilità da adeguarsi e in prossimità di piazzole e fondazioni prediligeranno l'utilizzo di scotico in situ preservandone le qualità agronomiche e riutilizzeranno il restante materiale asportato nelle operazioni di riporto, tutelando in primis gli ambiti di rimozione e alterando quanto meno possibile gli orizzonti delle installazioni di ogni aerogeneratore. In particolare il materiale derivante dall'asporto in profondità presso le fondazioni garantirà la disponibilità di substrato roccioso da impiegarsi per la realizzazione della sovrastruttura dei manti stradali presso la viabilità interna del progetto.

Le aree oggetto di transito dai mezzi pesanti saranno periodicamente inumidite per limitare quanto più possibile il sollevamento di polveri che possano posarsi sui terreni limitrofi, e l'organizzazione delle attività del cantiere limiterà inoltre gli impatti acustici e la circolazione dei mezzi di cantiere e di trasporto in orari prestabiliti.

La fase terminale del cantiere prevede inoltre lo smantellamento di qualunque altro accumulo di detriti estranei al contesto. La chiusura del cantiere verrà condotta nel rispetto delle norme di gestione e

conferimento di tutti i rifiuti che verranno prodotti durante la fase di preparazione delle aree, scarico dei materiali e montaggio dei manufatti e delle apparecchiature.

Per i dettagli sul cronoprogramma di cantiere, si può far riferimento alla relazione apposita (rif. WIND003.REL017a – Cronoprogramma dei lavori di esecuzione).

4.5.2. Interventi di mitigazione durante la fase di operatività dell'impianto

L'area di pertinenza dell'impianto non ricade in zone SIC, ZPS o in zone IBA. Sono altresì escluse zone ad alta sensibilità ecologica per presenza di specie tutelate.

Tuttavia il contesto ha suggerito una mitigazione sulle opere di viabilità e quelle di servizio quali piazzole che limitasse la visibilità e limitasse la sottrazione di suolo alla naturalità attuale. Per questo motivo alcuni tratti della viabilità adeguata e di nuova realizzazione avranno a bordo carreggiata una piantumazione di essenze arbustive di altezza indicativa di 1,5 metri che limitino la visibilità delle opere. In questo caso si prediligerà la ripiantumazione di essenze già presenti in loco, ed eventualmente da asportarsi per realizzazione di opere a progetto; ma qualora questo non fosse possibile o sufficiente, si inseriranno nuovi esemplari tra quelli individuati nella apposita Relazione Botanica o Agronomica (WIND003.REL021 e WIND003.REL004). Nelle viabilità oggetto di adeguamento invece il precedente tracciato verrà ricoperto con materiale fertilizzante così da destinare la precedente area stradale a rinaturalizzazione, e contenere al meglio la sottrazione di suolo alla vegetazione.

4.5.3. Misure di compensazione ambientale

Al fine di mitigare l'impatto visivo e di stabilizzare i profili pedologici in corrispondenza degli interventi, saranno previsti interventi di piantumazione di specie arbustive ed arboree autoctone, da selezionare tra quelle censite nell'ante-operam per ogni specifico sito, da mettere a dimora in prossimità delle aree a piazzola e intorno alle fondazioni, e qualora queste siano già presenti in zona, verranno intensificate le presenze preesistenti con nuove piantumazioni.

4.5.4. Misure di compensazione paesaggistica

La verifica preventiva dell'interesse archeologico (per cui si rimanda alla relazione dedicata WIND003.REL036 – Relazione archeologica/storico artistica), effettuata attraverso la verifica del quadro dei vincoli archeologici, paesaggistici e storico-culturali, l'analisi delle fonti disponibili (bibliografiche, cartografiche e sitografiche) e le ricognizioni archeologiche di superficie, ha consentito di valutare l'impatto delle opere in progetto sui beni e/o sui contesti archeologici e di

stimare il livello di probabilità che nelle aree di progetto sia conservata una stratificazione archeologica (potenziale archeologico).

In base a questa verifica, non risultano interferenze tra le opere in progetto e le emergenze archeologiche nell'area del parco eolico. Due siti archeologici sono indiziati nelle vicinanze delle turbine WTG009 e WTG013

4.6. Aree di stoccaggio temporaneo

Sono state individuate due aree di stoccaggio provvisorie entrambe localizzate nei pressi dello svincolo della SS125 var per Geremas. Le aree di stoccaggio avranno una superficie netta di 2,4 e 2,7 ettari rispettivamente. Le aree sono state individuate considerando una molteplicità di fattori, quali l'acclività dell'area e la logistica esistente, approfittando delle aree disponibili per minimizzare sbancamenti e alterazioni della morfologia.

Negli elaborati WIND003.ELB005e-1 e WIND003.ELB005e-2 sono riportate le planimetrie, i profili e le sezioni delle aree di stoccaggio temporaneo.

4.7. Gestione dell'impianto durante la fase di esercizio

L'impianto è stato concepito per permettere la gestione tecnica e logistica dei generatori durante tutta la loro vita, sfruttando gli interventi in loco previsti nella fase di cantiere e calendarizzando le attività di manutenzione ordinaria e riservandosi la disponibilità per quelle di manutenzione straordinaria.

I dati di esercizio saranno controllati tramite un monitoraggio remoto e connessione alla rete internet, e pertanto gli interventi umani con veicoli saranno circostanziati nel tempo, e si ridurranno principalmente ad attività di manutenzione ordinaria annuale. A queste si aggiungeranno attività sporadiche quali la guardiana, il controllo della vegetazione a bordo strada e la sua potatura in caso di crescita oltre il limite della carreggiata, e le ispezioni periodiche che dovessero rendersi necessarie al di fuori degli ambiti manutentivi ordinari.

4.8. Dismissione e ripristino del contesto

La vita prevista per un impianto come quello proposto può arrivare a 35 anni. Il repowering può garantire un allungamento di questo arco temporale sostituendo le macchine installate con nuove più performanti o meno impattanti.

Nella prospettiva di smantellamento a fine vita del parco eolico proposto, la normativa sancisce che il proponente dovrà versare una garanzia sugli importi che si renderanno necessari per la rimozione ed il

ripristino dei contesti oggetto del presente intervento. La fase di decommissionamento dell'impianto è dettagliata nello specifico nelle relazioni WIND003.REL002 -Piano di dismissione e WIND003.REL017b – Cronoprogramma dei lavori di dismissione e ripristino, cui si rimanda per ogni ulteriore dettaglio.

A seguito di smantellamento dell'impianto a fine vita, le aree pianeggianti quali le piazzole, le aree delle fondazioni e le aree di cantiere verranno restituite a una destinazione pastorale, già ora utilizzo predominante di gran parte delle aree. La viabilità invece, essendo per lo più adeguamento delle strade preesistenti, tornerà spontaneamente all'utilizzo che ha attualmente senza necessità di interventi sostanziali.

5. Primi elementi sulla sicurezza

Il parco eolico "Bruncu de Lianu" è stato progettato tenendo in considerazione una molteplicità di fattori ambientali, tecnici e prestazionali, e rispetta le norme di sicurezza per la massima gittata prevista per la tipologia di aerogeneratore installato, per le opere elettriche e per quelle civili.

Durante la fase di realizzazione sono previste alcune aree temporanee per lo stoccaggio dei materiali dopo il trasporto in situ e prima dell'installazione e del montaggio. Queste aree ammontano a circa 50 ettari e sono dislocate in due zone adiacenti.

5.1. Sicurezza durante la fase di cantiere

Durante la fase di preparazione del sito le piazzole degli aerogeneratori saranno adibite alla posa della terna di pale successivamente montate e delle componenti dell'aerogeneratore stesso quali torre tubolare e navicella.

La fase di cantiere sarà suddivisa in due ulteriori sotto-fasi:

- la preparazione del sito per le opere civili, che comprenderà l'adeguamento della viabilità esterna e interna, la movimentazione terra, la realizzazione del plinto, la realizzazione delle piazzole temporanee e di competenza degli aerogeneratori, e la realizzazione dei cavidotti interrati;
- il montaggio degli aerogeneratori e la loro messa in esercizio.

La durata complessiva di queste attività si stima in circa 13 mesi dall'apertura del cantiere.

Durante questa prima fase si procederà agli sbancamenti per rendere idonea e più regolare la morfologia del terreno oggetto degli interventi civili quale strade e piazzole. Per le zone delle piazzole di transito degli aerogeneratori, si procederà rimuovendo una prima porzione di terreno pari a circa 20 cm (scotico), e quindi successivamente gli scavi di sbancamento per altri 50 cm, riempiti successivamente con uno strato di 25 cm in misto granulare frantumato meccanicamente, mediante la compattazione a strati

eseguita con macchinari predisposti a questo scopo, e quindi uno strato di 25 cm costituito da un inerte superficiale di adeguata granulometrica compattata meccanicamente. Con queste caratteristiche si potrà garantire una pressione superficiale sulle piazzole pari a 4 kg/cm^2 , o in caso di compattazione maggiore (ad esempio in prossimità della piazzola adibita alla gru di sollevamento) fino a 6 kg/cm^2 .

Le strade e la viabilità interna verranno in questa fase adeguate tenendo conto delle prescrizioni di sicurezza per la movimentazione dei mezzi di trasporto e delle gru, e realizzando le opere per la regolazione di deflusso descritte nel capitolo 4 paragrafo 4.2.2 . Durante la fase di movimento dei mezzi e



Figura 13 – Una gru tipo Liebherr 1750 durante l’installazione di un generatore eolico

dei materiali verranno apposte le segnaletiche prescritte e necessarie a regolare il traffico cercando di impattare quanto meno possibile sulla viabilità ordinaria.

Durante questa fase l’approvvigionamento dei materiali da costruzione necessari alla realizzazione del progetto come pietrame, ghiaia, pietrisco o ghiaietto, verranno, ove possibili riutilizzate terre e rocce asportate in sito, e solo qualora questo non fosse possibile, prelevate da cave autorizzate e/o impianti di frantumazione e vagliatura per inerti autorizzati. I materiali asportati dagli scavi verranno riutilizzati all’interno dell’area di impianto stessa per realizzare le fondazioni dei generatori eolici: il pietrisco a copertura

del manto stradale o altre opere di riempimento necessarie.

I lavori in oggetto per questa fase verranno svolti in modo da non interferire nelle attività inderogabile svolte nelle aree immediatamente circostanti.

Durante la fase di montaggio dei generatori eolici, verrà impiegata una gru principale tipo Liebherr “1750” da 750 tonnellate a 9 assi, braccio telescopico e altezza sottogancio pari ad almeno 150 m dal piano campagna, e due gru secondarie di supporto alla principale. Le piazzole e il manto stradale saranno realizzati così da tollerare le pressioni previste da questi automezzi durante la loro fase operativa. L’erezione e la corretta messa in esercizio di un singolo aerogeneratore richiede mediamente tre giorni lavorativi, durante i quali le norme di sicurezza prevedono un vento in sito non superiore agli 8 m/s a 60 metri di quota da terra. I lavori saranno svolti in modo da mantenere in sicurezza i manufatti e i beni architettonici circostanti le aree di intervento e trasporto, e non saranno ulteriormente alterate le componenti di paesaggio oltre a quelle previste in progetto.

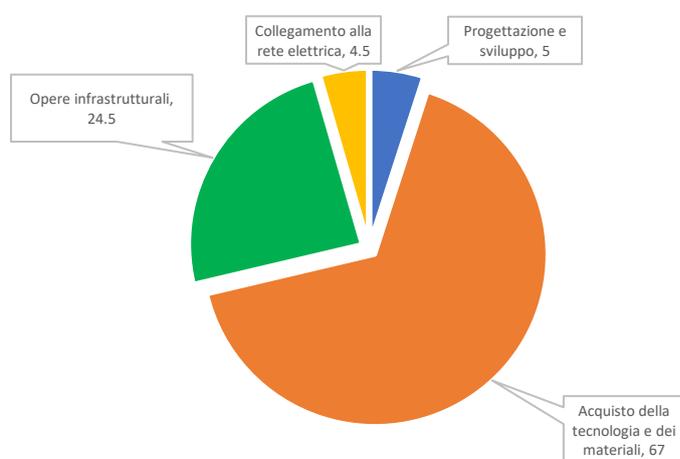
Terminata la fase di installazione, le aree non più necessarie per la manutenzione del parco saranno coperte con lo scotico precedentemente accantonato per favorirne la rinaturalizzazione.

6. Aspetti economici

Si riassumono in questo capitolo i termini economici relativi al progetto proposto, dettagliandone il CAPEX (*capital expenditure*), ossia la somma dei costi necessari per la corretta messa in esercizio dell'impianto, l'OPEX (*operating expenses*), cioè le spese correnti schematizzate per comodità in ricorrenze annuali necessarie per il funzionamento dell'impianto, e i costi di dismissione del progetto.

6.1. CAPEX

Ai fini della realizzazione del progetto, si possono così suddividere le spese necessarie per la



realizzazione delle opere descritte nel presente progetto.

6.1.1. Acquisto della tecnologia e dei materiali

La parte di gran lunga più consistente dell'approvvigionamento tecnologico consiste nell'acquisto e nel trasporto sul luogo d'installazione dei quattordici aerogeneratori a progetto. Si stima che questo rappresenti il 67% del

totale dell'investimento necessario.

La tecnologia ha progredito sensibilmente negli ultimi anni, permettendo di realizzare generatori con una potenza molto superiore a quella dei decenni passati, e questo ha comportato un costo specifico per ogni macchina più alto in percentuale del totale CAPEX dedicato globalmente alla realizzazione dei parchi eolici. Questo d'altro canto ha permesso di abbattere il costo specifico dell'energia prodotta ottimizzando l'area spazzata dal rotore, riducendo in proporzione la superficie occupata dai generatori, e riducendo costi di manutenzione e impatto generale dell'opera.

6.1.2. Progetto e sviluppo

Con "progetto e sviluppo" si intendono le molteplici attività tecniche, amministrative, commerciali e di sviluppo di business che permettono di valutare i molteplici aspetti che compongono la progettazione di un parco eolico e che scaturiscono con le richieste di Valutazione d'Impatto Ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/2006, e di Autorizzazione Unica ai sensi del D.Lgs. 387/2003.

Dette attività coinvolgono una pluralità di professionisti e di competenze, e dalle sue fasi più preliminari alla presentazione del progetto richiede dai 6 ai 13 mesi di attività.

6.1.3. Opere infrastrutturali

Le opere infrastrutturali necessarie alla realizzazione e alla messa in esercizio di un parco eolico sono le componenti a maggior variabilità nello sviluppo di un progetto come quello del parco “Bruncu de Lianu”, poichè sono fortemente influenzate dall’orografia, dalla distanza dal porto di sbarco dei materiali, dalla conformazione della viabilità preesistente (esterna ed esterna) e da altri fattori strettamente legati a ogni progetto. Nonostante le strade statali, provinciali e comunali identificate per il raggiungimento del sito siano generalmente in buono stato e non siano previsti interventi ingenti su questo segmento, la viabilità interna richiede d’altro canto un’attenzione maggiore. I cavidotti interni di collegamento tra i generatori eolici, essendo interamente interrati e realizzati in prossimità della viabilità interna, rappresentano invece una porzione considerevole delle opere infrastrutturali.

Nel caso del progetto in esame il costo totale di queste opere si attesta al 24,5% dell’investimento totale.

6.1.4. Opere elettriche e di connessione

Con questo segmento di costo si includono le opere di elettrodotto che collegano l’impianto alla stazione di *step-up* in prossimità della nuova Sottostazione Elettrica (SE) Terna, la stazione di *step-up* che rilancia la tensione da 30 kV a 150 kV e il segmento di cavo in alta tensione che collega quest’ultima alla SE di proprietà Terna S.p.A..

La lunghezza del tracciato interrato di competenza del progetto dal parco eolico alla SE Terna S.p.A. misura circa 39,4 km.

6.2. OPEX

Le attività di questa categoria constano principalmente di:

- Costi di mantenimento in esercizio dell’impianto con interventi periodici di manutenzione ordinaria;
- Costi di mantenimento in esercizio con interventi di manutenzione straordinaria;
- Costi di diritto di superficie per le aree di competenza dell’impianto di produzione;
- Costi di consumo dell’energia necessaria per le apparecchiature in caso di fermo impianto;
- Costi di mitigazione e compensazione;

- Costi amministrativi (Tasse locali, concessioni, assicurazione, etc.).

Le parti soggette a una maggiore usura durante la propria vita in un generatore eolico sono ingranaggi, motoriduttori e il gruppo di moltiplicazione di giri. La manutenzione e possibilmente la sostituzione di queste parti richiede l'utilizzo periodico di gru che portino in quota il personale specializzato addetto alle operazioni, il materiale di consumo e la componentistica di sostituzione. La vita utile di un aerogeneratore è stimata in 35 anni con interventi periodici di manutenzione, e considerando la sostituzione di alcune componenti più soggette a usura; tuttavia è riscontrato un fisiologico incremento della voce di costo delle spese di manutenzione per sostituzione componenti durante la vita dell'impianto. Per praticità è stato considerata una media calcolata sulla vita intera del progetto.