

PROPONENTE:

D&D Costruzioni s.r.l.

Sede in:

Viale Aleardo Aleardi, 1/D - 50124 Firenze, Italia

Pec: costruzionided@pec.it



PROVINCIA DI
NUORO



PROVINCIA
DEL SUD
SARDEGNA



COMUNE DI
USSASSAI



COMUNE DI
SEUI



COMUNE DI
ESCALAPLANO



COMUNE DI
ESTERZILI



REGIONE
AUTONOMA DELLA
SARDEGNA

OGGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 6 AEROGENERATORI CON POTENZA COMPLESSIVA DI 36 MW, DENOMINATO "SU CASTEDDU", NEL COMUNE DI USSASSAI (NU) E OPERE CONNESSE NEI COMUNI DI USSASSAI (NU), SEUI (SU), ESTERZILI (SU) ED ESCALAPLANO (SU)

NOME ELABORATO:

RELAZIONE TECNICA GENERALE

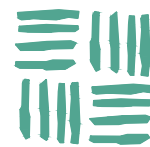
PROGETTO SVILUPPATO DA:

AGREENPOWER s.r.l.

Sede legale: Via Serra, 44

09038 Serramanna (SU) - ITALIA

Email: info@agreenpower.it



agreenpower s.r.l.

GRUPPO DI LAVORO:

Ing. Simone Abis
Dott. Ing. Fabio Sirigu
Dott. Ing. Daniele Cabiddu
Arch. Roberta Sanna
Ing. Danilo Marras
Dott. Gianluca Fadda

COLLABORATORI:

Vamirgeoind Ambiente Geologia e
Geofisica Srl
bmp Srl
Dott. Archeologo Matteo Tatti
Dott. Geologo Luigi Sanciu
Dott. Naturalista Francesco Mascia
Dott. Agronomo Vincenzo Sechi
Ing. Federico Miscali
Ing. Vincenzo Carboni

TIMBRO E FIRMA:

| SCALA: | CODICE ELABORATO | TIPOLOGIA | FASE PROGETTUALE | | | |
|----------|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|--|
| - | REL05 | IMPIANTO EOLICO | DEFINITIVO | | | |
| FORMATO: | | | | | | |
| - | | | | | | |
| 3 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 1 | | | | | | |
| 0 | Prima emissione | Marzo 2024 | Agreenpower | Agreenpower | Agreenpower | |
| REV. | DESCRIZIONE | DATA | REDATTO | CONTROLLATO | APPROVATO | |



D&D COSTRUZIONI S.R.L
IMPIANTO EOLICO "SU CASTEDDU"
POTENZA NOMINALE DI 36 MW

Comuni di Ussassai (NU), Seui (SU), Esterzili (SU) ed Escalaplano (SU)

REL05
RELAZIONE TECNICA GENERALE

INDICE DELLE REVISIONI

| Data | Descrizione | Redatto | Verificato | Approvato |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Marzo 2024 | Prima emissione | Agreenpower Srl | Agreenpower Srl | Agreenpower Srl |

GRUPPO DI LAVORO

| Nome e cognome | Ruolo |
|----------------------------|---|
| Dott. Gianluca Fadda | Coordinamento generale, amministrazione |
| Ing. Simone Abis | Progettazione civile, cartografia, vincolistica |
| Dott. Ing. Daniele Cabiddu | Progettazione ambientale, vincolistica |
| Dott. Ing. Fabio Sirigu | Progettazione elettrica |
| Arch. Roberta Sanna | Progettazione civile, cartografia |
| Ing. Danilo Marras | Progettazione civile, cartografia |

SOMMARIO

| | | |
|---------|---|----|
| 1. | PREMESSA..... | 5 |
| 2. | SOGGETTO PROPONENTE E SOCIETÀ DI CONSULENZA..... | 6 |
| 3. | MOTIVAZIONI DELLE OPERE PROPOSTE..... | 6 |
| 4. | RIFERIMENTI NORMATIVI E AUTORIZZATIVI | 8 |
| 4.1. | RIFERIMENTI NAZIONALI | 8 |
| 4.2. | RIFERIMENTI REGIONALI | 9 |
| 5. | INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO..... | 9 |
| 5.1. | INQUADRAMENTO GEOGRAFICO | 9 |
| 5.2. | INQUADRAMENTO CATASTALE E URBANISTICO..... | 12 |
| 5.3. | INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO..... | 13 |
| 5.4. | INQUADRAMENTO IDROGRAFICO | 16 |
| 5.5. | INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO..... | 17 |
| 6. | QUADRO PROGETTUALE | 18 |
| 6.1. | FATTIBILITÀ DEL PROGETTO | 18 |
| 6.2. | DESCRIZIONE DEL PROGETTO..... | 21 |
| 6.3. | LAYOUT DI IMPIANTO | 23 |
| 6.4. | CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELEMENTI DELL'IMPIANTO..... | 24 |
| 6.4.1. | AREE DI SERVIZIO | 24 |
| 6.4.2. | AEROGENERATORI | 26 |
| 6.4.3. | CABINA ELETTRICA | 30 |
| 6.4.4. | CAVIDOTTI INTERRATI | 30 |
| 6.4.5. | VIABILITÀ DI PROGETTO | 32 |
| 6.4.6. | SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)..... | 33 |
| 6.4.7. | SISTEMA DI PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI, INDIRETTI E SOVRATENSIONI..... | 34 |
| 6.4.8. | IMPIANTO DI TERRA | 34 |
| 6.4.9. | APPARECCHIATURE E IMPIANTI AUSILIARI | 34 |
| 6.4.10. | SUPERVISIONE E CONTROLLO..... | 35 |
| 6.4.11. | ILLUMINAZIONE ESTERNA..... | 35 |
| 6.5. | OPERE CIVILI | 35 |
| 7. | CRONOPROGRAMMA | 36 |
| 8. | DESCRIZIONE DELLE FASI DI VITA DELL'IMPIANTO..... | 36 |
| 8.1. | FASE DI CANTIERE..... | 36 |

| | | |
|---------|--|----|
| 8.1.1. | GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO | 38 |
| 8.1.2. | PRIME INDICAZIONI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEL PSC | 39 |
| 8.2. | FASE DI ESERCIZIO | 39 |
| 8.3. | DISMISSIONE DELL'IMPIANTO | 40 |
| 8.3.1. | SMONTAGGIO DEGLI AEROGENERATORI | 41 |
| 8.3.2. | RIMOZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE..... | 41 |
| 8.3.3. | RIMOZIONE PIAZZOLE E VIABILITÀ DI SERVIZIO, RIPRISTINO DEI LUOGHI | 42 |
| 9. | VINCOLI DI NATURA AMBIENTALE, PAESAGGISTICA E DEL PATRIMONIO STORICO-ARTISTICO | 42 |
| 9.1. | INQUADRAMENTO AMBIENTALE..... | 42 |
| 9.2. | INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO..... | 42 |
| 9.3. | INQUADRAMENTO STORICO-CULTURALE | 44 |
| 9.4. | INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO..... | 44 |
| 9.5. | ALTRE INTERFERENZE | 45 |
| 10. | COMPATIBILITÀ AMBIENTALE E PAESAGGISTICA COMPLESSIVA E MISURE DI MITIGAZIONE..... | 45 |
| 10.1. | IMPATTI IN FASE DI CANTIERE | 47 |
| 10.1.1. | MISURE DI MITIGAZIONE | 48 |
| 10.2. | IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO | 49 |
| 10.2.1. | MISURE DI MITIGAZIONE | 50 |
| 10.3. | IMPATTI IN FASE DI DISMISSIONE..... | 51 |
| 10.3.1. | MISURE DI MITIGAZIONE | 51 |
| 10.4. | FOTOINSERIMENTI..... | 52 |
| 11. | VALUTAZIONI DI CARATTERE GENERALE SULL'INVESTIMENTO | 52 |
| 12. | INDICE DELLE FIGURE..... | 59 |
| 13. | INDICE DELLE TABELLE | 59 |

1. PREMESSA

La presente **Relazione Tecnica Generale** è relativa al progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica mediante aerogeneratori, di tipo *grid-connected*. L'impianto, denominato "**Su Casteddu**", verrà realizzato su terreni privati di proprietà del soggetto Proponente, ubicati interamente nel territorio comunale di Ussassai (NU). Il percorso dell'elettrodotto di connessione alla Stazione Elettrica della RTN è previsto invece in terreni ubicati nel Comune di Ussassai, Seui (SU), Esterzili (SU) e Escalaplano (SU).

Il progetto prevede l'installazione di nr. 6 aerogeneratori del produttore **Vestas**, serie **EnVentus** modello **V162-6.0MW**, con diametro del rotore di 162 m, altezza al mozzo 166 m e altezza massima 247 m, ciascuno di potenza pari a 6.0 MW, per complessivi 36 MW di potenza ai fini dell'immissione in rete, e relative opere connesse. L'impianto eolico sarà connesso alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) tramite elettrodotto interrato, necessario al convogliamento dell'energia elettrica prodotta dall'impianto alla nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV, prevista nel Comune di Escalaplano. L'impianto eolico sarà connesso alla rete elettrica in Alta Tensione per mezzo di un collegamento in antenna a 150 kV sulla nuova SE di smistamento della RTN a 150 kV, come da STMG allegata al preventivo di connessione ricevuto da Terna S.p.A (codice pratica 202303317). Per consentire ciò, verrà realizzata a carico del Proponente una Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) di trasformazione MT/AT in prossimità della nuova SE di Terna S.p.A, in comune di Escalaplano.

In accordo all'art.25 del D.P.R. n.207 del 2010, concernente i contenuti della "Relazione generale del progetto definitivo", gli obiettivi della presente R.T.G sono:

- descrivere l'inserimento delle opere nel territorio, le caratteristiche prestazionali e descrittive dei componenti impiantistici considerati nella progettazione definitiva, i criteri di progettazione delle strutture e degli impianti rispetto alla sicurezza, la funzionalità e l'economia di gestione;
- fornire gli elementi di valutazione per dimostrare la rispondenza del progetto alle finalità dell'intervento;
- descrivere il livello qualitativo, i costi e i benefici attesi;
- illustrare gli aspetti della topografia, la geologia, l'archeologia, l'idrologia, le strutture e la geotecnica;
- riportare idonee considerazioni riguardanti le interferenze, il paesaggio, l'ambiente e gli immobili di interesse storico, artistico ed archeologico che sono stati esaminati e risolti in sede di progettazione.

Il progetto, che ricade negli agri dei comuni di Ussassai, Seui, Esterzili ed Escalaplano, è a favore dello sviluppo sostenibile del territorio in cui si inserisce, coerentemente con l'impegno dell'Italia in ambito internazionale di riduzione delle emissioni di CO₂ nell'atmosfera e anche, nella contingenza dell'emergenza energetica, nell'ambito della gestione razionale dell'energia e della riduzione della dipendenza dall'Estero per l'approvvigionamento di materie prime di tipo tradizionale (olio e gas) o direttamente di energia elettrica.

2. SOGGETTO PROPONENTE E SOCIETÀ DI CONSULENZA

Il Soggetto Proponente l'impianto "*Su Casteddu*" è la società **D&D COSTRUZIONI S.r.l.**, con sede legale in viale Aleardo Aleardi, n. 1/D - 50124, Firenze (FI), di seguito anche "**D&D**".

D&D è una realtà dinamica che opera nel campo delle opere edili, con riguardo al restauro, ristrutturazione e risanamento di edifici. La società, specializzata negli interventi su edifici di particolare pregio storico e artistico, ha ottenuto la certificazione DNV-GL (Safety System Certification).

D&D è impegnata nel recupero di vecchi fabbricati di proprietà ormai inagibili ubicati nel centro storico di Ussassai, con l'intenzione di riconvertire gli edifici in albergo diffuso, valorizzando al contempo il patrimonio abitativo del paese e creando opportunità di sviluppo occupazionale.

La politica di **D&D** è fortemente votata alla sostenibilità ambientale, sia attraverso la scelta di materiali e tecniche di restauro ecocompatibili che con l'utilizzo di una flotta di veicoli aziendali a trazione elettrica.

D&D ha affidato lo sviluppo del progetto alla società di consulenza **Agreenpower S.r.l.**, avente sede legale e operativa in Sardegna in via Serra, 44 - 09038 Serramanna (SU), Cod. Fisc. e P.IVA 03968630925 – REA CA 352875, PEC: rinnovabili@pec.agreenpower.it.

Il team di sviluppo si avvale di professionisti che operano da un decennio nel settore della progettazione e costruzione di impianti di energia da fonti rinnovabili, assicurando competenze e attività che vanno dalla consulenza alle valutazioni tecnico-economiche e ambientali, all'ottenimento delle autorizzazioni, alla progettazione, costruzione e direzione lavori di impianti eolici e fotovoltaici in ambito regionale e nazionale.

3. MOTIVAZIONI DELLE OPERE PROPOSTE

Tutti i livelli di pianificazione europea, nazionale e regionale vedono la necessità di indirizzare i piani di sviluppo economici e sociali verso un modello a carattere sostenibile. In tal senso, la regione Sardegna incoraggia, con il **Piano Energetico Ambientale Regionale** (P.E.A.R.S.), lo sviluppo delle energie rinnovabili. Per quanto riguarda lo sviluppo regionale del comparto eolico, la Regione ha ipotizzato nel Piano Energetico una potenza complessiva di circa 1500 MW, favorita dalla posizione geografica dell'isola. La presente proposta progettuale si inserisce in modo coerente alle indicazioni del P.E.A.R.S. per la realizzazione di nuovi parchi eolici *on-shore*.

Il progetto, inoltre, si allinea a quanto auspicato nelle recenti comunicazioni della Camera dei Deputati del 22 settembre 2022 in materia di Energie Rinnovabili, ricordando il ruolo primario nell'ambito del sistema energetico italiano e la necessità di perseguire gli obiettivi previsti al 2030 dal P.N.I.E.C (**Piano Nazionale Energia e Clima**). Le strategie comunitarie e nazionali (specie con la riforma del PNRR) volgono, in tal senso, verso una progressiva semplificazione delle normative vigenti e degli iter autorizzativi, palesando l'urgenza verso la regolamentazione e la semplificazione della disciplina dei procedimenti autorizzatori alla costruzione e all'esercizio degli impianti a FER.

Inoltre, viste le attuali tematiche inerenti all'indipendenza energetica e alla gestione razionale delle risorse, il progetto può rientrare in un più ampio discorso comunitario sulla possibilità di utilizzare risorse rinnovabili direttamente fruibili "in loco", by-passando potenziali problematiche riconducibili ai contesti comunitari ed extra-comunitari relativamente alle forniture di energia e materie prime, promuovendone la diversificazione dell'approvvigionamento energetico.

- Il progetto proposto da **D&D** è coerente con le iniziative destinate alla produzione energetica da fonti rinnovabili e a basso impatto ambientale. Tali iniziative sono finalizzate a:
- promuovere le fonti energetiche di natura rinnovabile, in accordo alla **Strategia Energetica Nazionale** del 2017;
- limitare le emissioni di gas serra, in accordo alle direttive della **Comunità Europea** e al **protocollo di Kyoto**;
- rafforzare l'approvvigionamento energetico, in accordo alla strategia comunitaria "**Europa 2020**";
- contribuire a raggiungere gli obiettivi di produzione energetica da fonti rinnovabili e di emissioni di CO₂ previsti dal P.N.I.E.C e dal P.E.A.R.S., da realizzare entro il 2030.

La realizzazione del parco eolico "**Su Casteddu**" trova le proprie motivazioni anche in relazione ad aspetti di carattere socio-economico, relativamente alla diffusione di benefici diretti e indiretti che stanno sfruttando i Comuni ospitanti impianti eolici in aree rurali con orografie collinose-montane ed economie a vocazione prevalentemente pastorale di tipo ovino e bovino. Tra questi benefici vi è in primo luogo la riduzione dello spopolamento del territorio, grazie alle ricadute occupazionali previste dalla realizzazione e dalla gestione dello stesso impianto. Si stima infatti che per la realizzazione del parco eolico "**Su Casteddu**" sarà impiegata una considerevole forza lavoro partendo dall'apertura cantiere, le cui lavorazioni preliminari consisteranno in movimenti terra, sbancamenti, scavi, apertura di viabilità, realizzazione di aree di servizio, operazioni di posa e rinterro delle linee elettriche, costruzione delle opere civili ed elettromeccaniche connesse ed infine il trasporto, sollevamento, assemblaggio dei componenti degli aerogeneratori. Il Proponente è inoltre disponibile, quale misura di sostegno, a fornire una compensazione ambientale ai Comuni che ospitano le opere del parco eolico "**Su Casteddu**", come definito dal D.M. del 10/09/2010.

La Regione Sardegna definisce inoltre, nella Delibera n.59/90 del 27/11/2020, nuove indicazioni per la realizzazione di impianti eolici in Sardegna, abrogando le precedenti D.G.R.n.28/56 del 26/07/2007, D.G.R.n.3/17 del 16/01/2009, D.G.R.n.45/34 del 12/11/2012, D.G.R.n.40/11 del 07/08/2015, e approvando una nuova proposta organica per le aree classificabili come non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili e in particolare per gli impianti eolici. Nello specifico, vengono definiti vincoli e distanze da considerare nell'installazione degli impianti eolici, descritti i principi di valutazione paesaggistica e presentate indicazioni per la buona progettazione degli stessi impianti.

Sotto questi aspetti il progetto proposto può rappresentare una possibilità di sviluppo economico per l'area compatibilmente con i piani di sviluppo e tutela dell'ambiente nazionali e le linee guida e i piani di programmazione del territorio regionali.

4. RIFERIMENTI NORMATIVI E AUTORIZZATIVI

Si evidenzia che in base all'art. 1 della Legge n.10 del 9 gennaio 1991, il progetto di parco eolico "Su Casteddu" 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.

Il progetto in esame e le opere connesse devono ottemperare, oltre alle disposizioni applicative per la connessione alla rete elettrica riportate nella Soluzione Tecnica di Connessione, anche alle eventuali prescrizioni impartite da autorità locali, comprese quelle dei VVFF, alle seguenti prescrizioni imposte dalle norme di riferimento, per quanto agli aspetti sia vincolistici che autorizzativi.

Vengono inoltre considerate in generale tutte le Norme CEI che regolano la progettazione e l'impiantistica elettrica, le modalità di prova, di posa, le regole tecniche di connessione, i sistemi di sicurezza, tra le quali si citano la Norma CEI 211-4/1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", la Norma CEI 11-17/2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica-Linee in cavo", oltre al D.M. 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti".

4.1. RIFERIMENTI NAZIONALI

Si riportano di seguito i principali riferimenti normativi nazionali.

- **Legge n. 36 del 22 febbraio 2001** "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (pubblicato in G.U. n° 55 del 7 marzo 2001);
- **D.P.C.M. 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", (pubblicato in GU n° 200 del 29/08/03).
- **DECRETO LEGISLATIVO. n. 387 del 29 dicembre 2003**, in attuazione della "Direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità" che prevede all'art. 12 comma 1 che le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi sono di pubblica utilità, indifferibili, urgenti e che definisce il procedimento unico autorizzativo, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, la cui durata massima è stabilita in 180 giorni e che tale autorizzazione unica rilasciata dalla Regione o da altro soggetto istituzionale delegato costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato.
- **DECRETO LEGISLATIVO n.152 del 3 aprile 2006** "Norme in materia Ambientale" e ss.mm.ii.
- **D.M. 10 settembre 2010** «Linee guida per il procedimento di cui all'art. 12 del D. Lgs. 387 del 29 dicembre 2003, per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di

produzione di elettricità da fonti rinnovabili nonché linee guida tecniche per gli impianti stessi» e relative "Linee Guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" di introduzione del regime giuridico delle autorizzazioni (parte II), le fasi del procedimento di ottenimento dell'Autorizzazione Unica tramite Conferenza dei Servizi (parte III) e i criteri per il corretto inserimento degli impianti nel paesaggio e nel territorio (parte IV).

- **Testo unico 17/01/2018** – Norme tecniche per le costruzioni;
- **Decreto-Legge Energia n. 50 del 17 maggio 2022** "Misure urgenti in materia di politiche energetiche nazionali, produttività delle imprese e attrazione degli investimenti, nonché in materia di politiche sociali e di crisi ucraina".

4.2. RIFERIMENTI REGIONALI

Si considerano le principali normative regionali di seguito indicate:

- **D.G.R. 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".
- **D.G.R. n. 24/12 del 19/05/2015** "Linee guida per i paesaggi industriali in Sardegna elaborate dall'Osservatorio della Pianificazione Urbanistica e della qualità del Paesaggio della RAS".
- **D.G.R. n. 3/25 del 23/01/2018** "Linee guida per l'Autorizzazione Unica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, ai sensi dell'articolo 12 del D.Lgs. n. 387/2003 e dell'articolo 5 del D.Lgs. n. 28/2011. Modifica della deliberazione n. 27/16 del 1° giugno 2011";
- **D.G.R. n. 59/90 del 27 novembre 2020** "Individuazione delle aree non idonee all'installazione di impianti energetici alimentati da fonti energetiche rinnovabili".

5. INQUADRAMENTO GENERALE DEL PROGETTO

5.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area interessata dal progetto "Su Casteddu" è localizzata nella parte centro-orientale della Regione Sardegna, a circa 65 km dal capoluogo di Regione Cagliari e circa 55 km dal capoluogo di Provincia Nuoro. L'opera in progetto si identifica nell'area storico-geografica della *Barbagia di Seulo*, in prossimità dei confini amministrativi tra Ussassai e Seui, in direzione sud-ovest rispetto all'abitato di Ussassai, che risulta essere il centro abitato più prossimo all'impianto. Il sistema di elettrodotti convoglierà l'energia elettrica prodotta dai 6 aerogeneratori seguirà la viabilità esistente per poi innestarsi nel percorso della SP53 e percorrere infine la viabilità comunale fino alla Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) prevista nel territorio comunale di Escalaplano, in prossimità del confine amministrativo con l'enclave di Seui. La connessione alla rete elettrica nazionale sarà completata attraverso collegamento in antenna alla nuova Stazione Elettrica Terna di nuova realizzazione, prevista anch'essa a Escalaplano, in prossimità della SSEU.

I terreni interessati dall'installazione degli aerogeneratori coprono nel complesso un areale piuttosto vasto, caratterizzato da un contesto tipicamente rurale montuoso-collinare, tipico delle Barbagie.

Il paesaggio rurale che ospita il progetto è nel complesso montuoso e collinare, con rilievi che superano di frequente i 900 m; il paesaggio non è mai monotono, anche in ragione dei fenomeni erosivi, ormai rallentati, a cui sono state sottoposte le stesse conformazioni litologiche, e contrassegnato dal percorso del bacino del Flumendosa e dai numerosi rii e torrenti che seguono la morfologia impervia dei terreni e si gettano in esso. Data la geologia del territorio, i versanti sono modellati e i rilievi generatisi dai movimenti tettonici risultano formare ormai una superficie di altopiano quasi uniforme, interrotta da valli aperte o sporgenze di rilievo. L'area presenta in generale una elevata valenza naturalistica per le condizioni di conservazione dei sistemi ecologici presenti al suo interno. L'area di progetto ricade all'interno della regione dei *tacchi*, distintivi affioramenti rocciosi che si elevano sull'area circostante, con vaste aree subpianeggianti interrotte da aspre gole.



Figura 5.1: inquadramento geografico dell'area interessata dall'impianto Su Casteddu

L'agro di Ussassai ricade nel Distretto 14 – "Gennargentu" del Piano Forestale Ambientale Regionale (P.F.A.R). Il Distretto del Gennargentu mostra un'acclività e una altitudine fortemente variabili; l'80%

delle superfici è situato sopra i 600 m.s.l.m., con il 26% oltre i 1000 metri. Circa il 50% dell'area presenta pendenze intermedie, comprese tra il 30 e il 60%, mentre una incidenza superiore al 10 % ricade nelle classi di acclività massime. La regione dei *tacchi* presenta vaste aree subpianeggianti che si interrompono con aspre gole. Dal punto di vista biogeografico, i sistemi forestali interessano il 56% della superficie complessiva del Distretto; la regione centro-meridionale del Distretto, in cui è localizzato il progetto in esame, presenta una spiccata attitudine per boschi di leccete e cenosi di sostituzione quali formazioni arbustive a corbezzolo e, a seguire, praterie e macchia mediterranea.

L'idrografia è piuttosto intensa con sviluppo prevalentemente parallelo al percorso del bacino del Flumendosa, per via dello sviluppo delle tipologie rocciose che vengono attraversate; è relativa a torrenti e rii affluenti del Flumineddu, conosciuto anche come Rio San Girolamo (che va a formare un bacino artificiale in località "*Capanna Silicheri*", ed è gestito dall'ENAS - Ente Acque della Regione Sardegna), che attraversa tutto il territorio comunale di Ussassai in direzione N-S. Tra questi torrenti, nell'area di interesse, si sottolineano il Riu Giurtala e il Riu Abba Frida, a sud di Ussassai. Quest'ultimo si sviluppa in una gola che attraversa centralmente l'area interessata dall'impianto eolico, senza tuttavia intersecare i siti dei singoli aerogeneratori.

Il progetto in esame prevede l'installazione degli aerogeneratori sugli alti topografici; i corsi d'acqua presenti nell'area scorrono allontanandosi dai siti di installazione individuati.

Tutta l'area si caratterizza per la forte impronta data dalla tradizione pastorale, che ha determinato una significativa frammentazione delle vastissime coperture boscate del territorio. La gran parte dei terreni è dunque utilizzata per il pascolo, prevalentemente di ovini e caprini; si tratta tipicamente di pascoli arbustati a macchia mediterranea (olivastro, leccio, sughera, corbezzolo e lentisco) o erbacei. L'attività agricola prevalente è invece rappresentata dalla viticoltura, specie per le uve da vinificazione, e l'olivocultura. L'impatto antropico ha dunque parzialmente modificato il paesaggio naturale, ormai costituito da due principali unità ecologiche, la prima rappresentata dall'agroecosistema, costituito da aree soggette a pascolo e in parte dai seminativi in aree non irrigue, e la seconda costituita dall'ecosistema naturale/seminaturale rappresentato invece dalla gariga, dai sistemi forestali e dai pascoli naturali.

Nell'area vasta interessata dal progetto non sono presenti grandi insediamenti produttivi o aree industrializzate; l'accessibilità al parco eolico è garantita dal viadotto della SS198, uno tra i principali della Sardegna centro-orientale e il cui percorso ricade ad alcune centinaia di metri a nord dell'impianto.

Il territorio rurale dei comuni interessati dal parco eolico e dalle opere connesse ospita al suo interno numerose aree archeologiche, che testimoniano una intensa antropizzazione nel territorio già dal IV-III millennio a.C., e che si protrae nei secoli sino alla contemporaneità.

L'area di progetto in esame ricade all'interno della **Carta Topografica d'Italia** dell'Istituto Geografico Militare (IGM), Scala 1: 25.000, Serie 25, ai seguenti riferimenti:

- Foglio 531 "*Ussassai*", sez. III;
- Foglio 541 "*Genna su Ludu*", sez. IV

Per un maggior dettaglio si rimanda all'elaborato "*ELB.GE.02 - Inquadramento su IGM*".

L'area di progetto in esame è riportata nella **Carta Tecnica Regionale (CTR)**, scala 1:10000, ai seguenti riferimenti:

- Sezione 531130 – "Ussassai"
- Sezione 541010 – "Nuraghe Salei"

Per un maggior dettaglio si rimanda agli elaborati grafici "ELB.GE.03a, 03b - Inquadramento su CTR".

5.2. INQUADRAMENTO CATASTALE E URBANISTICO

Per i riferimenti catastali dei terreni direttamente interessati dall'impianto eolico "Su Casteddu" si rimanda all'elaborato "ELB.GE.04 – Inquadramento su catastale 1:4000".

Le posizioni scelte per l'installazione degli aerogeneratori ricadono su terreni di proprietà privata nel Comune di Ussassai, come risulta dall'elaborato "ELB.PC.09 - Piano particellare grafico". Il Proponente ha già la disponibilità dei terreni in oggetto, essendo questi in parte di proprietà della stessa Società Proponente, e in parte di proprietà del suo Amministratore Unico.

L'area oggetto di installazione dell'impianto copre un vasto areale; tutti i lotti comunali interessati dall'installazione degli aerogeneratori risultano classificati in base al **Piano Urbanistico Comunale (PUC)** vigente di Ussassai come **Zona E** (area agricola).

L'identificazione catastale urbanistica dei lotti su cui è prevista l'installazione degli aerogeneratori fa riferimento ai fogli di mappa n. 24, 28, 29 e 30 del N.C.T. di Ussassai, e precisamente:

Tabella 5.1: elenco delle particelle interessate dagli aerogeneratori

| COMUNE | AEROGENERATORE | FOGLIO | PARTICELLA | PORZIONE | QUALITA' |
|----------|----------------|--------|------------|----------|---------------------|
| Ussassai | WTG-200 | 28 | 3 | | Pascolo cespugliato |
| Ussassai | WTG-201 | 28 | 16 | | Pascolo cespugliato |
| Ussassai | WTG-202 | 29 | 11 | | Pascolo cespugliato |
| Ussassai | WTG.203 | 29 | 19 | | Pascolo cespugliato |
| Ussassai | WTG-204 | 24 | 50 | AA | Seminativo |
| | | | | AB | Pascolo cespugliato |
| Ussassai | WTG-205 | 30 | 14 | | Pascolo cespugliato |

La progettazione prevede l'installazione di nr. 1 cabina di raccolta posizionata in corrispondenza della piazzola dell'aerogeneratore WTG200 su terreni censiti negli N.C.T del Comune di Ussassai:

Tabella 5.2: elenco delle particelle interessate dall'installazione della cabina di campo

| COMUNE | N. FOGLIO | PARTICELLARE | LOCALITA' |
|------------------------------|-----------|--------------|-------------------------------|
| Cabina di raccolta (WTG-200) | 28 | 3 | Sa matta e s'Alinu (Ussassai) |

Gli aerogeneratori sono suddivisi in 3 sottocampi (gruppi) secondo il seguente schema:

- Gruppo 01: Aerogeneratore WTG-200.

- Gruppo 02: Aerogeneratore WTG-201;
Aerogeneratore WTG-202;
Aerogeneratore WTG-203.
- Gruppo 03: Aerogeneratore WTG-204;
Aerogeneratore WTG-205.

Gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in entra-esce mediante linee in Media Tensione a 30 kV in cavo tripolare elicordato interrato. Le linee in uscita dagli aerogeneratori WTG-200, WTG-201, WTG-204 confluiscono alla cabina di raccolta sita in campo installata presso l'aerogeneratore WTG-200; questa cabina è a sua volta collegata alla Sottostazione Elettrica Utente (di futura realizzazione, che sarà a carico del proponente) di trasformazione MT/AT (*step-up*) tramite una linea a 30 kV in cavo unipolare interrato. Successivamente l'energia verrà inviata al punto di connessione con l'adiacente Stazione Elettrica Terna, di futura realizzazione, mediante collegamento in antenna 150 kV. Per l'elenco completo dei mappali interessati dal percorso del cavidotto si rimanda all'elaborato "ELB.GE.04 Inquadramento su Catastale 1:4000".

Il percorso del cavidotto interessa gli agri di Ussassai, Seui, Esterzili e Escalaplano. La Sottostazione Elettrica Utente è prevista in ambito di Escalaplano. L'inquadramento catastale della SSEU è di seguito descritto.

Tabella 5.3: elenco delle particelle interessate dalla Sottostazione Elettrica Utente

| COMUNE | N. FOGLIO | PARTICELLARE | LOCALITA' |
|-------------|-----------|--------------|--------------|
| Escalaplano | 1 | 13 | Pedru Pisano |

Per quanto riguarda la nuova viabilità inserita nella soluzione progettuale, questa sarà relativa al collegamento tra le piazzole degli aerogeneratori e la viabilità esistente, su terreni privati, analogamente ai siti individuati per l'installazione degli aerogeneratori.

5.3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO

Inquadramento geologico

Il substrato del territorio interessato dal progetto è stato analizzato dal Dott. Sanciu nel documento "REL.07 - Relazione geologica, geotecnica e sismica", a cui si rimanda. Il Dott. Sanciu descrive:

"In riferimento all'area in studio ove sorgeranno gli aerogeneratori le litologie affioranti nel settore, sono ascrivibili ad una unica formazione, nota in letteratura come "Filladi del Gennargentu" riferite cronologicamente al Cambriano-Ordoviciano sulla base di correlazioni lito-stratigrafiche. A questa unità litostratigrafica è attribuito gran parte del basamento metamorfico di basso grado affiorante nei Monti del Gennargentu ("Postgotlandiano" Auct. p.p.). Questo complesso comprende rocce derivate da originarie successioni silico-clastiche. In nessuna località l'attribuzione stratigrafica è documentata paleontologicamente e le attribuzioni cronologiche, basate sulle correlazioni lito-stratigrafiche, divengono sempre più incerte con l'aumentare del grado metamorfico. E' possibile che questa successione, attribuita al Cambro-Ordoviciano inferiore, possa essere anche più recente. Si

tratta di una irregolare alternanza di livelli da metrici a decimetrici di metarenarie quarzose e micacee, quarziti, filladi quarzifere e filladi. Le filladi hanno colori da grigio chiaro a viola e verdi. In alcune zone la somiglianza litologica con le successioni cambro-ordoviciane note in altre unità tettoniche datate paleontologicamente (come quella di Meana Sardo) è molto forte; in altre località prevalgono invece termini più quarziticci o metarenarie e metasiltiti. Nei Monti del Gennargentu lo spessore originario di tale successione metamorfica non è valutabile a causa del complesso assetto tettonico; lo spessore apparente è comunque di circa 1.000-1.500 m".

TETTONICA COLLISIONALE VARISICA

"I caratteri principali del basamento paleozoico sardo (e quindi anche quelli dell'area di studio) derivano dall'orogenesi varisica, che ha prodotto importanti deformazioni, metamorfismo e magmatismo. La catena varisica della Sardegna è considerata una catena collisionale, formata, in generale, da una "Zona assiale" che affiora nella Sardegna settentrionale, da una "Zona a falde" che affiora nella Sardegna centrale e sudorientale (quindi nell'area di nostro interesse) e da una "Zona esterna" presente nel Sulcis, Iglesiente e Arburese. In accordo con questa zonazione, la polarità della catena è marcata anche dal senso di trasporto tettonico delle falde verso SW e W, dal metamorfismo progrado verso NE e dalla minore estensione delle intrusioni granitiche nella "Zona esterna". La "Zona a falde", della catena varisica sarda è costituita da una sovrapposizione di unità tettoniche interessate in buona sostanza da metamorfismo di basso grado. Questa "Zona a falde", rappresentata nell'area di interesse di questa relazione, è stata suddivisa in due gruppi: le "Falde interne" e le sottostanti "Falde esterne". Nell'area di studio sono presenti entrambe: a quelle interne appartiene l'Unità tettonica del Gennargentu (in precedenza conosciuta dai vari Autori come "Postgotlandiano").

Inquadramento geomorfologico

Per quanto riguarda gli aspetti **morfologici** del territorio, l'areale ospitante gli aerogeneratori è di fatto un territorio di altipiano, tipico delle Barbagie della Sardegna centrale, inserito in un contesto generale prevalentemente montuoso e frastagliato. Il territorio comunale di Ussassai si estende su una superficie caratterizzata da un'altitudine molto variabile (dai 300 ai 1100 metri) ma con i tratti tipici delle zone montuose e di cresta; sono molto sviluppati i boschi di lecci e querce, alternati da distese di corbezzoli e macchia mediterranea. Elemento caratterizzante del territorio è la presenza dei *tacchi*, imponenti affioramenti rocciosi calcarei e dolomitici che interrompono il paesaggio di altipiano e lo rendono particolarmente selvaggio.

Si riportano ancora le considerazioni del Dott. Sanciu:

"L'attuale assetto morfologico è il risultato di complessi e articolati fenomeni tettono-strutturali e di modellazione superficiale che hanno interessato questo settore della Sardegna, soprattutto durante il Terziario e il Quaternario. Tuttavia, l'evoluzione geomorfologica dell'area è sicuramente influenzata anche dalle caratteristiche del substrato, costituito principalmente da rocce paleozoiche fortemente strutturate. Oggi sono osservabili sul terreno gli effetti delle fasi collisionali ed estensionali dell'orogenesi varisica, mentre i caratteri fisiografici, la riattivazione dell'eredità strutturale e l'assetto geologico generale derivano anche dagli effetti della tettonica fragile "alpina" s.l., che ha svolto un ruolo importante nel modellamento anche di quest'area della Sardegna, riattivando le precedenti discontinuità orientate circa NE-SW, NW-SE e N-S che, come detto, sono le principali e più diffuse dell'area. La morfologia risultante è quindi quella tipica delle rocce metamorfiche, cioè con forme generalmente dolci e arrotondate, ampie dorsali, qualche settore sommitale sub-pianeggiante

(Fig. 6), valli incise e un reticolo idrografico contorto e spesso incassato, con prevalente andamento circa N-S, NE-SW e NW-SE, come quello delle principali e più evidenti discontinuità dell'area.

I versanti, con pendenze di media acclività, sono tipicamente convessi, con inclinazioni che si accentuano verso fondovalle. Localmente sono presenti morfologie accidentate, sia lungo le creste che nei versanti, in corrispondenza di affioramenti particolarmente resistenti all'erosione; sostanzialmente quelli interessati da metamorfismo termico che determina una notevole compattezza dell'ammasso roccioso ed una conseguente maggiore resistenza all'erosione. Una evidente condizione morfologica che si rileva in maniera diffusa è la complessiva esposizione all'erosione che si manifesta attraverso una generale assenza di significativi depositi di copertura come riscontrato durante i sondaggi e le prospezioni MASW. Nell'area non sono state riscontrate evidenze di instabilità dei versanti o fenomeni di dissesto franoso in atto o passati (recenti o antichi). Infatti, sebbene le rocce siano caratterizzate da superfici di scistosità più o meno pervasive (che conferiscono quindi una certa fissilità alla compagine rocciosa) e da vari sistemi di fratturazione, l'ammasso roccioso si presenta quasi sempre compatto e dotato di buone caratteristiche meccaniche. Inoltre, la giacitura della scistosità, che sul terreno è la superficie più evidente e maggiormente penetrativa, è quasi sempre inclinata verso i quadranti settentrionali o nord-orientali con inclinazioni che di norma variano da 15° a 40°.

Inquadramento idrogeologico

L'assetto idrogeologico dell'area in studio è caratterizzato da due componenti principali: un basamento lapideo, composto principalmente da rocce granitiche, e uno strato detritico superficiale di genesi alluvionale. Le rocce granitiche, a causa della loro struttura cristallina compatta e della giacitura massiva, tendono ad essere fondamentalmente impermeabili o a mostrare una bassa predisposizione all'infiltrazione delle acque, principalmente a causa della mancanza di porosità primaria all'interno della roccia. Data la sostanziale impermeabilità del substrato, la **circolazione sotterranea** dell'area interessata dal progetto risulta essere limitata ed è resa possibile solamente grazie alla presenza di una rete di fratturazioni che attraversano il basamento lapideo; infatti le acque di precipitazione tendono immediatamente a defluire per ruscellamento superficiale. La circolazione delle acque sotterranee è dunque particolarmente accentuata nelle zone caratterizzate dalla presenza di faglie e altre importanti discontinuità, che permettono una connessione diretta tra la superficie e il sistema idrico sotterraneo. Le acque di infiltrazione danno origine ad alcune piccole manifestazioni sorgentizie a carattere perenne, pur con portate ridotte.

Il progetto non andrà modificare la morfologia del territorio, come approfondito nella pianificazione specifica regionale analizzata (PAI, PGRA, PSFF) e descritta nel documento "REL.02 Studio di Inserimento Urbanistico". Gli aerogeneratori, situati in aree prevalentemente di cresta, risultano esterni agli assi di drenaggio, non interferendo con il reticolo idrografico.

Gli aerogeneratori non ricadono in aree classificate a **pericolo idraulico** secondo l'inquadramento PAI-PGRA della Regione Sardegna, così come la Sottostazione Elettrica Utente. Il cavidotto intercetta differenti corsi d'acqua classificati in ambito PAI. Il percorso del cavidotto prevede l'attraversamento delle seguenti aree a pericolo idraulico:

- località *Genna Larza* (Esterzili), **c.ca 50 metri** (in corrispondenza della Strada Vicinale Cinioni che attraversa gli impluvi del Riu de sa Pira) - **Hi4** (molto alto);

- località *Genna Pirastu* (Esterzili), **c.ca 100 metri** (in corrispondenza della Strada Vicinale Cinioni che attraversa gli impluvi del Riu de Arzili) - **Hi4** (molto alto);
- località *Sa Cungiadura* (Esterzili), **c.ca 70 metri** (in corrispondenza della Strada Vicinale Cinioni che attraversa gli impluvi del Riu de su lasili) - **Hi4** (molto alto);
- località *Funtana Manna-Orboredu* (Seui), **c.ca 60 metri** (in corrispondenza del percorso stradale esistente che attraversa gli impluvi del Riu Abbelada) - **Hi4** (molto alto).

Gli aerogeneratori sono localizzati in aree a **pericolo geomorfologico** classificato **Hg2** (medio). Brevi tratti del percorso del cavidotto, nel territorio comunale di Esterzili, ricadono invece in aree a pericolo alto (**Hg3**); queste sono relative a:

- località *Genna Larza* (Esterzili), **c.ca 100 metri** (in corrispondenza della Strada Vicinale Cinioni che attraversa gli impluvi del *Riu de sa Pira*) – **Hg3** (alto);
- località *Argiola Perdu Oi* (Esterzili), **c.ca 200 metri** (in corrispondenza della Strada Vicinale Cinioni che attraversa gli impluvi del *Riu de sa Cungiadura*) – **Hg3** (alto).

La Sottostazione Elettrica Utente ricade invece in aree a pericolo **Hg1** (moderato).

5.4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

La **circolazione superficiale** è piuttosto sviluppata nell'areale con sviluppo prevalentemente parallelo al percorso del bacino del Flumendosa, per via dello sviluppo delle tipologie rocciose che vengono attraversate; è relativa a torrenti e rii affluenti del Flumineddu, conosciuto anche come Rio San Girolamo (che va a formare un bacino artificiale in località "*Capanna Silicheri*", ed è gestito dall'ENAS - Ente Acque della Regione Sardegna), che attraversa tutto il territorio comunale di Ussassai in direzione N-S. Tra questi torrenti, nell'area di interesse, si sottolineano il Riu Giurtala e il Riu Abba Frida, a sud di Ussassai. Ad eccezione dei principali collettori, il reticolo idrografico dell'area assume un carattere torrentizio, il che significa che la sua portata è soggetta a variazioni stagionali in risposta alle precipitazioni. L

L'area dell'impianto ricade nell'ambito delle Unità Idrografica Omogenee del "Flumendosa". I siti individuati per l'installazione degli aerogeneratori ricadono all'interno dell'area sensibile n.76 di "*Flumineddu a Capanna Silicheri*", individuata ai sensi della Direttiva 271/91/CE e dell'Allegato 6 del D.Lgs. 152/99. Nella U.I.O. del Flumendosa ricadono 5 corsi d'acqua del I ordine e 103 corsi d'acqua del II ordine, alcuni dei quali di notevole importanza. Tra questi si possono citare il Riu Mulargia, il già menzionato Riu Flumineddu (anche detto Riu Stanali), il Riu Piricanas, tutti affluenti del Flumendosa. Anche sul corso del Riu Piricanas è stata realizzata un altro vaso abbastanza importante: la Traversa Bau e Mela. Anche gli altri laghi esistenti in questa U.I.O. (8 in totale) sono tutti artificiali e relativi al bacino del fiume Flumendosa.

Il cavidotto, che si estende in gran parte in corrispondenza dei tracciati della viabilità esistente, intercetta in diversi punti il reticolo idrografico. Le opere in progetto non sono tali da provocare significative interferenze con il reticolo idrografico e gli stessi lavori non comporteranno squilibri sul sistema idrico. Gli interventi previsti, interessando limitate profondità dei terreni, non apporteranno infine dissesti alle acque sotterranee. Gli attraversamenti dei corsi d'acqua previsti per l'elettrodotta saranno realizzati mediante tecnica T.O.C.

5.5. INQUADRAMENTO ARCHEOLOGICO

Il territorio rurale dei comuni interessati ospita al suo interno numerose aree archeologiche, che testimoniano una intensa antropizzazione nel territorio già dal IV-III millennio a.C., e che si protrae nei secoli sino alla contemporaneità.

Insedimenti umani nel territorio di Ussassai sono attestati già in epoca neolitica, confermati dai rinvenimenti di età prenuragica, quali le domus de janas di *Perdobia*, *Aurraci* e *Forris*, e della civiltà nuragica, in particolare dei nuraghi di *Nela*, *is Coccoironis*, *Taccu Addai*, ancora in buono stato di conservazione. Non si hanno particolari riferimenti storici di Ussassai per quanto riguarda l'epoca romana, mentre è certa la frequentazione in età bizantina, come testimoniato dalla chiesa campestre romanico-bizantina di San Salvatore.

Le testimonianze archeologiche presenti sul territorio comunale di Seui sono molto numerose, in particolare per ciò che concerne i siti nuragici; tra questi spicca il nuraghe *Ardasai*, a mille metri d'altezza, costituito da una torre centrale circondata da una muraglia e torri secondarie, e da un villaggio di capanne e una fonte sacra. Nel territorio comunale si segnalano anche il complesso nuragico di *Anulù*, il nuraghe di *Margiani Pubusa*, *Sa Lei* e *Funtana Manna*, oltre diverse tombe dei giganti simili a dolmen, e pozzi sacri.

Anche l'analisi del territorio che ricade sotto la competenza del comune di Esterzili mostra testimonianze che risalgono fino al Neolitico, come dimostrato dai settantasette siti censiti comprendenti menhir, dolmen, domus de janas, tombe dei giganti, nuraghi. La struttura più importante è rappresentata dalla *Domu de Orgia*, sita a 978 m.s.l.m.: si tratta del più grande tempio a megaron conosciuto, racchiuso in un ampio recinto ellittico, a pianta rettangolare di dimensioni 10x 20 metri e muri che conservano un'altezza di due metri. Si segnalano i resti del nuraghe di *San Sebastiano*, della omonima chiesa campestre; il complesso di fonti nuragiche del villaggio di *Monte Nuxi*; i resti del recinto megalitico di *Monte Santa Vittoria*. Avvenimenti di età punico-romana sono documentati e descritti nella Tavola di Esterzili, una lastra in bronzo che descrive la diatriba tra le popolazioni romane e le tribù dei Galinensi, e riporta per la prima volta la presenza di Otone su trono di Roma.

La ricchezza dei corsi d'acqua del territorio di Escalaplano ha favorito lo stanziamento dell'uomo sin dall'età prenuragica, come testimoniato dalle domus de janas rinvenute nelle località di *Fossasa* (dove si trova una necropoli ipogeica con sette domus de janas) e *Pedru Euzei*; numerosi sono anche i nuraghi, tra cui quelli di *Ammuai*, *Fumia* e *Pedru Euzei*, e diversi templi nuragici a pozzo. Si cita tra questi il complesso archeologico di *Is Clamoris*, comprendente un'area santuariale nuragica con un pozzo sacro. Si conservano tracce della dominazione romana, principalmente rovine e resti di villaggi, in località *is Arrantas*, *Pedru Euzei* e in *Foss'e Canna*.

Ulteriori indagini di bibliografia, di archivio e rilevazioni in campo sono state condotte dall'archeologo Dott. Tatti, e riportate nel documento "*REL.06 Relazione Archeologica*", a cui si rimanda per approfondimenti. Dai sopralluoghi nei siti ospitanti l'impianto eolico e le opere connesse hanno permesso di indicare un grado di rischio basso per tutte le postazioni degli aerogeneratori, così come per l'area ospitante la Sottostazione Elettrica Utente. Per quanto riguarda lo sviluppo del cavo elettrico, precedente generalmente su tratti di strade già esistenti (in parte asfaltate, in parte sterrate) e, in alcuni casi, in campo aperto, all'interno di terreni destinati ad attività di pascolo o incolti, il grado di rischio può definirsi basso nei tratti portati lungo le strade sterrate e lungo i tratti

in campo aperto, anche nei casi di visibilità al suolo bassa, dove non sono presenti strutture o materiale di interesse archeologico, e medio lungo i tratti su strada asfaltata, nei quali la visibilità di superficie è, chiaramente, nulla. Si segnalano i seguenti Beni censiti a una distanza di meno di 100 mt dal percorso del caviodotto:

- Villaggio nuragico "*Genn'e Mori*" (Seui)
- Tempio a *megaron* "*Domu de Orgia*" (Esterzili)
- area vincolata di "insediamento romano di *Corte Lucetta*" "*Pietre fitte su Cardu*" (Esterzili)

6. QUADRO PROGETTUALE

6.1. FATTIBILITÀ DEL PROGETTO

Con la realizzazione del parco eolico "*Su Casteddu*" il Proponente partecipa al raggiungimento degli obiettivi minimi di sviluppo dello sfruttamento delle fonti rinnovabili di energia sul territorio definiti dalla programmazione di sviluppo sostenibile territoriale, contribuendo in tal modo al conseguimento ed al mantenimento dell'equilibrio energetico tra produzione e consumi. La produzione di energia elettrica da fonte eolica dell'impianto "*Su Casteddu*" contribuisce inoltre alla riduzione della dipendenza del sistema energetico Nazionale da approvvigionamenti di combustibili tradizionali (olio, gas, carbone) o direttamente di energia da Paesi stranieri.

L'intervento impiantistico è stato pianificato a seguito di numerose e dettagliate indagini territoriali e valutato rispetto a diversi ambiti di fattibilità tecnica e di inserimento nel contesto ambientale, considerando una pluralità di fattori quali anemologia, orografia delle aree, esistenza o meno di strade, piste, sentieri, rispetto di distanze da fabbricati insediati e considerazioni sul rendimento dei singoli aerogeneratori.

La progettazione è stata condotta considerando l'aerogeneratore **Vestas**, serie **EnVentus** modello **V162-6.0MW**, con diametro del rotore di 162 m, altezza al mozzo 166 m e altezza massima 247 m. La tipologia di aerogeneratore è indicativa ed è stata scelta per poter effettuare le analisi urbanistiche, ambientali, acustiche e territoriali (effetto *shadow-flickering*, gittata degli elementi rotanti a seguito di rottura e foto inserimenti). Il Proponente si riserva di scegliere l'aerogeneratore che, al momento dell'avvio della costruzione del parco eolico "*Su Casteddu*", offrirà il miglior rapporto prezzo/performance produttive e migliorativi, in generale, per gli impatti generati dagli aerogeneratori nel rispetto della potenza totale installabile.

La potenzialità del sito ad ospitare aerogeneratori sarebbe anche maggiore; l'installazione della massima potenza possibile non è tuttavia ritenuto l'obiettivo primario, bensì il rispetto delle buone pratiche di inserimento degli aerogeneratori nei confronti dell'ambiente e secondo i criteri di ottimizzazione del rendimento complessivo dell'impianto eolico e il rispetto di esigenze e vincoli che insistono sul territorio. Il completo rispetto delle direttive regionali e già un'ottima garanzia di sostenibilità del progetto oltre alle possibili dichiarazioni di intenti che possono essere prese congiuntamente con le locali amministrazioni ai vari livelli.

Il layout d'impianto, con l'ubicazione degli aerogeneratori, il percorso dei cavidotti, il posizionamento dell'area per la realizzazione della sottostazione elettrica, è stato progettato anche in accordo con le Linee Guida per la realizzazione di impianti eolici della Regione Sardegna. Il progetto è stato dunque ideato secondo i seguenti criteri:

- scelta di aerogeneratori di grande taglia per minimizzare l'occupazione del suolo a parità di produzione energetica, con l'inserimento interno dei trasformatori BT/MT;
- ottimizzazione dei percorsi dei cavidotti interrati delle linee MT, posizionandoli ove possibile lungo la viabilità esistente;
- ubicazione della Sottostazione Utente di trasformazione 30/150 kV in prossimità della Stazione Elettrica, di futura realizzazione, in prossimità della nuova SE di Terna S.p.A, in comune di Escalaplano.

Gli aerogeneratori sono stati posizionati sul terreno rispettando la mutua minima distanza di 3D in direzione perpendicolare al vento e 5D in direzione parallela al vento (con D il diametro di rotazione delle pale), per ottimizzare il rendimento e la producibilità, e riducendo al minimo le turbolenze generate dall'*effetto scia*. Data la vastità e l'orografia complessa dell'area del parco eolico "Su Casteddu", gli aerogeneratori sono stati posizionati nel rispetto di quanto sopra anche per garantire il rispetto dei requisiti di distanza di rispetto (*buffer*), ma anche per limitare gli interventi di modifica del suolo, quali sterri e riporti, opere di sostegno, etc., cercando di sfruttare, nel posizionamento delle macchine, ove possibile, la viabilità esistente. I criteri ed i vincoli osservati nella definizione del layout sono stati i seguenti:

- anemologia del sito favorevole alla produzione industriale di energia elettrica;
- distanza dal ciglio di strade pubbliche coerente con le direttive dell'all.5 al D.G.R.59/90;
- distanza da fabbricati pre-insediati coerente con le direttive dell'all.5 al D.G.R.59/90;
- disposizione delle macchine a mutua distanza sufficiente a non ingenerare le diminuzioni di rendimento per effetto scia;
- orografia, acclività e morfologia delle aree tali da contenere gli interventi sul suolo, quali sterri, rilevati, opere di contenimento, etc.;
- minimizzazione degli interventi sul suolo;
- sfruttamento di percorsi e/o stradelle interpoderali esistenti;
- le caratteristiche dell'impianto e la sua disposizione (layout) in rapporto al territorio, così come previsto dal presente progetto, sono meglio descritti nelle tavole grafiche allegate.

Le caratteristiche dell'impianto e la sua disposizione (layout) in rapporto al territorio, così come previsto dal presente progetto, sono meglio descritti nelle tavole grafiche allegate.

La fattibilità tecnica del progetto è stata investigata anche tenendo conto degli **studi anemologici**, con cui sono state condotte simulazioni previsionali tramite opportuni software analizzando serie storiche e dati di bibliografia di riferimento e rappresentative dell'area oggetto di studio in cui è stato possibile calcolare la statistica media del vento a lungo termine. Si rimanda all'analisi "*REL17 - Stima preliminare della producibilità*" per maggiori dettagli.

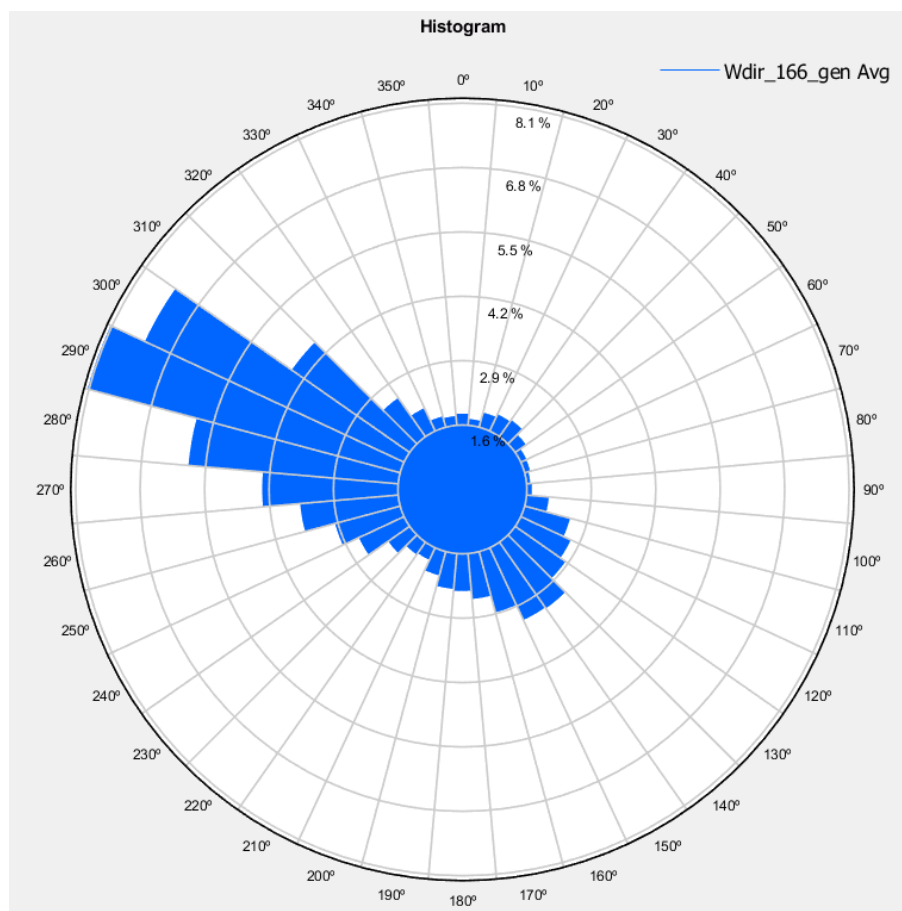


Figura 6.1: rosa dei venti del progetto Su Casteddu

Tale analisi ha costituito la base di dati per l'identificazione del miglior posizionamento degli aerogeneratori ai fini della producibilità.

A valle della definizione del layout sono state apportate tutte le ottimizzazioni in considerazione dell'orografia e dei vincoli imposti dalle normative ambientali ed urbanistiche. Si riportano di seguito le principali considerazioni:

- la direzione principale del vento è ovest, sia in frequenza che in energia;
- è stato calcolato, tramite estrapolazione verticale, che il vento a 166 mt ha una velocità media di **8,305 m/s**.
- attraverso l'extrapolazione della statistica del vento nella posizione di ogni aerogeneratore, a partire da quest'ultima è stata calcolata la produzione totale del parco eolico. La produzione annuale, al netto delle perdite, è di **133035 MWh**, pari a **3695 ore equivalenti**.

Dal punto di vista logistico, l'ubicazione degli aerogeneratori ha tenuto conto della presenza di infrastrutture nel territorio: la viabilità esistente consente infatti il raggiungimento delle zone interessate con relativa facilità; la stessa viabilità risulta essere adeguata al trasporto dei componenti dell'impianto eolico. Le strade locali sterrate locali e vicinali con fondo in terra in buono stato di manutenzione possono già essere percorribili, per il transito dei mezzi pesanti; sono comunque previste nel progetto eventuali opere di adeguamento stradale. La viabilità esistente sarà integrata

con quella di progetto per permettere il collegamento finale con le piazzole e le aree di servizio ai piedi degli aerogeneratori. In fase esecutiva saranno comunque effettuate ulteriori valutazioni circa la possibilità di mirati e limitati interventi di adeguamento della viabilità esistente, qualora si riscontrassero, in tale sede, elementi che possano rendere problematici il raggiungimento e la fruizione del sito di impianto.

La connessione elettrica del parco eolico "Su Casteddu" alla RTN sarà possibile in quanto è stata trasmessa la domanda di connessione per la quale il Proponente ha ricevuto il preventivo di connessione, la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) Codice Pratica n. 202303317, rilasciata da parte di Terna S.p.a. in data 12/09/2023. In accordo alla STMG, l'impianto verrà collegato in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 150 kV "Goni - Ulassai" e da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius".

Dal punto di vista normativo e vincolistico, l'impianto eolico "Su Casteddu" è stato progettato in osservanza delle Linee Guida a livello nazionale (previste nel D.M. del 10 settembre 2010) e a livello regionale (D.G.R. n.59/90 del 27/11/2020 e D.G.R. n.24/12 del 10/05/2015). È stato inoltre considerato l'inquadramento regolatorio previsto nel Piano Paesaggistico Regionale e nei Piani regolatori di riferimento, come riportato nei documenti "RELO1 - Studio di Impatto Ambientale" e "RELO2 - Studio di Inserimento Urbanistico", a cui si rimanda. Sono stati valutati i contesti ambientali e paesaggistici delle aree descritti nel documento "RELO3 - Relazione Paesaggistica", ritenendo questi aspetti prioritari per la sostenibilità dell'intervento impiantistico. Sono stati inoltre tenuti in considerazione gli aspetti di natura geologica, le caratteristiche morfologiche, le caratteristiche vegetazionali, faunistiche, archeologiche e degli insediamenti archeologici e storico-culturali, gli impatti previsionali sul clima acustico.

6.2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'area interessata dal progetto "Su Casteddu" è localizzata nella parte centro-orientale della Regione Sardegna, a circa 65 km dal capoluogo di Regione Cagliari e circa 55 km dal capoluogo di Provincia Nuoro. L'opera in progetto si identifica nell'area storico-geografica della *Barbagia di Seulo*, in prossimità dei confini amministrativi tra Ussassai e Seui, in direzione sud-ovest rispetto all'abitato di Ussassai, che risulta essere il centro abitato più prossimo all'impianto. Il sistema di elettrodotti convoglierà l'energia elettrica prodotta dai 6 aerogeneratori seguirà la viabilità esistente per poi innestarsi nel percorso della SP53 e percorrere infine la viabilità comunale fino alla Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) prevista nel territorio comunale di Escalaplano, in prossimità del confine amministrativo con l'enclave di Seui. La connessione alla rete elettrica nazionale sarà completata attraverso collegamento in antenna alla nuova Stazione Elettrica Terna di nuova realizzazione, prevista anch'essa a Escalaplano, in prossimità della SSEU.

I terreni interessati dall'installazione degli aerogeneratori coprono nel complesso un areale piuttosto vasto, caratterizzato da un contesto tipicamente rurale montuoso-collinare, tipico delle Barbagie.

Come da STMG di TERNIA allegata al preventivo di connessione datato 12/09/2023 - codice pratica 202303317 - si prevede un collegamento in antenna a 150 kV con una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 150 kV RTN da inserire in entra-esce alla linea RTN 150 kV "Goni - Ulassai" e da collegare, per il tramite di due nuovi elettrodotti RTN a 150 kV, con una nuova SE di trasformazione RTN a 380/150 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN 380 kV "Ittiri - Selargius".

La stessa STMG informa che, in considerazione della progressiva evoluzione dello scenario di generazione nell'area:

- sarà necessario prevedere adeguati rinforzi di rete, alcuni dei quali già previsti nel Piano di Sviluppo della RTN;
- non si esclude che potrà essere necessario realizzare ulteriori interventi di rinforzo e potenziamento della RTN, nonché adeguare gli impianti esistenti alle nuove correnti di corto circuito; tali opere potranno essere programmate in funzione dell'effettivo scenario di produzione che verrà via via a concretizzarsi.

Pertanto, fino al completamento dei suddetti interventi, ferma restando la priorità di dispacciamento riservata agli impianti alimentati da fonti rinnovabili, non sono comunque da escludere, in particolari condizioni di esercizio, limitazioni della potenza generata dai nuovi impianti di produzione, in relazione alle esigenze di sicurezza, continuità ed efficienza del servizio di trasmissione e dispacciamento.

La linea elettrica a 30 kV interrata, che connette il sito di produzione alla Sottostazione Elettrica Utente (SSEU), è dislocata nei territori comunali di Ussassai, Seui, Esterzili ed Escalaplano, e corre principalmente lungo la viabilità esistente. La cabina di *step-up* sarà realizzata in prossimità della nuova Stazione Elettrica di Terna S.p.A. in località "Pedru Pisano" nel comune di Escalaplano.

L'energia prodotta sarà convogliata verso la futura SSEU (che sarà a carico del Proponente), connessa alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). La stazione di *step-up* riceve a 30 kV l'energia prodotta dall'impianto eolico tramite una cabina MT posta all'interno dell'area della stazione stessa. L'energia collettata verrà trasferita al trasformatore MT/AT che ne innalza il livello di tensione a 150 kV per la connessione alla Stazione Elettrica di Terna.

L'Architettura generale dell'impianto eolico è di seguito descritta; si rimanda ai documenti "REL.PE.01 - Relazione specialistica elettrica" e "REL.PE.02 - Relazione impianto di connessione alla rete AT" per ulteriori dettagli.

Si prevede l'installazione di n. **6** aerogeneratori con potenza nominale di **6 MW** ciascuno per una potenza nominale totale di **36 MW**.

Come visto, gli aerogeneratori sono suddivisi in 3 sottocampi (gruppi) secondo il seguente schema:

- Gruppo 01: Aerogeneratore WTG-200.
- Gruppo 02: Aerogeneratore WTG-201;
Aerogeneratore WTG-202;
Aerogeneratore WTG-203.
- Gruppo 03: Aerogeneratore WTG-204;
Aerogeneratore WTG-205.

Gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in entra-esce mediante linee **MT a 30 kV in cavo ARG7H1RX-30 kV tripolare elicordato interrato**. Le linee in uscita dagli aerogeneratori WTG-200, WTG-201, WTG-204 confluiscono a una cabina di raccolta di campo, la quale a sua volta è collegata alla sottostazione MT/AT (step-up) tramite una **linea MT a 30 kV in cavo unipolare ARG7H1R interrato**.

Ciascun aerogeneratore sarà costituito dai seguenti macro-blocchi:

- una fondazione in CLS armato;
- un palo in acciaio;
- una navicella.

Tutte le apparecchiature necessarie alla trasformazione dell'energia meccanica del vento in energia elettrica (albero rotore, trasmissione, freno rotore, trasformatore BT/MT, generatore, inverter, quadri elettrici) sono dislocate nella navicella posta a 166 m di altezza.

Alla base delle torri degli aerogeneratori sono posti i quadri MT e le interfacce del sistema di controllo. I quadri MT conterranno le protezioni per il trasformatore dislocato sulla navicella e l'interruttore per il collegamento alla Sottostazione Utente.

Oltre agli aerogeneratori, l'impianto eolico "Su Casteddu" è costituito da:

- un sistema di cavidotti interrati in Media Tensione (MT) a 30 kV per il trasporto dell'energia prodotta dall'impianto verso la Sottostazione Utente;
- interventi per la viabilità di progetto, di nuova realizzazione, per raggiungere la posizione di ciascun aerogeneratore a partire dalla viabilità esistente da parte dei mezzi di trasporto dei componenti degli aerogeneratori e delle gru di elevazione oltre agli interventi di adeguamento stradale, necessari alla movimentazione dei mezzi di trasporto delle turbine;
- n.1 cabina di raccolta MT a 30 KV sita in prossimità dell'aerogeneratore WTG-200;
- n. 1 Sottostazione Utente, comprendente una cabina di raccolta in MT a 30 kV su terreni ricadenti in Comune di Escalaplano (SU);
- sistemi di protezione contro contatti diretti, indiretti e contro le sovracorrenti;
- un impianto di terra;
- apparecchiature e impianti ausiliari;
- impianto di supervisione e controllo;
- impianto di illuminazione esterna.

6.3. LAYOUT DI IMPIANTO

In figura 6.2 è riportato il layout progettuale. Per una maggiore chiarezza di dettaglio si rimanda all'elaborato "ELB.PC.01 - Planimetria generale d'impianto".

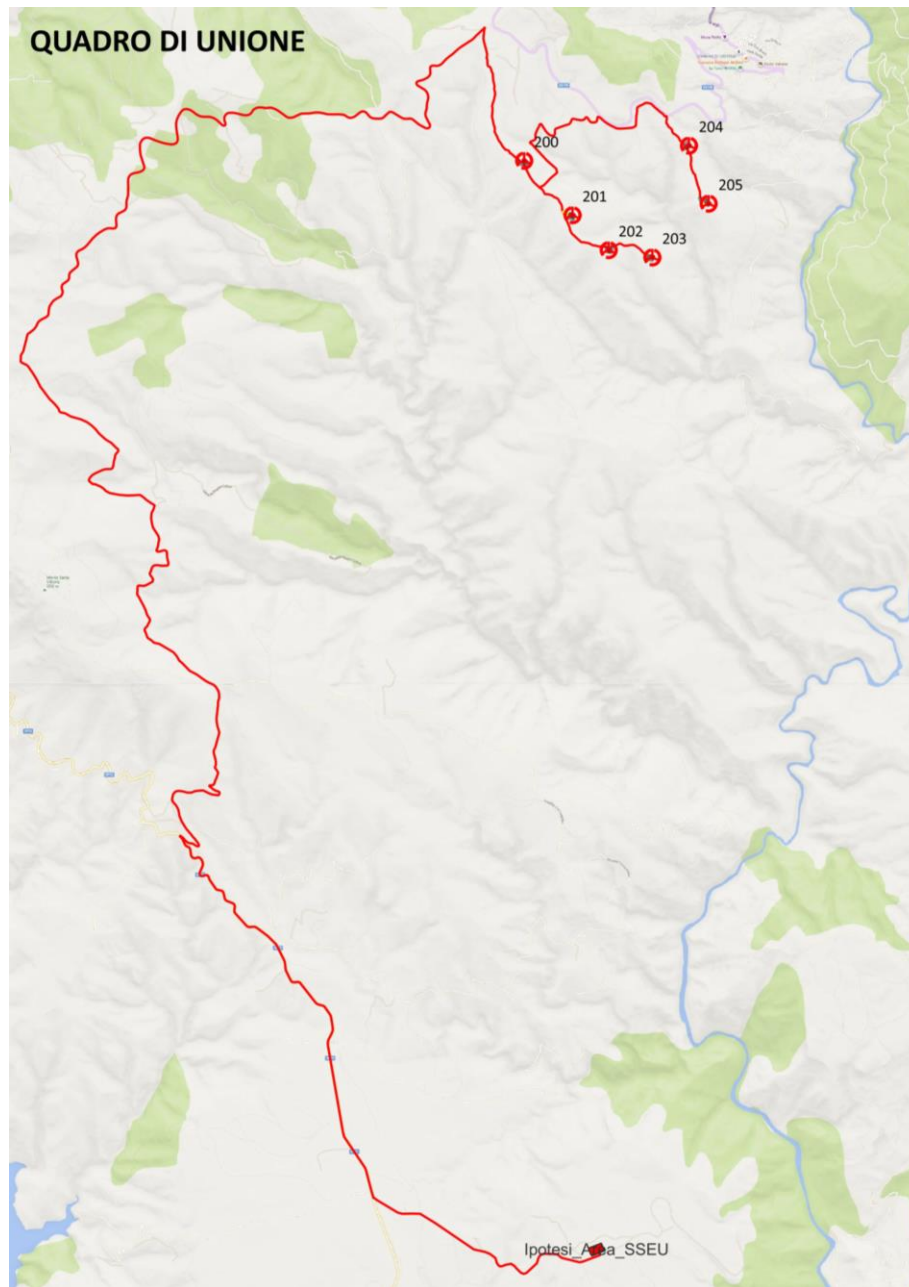


Figura 6.2: layout progettuale dell'impianto eolico Su Casteddu

6.4. CARATTERISTICHE TECNICHE DEGLI ELEMENTI DELL'IMPIANTO

6.4.1. AREE DI SERVIZIO

Le aree di servizio, necessarie per l'installazione degli aerogeneratori, saranno costituite tipicamente da:

Area **A**: **fondazione**, di forma circolare, avente diametro pari a 24 m (come indicata all'interno dell'area B)

Area B: **piazzola di montaggio** in fase di cantiere, ovvero l'area di posizionamento dei componenti navicella e rotore, di posizionamento delle gru e relativi ingombri.

Area C: **piazzola di stoccaggio pale**, evidenziata in colore verde, ovvero area di **deposito temporaneo delle pale** dell'aerogeneratore.

Area D: **piazzola nella fase di esercizio** (facente parte dell'area B), che rimane a disposizione per la gestione e l'eventuale manutenzione straordinaria dell'aerogeneratore.

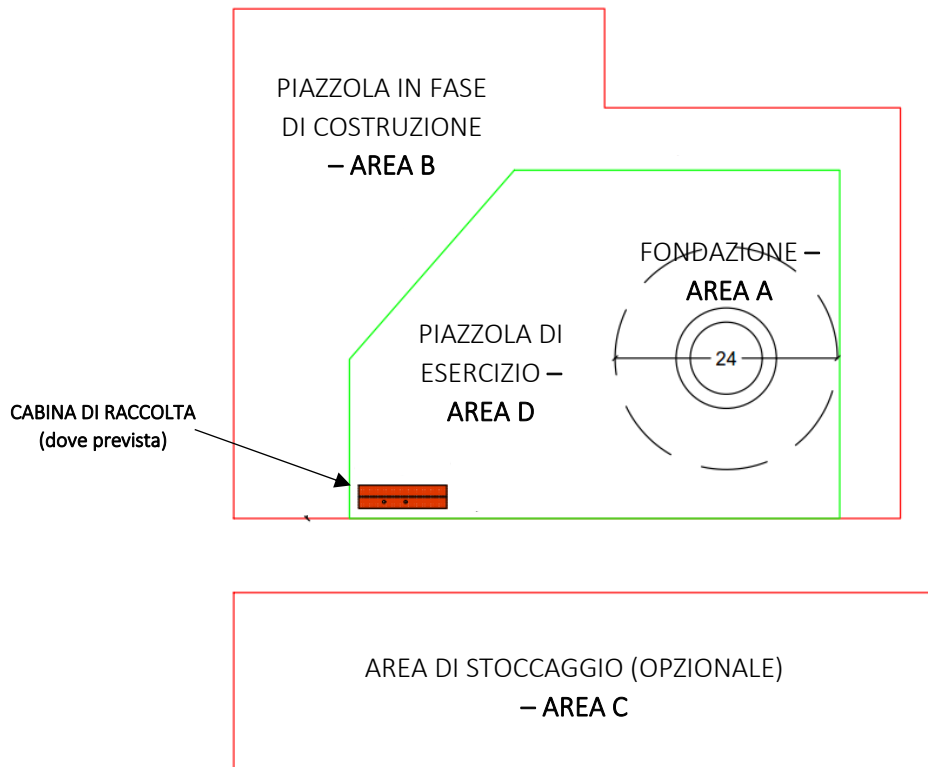


Figura 6.3: tipico per piazzole degli aerogeneratori

Le aree di servizio B, C e D, per ciascun aerogeneratore, in fase di cantiere, saranno costituite da terreno battuto e livellato ricoperto da misto granulare proveniente dalla frantumazione in tutto o in parte del materiale scavato; queste aree di servizio, ad installazione ultimata dell'aerogeneratore saranno restituite ai precedenti usi, tranne l'area D, che sarà mantenuta in massicciata per le eventuali future necessità di manutenzione straordinaria dell'aerogeneratore.

La realizzazione della piazzola di cantiere avverrà secondo le seguenti fasi:

- asportazione di un primo strato di terreno vegetale e messa a deposito temporaneo, sempre nel perimetro del cantiere, da utilizzare per inerbimenti e/o ripianamenti di scarpate o spallette;
- scavo di sbancamento, asportazione dello strato inferiore di terreno roccioso, fino a raggiungere la quota di posa compresa la rimozione di cespugli e arbusti, se presenti e la configurazione delle scarpate;

- messa a deposito temporaneo, sempre nel perimetro del cantiere, del materiale roccioso e ritenuto idoneo per il riutilizzo ed eventuale trasporto a deposito del materiale roccioso non riutilizzabile;
- compattazione e rullatura, se necessario, del piano di posa della fondazione stradale con mezzi meccanici (rulli compressori vibranti ed escavatori);
- eventuale posa di manto di geotessile (tessuto non tessuto), avente funzione di evitare la risalita della frazione argillosa, laddove si dovesse riscontrarne la presenza, al fine di salvaguardare le caratteristiche meccaniche del successivo strato di fondazione di cui al punto successivo;
- realizzazione dello strato di fondazione o massicciata di tipo stradale, dello spessore minimo di 25 cm, costituito da un misto granulare frantumato meccanicamente (come da specifiche della voce del documento "REL20 - Disciplinare descrittivo prestazionale degli elementi tecnici di tutte le opere"), di pezzatura assortita compresa tra i 5 cm e i 15 cm mediante la compattazione a strati eseguita con idonei mezzi meccanici (rulli compressori vibranti ed escavatori);
- realizzazione di un ultimo strato di misto granulare stabilizzato per uno spessore di 15 cm.

Non saranno utilizzate sostanze chimiche in aggiunta o in miscelazione con il materiale terroso.

6.4.2. AEROGENERATORI

Si rimanda al documento "REL.PE.01 Relazione specialistica elettrica" per approfondimenti. Le parti principali costituenti gli aerogeneratori sono le seguenti.

Fondazioni

Le opere di fondazione superficiale previste per gli aerogeneratori hanno la funzione principale di trasmettere il peso della struttura e delle altre forze esterne al terreno e assicurare stabilità e resistenza sotto l'effetto di carichi statici, dinamici e accidentali. La struttura ha dimensioni variabili in funzione del modello di aerogeneratore e soprattutto in base alla potenza e quindi all'altezza della torre di sostegno. Per la progettazione e la realizzazione delle opere di fondazione è necessario provvedere ad un accurato studio geologico esteso ad una zona significativamente estesa dei luoghi d'intervento, in relazione al tipo di opera e al contesto geologico in cui questa si andrà a collocare. Le fondazioni sono realizzate in cemento armato a pianta circolare e tronco rastremato e materiali ferrosi quali bulloni, viti e sistemi di ancoraggio. Tutti i modelli degli aerogeneratori si sostengono su una base monoblocco costruita con cemento armato e concio di fondazione di sostegno di acciaio. Per gli aerogeneratori **Vestas**, serie **EnVentus** modello **V162-6.0MW**, le fondazioni degli aerogeneratori sono di tipo circolare tronco conica con base molto larga, avente diametro pari a 24,00 m. La superficie occupata è circa 450 m² e l'altezza della fondazione è 3,45 m dal bordo superiore della base al piano di fondazione della base, con la fossa sfalsata di 30 cm al di sotto della fondazione. La sommità della fondazione, di larghezza 6 m farà da collegamento alla prima sezione della torre. Le fasi di realizzazione delle fondazioni sono le seguenti:

- scavo di sbancamento fino al raggiungimento della quota di imposta della sottofondazione;
- livellamento del piano di posa della fondazione con calcestruzzo magro (Classe C8/10);

- posa delle barre d'armatura e degli elementi filettati di ancoraggio del primo concio;
- getto di calcestruzzo Classe C32/40, sagomato per la realizzazione della fondazione;
- posa di casseri circolari per la parte affiorante e dei necessari puntelli di contenimento della spinta del calcestruzzo allo stato fresco;
- getto di completamento della parte affiorante di attacco del primo concio della torre, con calcestruzzo di Classe C32/40;
- rimozione dei casseri della parte affiorante.

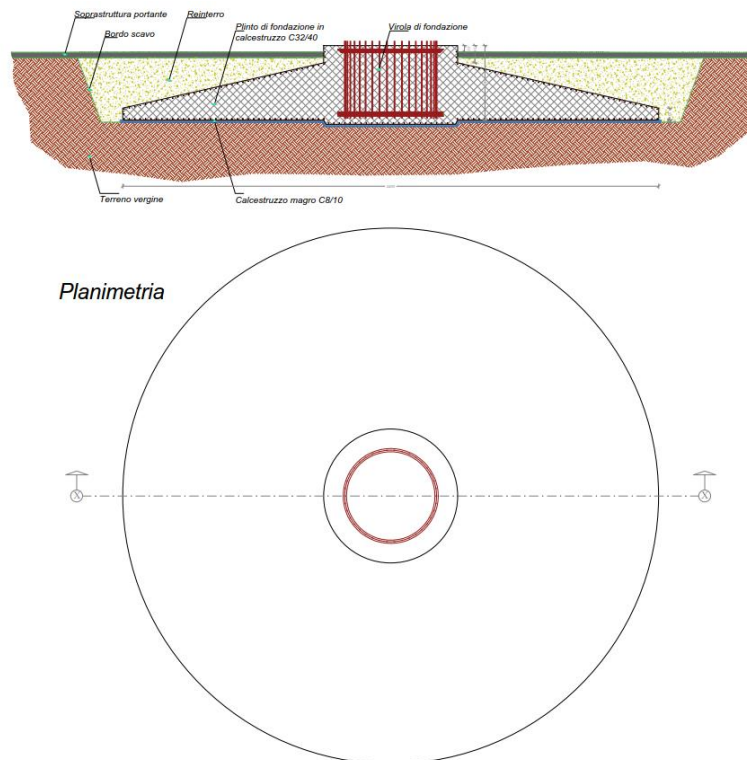


Figura 6.4: tipico fondazioni aerogeneratori

Rotore-navicella

Il rotore è una costruzione a tre pale, montata sopravvento alla torre. La potenza erogata è controllata dalla regolazione del passo e della richiesta di coppia. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza erogata mantenendo i carichi e il livello di rumore.

La navicella ruota sull'asse della torre di sostegno grazie al sistema composto da motori elettrici, gestiti dal sistema principale di controllo e azionati in base alle informazioni provenienti dall'anemometro posto in cima al carter della navicella che misura direzione, velocità e intensità del vento.

La navicella è una cabina realizzata in struttura metallica all'interno della cabina sono ubicati tutti i componenti necessari alla generazione dell'energia elettrica. È posizionata sulla cima della torre di sostegno e ruota sull'asse della torre di sostegno grazie al sistema composto da motori elettrici,

gestiti dal sistema principale di controllo e azionati in base alle informazioni provenienti dall'anemometro posto in cima al carter della navicella che misura direzione, velocità e intensità del vento. La navicella costituisce il nucleo centrale dell'aerogeneratore, dove avviene la trasformazione dell'energia cinetica del vento che, mettendo in rotazione le pale, si trasforma in energia elettrica. È la parte più complessa dell'aerogeneratore, dato l'elevato numero di componenti, unità e diversi sistemi installati. La maggior parte dei componenti della navicella sono fabbricati in diversi tipi di acciaio e leghe, in generale carpenteria metallica. La copertura della navicella è costituita da pannelli laminati e rinforzati con fibra di vetro.

I principali componenti della navicella sono:

- mozzo;
- trasmissione;
- componenti elettromeccanici;
- trasformatore MT/BT;
- gruppo idraulico;
- componenti elettrici e quadri elettrici;
- minuteria.

Il mozzo

Il mozzo del rotore è ricavato da una fusione di ghisa sferoidale ed è fissato all'albero lento della trasmissione tramite un collegamento a flangia. Il mozzo è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione della base delle pale e dei cuscinetti di regolazione del passo dall'interno della struttura.

Trasmissione, albero, riduttore e freno rotore

L'albero principale a bassa velocità è forgiato e trasferisce la coppia del rotore al riduttore e i momenti flettenti al telaio tramite i cuscinetti principali e i loro alloggiamenti. La trasmissione è concepita con un sistema di sospensione a 4 punti di contatto: l'albero principale che poggia su due cuscinetti principali e la scatola del cambio con due bracci di torsione assemblati al telaio principale. Il riduttore, del tipo ad alta velocità a 3 stadi (2 epicicloidali + 1 parallelo), è in posizione a sbalzo; il portasatelliti del riduttore è assemblato all'albero principale tramite un giunto flangiato bullonato e sostiene il riduttore. Il freno meccanico è montato sul lato opposto alla trasmissione del cambio. Un telaio pressofuso collega la trasmissione alla torre. Il cuscinetto di imbardata è un anello con ingranaggio esterno con cuscinetto di attrito. Una serie di motoriduttori epicicloidali elettrici aziona il controllo dell'imbardata.

Componenti elettromeccanici

Il generatore è l'elemento della turbina che ha il compito di convertire l'energia cinetica del vento direttamente in energia elettrica. È un generatore asincrono trifase a doppia alimentazione con rotore avvolto, collegato ad un convertitore di frequenza. Lo statore e il rotore del generatore sono entrambi costituiti da lamierini magnetici impilati e avvolgimenti formati. L'elettricità prodotta nel generatore è trasformata (elevamento di tensione e abbassamento di corrente) e convogliata dai cavi elettrici alla base della torre e quindi inviata alla rete in cavidotti interrati. Il generatore è raffreddato ad aria. Collegato direttamente al rotore, il convertitore di frequenza è un sistema di

conversione che consente il funzionamento del generatore a velocità e tensione variabili, fornendo alimentazione a frequenza e tensione costanti al trasformatore MT, posizionato anch'esso all'interno della navicella.

Gruppo o sistema idraulico

Il sistema idraulico mette in pressione l'olio per il freno (blocco idraulico) del rotore. Il sistema frenante è il dispositivo di sicurezza che blocca il funzionamento dell'aerogeneratore in caso di eccessiva ventosità; è generalmente costituito da due sistemi indipendenti di arresto delle pale: un sistema frenante aerodinamico e un sistema frenante meccanico. Il sistema frenante aerodinamico viene utilizzato per controllare la potenza dell'aerogeneratore, come freno di emergenza in caso di eccessiva ventosità, superiore alla nominale, e per arrestare il rotore. Il sistema meccanico viene utilizzato per completare l'arresto del rotore e come freno di stazionamento.

Componenti elettrici e di controllo

In tutto l'aerogeneratore e in particolare all'interno della navicella si installa un elevato numero di cavi e dispositivi di controllo. Da un lato si trovano i cavi che evacuano l'energia generata all'esterno e dall'altro i cavi appartenenti al sistema di controllo dell'aerogeneratore. Questi cavi connettono i differenti meccanismi all'unità di controllo dell'aerogeneratore, nella quale si gestiscono tutte le informazioni dei molteplici sensori installati. Anche i quadri BT degli aerogeneratori sono posti all'interno delle navicelle; il controllore della turbina eolica è un controller industriale basato su microprocessore. Il controllore è dotato di quadro e dispositivi di protezione ed ha funzionalità di autodiagnostica. I quadri MT degli aerogeneratori sono forniti assieme alle macchine e contengono le protezioni MT per i trasformatori posti nella navicella e gli interruttori per realizzare i collegamenti con gli altri aerogeneratori e con la Sottostazione Utente.

Minuteria

Si tratta degli elementi di assemblaggio, supporto, armatura di supporto della carcassa esterna, elementi di protezione dei componenti mobili.

Pale

Le pale sono realizzate con una matrice composita rinforzata con fibre di vetro e di carbonio che conferisce la rigidità necessaria con il miglior rapporto al peso complessivo. La struttura centrale della pala dell'aerogeneratore è costituita da una traversa (longherone), che conferisce resistenza alla struttura e su cui si fissa il rivestimento, formato da due gusci. Il rivestimento ha la sola funzione aerodinamica, conferendo un profilo alare uguale a quello dell'ala dell'aliante, in grado di sfruttare al meglio l'energia cinetica del vento.

Torre

La turbina eolica è montata su una torre tubolare d'acciaio rastremata. La torre ha salita interna e accesso diretto al sistema di imbardata e alla navicella. È dotato di piattaforme e illuminazione elettrica interna. Le torri di sostegno sono ricoperte da vari strati di pittura per proteggerli dalla corrosione. Le dimensioni e caratteristiche strutturali variano in funzione della potenza della macchina da installare. Oltre ai cavi elettrici di connessione dell'aerogeneratore, all'interno delle torri si installano vari componenti come la porta di accesso, la scala, le linee di vita, le piattaforme di sosta per l'accesso degli operai all'interno della navicella.

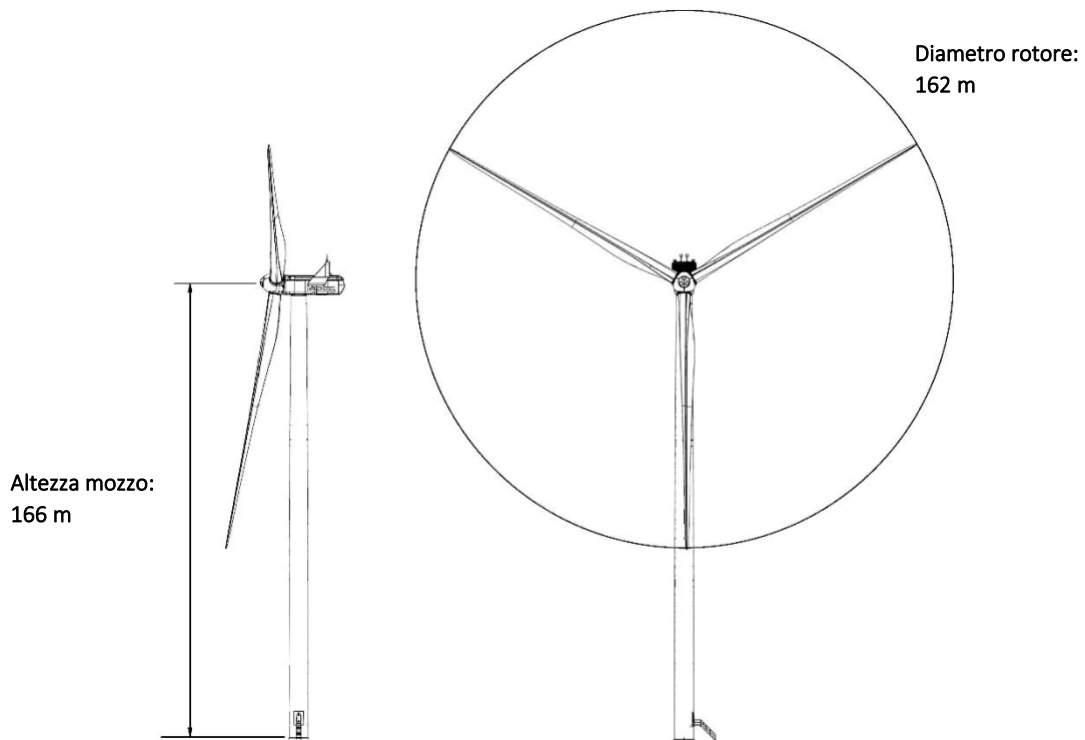


Figura 6.5: aspetto esterno aerogeneratore

6.4.3. CABINA ELETTRICA

È prevista l'installazione di n.1 cabina di raccolta sita in campo presso l'aerogeneratore WTG-200. La cabina di raccolta, contenente il quadro elettrico MT, è del tipo prefabbricato monoblocco omologato che a fine ciclo può essere prelevato e ricollocato in altro sito e che comunque è recuperabile integralmente sia per quanto riguarda l'involucro che tutte le apparecchiature interne. Il quadro MT installato all'interno della cabina ha la funzione di raccogliere le linee MT a 30 kV provenienti dagli aerogeneratori in campo e di convogliare l'energia così raccolta tramite un elettrodotto collegato alla SSEU. Si rimanda all'elaborato "ELB.PE.11 - Cabine di campo" per i dettagli dimensionali.

6.4.4. CAVIDOTTI INTERRATI

Saranno realizzate le seguenti connessioni:

- collegamento in MT a 30 kV tra l'aerogeneratore WTG-200 e la cabina di campo;
- collegamento in MT a 30 kV tra l'aerogeneratore WTG-201 e la cabina di campo;
- collegamento in MT a 30 kV tra l'aerogeneratore WTG-202 e l'aerogeneratore WTG-201;
- collegamento in MT a 30 kV tra l'aerogeneratore WTG-203 e l'aerogeneratore WTG-202;
- collegamento in MT a 30 kV tra l'aerogeneratore WTG-204 e la cabina di campo;
- collegamento in MT a 30 kV tra l'aerogeneratore WTG-205 e l'aerogeneratore WTG-204;
- collegamenti in MT a 30 kV tra l'uscita della cabina di raccolta e la SSEU.

Tutti i cavi elettrici di collegamento tra gli aerogeneratori e la Sottostazione Elettrica Utente (SSEU) sono posati sotto il manto stradale esistente e lungo i tratti delle strade di nuova realizzazione che collegheranno le strade esistenti alle aree di servizio degli aerogeneratori. Il cavidotto in Media Tensione di collegamento tra gli aerogeneratori, la cabina di campo e la Sottostazione Utente, come riportato negli elaborati di progetto, è totalmente interrato in trincee di profondità pari a 1,5 m rispetto al piano di campagna; pertanto, la posa sarà generalmente a circa 1,3 m di profondità dal piano di campagna. La trincea sarà riempita con il materiale di risulta dello scavo. Lo spessore della trincea è variabile in funzione al numero di terne di cavi che devono essere posati per i diversi tratti del cavidotto.

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno degli aerogeneratori 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;
- Cavi unipolari con conduttori in alluminio riuniti in fasci tripolari a trifoglio. Tali cavi saranno utilizzati in posa direttamente interrata per il collegamento dagli aerogeneratori e la stazione di trasformazione SSEU

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati *ELB.PE.02 - Schema a blocchi opere elettriche* e *ELB.PE.06 - Tracciato elettrodotti (interno) MT su CTR e sezioni tipiche di scavo*.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno realizzate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e da 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 l'attraversamento dei fiumi (si veda il documento "*ELB.PE.09 - Tavola ed elenco degli attraversamenti MT*") 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.

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:

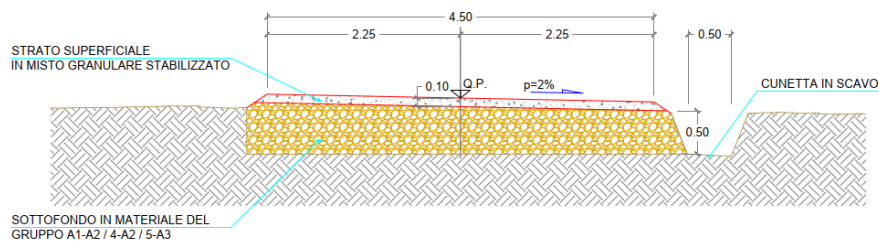
- nel corso della prima fase, viene realizzato un foro pilota mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa; la fase si conclude con il raggiungimento del punto di uscita prestabilito;
- successivamente sulla testa di perforazione 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.

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

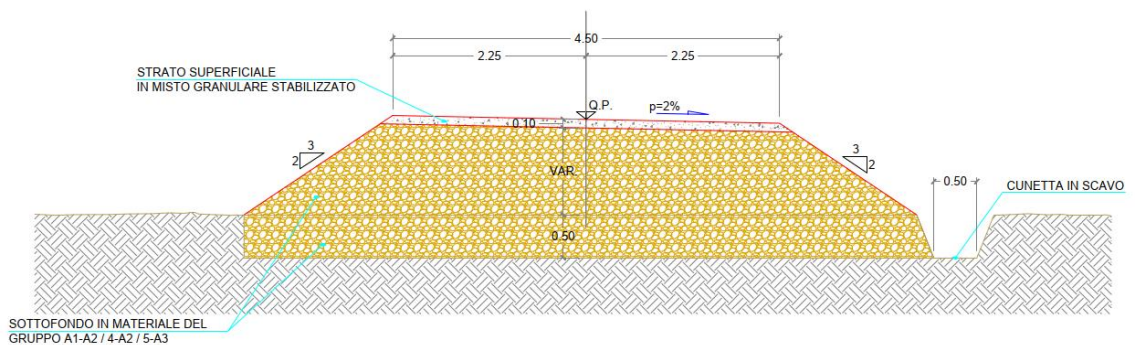
6.4.5. VIABILITÀ DI PROGETTO

La viabilità di progetto è relativa al collegamento dell'impianto con la viabilità preesistente. Le strade di progetto rappresentano parte delle infrastrutture della viabilità interna e permettono il movimento o la sosta dei mezzi di manutenzione e il movimento pedonale. Tutti gli elementi che ne fanno parte devono essere mantenuti periodicamente non solo per assicurare la normale circolazione di veicoli e pedoni ma soprattutto per garantirne il rispetto delle norme sulla sicurezza e la prevenzione di infortuni a mezzi e persone. Il progetto di impianto "Su Casteddu" prevede il riutilizzo in loco di parte delle terre da scavo provenienti dagli scavi per la realizzazione delle strade di progetto e delle aree di manovra e servizio. La pendenza massima delle stradelle non dovrà essere superiore al 5%; data l'orografia piuttosto complessa del sito, saranno previste operazioni di livellamento del terreno dove necessario. L'adeguamento e la costruzione ex-novo della viabilità di progetto avrà la pendenza trasversale minima superiore allo 0.5% (tipicamente 2%) per permettere una rapida evacuazione delle acque superficiali di origine meteorica dalla superficie del piano stradale, che sarà in ogni caso permeabile, con tassativa esclusione di uso di asfalti e bitumi.

SEZIONE TIPO



SEZIONE TIPO IN RILEVATO



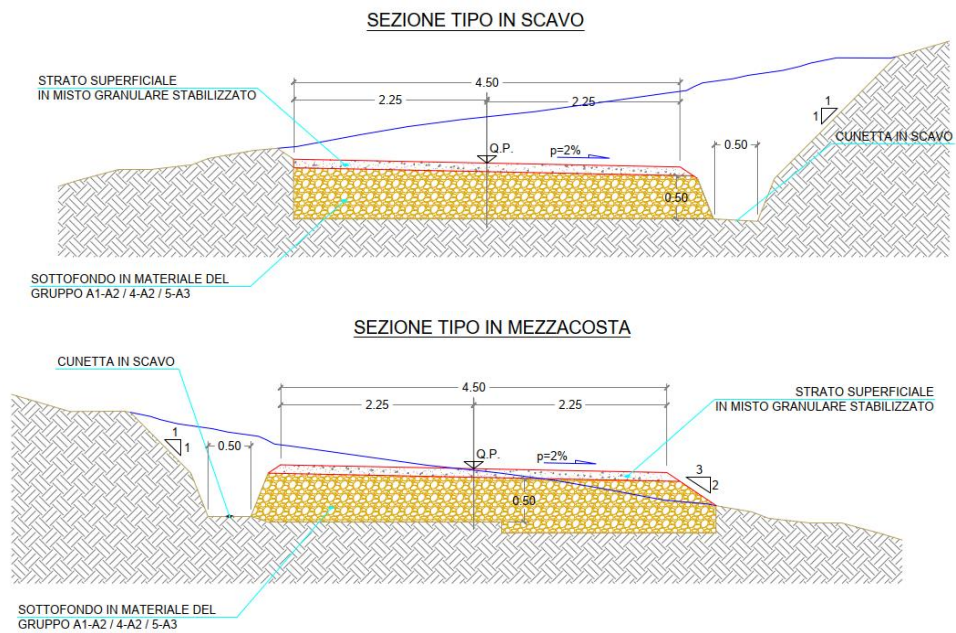


Figura 6.6: tipico per viabilità di nuova realizzazione

La viabilità esistente non verrà modificata in modo significativo dalle opere di adeguamento, le quali interesseranno, ad esempio, la larghezza della carreggiata e non l'andamento planimetrico ed altimetrico, se non per interventi puntuali e localizzati.

Per maggiori dettagli si vedano gli elaborati *ELB.PC.05 - sezioni stradali tipo*.

6.4.6. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA UTENTE (SSEU)

La Sottostazione Utente è costituita da un manufatto edilizio che prevede un piazzale con recinzione e sala quadri. All'interno della SSEU è prevista una cabina che sarà suddivisa nella sezione MT (destinata ad accogliere i quadri per le linee di arrivo dal campo a 30 kV), una parte destinata al quadro BT (destinata a contenere i quadri dei servizi ausiliari), un sistema di controllo della stazione, un locale misure, un locale adibito a magazzino e i servizi igienici. È inoltre presente un trasformatore da 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari. Dentro la sala quadri saranno installate le apparecchiature e tutti i quadri di segnalazione, controllo e comando. Le fasi di realizzazione dell'area della Sottostazione Utente sono le seguenti:

- scotico di terreno vegetale;
- scavo di sbancamento fino al raggiungimento della quota di imposta della sottofondazione;
- posa in opera di calcestruzzo magro, avente funzione di regolarizzazione del piano di imposta della fondazione;
- casseri e getti di calcestruzzo, sagomati per la realizzazione della platea della cabina MT;
- casseri e getti di calcestruzzo sagomati per la realizzazione del muro perimetrale della Sottostazione Utente.

Si rimanda all'elaborato "*ELB.PE.07 - Piante e sezioni SSE Utente*" per i dettagli dimensionali.

6.4.7. SISTEMA DI PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI, INDIRETTI E SOVRATENSIONI

Per proteggere l'impianto dalle sovratensioni si installerà un dispositivo che ne assicura la protezione, denominato "scaricatore di sovratensione" o "dispersore" e progettato per scaricare a terra le correnti. La protezione contro i contatti indiretti potrà essere assicurata tramite interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di dispositivi di protezione contro le sovracorrenti o per mezzo di interruttori differenziali. La protezione contro i contatti diretti dovrà essere realizzata tramite isolamento delle parti attive tramite involucri con livello di protezione adeguato al luogo di installazione, e tali da non permettere il contatto con le parti attive se non previo smontaggio degli elementi di protezione con l'ausilio di attrezzi. La protezione delle linee contro le sovracorrenti dovrà essere assicurata da interruttori automatici (o da fusibili) installati sui quadri di distribuzione. È generalmente prevista la protezione dai sovraccarichi per tutte le linee di distribuzione o terminali.

6.4.8. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione. In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini etc.). L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti, alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.). Per impianto di terra si intende l'insieme dei dispersori, conduttori di terra, collettore o nodo principale di terra, conduttori di protezione, conduttori equipotenziali.

6.4.9. APPARECCHIATURE E IMPIANTI AUSILIARI

I principali dispositivi ausiliari montati all'interno della navicella comprendono un dispositivo idraulico per lubrificare il moltiplicatore di giri o le altre parti meccaniche e scambiatori di calore per il raffreddamento dell'olio e del generatore, oltre a pompe e ventilatori. Sulla sommità della navicella sono installati un anemometro e una banderuola per il controllo dell'aerogeneratore, i fari di segnalazione per il sorvolo degli aerei. Per migliorare l'affidabilità dell'aerogeneratore sono impiegati diversi sensori che monitorano lo stato dei vari componenti e segnalano eventuali difetti e malfunzionamenti che necessitano di operazioni di manutenzione.

Tra gli impianti ausiliari è anche prevista l'installazione degli impianti televisivi a circuito chiuso (TVCC), comprendente gli apparati di ripresa, la rete di connessione e gli apparati di monitoraggio.

6.4.10. SUPERVISIONE E CONTROLLO

Gli aerogeneratori sono dotati del sistema di controllo VMP8000, che permette, tra l'altro, il monitoraggio e la supervisione generale delle operazioni, la sincronizzazione del generatore con la rete, il controllo del rumore.

Il sistema di sensori permette il controllo e la gestione puntuale del funzionamento produttivo dell'aerogeneratore con il massimo grado di accuratezza. I sensori esterni principalmente misurano la velocità, la direzione e l'intensità del vento oltre alle condizioni atmosferiche di temperatura, umidità e pressione. I sensori interni, oltre a quelli di ogni apparecchiatura elettromeccanica misurano la temperatura interna alla navicella, i livelli di pressione del sistema idraulico, le vibrazioni di ogni singola pala e la posizione delle stesse.

La turbina eolica funziona automaticamente. Si avvia automaticamente quando la coppia aerodinamica raggiunge un certo valore. Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller della turbina eolica fissa i riferimenti di passo e coppia per funzionare nel punto aerodinamico ottimale (produzione massima) tenendo conto della capacità del generatore. Una volta superata la velocità del vento nominale, la richiesta di posizione di inclinazione viene regolata per mantenere una produzione di energia stabile pari al valore nominale. Se è abilitata la modalità di limitazione per vento forte, la produzione di energia viene limitata una volta che la velocità del vento supera un valore di soglia predefinito, fino al raggiungimento della velocità del vento di interruzione (*cut-out*) e la turbina eolica smette di produrre energia. Se la velocità media del vento supera il limite massimo operativo, la turbina eolica viene spenta mediante il beccheggio delle pale. Quando la velocità media del vento torna al di sotto della velocità di *re-cut in*, i sistemi si riavviano automaticamente.

6.4.11. ILLUMINAZIONE ESTERNA

Per impianto di illuminazione esterna si intendono gli impianti di illuminazione pertinenti alle piazzole dove sono installati gli aerogeneratori. L'impianto di illuminazione esterna è molto semplificato ed è costituito da plafoniere LED per esterno tipo "Tartaruga" con protezione meccanica addizionale installate direttamente sulla torre eolica in corrispondenza del portello.

6.5. OPERE CIVILI

Le opere civili da realizzare saranno dunque:

- Realizzazione delle aree di servizio, compresi lavori di appianamento del terreno;
- Fondazioni degli aerogeneratori. Nel caso in esame, le fondazioni degli aerogeneratori sono di tipo circolare tronco conica con base molto larga, avente diametro pari a 24,00 m;
- Eventuale adeguamento della viabilità esistente, con messa in sicurezza mediante opportune opere (canalette, sistemazione argini e scarpate, dispositivi di ritenuta, cunette);
- Realizzazione della nuova viabilità di progetto per il collegamento tra la stessa viabilità esistente e gli aerogeneratori;
- Opere di sostegno e contenimento;

- Opere di drenaggio dell'acqua piovana;
- Recinzioni temporanee per le aree di cantiere mediante pali infissi e rete metallica e cancelli di ingresso;
- Scavi a sezione ristretta per la posa dei cavidotti interrati di collegamento tra gli aerogeneratori e la Stazione Elettrica;
- Attraversamenti dei corsi d'acqua e della viabilità locale mediante tecnica di Trivellazione Orizzontale Controllata (T.O.C.);
- Sottostazione Elettrica Utente, con relative opere di scavo, appianamento, muratura, recinzione perimetrale e installazione delle strutture prefabbricate in calcestruzzo e basamenti per il trasformatore.

Ai fini della conduzione delle operazioni di movimento terra è previsto l'impiego di tecnologie di scavo meccanizzate convenzionali e non contaminanti. Nello specifico le attività di movimento terra faranno ricorso a escavatori idraulici gommati e/o cingolati (eventualmente provvisti di martellone per la demolizione di roccia dura), bulldozer cingolato, pale caricatori gommate e/o cingolate, terne gommate o cingolate, macchine livellatrici, rullo compattatore, dumper e/o autocarri per il trasporto del materiale.

7. CRONOPROGRAMMA

Il cronoprogramma di realizzazione dell'impianto "Su Casteddu" è riportato nel documento "CRO01 - Cronoprogramma dei lavori di esecuzione".

8. DESCRIZIONE DELLE FASI DI VITA DELL'IMPIANTO

8.1. FASE DI CANTIERE

La prima attività di cantiere consiste nell'apertura del cantiere stesso e sarà eseguita in accordo a quanto dettato dalla normativa inerente alle dotazioni per la sicurezza. In questa fase diventa importante saper coordinare le varie fasi di lavoro: una logistica ben organizzata, salvo eventi meteo avversi, consente la minimizzazione dei tempi di costruzione, la distribuzione nel tempo e quindi in condizioni di maggior sicurezza dei trasporti gommati dei materiali e componenti lungo la viabilità pubblica. In fase di realizzazione delle opere saranno predisposti i seguenti accorgimenti:

- conservare il più possibile lo stato dei terreni;
- non interferire con le infrastrutture esistenti.

Il monitoraggio in fase di cantiere sarà svolto nell'ambito della Direzione Lavori da un Direttore Operativo Ambientale, che deve verificare e certificare tutte le misure e le prescrizioni contenute nel progetto esecutivo ed eventualmente impartite dall'autorità ambientale. L'allestimento del cantiere occuperà un'area recintata per l'allocazione dei container adibiti allo stoccaggio dei materiali di piccolo volume, le attrezzature per il montaggio delle turbine, per le attività civili, elettromeccaniche

e attrezzature varie e gli uffici per il personale adibito alle attività di gestione del cantiere, degli appalti e dell'opera in generale, della costruzione e assemblaggio. Il tempo di vita del cantiere sarà quello strettamente necessario alla realizzazione delle opere di impianto.

I mezzi che in questa fase della progettazione sono stati valutati al fine del loro probabile utilizzo nelle operazioni di cantiere possono essere pale gommate, escavatori, bob-cat, automezzi dotati di gru, carrelloni trasporta mezzi meccanici, autogrù. Il raggiungimento dell'area di cantiere sarà possibile con minimi adeguamenti della viabilità esistente; le stradelle di servizio saranno realizzate avendo cura di compensare il più possibile i volumi di scavo e di riporto allo scopo di limitare al minimo indispensabile il movimento terra.

Si passerà quindi al completamento definitivo della viabilità di progetto, delle aree di manovra, delle piazzole di servizio, del posizionamento della cabina di raccolta e delle fondazioni degli aerogeneratori.

Le piazzole sono state posizionate cercando di raggiungere il migliore compromesso tra l'esigenza degli spazi occorrenti per l'installazione delle macchine e la ricerca del massimo risparmio in termini di movimento terra, al fine di soddisfare entrambi gli obiettivi di minimo impatto ambientale che di riduzione dei costi. La realizzazione sarà effettuata asportando il manto vegetale, conservandolo per la successiva fase di ripristino per riportare i luoghi allo stato originario.

Lo scavo delle fondazioni degli aerogeneratori darà luogo a materiale di risulta che, previa eventuale frantumazione meccanica dello stesso, potrà diventare materiale arido di sufficiente qualità per la costruzione della massicciata portante di strade e piazzole, ed in particolare dello strato di fondazione della stessa che si trova a contatto con il terreno di sottofondo. Il getto delle fondazioni in calcestruzzo armato sarà l'attività di maggiore impatto durante l'intera fase di costruzione.

La fase di installazione degli aerogeneratori prende avvio con il trasporto sul sito dei pezzi da assemblare: la torre, suddivisa in tronchi tubolari, la parte posteriore della navicella, il generatore e le tre pale.

Il terreno individuato per la Sottostazione Elettrica Utente, in località "Pedru Pisano" nel comune di Escalaplano (SU), presenta una pendenza molto modesta (~ 2%) e da un punto di vista geologico risulta idoneo alla edificazione; comunque, prima di dare inizio agli eventuali lavori verrà redatto lo studio geologico-tecnico atto a caratterizzarlo da un punto di vista geomeccanico.

Lo scavo in trincea per la posa dei cavidotti produrrà materiale di risulta, terre da scavo, che, conservato a lato dello scavo stesso sarà usato per il rinterro subito dopo la posa dei cavi elettrici. La costruzione del cavidotto comporta un impatto minimo per via della scelta del tracciato, in gran parte in fregio alla viabilità esistente. Gli attraversamenti dei corsi d'acqua e della viabilità locale saranno eseguiti mediante tecnica T.O.C.

Il programma di realizzazione dei lavori sarà articolato nelle seguenti fasi lavorative:

1. allestimento cantiere, sondaggi geognostici e prove in sito;
2. adeguamento viabilità esistente e realizzazione della nuova viabilità di progetto (stradelle sterrate) per l'accesso ai siti di installazione degli aerogeneratori;
3. esecuzione di opere di spianamento, aree di servizio per il deposito temporaneo della componentistica di impianto, aree di manovra, piazzole;
4. realizzazione opere di regimazione delle acque (drenaggio acque piovane);

5. trasporto, scarico e distribuzione della componentistica;
6. realizzazione fondazioni degli aerogeneratori;
7. montaggio torri e componenti elettromeccaniche degli aerogeneratori;
8. realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici, da ubicare in fregio alla viabilità interna di progetto (stradelle sterrate) e immediato rinterro degli scavi a sezione ristretta;
9. operazioni di scavo per la realizzazione dei cavidotti in giacenza alla viabilità esistente;
10. installazione cabina di campo;
11. montaggio dei quadri e cablaggi in MT;
12. realizzazione dell'impianto elettrico e di messa a terra;
13. connessioni servizi ausiliari;
14. connessioni elettriche alla Sottostazione Elettrica Utente (SSEU);
15. *start-up* impianto;
16. esecuzione di opere mitigazione e ripristino ambientale;
17. smobilitazione del cantiere.

Si rimanda al documento "REL21 - Piano di cantierizzazione preliminare" e all'elaborato "CRO01 - Cronoprogramma dei lavori di esecuzione".

8.1.1. GESTIONE DELLE TERRE E ROCCE DA SCAVO

Le terre e rocce da scavo provenienti dai movimenti terra per la realizzazione del parco eolico "Su Casteddu" rispondono ai requisiti richiesti dalla vigente normativa in materia affinché si possano escludere dal regime normativo dei rifiuti ai termini dell'art. 185 comma 1, lettera c) del D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 (Testo Unico Ambientale) e quindi si possano gestire come **sottoprodotti** ai sensi dell'art. 4 del D.P.R. n.120 del 13 giugno 2017.

La verifica della non contaminazione delle terre e rocce da scavo nelle aree di intervento impiantistico deve essere effettuata prima dell'inizio dei lavori coincidente con l'apertura del cantiere attraverso una procedura di caratterizzazione ambientale nei modi e termini indicati nell'Allegato 4 del D.P.R. n.120 del 13 giugno 2017.

In sintesi, il terreno vegetale e i diversi litotipi di rocce provenienti dalla lavorazione del terreno saranno riutilizzati per il ricarica e l'appianamento della viabilità definitiva per tutta la superficie finale. I volumi provenienti dagli scavi verranno depositati temporaneamente nei pressi delle aree di scavo per poi essere riutilizzati come sopra specificato. Ove necessario, prima dell'impiego del terreno da scavo, si provvederà in sito agli opportuni trattamenti finalizzati al miglioramento delle caratteristiche del terreno. In conclusione, si prevede il totale riutilizzo dei volumi di rocce di scavo nell'ambito dello stesso sito. Ove risulteranno dei volumi residui, quasi essenzialmente di terreno vegetale, si provvederà allo smaltimento o al reimpiego nell'ambito delle aree di cantiere e comunque a norma di legge. Si premette che la normativa vigente permette la revisione/aggiornamento dei volumi e relativa relazione dato che i calcoli e computi in fase di progettazione definitiva dovranno essere confermati/modificati dalla progettazione esecutiva che avverrà a seguito di precisi rilevamenti in sito, indagini geognostiche, carotaggi, misurazioni e rilievi e infine anche dell'effettivo svolgimento dei lavori di costruzione. Si rimanda alla relazione "REL16 - Piano preliminare di utilizzo in sito delle terre e rocce da scavo".

Nel caso sia necessario smaltire all'esterno delle aree determinate quantità di materiali, secondo quanto stabilito all'articolo 6 del D.P.R. n.120 del 13 giugno 2017, il trasporto del materiale escavato è accompagnato dalla documentazione di trasporto. Tale documentazione equivale, ai fini della responsabilità di cui all'articolo 8 del decreto legislativo 21 novembre 2005, n. 286, alla copia del contratto in forma scritta di cui all'articolo 6 del medesimo decreto legislativo.

8.1.2. PRIME INDICAZIONI E DISPOSIZIONI PER LA STESURA DEL PSC

Nel rispetto dell'art. 100 del D.Lgs. n. 81 del 2008 e ss.mm.ii., con particolare riferimento a quanto disposto in merito ai Piani di Sicurezza e Coordinamento (PSC), si ritiene che i lavori di realizzazione del parco eolico "Su Casteddu" per i quali è prevista la presenza anche non contemporanea di più imprese richiedano, già in fase di progettazione esecutiva, la redazione di elaborati *ad hoc* finalizzati al carteggio del Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC) e del Fascicolo dell'Opera.

In seguito all'autorizzazione del Progetto definitivo e in sede di progettazione esecutiva, il Proponente ovvero il Committente, nominerà il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Progettazione (CSP) e il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione (CSE), figure e compiti professionali che possono anche essere ricoperte da un unico tecnico.

Già nella presente fase progettuale vengono individuate le prime indicazioni e disposizioni, in modo da determinare una stima dei costi della sicurezza; si rimanda al documento "REL21 - Piano di cantierizzazione preliminare" per ulteriori approfondimenti riguardanti l'individuazione, l'analisi e la valutazione dei rischi derivanti dalla realizzazione dei lavori. Ad ogni modo dovranno essere previste opportune delimitazioni con lo scopo di impedire l'avvicinamento di persone non addette. Inoltre, per la movimentazione dei mezzi dovrà essere prevista preventivamente un'apposita viabilità, mentre i punti di manovra dei mezzi dovranno essere adeguatamente segnalati ed in caso protetti. Sono inoltre descritte le scelte progettuali e organizzative, procedure e misure preventive e protettive, in riferimento all'organizzazione dell'area di cantiere e alle principali lavorazioni previste e sono quantificati sommariamente i costi della sicurezza, onde permettere di inserirli nel quadro economico.

8.2. FASE DI ESERCIZIO

La gestione produttiva del parco eolico e soprattutto le operazioni di manutenzione degli aerogeneratori previsti nel presente progetto consistono, essenzialmente, in precise procedure che la casa costruttrice prevede per mantenere in perfetta efficienza l'impianto, anche in riferimento al contratto di gestione e manutenzione (O&M Contract) che normalmente si stipula con il Fornitore o con azienda specializzata. La gestione dell'impianto eolico sarà quindi affidata a specialisti con elevate competenze specialistiche e adeguatamente formati.

La manutenzione e la gestione dell'impianto eolico sono finalizzate ad una serie di obiettivi e standard da mantenere, quali:

- garantire la sicurezza umana e la non interferenza con la popolazione, i lavoratori occasionali, etc.;
- garantire la continuità di qualsiasi altro tipo di attività preesistente nei territori confinanti;

- assicurare la minimizzazione di interferenze con tutte le componenti ambientali;
- proteggere l'impianto da eventuali incidenti o incendi;
- massimizzare ed ottimizzare le performance dell'impianto.

Per ottenere questi risultati è necessario implementare una serie di azioni di coordinamento, logistica e gestione del materiale umano, inerenti tutti gli elementi che compongono l'impianto e le linee elettriche di connessione.

Durante la vita dell'impianto tutte le apparecchiature saranno sottoposte a ciclo di manutenzione con interventi periodici (manutenzione ordinaria) e specifici (manutenzione straordinaria). Le operazioni di manutenzione preventiva e programmata hanno le finalità di prevenire problemi e malfunzionamenti, anomalie e guasti a seguito di usure e dal naturale deterioramento degli organi delle macchine e limitare al massimo la necessità di interventi in emergenza e quindi, in generale, il fermo impianto con la conseguente perdita di produzione. La manutenzione riguarda tre ambiti distinti: gli aerogeneratori, il sistema elettrico e le opere civili e la viabilità. Nella relazione "*REL22 - Piano di manutenzione dell'impianto e delle opere connesse*", a cui si rimanda, sono descritte in dettaglio le procedure e le tempistiche degli interventi gestionali e manutentivi previste per gli aerogeneratori, al fine di mantenerne in continuità l'efficienza elettrica e meccanica.

Gli aerogeneratori sono normalmente equipaggiati con un gran numero di sensori sia esterni (per le condizioni meteo) che interni che permettono il controllo e la gestione puntuale e continua del funzionamento produttivo dell'aerogeneratore, con la possibilità di analizzare i dati relativi alle prestazioni dell'impianto con il massimo grado di accuratezza.

Al termine della vita utile dell'impianto (30 anni) potrebbe essere avviata la dismissione, consistente nell'asportazione degli aerogeneratori, l'interramento della fondazione in calcestruzzo armato dell'aerogeneratore e il ripristino ambientale del sito.

8.3. DISMISSIONE DELL'IMPIANTO

Nel rispetto del D.Lgs. 387/2003, art. 12 comma 4, al termine della vita produttiva dell'impianto, stimabile in un periodo di 30 anni, è disposta la demolizione e la dismissione dell'intero impianto, con il ripristino ambientale delle aree al loro stato originario, *ante operam* ovvero preesistente alla realizzazione del progetto, per una futura destinazione d'uso conforme agli strumenti urbanistici in vigore. Ciò può essere realizzato appieno, essendo le componenti di impianto facilmente smantellabili e rimovibili. Il piano di dismissione di impianto è riportato in dettaglio nel documento "*REL23 - Piano di dismissione dell'impianto e ripristino dei luoghi*", mentre per il cronoprogramma si rimanda al documento "*CRO02 - Cronoprogramma dei lavori di dismissione e ripristino*".

Lo smantellamento dell'impianto eolico "*Su Casteddu*" alla fine della sua vita utile avverrà nel rispetto delle norme di sicurezza presenti e di futura possibile emanazione, attraverso una sequenza di fasi operative. Le principali fasi del piano di dismissione e ripristino si svolgeranno principalmente con la sequenza inversa delle operazioni di costruzione, a parte l'allestimento dell'area di cantiere da impiegare quale area di deposito temporaneo dei materiali ed eventuali rifiuti (in conformità con la normativa vigente) e per il parcheggio dei mezzi d'opera e per le strutture per il personale delle ditte impiegate, nel rispetto della normativa vigente in materia. Le operazioni di dismissione e le modalità

di attuazione sono raggruppabili in tre attività principali, una volta scollegata la connessione elettrica dell'impianto:

- smontaggio degli aerogeneratori;
- rimozione completa di tutte le linee elettriche e di tutte le apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche installate;
- attività di ripristino dei luoghi e rimozione di tutte le piazzole di montaggio e della viabilità di servizio, fino alla situazione di fatto precedente la costruzione dell'impianto.

Le operazioni di dismissione avverranno tramite operai specializzati e tutte le lavorazioni saranno sviluppate nel rispetto delle normative al momento vigenti in materia di sicurezza dei lavoratori. Si riportano le diverse operazioni di dismissione, recupero e/o smaltimento dei componenti impiantistici.

8.3.1. SMONTAGGIO DEGLI AEROGENERATORI

- ripristino momentaneo dell'area di smontaggio (piazzola) per posizionamento gru;
- posizionamento gru da 200 t;
- scollegamento cablaggi elettrici;
- smontaggio e posizionamento a terra di rotore, navicella, mozzo, cuscinetti pale e parti ferrose e recupero oli esausti;
- taglio pale a dimensioni trasportabili con mezzi ordinari;
- smontaggio e posizionamento a terra delle sezioni torre, successivo taglio a dimensioni trasportabili con mezzi ordinari;
- recupero della cabina elettrica;
- recupero e smaltimento delle parti smontate;
- recupero e smaltimento apparati elettrici.

8.3.2. RIMOZIONE DELLE LINEE ELETTRICHE

- scavo delle trincee per la scopertura dei cavi elettrici;
- rimozione cavi dai cavidotti di fondazione;
- estrazione dei cavi dalle trincee e caricamento sui mezzi di trasporto;
- smontaggio quadri elettrici dalle cabine elettriche;
- smontaggio apparecchiature elettromeccaniche della stazione elettrica;
- recupero e smaltimento apparecchiature e cavi elettrici;
- rinterro delle trincee e ripristino dello stato originario *ante-operam*.

8.3.3. RIMOZIONE PIAZZOLE E VIABILITÀ DI SERVIZIO, RIPRISTINO DEI LUOGHI

- rimozione della fondazione stradale di tutte le piazzole di montaggio e di tutta la viabilità non più necessaria;
- rimozione di tutte le opere accessorie realizzate;
- rimodellamento del terreno allo stato originario *ante-operam*;
- ripristino vegetazionale tramite l'utilizzo di essenze erbacee, arbustive e arboree autoctone.

Il ripristino dell'area verrà effettuato con opportune tecniche e interventi di ingegneria naturalistica, in modo da riabilitare, mediante attenti criteri ambientali, le zone soggette ai lavori che hanno subito una modifica rispetto alle condizioni pregresse, e consentire una migliore integrazione paesaggistica dell'area interessata dalle modifiche.

I tempi previsti per adempiere alla dismissione dell'intero impianto eolico sono di circa **6 mesi** dal distacco dell'impianto dalla rete di distribuzione, salvo eventi climatici sfavorevoli.

9. VINCOLI DI NATURA AMBIENTALE, PAESAGGISTICA E DEL PATRIMONIO STORICO-ARTISTICO

Si riporta di seguito un cenno delle risultanze degli aspetti vincolistici e ambientali illustrati nella relazione "RELO2 - Studio di Inserimento Urbanistico".

9.1. INQUADRAMENTO AMBIENTALE

Il progetto "Su Casteddu":

- non ricade in aree naturali protette SIC, ZPS, IBA, in zone umide RAMSAR, in aree umide, aree protette o siti UNESCO;
- non ricade in Parchi nazionali e/o regionali, aree di rilevante interesse naturalistico e ambientale (L.Q.N. n.399/91 e L.R. n 31/89);
- non ricade in aree di presenza di specie animali tutelate da convenzioni internazionali, aree di presenza e attenzione di chiroterofauna, o in oasi permanenti di protezione faunistica esistenti o proposte;
- non ricade in aree agricole interessate da coltivazioni arboree certificate DOP, DOC, DOCG, IGT, o in aree gestite dai Consorzi di Bonifica (D.Lgs. 387/2003);
- non ricade in zone e agglomerati di qualità dell'area individuati ai sensi del D.Lgs 155/2010;
- ricade interamente in aree seminaturali di prateria o macchia, definite e normate dagli art. 25,26 e 27 delle NTA del PPR.

9.2. INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO

Il progetto "Su Casteddu":

- non ricade all'interno di aree di notevole interesse pubblico, né comprende immobili dichiarati di notevole interesse pubblico ai sensi degli art.136 e 157 del D.Lgs 42/2004;
- non comprende al proprio interno componenti di paesaggio con valenza ambientale quali grotte, monumenti naturali istituiti, alberi monumentali, aree di interesse faunistico, sistemi di spiaggia previste nell'art.17 del PPR;
- i siti individuati per l'installazione degli aerogeneratori e della Sottostazione Elettrica Utente non ricadono in zone soggette a tutela diretta individuate ai sensi dell'art.142 del D.Lgs. n.42/2004;
- in relazione ai tematismi dell'art.143, si evidenzia che minime porzioni della piazzola di costruzione della WTG-202 e dell'area di stoccaggio prevista per la WTG-203 ricadono all'interno delle fasce dei 150 metri previste dall'art.143 del D.Lgs. 42/2004 (relative ai corsi d'acqua denominati "Riu Ziu Martinu e "Bau is Aroas"). Si rimanda al documento "REL.01 Studio di Impatto Ambientale" e all'elaborato grafico "ELB.VI01a1 – PPR assetto ambientale" per approfondimenti;
- in relazione alle aree soggette a tutela diretta dal Codice (art. 142) si evidenzia che il percorso del cavidotto di connessione dell'impianto alla Sottostazione Elettrica prevede l'attraversamento dei corsi d'acqua denominati *Fiume 65962* (ricadendo di conseguenza all'interno delle fasce di rispetto di 150 metri previsti per lo stesso corso d'acqua) e il passaggio (senza attraversamento) all'interno delle fasce di rispetto di 150 metri previste per i corsi d'acqua *Riu Genna e Mori, Riu sa Rutt'e s'Era, Riu Sedd'e Mela, Riu de sa Pira, Riu Cumbida Corda*. Si rimanda al documento "REL.01 Studio di Impatto Ambientale" per ulteriori approfondimenti;
- in relazione ai Beni Paesaggistici identificati nell'art.143, si evidenzia che il percorso previsto per il passaggio del cavidotto prevede anche l'attraversamento dei corsi d'acqua denominati *Riu su Accu e su Casteddu, Riu Joni, Riu su Scusorgiu, Riu La Carda, Riu di Arzili, Riu de su Iasili, Riu de sa Cungiadura* (ricadendo di conseguenza all'interno delle fasce di rispetto di 150 metri previsti per lo stesso corso d'acqua) e il passaggio (senza attraversamento) all'interno delle fasce di rispetto di 150 metri previste per i corsi d'acqua *Bau is Aroas, Riu Ziu Martinu, Riu Abba Frida, Riu Buscordola, Riu Coa Noale, Riu Genna e Pruna, Riu Sarmentu, Riu Abbelada*. Si rimanda al documento "REL.01 Studio di Impatto Ambientale" per ulteriori approfondimenti;
- in relazione ai Beni Paesaggistici identificati nell'art.143, si evidenzia ancora che i siti individuati per l'installazione di nr. 3 aerogeneratori (WTG-200, WTG-201, WTG-202) sono localizzati a quote superiori a 900 m.s.l.m. (le aree a quote al di sopra dei 900 m.s.l.m. sono identificate come bene paesaggistico dal Piano Paesaggistico della Regione Sardegna, art. 17 comma 3 lettera d delle N.T.A. PPR). Anche parte del percorso del cavidotto e della viabilità di progetto ricade in queste aree;
- Tutti gli aerogeneratori ricadono nell'area identificata per l'Oasi permanente di protezione e cattura in proposta con codice OG3 - Ogliastra, in Comune di Ussassai. Si evidenzia che il dato cartografico è attualmente soggetto ad un percorso di validazione e che pertanto la cartografia pubblicata è indicativa e ha valore ricognitivo e consultivo. Conseguente che tali dati

non hanno valore legale e che occorre fare riferimento ai provvedimenti adottati ufficialmente. Si rimanda agli elaborati grafici "ELB.VI.01a2, 01b2- PPR Assetto ambientale";

- in accordo all'art.143 del D.Lgs 42/2004 gli interventi nell'area di progetto riguardanti l'impianto eolico e le opere connesse non ricadono all'interno di **Siti di interesse comunitario (pSIC, SIC e ZSC, ZPS) ai sensi della Dir. 92/43/CEE "Habitat"**. Come descritto nel documento "REL.09 Relazione Botanica", presso l'area interessata dagli interventi in progetto, emergono aspetti vegetazionali di interesse conservazionistico. Si segnala la prossimità dell'impianto con la Z.S.C. dei Monti del Gennargentu (a circa 400 metri.). Si rimanda ai documenti "REL.01 Studio di Impatto Ambientale" e "REL.09 Relazione botanica" per approfondimenti.

9.3. INQUADRAMENTO STORICO-CULTURALE

Il progetto "Su Casteddu":

- non ricade in aree di notevole interesse culturale o in aree caratterizzate da edifici, manufatti di valenza storico-culturale o reti ed elementi connettivi individuati come beni identitari dal PPR;
- non ricade in aree d'insediamento produttivo di interesse storico-culturale individuate dall'art.57 delle NTA del PPR;
- non ricade all'interno di aree classificate a rischio archeologico alto; per quanto concerne il percorso del cavidotto, esso ricade in parte all'interno di aree classificate a rischio archeologico medio dall'archeologo Dott. Tatti, come descritto nel documento "RELO6 - Relazione Archeologica (MOPR)" e nei relativi allegati, a cui si rimanda per approfondimenti. una porzione del cavidotto che passa lungo strada asfaltata esistente, nei pressi dei beni censiti:
 - Villaggio nuragico "Genn'e Mori" (Comune di Seui)
 - Tempio a megaron "Domu de Orgia" (Comune di Esterzili)
 - Area vincolata di "Insediamento romano Corte Lucetta e Pietre fitte Su Cardu" (Comune di Esterzili)

9.4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

Il progetto "Su Casteddu":

- non ricade in aree caratterizzate da situazioni di dissesto e/o rischio idraulico perimetrate nel P.A.I., ai sensi del D.L.n.180/1998 e ss.mm.ii. Relativamente al rischio geomorfologico, i siti degli aerogeneratori sono classificati di grado **Hg2**. Si rimanda agli elaborati ELB.VI.14a/b – PAI Pericolo geomorfologico Rev.dic.22, ELB.VI.15a/b – Rischio geomorfologico Rev.dic.22, ELB.VI.16a/b – Pericolo idraulico Rev.dic.22, ELB.VI.17a/b – Rischio idraulico Rev.dic.22 per approfondimenti;
- non ricade all'interno di zone classificate a rischio alluvione nel PSFF;

- limitatamente all'area ipotizzata per la Sottostazione Elettrica Utente, questa è classificata a pericolo da frana **Hg1**;
- limitatamente al percorso del cavidotto, questo ricade, per brevi tratti, all'interno di aree di pericolosità idraulica classificate **Hi4** e di pericolosità da frana **Hg3**. Tali tratti sono comunque relativi al percorso del cavidotto in corrispondenza della viabilità esistente.

9.5. ALTRE INTERFERENZE

Le opere previste nel progetto "*Su Casteddu*":

- Pur ricadendo nell'area sensibile n.76 – "Flumineddu a Capanna Silicheri" nella cartografia dell'Unità Idrografica del Flumendosa, sono coerenti con le prescrizioni del P.T.A regionale, poiché non comportano modifiche dell'assetto idrografico. Non ricadono in ZVN o altre aree di salvaguardia definite nel P.T.A;
- non interferiscono con il P.R.A.E.;
- sono coerenti con il Piano Regionale di Gestione dei Rifiuti e sono esterne a siti SIN individuati dal Piano Regionale di Bonifica;
- sono sostanzialmente coerenti con quanto previsto dagli strumenti pianificatori locali vigenti (P.U.P. di Nuoro e P.U.C. dei comuni interessati, Ussassai, Seui, Esterzili ed Escalaplano);
- rispetto alle installazioni presenti e autorizzate in zona, dalle analisi condotte è stato possibile constatare che la compresenza del progetto eolico in esame con gli impianti esistenti non genererà significativi effetti di cumulo.

10. COMPATIBILITÀ AMBIENTALE E PAESAGGISTICA COMPLESSIVA E MISURE DI MITIGAZIONE

In relazione alla sua finalità relativa alla produzione di energia da fonte rinnovabile eolica quale alternativa alle fonti fossili o altre tecnologie a forte impatto ambientale, il progetto di impianto "*Su Casteddu*" introduce elementi di miglioramento che incidono, su larga scala, sulla qualità generale dell'ambiente e sulla qualità della vita, contribuendo così al benessere della popolazione.

La realizzazione dell'impianto eolico consente di coniugare sviluppo tecnologico e salvaguardia dell'ambiente, rappresentando un volano per lo sviluppo economico e occupazionale del territorio nel quale si inserisce.

La presenza nel territorio dell'impianto "*Su Casteddu*" si configura in un'ottica di rispetto delle risorse ambientali nel loro complesso. La componente visiva costituisce un aspetto degno di considerazione poiché il carattere tipicamente rurale e silvopastorale del paesaggio sarà modificato dall'inserimento di strutture antropiche di significative dimensioni. Questa problematica non può essere, evidentemente, del tutto eliminata; tuttavia, l'impianto eolico "*Su Casteddu*" è stato progettato anche in relazione alle esigenze di compatibilità ambientale, oltre che a quelle legate alla produttività energetica. La scelta dell'impianto eolico può modificare la percezione del paesaggio (impatto visivo)

e ciò può turbare la sensibilità (qualità incommensurabile) della società che fruisce del paesaggio, anche in considerazione della valenza e qualità paesaggistica dei terreni in oggetto e dell'area in generale. Nel caso in esame, per mitigare l'impatto visivo generato dall'impianto eolico, sono previste misure che ne limitano la visibilità, rendendolo meno rilevabile e più armonico nel contesto ambientale su cui si inserisce. Si rimanda ai documenti "RELO1 - Studio di Impatto Ambientale" e "RELO3 - Relazione Paesaggistica" per ulteriori approfondimenti.

Si riportano di seguito i caratteri della presente proposta progettuale che rispondono ad una coerenza ecosistemica ambientale, rappresentando punti di forza per lo sviluppo sostenibile dell'area:

- l'intervento di progetto prevede minime modifiche dei profili altimetrici, legate principalmente alle operazioni di spianamento per l'installazione degli aerogeneratori;
- il progetto non comporta sterri e sbancamenti di ampie dimensioni sui terreni esistenti. Le operazioni di movimentazione terra saranno ridotte al minimo e solo se strettamente necessarie e sono previste opportune misure di mitigazione relativamente all'utilizzo del suolo e alla componente ambientale vegetazione;
- non sarà in nessun modo alterato l'equilibrio geologico e geotecnico dei suoli di sedime, in quanto il sistema di fissaggio degli aerogeneratori interessa profondità limitate del suolo. Le indagini geognostiche preliminari hanno inoltre mostrato una generale buona portanza dei terreni;
- per quanto alla dislocazione delle linee elettriche di collegamento di MT non vi sono elementi paesaggistici di rilievo in quanto le tratte saranno posizionate in cavidotto interrato e quasi interamente all'interno della viabilità esistente;
- per l'installazione dell'impianto eolico non sarà modificata nei tracciati la viabilità locale esistente, ma saranno eseguiti solamente adeguamenti, ove necessario; la restante viabilità prevista è di collegamento tra le piazzole e la stessa viabilità esistente;
- l'impianto eolico produrrà esclusivamente energia da fonte rinnovabile, senza emissioni di inquinanti;
- l'esercizio dell'impianto eolico non comporta produzione di rifiuti di alcun genere; i rifiuti prodotti durante l'installazione e messa in esercizio dell'impianto saranno conferiti a discarica autorizzata, qualora fosse necessario, in conformità alla normativa vigente;
- i livelli sonori ipotizzati prodotti dall'attività del parco eolico oggetto della presente valutazione e le relative attività di cantiere per la realizzazione dell'opera saranno tali da garantire il rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente (rif. REL13 - Valutazione previsionale di impatto acustico).
- le operazioni di posa dei cavidotti interrati non avranno impatti significativi sulla geologia, sul paesaggio, sull'idrografia e sul generale stato dei luoghi.

In conclusione, per quanto analizzato, si ritiene che l'impianto eolico "Su Casteddu", in funzione della specifica posizione, delle opere realizzative e delle misure di mitigazione previste, risulti sostenibile rispetto ai caratteri ambientali e paesaggistici dell'ambito entro cui si inserisce. Nei paragrafi

seguenti è riportata un'analisi generale dei possibili impatti sull'ambiente generati dalla costruzione ed esercizio dell'impianto eolico, rimandando per approfondimenti ancora allo Studio di Impatto Ambientale e alla Relazione Paesaggistica.

10.1. IMPATTI IN FASE DI CANTIERE

Nella fase realizzativa di tutte le opere connesse all'impianto eolico vi sono i maggiori impatti potenziali, dovuti per lo più al transito di mezzi pesanti e al temporaneo utilizzo di maggiori superfici (legate alla viabilità, alle piazzole di servizio, piuttosto che alle aree di cantiere stesse). In questa fase i maggiori impatti previsti sono relativi a:

- **produzione di polveri e inquinanti**, legata ai mezzi di trasporto pesanti e all'effettuazione delle operazioni di movimento terra (escavazione), deposito, trasporto materiali, riprofilatura delle strade, realizzazione dei cavidotti interrati. In considerazione della temporaneità dei lavori e della distanza dei ricettori identificati più prossimi ai siti di installazione degli aerogeneratori, si può concludere che l'impatto sull'atmosfera può ritenersi trascurabile;
- **instabilità dei profili** delle opere e dei rilevati conseguente all'alterazione morfologica derivate dall'attività di scavo, riporto e realizzazione della fondazione per gli aerogeneratori, ma è temporanea (in quanto limitata alla sola fase di cantiere) ed è funzione della tipologia di terreno coinvolto. L'impianto in progetto viene concepito in modo da assecondare la naturale conformazione del sito limitando, per quanto possibile, movimentazioni di terra e alterazioni morfologiche. Le opere invece vengono localizzate su aree geologicamente stabili, escludendo a priori situazioni particolarmente critiche;
- potenziali limitati fenomeni di **erosione superficiale** prodotti principalmente dalle acque di scorrimento superficiali che possono interferire con i lavori per la viabilità di progetto, le opere di movimento terra o gli scavi per la posa dei cavidotti.
- tutte le opere realizzative incidono su terreni agricoli o sulla viabilità esistente, causando una **occupazione temporanea del suolo** a breve termine; si tratta comunque di una perdita reversibile dell'uso del suolo in fase di cantiere. La stessa fase realizzativa può avere potenziali impatti su componenti vegetali e floristiche di interesse, come osservato dal Dott. Mascia nel documento "RELO9 - Relazione botanica", a cui si rimanda. Nello specifico, le fasi di cantiere possono comportare una temporanea **perdita della copertura vegetale e di elementi floristici, effetti sul patrimonio arboreo, frammentazione di habitat e alterazione della connettività ecologica, sollevamento di polveri, perdita o danneggiamento di elementi interferenti con il trasporto dei componenti, potenziale introduzione di specie alloctone invasive**. L'impatto previsto è comunque localizzato e previsto di modesta entità, anche in relazione alla possibilità di attuare opportune misure di mitigazione;
- relativamente alla **componente fauna, avifauna e chiropterofauna**, le opere realizzative possono comportare potenziali impatti relativi ad allontanamento delle specie, perdita di habitat, frammentazione dell'habitat.
- nonostante tutte le aree interessate dalla realizzazione dell'impianto eolico e le opere connesse non siano classificate a rischio archeologico alto, gli scavi saranno ridotti al minimo

necessario, riducendo in tal modo eventuali rischi. Si ritiene che l'impatto causato dalle operazioni di scavo e posa del cavidotto interrato non sia rilevante per la componente culturale e paesaggistica, in quanto previsto all'interno della viabilità esistente e, in misura minore, alla viabilità di progetto. Si rimanda al documento "REL01 - Studio di Impatto Ambientale" per il dettaglio delle considerazioni esposte;

- sussisterà una **componente di disturbo acustico** (rumore) derivante dal trasporto delle componenti impiantistiche e dei modesti movimenti terra con macchine operatrici e della presenza umana, sia per la fauna e l'avifauna; è ragionevole affermare che gli impatti potenziali non abbiano effetti rilevanti, poiché circoscritti e limitati nel tempo. Per quanto riguarda l'analisi previsionale del rumore sui ricettori individuati nelle vicinanze dell'impianto, i risultati delle prove e simulazioni da parte del tecnico acustico Ing. Federico Miscali hanno permesso di ottenere dei valori che rispettano i limiti di immissione assoluta per il periodo di riferimento diurno previsti per la classe acustica III;
- in fase di realizzazione, essendo quasi tutti i materiali pre-assemblati, si avranno **minimi scarti di cantiere**, qualitativamente classificabili come rifiuti non pericolosi, in quanto originati prevalentemente da imballaggi dei componenti dell'impianto, che saranno in ogni caso conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente. Ulteriori rifiuti potranno eventualmente derivare dai materiali di risulta provenienti dal movimento terra, o dagli eventuali scavi per la posa dei cavidotti (Rif. "REL.16 Piano preliminare di utilizzo delle terre e rocce da scavo"). Sarà comunque prevista la differenziazione tra rifiuti di origine ferrosa e non ferrosa. I rifiuti verranno conferiti a idonei impianti di smaltimento o recupero, ai sensi delle disposizioni delle norme vigenti.

10.1.1. MISURE DI MITIGAZIONE

In fase di cantiere saranno adottate le seguenti misure di mitigazione:

- **produzione di polveri/inquinanti**: bagnatura dei tracciati interessati dal transito dei mezzi di trasporto; copertura/bagnatura dei cumuli di terreno; circolazione a bassa velocità dei mezzi specie nelle zone sterrate di cantiere; pulizia degli pneumatici dei mezzi di trasporto all'uscita dal cantiere; eventuali barriere antipolvere temporanee; manutenzione periodica dei mezzi (attenta pulizia e sostituzione filtri) in modo che rispettino puntualmente i limiti imposti da normativa vigente riguardo alle emissioni, da imporre contrattualmente anche alle ditte appaltatrici, e spegnimento dei motori durante le soste;
- in fase di definizione del layout progettuale, per la collocazione degli aerogeneratori si è anche tenuto conto di **minimizzare gli impatti sul substrato geologico**, privilegiando per quanto possibile le aree prive di asperità rocciose e le aree senza una copertura vegetale consistente;
- **occupazione temporanea del suolo**: ottimizzazione dello sfruttamento della viabilità esistente per il trasporto dei componenti e materiali in sede di progettazione esecutiva;
- gli **impatti sulla componente vegetale** causata dalle operazioni di cantiere e dall'occupazione del suolo sono compensati da opportune misure, descritte nel documento "REL09 - Relazione botanica", a cui si rimanda per la descrizione esaustiva.

- **rischio archeologico:** può essere preventivata la presenza di un archeologo adibito alla sorveglianza durante le operazioni di scavo in ottemperanza alla normativa vigente in materia di archeologia preventiva. Fatte salve queste considerazioni, si rammenta come tali eventuali disposizioni sono subordinate alle indicazioni eventualmente fornite dalla Soprintendenza Archeologia, Belle Arti e Paesaggio di competenza.
- **impatto acustico:** concentrazione dei lavori in fasce d'orario meno sensibili (dopo le 8:00 e non oltre le 20:00); uso di macchine operatrici e autoveicoli omologati CEE; manutenzione metodica e frequente delle macchine operatrici (le macchine operatrici prive di manutenzione in breve perdono le caratteristiche di silenziosità);
- **rifiuti:** la gestione dei rifiuti prodotti dall'attività di costruzione l'impianto proposto avverrà nel rispetto ed ai sensi del D.Lgs. n. 152/2006 e relativi decreti attuativi; i materiali di risulta provenienti dagli scavi dei cavidotti, se necessario, saranno utilizzati per colmare vuoti e depressioni del terreno. Le eventuali eccedenze saranno inviate in discarica. I materiali d'imballaggio generati durante le operazioni di installazione saranno posti a magazzino in apposita area coperta e opportunamente separati a seconda della classe. Saranno infine smaltiti in discarica autorizzata o avviati a riciclaggio.

10.2. IMPATTI IN FASE DI ESERCIZIO

L'impianto eolico "Su Casteddu" non genera impatti sostanziali durante il suo esercizio produttivo. In pratica sono assenti rumori e vibrazioni, emissioni inquinanti, produzione di rifiuti. In fase di esercizio dell'impianto i maggiori impatti potenziali sono i seguenti:

- **occupazione del suolo** durante il periodo di esercizio produttivo (30 anni) da parte degli aerogeneratori, la cabina elettrica, la SSEU, la viabilità di progetto e le piazzole determinano in tal modo una perdita dell'uso del suolo; tale perdita è comunque circoscritta;
- la **modifica del drenaggio superficiale delle acque**, dovuta alla presenza dei piazzali e alle opere di canalizzazione per il drenaggio delle acque pluviali ai margini delle nuove stradelle di impianto;
- **disturbo acustico** provocato in fase di esercizio dall'impianto dall'interazione tra le pale del rotore e il vento, e dagli organi elettromeccanici. Come descritto dall' Ing. Miscali nel documento "REL13 - Valutazione previsionale impatto acustico", dai risultati della simulazione dell'impatto acustico dell'emissione dei soli aerogeneratori sui ricettori considerati si può affermare il rispetto dei limiti diurni e notturni di emissione acustica generati dall'impianto in fase di esercizio, nelle ipotesi di funzionamento ritenute più critiche. Sulla base dei valori di rumore residuo e di emissione delle sorgenti sonore ricavati, sono stati determinati i valori assoluti di immissione nel tempo di riferimento diurno e notturno; si evince che i valori di immissione ottenuti rispettano i valori limite di legge.
- nell'impianto saranno presenti sorgenti di **campi elettromagnetici**;
- relativamente alla **componente fauna, avifauna e chiroterofauna**, l'esercizio dell'impianto può comportare potenziali impatti relativi a abbattimenti (mortalità) di individui per collisione, allontanamento delle specie, effetto barriera;

- relativamente alla componente vegetale, l'esercizio dell'impianto comporta il **consumo ed occupazione fisica delle superfici** da parte dei manufatti, nonché le attività di manutenzione delle aree di servizio e della viabilità interna all'impianto, che possono incidere sulla componente floro-vegetazionale attraverso la mancata possibilità di colonizzazione da parte delle fitocenosi spontanee e di singoli taxa floristici;
- per la valutazione degli **impatti sul paesaggio**, è stato visto che minime porzioni della piazzola di costruzione della WTG-202 e dell'area di stoccaggio prevista per la WTG-203 ricadono all'interno delle fasce dei 150 metri per i corsi d'acqua previste dall'art.143 del D.Lgs. 42/2004; sono inoltre previsti diverse interferenze con le fasce di rispetto dei corsi d'acqua ai sensi degli artt.142 e 143 del D.Lgs 42/2004 per quanto riguarda il percorso del cavidotto. Tutti gli aerogeneratori sono siti in aree seminaturali ai sensi dell'art. 25 delle NTA del P.P.R.; gli aerogeneratori WTG-200, WTG-201 e TWG-202 sono locati a un 'altitudine superiore ai 900 m.s.l.m.; tutti gli aerogeneratori ricadono nell'area identificata per l'Oasi permanente di protezione e cattura in proposta con codice OG3 - Ogliastro, in Comune di Ussassai. si rimanda ai documenti "RELO3 - Relazione Paesaggistica" e "RELO1 - Studio di Impatto Ambientale" per una valutazione di dettaglio;
- per la valutazione dell'**impatto visivo** sono state prodotte le fotosimulazioni *post operam*, riportate nell'elaborato grafico "ELB.VS.06 - Fotoinserimenti". L'ambito di analisi è stato esteso individuando specifici punti di vista ricadenti nei comuni ricadenti nell'area vasta (buffer 12,35 km) relativa all'impianto eolico (Ussassai, Seui, Sadali, Jerzu, Ulassai, Gairo, Perdasdefogu). Il parco eolico risulta essere in parte visibile dai centri abitati, perlopiù dalle zone di periferia, mentre risulta praticamente non visibile dall'interno degli stessi centri. Dall'elaborazione grafica dei fotoinserimenti, realizzate dai 9 punti di vista strategici individuati, l'impianto risulta significativamente visibile da pochi siti, perlopiù localizzati in prossimità degli aerogeneratori. Il parco eolico risulta inoltre essere parzialmente visibile anche da siti esposti favorevolmente in direzione dell'impianto, oltre che da punti di altura sia nei pressi che a distanza dello stesso impianto. Si rimanda alle considerazioni riportate nel documento "RELO3 - Relazione paesaggistica".

10.2.1. MISURE DI MITIGAZIONE

In fase di esercizio saranno adottate le seguenti misure di mitigazione:

- **occupazione del suolo:** interrimento degli elettrodotti in corrispondenza delle sedi stradali di progetto; posizionamento delle cabine di raccolta in corrispondenza delle piazzole degli aerogeneratori;
- per ovviare al potenziale impatto legato all'eventuale alterazione del **drenaggio delle acque superficiali** determinato dalla presenza delle piazzole di esercizio, verranno eseguite opportune opere di canalizzazione e drenaggio per le acque pluviali conducendole al corpo idrico superficiale più prossimo;
- l'utilizzo della **tecnica T.O.C.** per l'attraversamento dei corsi d'acqua può già essere definito come opportuna misura di mitigazione, in quanto garantisce la completa non interferenza con gli alvei, le sezioni idriche e il generale stato dei luoghi;

- relativamente agli impatti previsti sulle componenti floristiche e vegetazionale, si rimanda ancora alla "REL.09 Relazione Botanica" per l'elenco completo delle misure mitigative e compensative che possono essere adottate per minimizzare tali impatti;
- qualora si riscontrino casi di abbattimenti di specie avifaunistiche e di chiroterofauna in frequenza e quantità ritenuti critici, si può provvedere a una attivazione di sistemi di rilevazione e arresto a richiesta delle pale degli aerogeneratori (sospensione momentanea della produzione nei periodi più critici, ovvero quelli in cui si è rilevato il maggior numero di abbattimenti) e specifiche misure descritte nel documento "REL.10 Relazione Faunistica";
- **sorgenti elettromagnetiche:** rispetto della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), calcolata pari a 8 metri per campi non superiori a 3 μ T generati dai cavidotti, o disposizione ottimizzata dei cavi;
- **impatti sul paesaggio:** interrimento degli elettrodotti; utilizzo della tecnica T.O.C. per l'attraversamento di tutti i corsi d'acqua da parte dei cavidotti; minimizzazione del consumo di suolo (ottimizzazione della viabilità) per preservare le formazioni vegetali a più alta naturalità;
- **impatto visivo:** mascheramento cromatico degli aerogeneratori; layout del parco studiato per evitare l'"effetto selva" e l'effetto "cumulo".

10.3. IMPATTI IN FASE DI DISMISSIONE

Nella fase di smantellamento di tutte le opere connesse all'impianto eolico sono previsti essenzialmente gli stessi impatti previsti nella fase di cantiere, relativi cioè al transito e alla presenza di mezzi pesanti e al temporaneo utilizzo di maggiori superfici (legate ancora alla viabilità, alle piazzole di servizio e alle aree di cantiere stesse). In questa fase i maggiori impatti previsti sono pertanto relativi a:

- **produzione di polveri e inquinanti**, legata ai mezzi di trasporto pesanti e all'effettuazione delle operazioni di movimento terra (escavazione), deposito, trasporto materiali, rimozione di stradelle e piazzole;
- **occupazione temporanea del suolo** a breve termine, connessa a una temporanea perdita della copertura vegetale, impatto comunque previsto di modesta entità;
- sussisterà ancora una **componente di disturbo acustico** derivante dal trasporto delle componenti impiantistiche, dei modesti movimenti terra con macchine operatrici, dalla rimozione della componentistica di impianto e della presenza umana;
- si avrà, per quanto limitata, una **produzione di rifiuti**, che verranno gestiti e smaltiti in accordo a quanto previsto alla fase di cantiere.

10.3.1. MISURE DI MITIGAZIONE

Per gli impatti in fase di dismissione e smantellamento dell'impianto eolico valgono le stesse opere di mitigazione previste per la fase di realizzazione.

In fase di dismissione, tutte le superfici precedentemente occupate dall'impianto in esercizio (piazzole di esercizio e viabilità di nuova realizzazione) saranno oggetto di opere di riqualificazione ambientale con il recupero della morfologia originaria dei luoghi e la ricostituzione di coperture vegetali il più simili a quelle presenti in origine nei singoli siti di intervento. In accordo con le modalità di realizzazione delle opere compensative indicate dalla D.G.R. 11/21 del 11/03/2020, per tali interventi verranno utilizzate esclusivamente specie autoctone, in numero non inferiore alle 1.000 piante per ettaro, di età non superiore ai due anni, locali e certificate ai sensi del Decreto legislativo n. 386/2003 e della determinazione della Direzione generale dell'Ambiente (n. 154 del 18.3.2016).

10.4. FOTOINSERIMENTI

Per il dettaglio completo delle tavole dei fotoinserimenti dell'impianto sia dall'ingresso dei centri abitati, sia dai punti di vista strategici individuati, si rimanda all'elaborato grafico "ELB.VS.06 - Fotoinserimenti", in cui viene mostrato lo stato dei luoghi nelle condizioni "ante operam" e "post operam".

11. VALUTAZIONI DI CARATTERE GENERALE SULL'INVESTIMENTO

Gli investimenti sulle energie rinnovabili generano importanti ricadute occupazionali sia nel breve periodo (fase di costruzione) che nel lungo periodo (tempo di vita utile e produttiva dell'impianto), oltre ai benefici economici diretti per l'investitore. Al fine di una caratterizzazione economica preliminare dell'impianto, si definiscono i seguenti termini:

- *occupazione permanente*: relativa all'intera durata del ciclo vita degli impianti (esercizio, gestione e manutenzione) alimentati da fonti rinnovabili;
- *occupazione temporanea*: quella correlata alle attività di realizzazione di un impianto;
- *ULA (Unità di Lavoro Annuali)*: quantità di lavoro prestato nell'anno da un occupato a tempo pieno.

Si riportano in figura 11.1 dati pubblicati dal Gestore Servizi Energetici (GSE) per l'anno 2018.

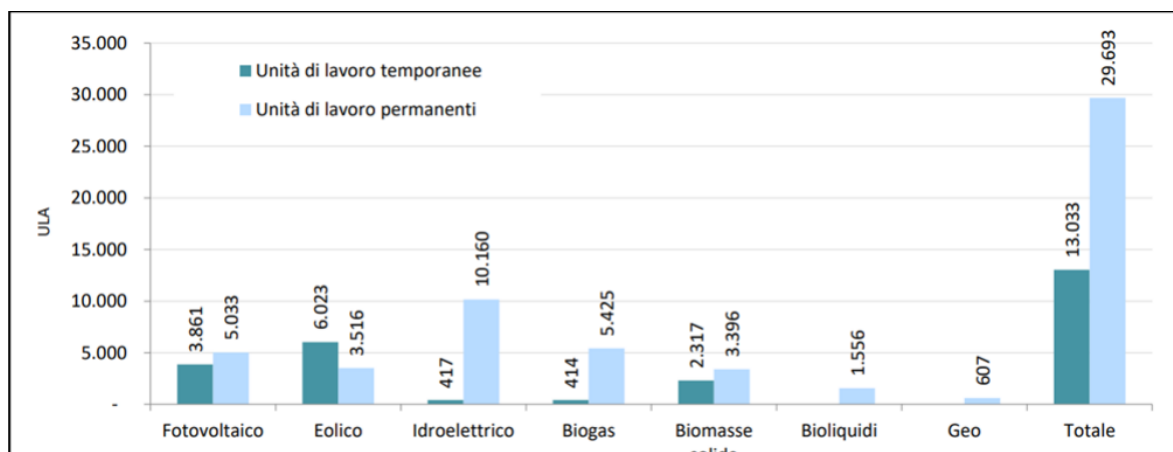


Figura 11.1: stima delle Unità di Lavoro Annuali (ULA) temporanee e permanenti relative alla produzione elettrica da FER nel 2018 (fonte GSE)

La realizzazione dell'impianto eolico "Su Casteddu" avrà ricadute positive nel contesto socioeconomico su cui andrà ad insistere, sia dal punto di vista dell'occupazione che ambientale. Questo effetto è appurato sin dalla fase di progettazione ed è previsto anche durante le fasi di realizzazione, produttività, gestione, manutenzione fino alla fase della sua dismissione.

La progettazione e la gestione di nuovi modelli di sviluppo rurale riveste un ruolo strategico nell'intera programmazione regionale. Sotto questo aspetto, la realizzazione dell'impianto eolico "Su Casteddu" può concorrere a contrastare i fenomeni di abbandono della cura del paesaggio rurale evidenti specie per i piccoli comuni dove non si è verificata alcuna trasformazione in senso industriale dell'agricoltura come, ad esempio, Ussassai. Negli ultimi decenni la Sardegna ha infatti assistito all'abbandono parziale dei territori rurali e non sono ancora attive efficaci politiche volte a contenere lo spopolamento delle regioni interne dell'Isola.

Allo scopo di massimizzare le ricadute economiche sul territorio, in base alle professionalità richieste, saranno prioritariamente coinvolte maestranze e ditte locali; nel quadro occupazionale attuale del Comune di Ussassai si ritiene che le suddette prospettive occupazionali siano di sicuro interesse. Infatti, numerose imprese locali potranno essere coinvolte per la realizzazione dell'impianto eolico "Su Casteddu", sia per la realizzazione di opere accessorie, sia nella fornitura di servizi tecnici e logistici e nelle forniture di materiali da aziende locali (ad eccezione degli aerogeneratori e dei trasformatori che saranno forniti da aziende specializzate), generando flussi occupazionali positivi.

Un'ulteriore analisi eseguita dal GSE riguardano le ricadute economiche e occupazionali delle FER nel settore elettrico nel periodo 2013-2022.

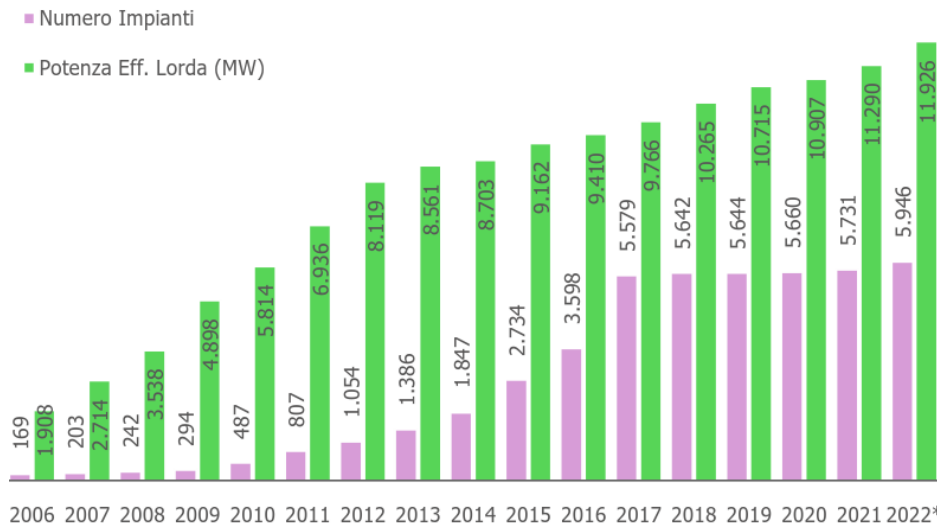


Figura 11.2: numero e potenze degli impianti eolici (fonte GSE – novembre 2022)

L'Analisi di Monitoraggio Economico pubblicata dal GSE nel novembre 2022 riporta che, con l'eccezione del 2013, anno in cui il settore eolico (e in generale tutto il settore rinnovabile) è stato in parte trainato dal Conto Energia, dal 2014 al 2019 il trend delle nuove installazioni, che hanno interessato in primis i settori eolico e fotovoltaico, si è mantenuto intorno a una media di circa 950 MW all'anno corrispondenti ad investimenti mediamente intorno a 1,7 miliardi di euro l'anno. Nel 2020 tale trend ha subito una battuta d'arresto legata agli effetti della pandemia. Nel 2021 si stima che siano stati investiti circa 2 miliardi di euro in nuovi impianti di produzione di energia elettrica da FER, con un aumento del 79% rispetto al 2020. A fine 2022 il numero di impianti eolici installati in Italia è pari a 5946, per una potenza complessiva di circa 11,9 GW.

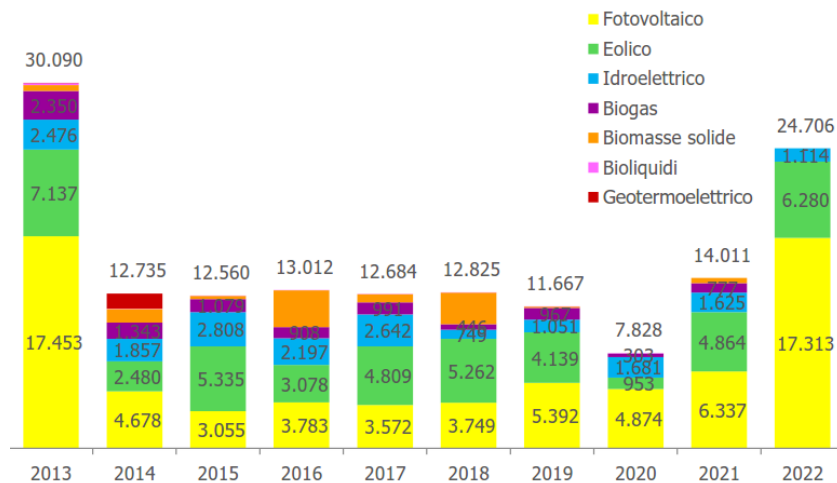


Figura 11.3: stima delle ULA temporanee nel settore della produzione di energia elettrica da FER dal 2013 al 2022

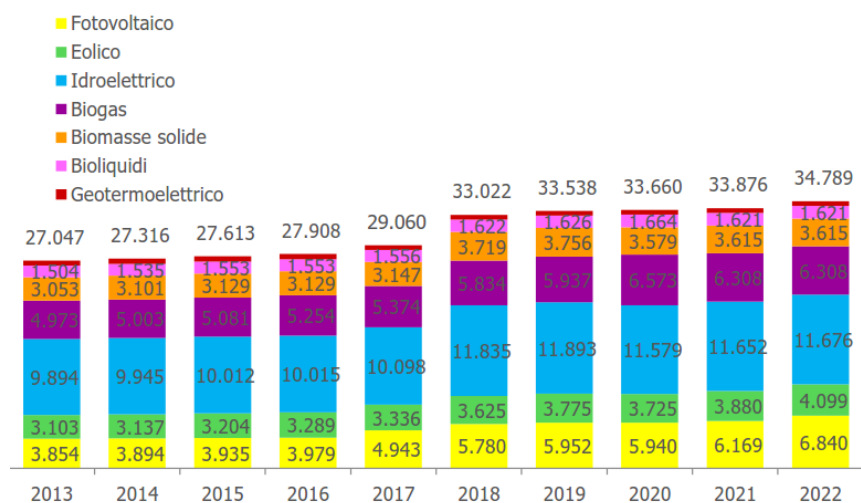


Figura 11.4: stima delle ULA permanenti nel settore della produzione di energia elettrica da FER dal 2013 al 2022

Le ricadute occupazionali temporanee dirette e indirette (occupati legati alla costruzione e installazione dei nuovi impianti) riflettono l'andamento degli investimenti. Nel 2021 si stimano circa 14 mila ULA dirette e indirette. Gli occupati permanenti diretti e indiretti (legati alla gestione e manutenzione degli impianti esistenti) hanno mostrato un incremento di circa 7.700 ULA dirette e indirette tra il 2013 e il 2022, a seguito della progressiva diffusione degli impianti per la produzione di energia elettrica da FER.

L'impianto creerà quindi un significativo numero di occupati indiretti, che includono gli addetti nei settori fornitori di beni e servizi. La manodopera richiesta nella fase di gestione e supervisione tecnica, manutenzione e sorveglianza dell'impianto invece è più contenuta sebbene significativa in termini di durata. In aggiunta a quanto sopra, tra i benefici occupazionali indiretti possono essere inclusi anche i servizi ricettivi e di ristorazione.

Riguardo alla producibilità dell'impianto, sono state effettuate le previsioni di produzione energetica attraverso simulazione anemologica, permettendo di stimare la produzione totale al netto delle perdite. Si rimanda al documento "REL17 - Stima preliminare della producibilità" per i dettagli di calcolo.

In base alla potenza di progetto di 36 MW e ai dati di input relativi alle coordinate geografiche, all'altezza dell'hub, alla densità dell'aria in quota, ai valori di rugosità, ai dati della simulazione anemologica e alle perdite di sistema, è stata ottenuta una produzione energetica annua pari a circa **133035 MWh**. L'entrata in esercizio dell'impianto eolico comporterà una emissione evitata di sostanze inquinanti e sostanze a effetto serra in atmosfera pari a quelle che sarebbero provocate dalla produzione della stessa quantità di energia elettrica in impianti a combustibili fossili, tradizionali, non rinnovabili con l'attuale mix energetico. In accordo ai dati presenti nei **Rapporti 363/2022 dell'ISPRA**, riguardante gli indicatori di efficienza e decarbonizzazione del sistema energetico nazionale e del settore elettrico, è stato possibile ricavare con i dati del 2020 le emissioni di gas inquinanti evitate con la realizzazione dell'impianto "Su Casteddu".

Tabella 11.1: emissioni in atmosfera per kWh prodotto in Italia, rif. 2020 (fonte: Rapporti ISPRA 363/2022)

| 1 kWh di energia prodotta in Italia comporta l'emissione di: | |
|--|---------|
| Anidride carbonica CO ₂ , (kg) | 0,483 |
| Ossidi di azoto NO _x , (g) | 0,205 |
| Anidride solforosa SO ₂ , (g) | 0,00455 |
| Composti organici volatili non metanici (COVNM), (g) | 0,09020 |
| Monossido di carbonio CO, (g) | 0,09248 |
| Polveri PM ₁₀ , (g) | 0,0237 |

Considerando la produzione energetica annua stimata per l'impianto, la sua realizzazione e esercizio avrà l'effetto positivo ambientale di evitata emissione in atmosfera dei seguenti valori:

Tabella 11.2: emissioni evitate in atmosfera dall'impianto Su Casteddu

| Emissioni evitate in atmosfera dall'impianto Su Casteddu | | |
|--|------------|----------------------------------|
| | In un anno | In 30 anni (vita utile impianto) |
| Anidride carbonica CO ₂ , (kg) | 64255905 | 1927677150 |
| Ossidi di azoto NO _x , (kg) | 27272 | 818165 |
| Anidride solforosa SO ₂ , (kg) | 605 | 18159 |
| Composti organici volatili non metanici (COVNM), (kg) | 12000 | 359992 |
| Monossido di carbonio CO, (kg) | 12303 | 369092 |
| Polveri PM ₁₀ , (kg) | 3152 | 94587 |

Considerando anche che per la produzione di 1 kWh occorrono 220 g di petrolio, ovvero 0,00022 TEP, l'esercizio dell'impianto comporta i seguenti quantitativi di petrolio non utilizzati:

Tabella 11.3: TEP evitate dall'esercizio dell'impianto

| TEP non utilizzati grazie all'esercizio dell'impianto Su Casteddu | | |
|---|------------|----------------------------------|
| | In un anno | In 30 anni (vita utile impianto) |
| Tonnellate di petrolio equivalente (TEP) | 29267,7 | 878031 |

Risulta evidente l'apporto ambientale in termini di inquinamento evitato, rendendo palese l'importante contributo dell'energia elettrica da fonte eolica che l'impianto "Su Casteddu" può dare al raggiungimento degli obiettivi posti a livello nazionale e comunitario.

L'impianto eolico "Su Casteddu" già in fase di **progettazione** coinvolge un numero rilevante di operatori. Nella progettazione e iter autorizzativo si concentrano tutte le attività di ingegneria civile, edile, meccanica ed elettrica con l'ausilio di geologi, archeologi, tecnici del rumore, agronomi, botanici, ingegneri e architetti, geometri e topografi, fotografi e operatori di droni, per la redazione del complesso di relazioni e tavole grafiche di cui si compone il carteggio progettuale finalizzato all'ottenimento delle autorizzazioni.

La **realizzazione** dell'impianto "Su Casteddu" avrà delle ricadute positive anche in termini occupazionali, sia in riferimento alla fase realizzativa, sia a quella successiva di manutenzione e gestione dello stesso impianto. Le **ricadute** saranno sia **dirette** che **indirette**.

In merito alle ricadute **dirette**, è previsto:

- un **impatto occupazionale positivo** per i luoghi in cui si posiziona l'impianto, in quanto si tenderà ad utilizzare la manodopera locale, a parità di condizioni di regolarità amministrativa e condizioni di mercato, sia come impiego diretto che indiretto; le imprese locali saranno coinvolte nella **realizzazione** delle opere civili e quelle relative alla viabilità di progetto, con evidenti benefici per le comunità locali; verrà fatto ricorso ad artigiani, piccole imprese, partite IVA, commercio al dettaglio dell'area locale; è previsto un incremento dell'occupazioni delle strutture ricettive locali quali alberghi, Agriturismi, B&B oltre a ristoranti da parte degli operai e dei tecnici che opereranno in sito da trasfertisti, così come l'impiego di ditta locale per i servizi di guardiania e sorveglianza notturna. In sintesi, la realizzazione dell'Impianto "Su Casteddu" comporterà l'impiego di forza lavoro nel periodo di realizzazione stimato dal cronoprogramma (*Rif. CRO01 - Cronoprogramma lavori esecuzione*);
- anche in **fase di esercizio** è previsto un impatto occupazionale positivo, per l'impiego stabile e diretto di personale locale per la gestione degli aerogeneratori, per la cura della viabilità, pulizia e mantenimento della funzionalità di accesso delle aree di servizio all'impianto e altre incombenze; l'impatto occupazionale comprenderà anche l'impiego diretto di personale per la supervisione generale dell'operatività dell'impianto e per il pronto intervento di rilevazione di problemi a fronte della segnalazione di guasti o malfunzionamenti, per la manutenzione ordinaria delle apparecchiature. Si prevede il coinvolgimento di piccole imprese e artigiani locali, all'occorrenza, così come l'incremento dell'occupazioni delle strutture ricettive locali quali alberghi, agriturismi, B&B oltre a ristoranti da parte degli operai e dei tecnici della ditta di manutenzione elettrica che opereranno in sito da trasfertisti. Analogamente alla fase di installazione, è inoltre previsto l'impiego di ditte locali per i servizi di guardiania e sorveglianza. Per approfondimenti si rimanda alla relazione "REL15 - Analisi delle ricadute socio-occupazionali". In fase di esercizio si prevede l'impiego delle seguenti figure professionali:
 - tecnici specializzati (controllo e manutenzione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche di trasformazione dell'energia elettrica);
 - operai specializzati (verifica dell'efficienza delle connessioni elettriche);
 - operai semplici (attività di guardiania, manutenzione ordinaria per il taglio della vegetazione delle stradelle di accesso agli aerogeneratori, pulizia delle acque meteoriche, cura del verde).
- analogamente alla fase di realizzazione, anche per la **dismissione e smantellamento** dell'impianto si prevede l'impiego di maestranze locali per movimentazione terra, smontaggio dei componenti dell'aerogeneratore, trasporto e conferimento dei materiali in sistemi di riciclo e dismissione, ripristino della viabilità, rinaturalizzazione delle aree, coordinamento del cantiere. Si rimanda all'elaborato "CRO02 - Cronoprogramma dei lavori di dismissione".

Le ricadute **indirette**, invece, sono legate a:

- l'ulteriore occupazione derivante dalla produzione dei materiali utilizzati per la realizzazione dei singoli componenti dell'impianto eolico; per ciascun componente del sistema, infatti, esistono varie catene di processi di produzione che determinano un incremento della produzione a differenti livelli;
- un impatto economico sicuramente positivo si avrà per le amministrazioni comunali circa il ristoro della modifica del profilo paesaggistico al Comune attraverso interventi a favore della popolazione da concordare con la stessa amministrazione. I Comuni che ospitano impianti eolici all'interno dei loro terreni demaniali, infatti, ottengono:
 - opere di compensazione ambientale come da normativa vigente;
 - flussi finanziari derivanti dall'imposta comunale sugli immobili che il più delle volte consente un aumento considerevole del bilancio dei Comuni stessi (caso di piccoli Comuni con pochi residenti);
 - un gettito derivante da una attività produttiva che si basa su una fonte disponibile per tutti e non sfruttata in altro modo;
 - disponibilità di maggiori risorse da destinare a beneficio della comunità.
- possibilità di avvicinare la popolazione giovane alla corretta conoscenza dell'importanza dello sfruttamento ecocompatibile delle fonti rinnovabili di energia per permettere la nascita di una maggiore consapevolezza nei problemi energetici e un maggior rispetto per la natura;
- si rimarca infine la notevole coerenza dell'intervento in oggetto con le linee di politica regionale, nazionale e internazionale tese a valorizzare ed incrementare la produzione di energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili. Ad ogni livello istituzionale viene dato, in sintesi, estremo rilievo alle fonti rinnovabili di energia considerate come opportunità strategica per la promozione di uno sviluppo eco-sostenibile.

12. INDICE DELLE FIGURE

| | |
|---|----|
| Figura 5.1: inquadramento geografico dell'area interessata dall'impianto Su Casteddu..... | 10 |
| Figura 6.1: rosa dei venti del progetto Su Casteddu | 20 |
| Figura 6.2: layout progettuale dell'impianto eolico Su Casteddu | 24 |
| Figura 6.3: tipico per piazzole degli aerogeneratori..... | 25 |
| Figura 6.4: tipico fondazioni aerogeneratori..... | 27 |
| Figura 6.5: aspetto esterno aerogeneratore..... | 30 |
| Figura 6.6: tipico per viabilità di nuova realizzazione..... | 33 |
| Figura 11.1: stima delle Unità di Lavoro Annuali (ULA) temporanee e permanenti relative alla produzione elettrica da FER nel 2018 (fonte GSE) | 53 |
| Figura 11.2: numero e potenze degli impianti eolici (fonte GSE – novembre 2022)..... | 54 |
| Figura 11.3: stima delle ULA temporanee nel settore della produzione di energia elettrica da FER dal 2013 al 2022..... | 54 |
| Figura 11.4: stima delle ULA permanenti nel settore della produzione di energia elettrica da FER dal 2013 al 2022..... | 55 |

13. INDICE DELLE TABELLE

| | |
|---|----|
| Tabella 5.1: elenco delle particelle interessate dagli aerogeneratori | 12 |
| Tabella 5.2: elenco delle particelle interessate dall'installazione della cabina di campo..... | 12 |
| Tabella 5.3: elenco delle particelle interessate dalla Sottostazione Elettrica Utente | 13 |
| Tabella 11.1: emissioni in atmosfera per KWh prodotto in Italia, rif. 2020 (fonte: Rapporti ISPRA 363/2022) | 56 |
| Tabella 11.2: emissioni evitate in atmosfera dall'impianto Su Casteddu | 56 |
| Tabella 11.3: TEP evitate dall'esercizio dell'impianto | 56 |