

# REGIONE SARDEGNA

*Città Metropolitana di Sassari*

## COMUNE DI SASSARI



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	CONTROL.	APPROV.
1	EMISSIONE PER ENTI ESTERNI	26/05/2023	LO PRESTI I.	LO PRESTI I.	FURNO C.
0	EMISSIONE PER COMMENTI	19/05/2023	LO PRESTI I.	LO PRESTI I.	FURNO C.

Committente:

## SASSARI EOLICA S.R.L.

Via Napo Torriani 17/A – 22100 Como (CO) – P.IVA/C.F. 03921560136 – Pec: sassarieolica@pec.it

Società di Progettazione:

*Ingegneria & Innovazione*



Via Jonica, 16 – Loc. Belvedere – 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409  
Web: [www.antexgroup.it](http://www.antexgroup.it) e-mail: [info@antexgroup.it](mailto:info@antexgroup.it)

Progetto:

**PARCO EOLICO DI "SASSARI"**

Progettista/Resp. Tecnico

Dott. Ing. Cesare Furno  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6130 sez. A

Elaborato:

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C21002S05-PD-RT-01-01

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

**DEFINITIVO**

Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.  
È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.  
La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.



Documento informatico firmato digitalmente  
ai sensi dell'art. 24 D.Lgs. 82/2005 e ss.mm.ii

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.2

## INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	9
4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	10
4.1. Riferimenti Cartografici e Posizioni Aerogeneratori.....	10
4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico.....	12
4.3. Contesto Idrogeologico .....	14
4.4. Sismicità.....	15
5. L'IMPIANTO EOLICO.....	16
6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO .....	20
6.1. Aerogeneratori .....	20
6.1.1. Specifiche tecniche Aerogeneratori.....	23
6.1.2. Sistemi elettrici e di controllo interni .....	26
6.1.3. Sistemi elettrici e di controllo esterni .....	26
6.1.4. Descrizione dei componenti principali.....	26
6.1.5. Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto.....	28
6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico.....	29
6.1.7. Analisi acustica .....	32
6.2. Cavidotti.....	44
6.2.1. Generalità.....	44
6.2.2. Profondità e sistema di posa cavi .....	45
6.2.3. Fibra ottica di collegamento .....	47
6.2.4. Sistema di terra .....	47
6.2.5. Opere civili cavidotti .....	48
6.3. Stazione di Utenza .....	49
7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI .....	49

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.3

7.1. Fondazione Aerogeneratore.....	49
7.2. Piazzole Aerogeneratori .....	50
7.3. Strade di Accesso e Viabilità di Servizio.....	51
7.3.1. Viabilità di accesso al Sito .....	51
7.3.2. Viabilità di Servizio .....	54
7.4. Rilevati e Sovrastrutture – Bonifiche e Sottofondi .....	56
7.4.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade.....	56
7.4.2. Sovrastrutture per piazzole e strade.....	58
7.4.3. Sistemazione del piano di posa.....	58
7.4.4. Pavimentazione con materiale arido .....	60
7.5. Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale .....	60
7.5.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole.....	60
7.5.2. Dimensionamento di massima della pavimentazione delle strade e delle piazzole .....	60
8. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE .....	61
8.1. Generalità .....	61
8.2. Specifiche tecniche degli interventi.....	63
8.2.1. Cunetta vivente.....	63
8.2.2. Canalizzazioni in pietrame e legno.....	64
8.2.3. Idrosemina e rivestimenti antierosivi .....	65
9. OPERE IDRAULICHE.....	68

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.4

## 1. PREMESSA

Su incarico della SASSARI EOLICA S.r.l., la società Antex Group Srl e la Società Geotech S.r.l. hanno redatto il progetto definitivo relativo alla realizzazione di un impianto eolico nel comune di Sassari (SS), la prima riguardo la progettazione ambientale e civile, la seconda riguardo la progettazione elettrica della connessione in cavo interrato a 36 kV alla Rete di Trasmissione Nazionale del Parco Eolico "Sassari Eolica".

Il Parco Eolico in progetto, da ubicarsi nel Comune di Sassari, sarà costituito da 5 aerogeneratori da 5,6 MW ciascuno per una potenza complessiva di 28 MW.

L'elettrodotto 36 kV in cavo interrato collegherà l'impianto suddetto alla RTN partendo dalla cabina utente 36 kV ubicata nei pressi dell'aerogeneratore 4 e arrivando alla futura SE 150/36 kV della RTN "Fiumesanto 2" in comune di Sassari. Il progetto di tale Stazione Elettrica è in carico ad altro produttore.

Nello specifico la soluzione tecnica minima generale indicata da TERNA per la connessione dell'impianto di produzione "Sassari Eolica" alla RTN per una potenza in immissione pari a 28 MW prevede, come indicato nella lettera P20220091076-18.10.2022, che il Parco Eolico venga collegato in antenna a 36kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee esistenti della RTN a 150 kV n, 342 e 343 "Fiumesanto – Porto Torres" e alla futura linea 150 kV "Fiumesanto – Porto Torres" di cui al Piano di Sviluppo Terna.

Le attività di progettazione definitiva civile e di studio di impatto ambientale sono state sviluppate dalla società di ingegneria Antex Group Srl.

Antex Group Srl è una società che fornisce servizi globali di consulenza e management ad Aziende private ed Enti pubblici che intendono realizzare opere ed investimenti su scala nazionale ed internazionale.

È costituita da selezionati e qualificati professionisti uniti dalla comune esperienza professionale nell'ambito delle consulenze ingegneristiche, tecniche, ambientali e gestionali e pone a fondamento delle attività e delle proprie iniziative, i principi della qualità, dell'ambiente e della sicurezza come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 nelle loro ultime edizioni.

Difatti, in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti e fornitori, Antex possiede un proprio Sistema di Gestione Qualità certificato.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.5

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

### Energie rinnovabili

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- Per la redazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:
- DECRETO 28 aprile 2005. Criteri relativi ai progetti per la realizzazione di impianti industriali per la produzione di energia mediante lo sfruttamento del vento
- DECRETO n. 91/GAB del 25 giugno 2007. Adozione delle misure idonee e garantire la tutela dell'ambiente e del paesaggio ai fini del rilascio dei provvedimenti di cui al D.P.R. 12 aprile 1996 per gli impianti di sfruttamento dell'energia eolica

### Rumore

- Legge 26 ottobre 1995, n. 447 "Legge Quadro sull'inquinamento acustico": stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico;
- D.P.C.M. 14 novembre 1997 "Determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore": contiene le definizioni e le quantificazioni relative ai valori di emissione, immissione, differenziali, di attenzione e di qualità che le attività umane sono tenute a rispettare;
- D.M. 16 marzo 1998 "Tecniche di rilevamento e misurazione dell'inquinamento acustico": riporta le modalità sulla base delle quali il tecnico competente in acustica deve effettuare le misurazioni fonometriche e redigere il conseguente rapporto di valutazione;
- Norma UNI/TS 11143-7 "Metodo per la stima dell'impatto e del clima acustico per tipologia di sorgenti – Parte 7: Rumore degli aerogeneratori".

### Cavidotti, linee elettriche, sottostazione e cabina di trasformazione

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 211-4/1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6/2001 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli cavidotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo"
- Norma CEI 11-17/2006 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica–Linee in cavo";

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.6

- DM 29/05/2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli cavidotti".
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.
- CEI 0-16 Ed. III, dicembre 2012: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-1 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Norma Generale. Fasc. 1003
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo. Fasc. 8408 ed 2006
- CEI 11-48 Esercizio degli impianti elettrici
- CEI 14-4 Trasformatori di potenza Fasc. 609
- CEI 14-4V1 Variante n. 1 Fasc. 696S
- CEI 14-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 1057V
- CEI 14-4 V3 Variante n. 3 Fasc. 1144V
- CEI 14-4 V4 Variante n. 4 Fasc. 1294V
- CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco Fasc. 1768
- CEI 14-12 Trasformatori trifase di distribuzione di tipo a secco a 50 Hz, da 100 kVA a 2500 kVA con una tensione massima per il componente non superiore a 36kV. Parte 1: Prescrizioni generali e prescrizioni per trasformatori con una tensione massima per il componente non superiore a 24kV Fasc. 4149C
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1375
- CEI 17-1 V1 Variante n. 1 Fasc. 1807V
- CEI 17-4 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V Fasc. 1343
- CEI 17-4 EC Errata corrige Fasc. 1832V
- CEI 17-4 V1 Variante n. 1 Fasc. 2345V
- CEI 17-4 V2 Variante n. 2 Fasc. 2656V
- CEI 17-6 Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensioni da 1 a 52kV Fasc. 2056
- CEI 17-13/1 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte I: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS) Fasc. 2463E
- CEI 17-13/2 Apparecchiatura assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT) – parte II: Prescrizioni particolari per i condotti sbarre Fasc. 2190
- CEI 17-43 Metodo per la determinazione della sovratemperatura mediante estrapolazione per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) ANS Fasc. 1873
- CEI 17-52 Metodo per la determinazione della tenuta al corto circuito delle apparecchiature non di serie (ANS) Fasc. 2252
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30kV Fasc. 1843
- CEI 20-13 V1 Variante n. 1 Fasc. 2357V

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.7

- CEI 20-13 V2 Variante n. 2 Fasc. 2434V
- CEI 20-22II Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 2: Prova di non propagazione dell'incendio Fasc. 2662
- CEI 20-22III Prova d'incendio su cavi elettrici. Parte 3: Prove su fili o cavi disposti a fascio Fasc. 2663
- CEI 20-35 Prove sui cavi elettrici sottoposti a fuoco. Parte 1: Prova di non propagazione della fiamma sul singolo cavo verticale. Fasc. 688
- CEI 20-35V1 Variante n. 1 Fasc. 2051V
- CEI 20-37/1 Cavi elettrici – Prove sui gas emessi durante la combustione Fasc. 739
- CEI 20-37/2 Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi – Determinazione dell'indice di acidità (corrosività) dei gas mediante la misurazione del pH e della conduttività Fasc. 2127
- CEI 20-37/3 Misura della densità del fumo emesso dai cavi elettrici sottoposti e combustione in condizioni definite. Parte 1: Apparecchiature di prova Fasc. 2191
- CEI 20-38 Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte 1: Tensioni nominali Uo/U non superiore a 0.6/1kV Fasc. 2312
- CEI UNEL35024/1 Portata dei cavi in regime permanente Fasc. 3516 Per impianti elettrici utilizzatori:
- CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua Fasc. 4131
- CEI 70-1 Grado di protezione degli involucri (codice IP) Fasc. 3227C Per impianti elettrici ad alta tensione e di distribuzione pubblica di bassa tensione:
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata Fasc. 5025
- CEI 11-18 Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni Fasc. 3703R
- L'impianto dovrà essere conforme inoltre alle prescrizioni contenute nella Specifica Tecnica Terna "requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN".

### Opere civili

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321) "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76) "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche"; D.M. LL.PP. 16 gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche".
- D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8) Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".
- Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:
- Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.) "Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.8

- Circolare Consiglio Superiore Lavori Pubblici del 02/02/2009 contenente istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008;
- Consiglio Nazionale delle Ricerche "Norme tecniche n. 78 del 28 luglio 1980 sulle caratteristiche geometriche delle strade extraurbane.
- IEC 60400-1 "Wind Turbine safety and design";
- Eurocodice 2 "Design of concrete structures".
- Eurocodice 3 "Design of steel structures".
- Eurocodice 4 "Design of composite steel and concrete structures".
- Eurocodice 7 "Geotechnical design".
- Eurocodice 8 "Design of structures for earthquake resistance".

#### Sicurezza

- D.LGS 9 Aprile 2008 "Testo unico sulla sicurezza"



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.9

### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di 5 aerogeneratori ed opere di connessione, inclusive di piazzole di costruzione e di esercizio, viabilità di accesso e cavidotti ubicati in agro nel Comune di Sassari di potenza complessiva di 28 MW, denominato "Parco eolico di Sassari". Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova cabina utente ubicata su un terreno agricolo nel comune di Sassari.

La soluzione di connessione alla RTN rilasciata dal Gestore di Rete Terna S.p.A. (di seguito, Terna) e accettata dal proponente (CODICE PRATICA: 202000906), prevede che l'impianto di produzione venga collegata in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee esistenti della RTN a 150 kV n. 342 e 343 "Fiumesanto – Porto Torres" e alla futura linea 150 kV "Fiumesanto - Porto Torres", di cui al Piano di Sviluppo di Terna.



I centri urbani maggiormente interessati dal futuro impianto eolico, sono:

- Porto Torres, dista circa 3,50 km dall'aerogeneratore SS01 più vicino;
- Sassari, dista oltre 10 km dall'aerogeneratore SS05 più vicino;

La cabina utente e Stazione Elettrica (SE) saranno ubicate nel Comune di Sassari.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<p align="center"><b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b></p> <p align="center">RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA</p>	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.10

#### 4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

##### 4.1. Riferimenti Cartografici e Posizioni Aerogeneratori

Il progetto si colloca all'interno delle seguenti cartografie:

- Fogli IGM in scala 1:25.000 di cui alle seguenti codifiche:
  - 440 II Pozzo S. Nicola;
  - 441 sez. III Porto Torres;
  - 458 I Palmadula;
  - 459 sez. IV La Crucca;
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche:
  - 440160 – 441130 – 441140;
  - 458040 – 459010 – 459020.

I fogli di mappa catastali interessati dalle macchine e dalla viabilità di nuova realizzazione sono:

- Fogli di mappa n. 35, 42, 43 del Comune di Sassari;

I fogli di mappa interessati dalla Nuova Cabina Utente 36 kV e dalla Nuova Stazione elettrica TERNA 150/36 kV sono:

- Fogli di mappa n. 42, 41 del Comune di Sassari;

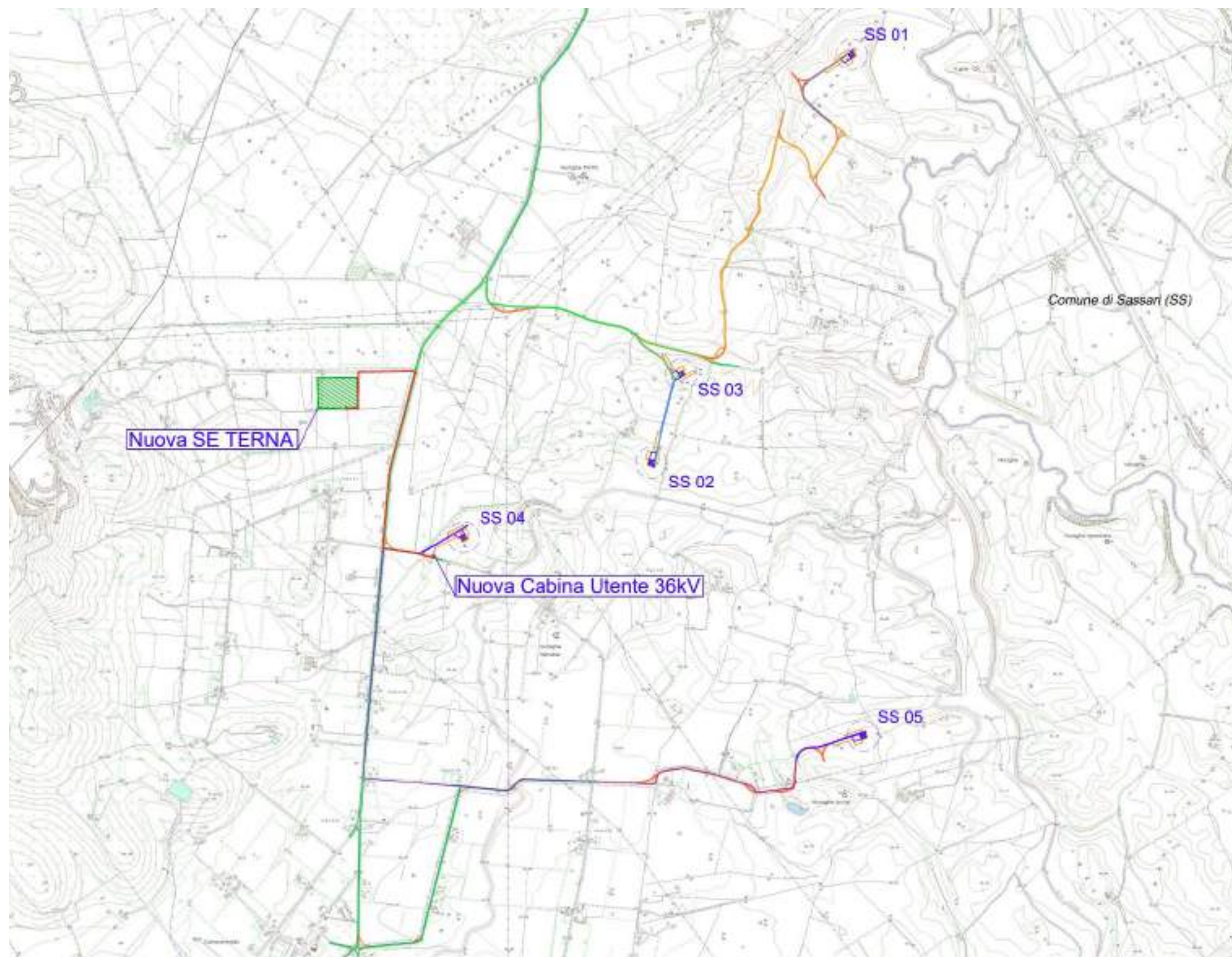
I fogli di mappa interessati dal passaggio del cavidotto a 36 kV, peraltro su strade comunali o provinciali, sono:

- Fogli di mappa n. 34, 35, 41, 42, 43, 59 e 60 del Comune di Sassari;

Di seguito si riportano le coordinate degli aerogeneratori e della SSE-Utente nel sistema di riferimento UTM WGS84.

ID WTG	Est	Nord	Quota slm (m)	Comune
SS01	447688.00 m E	4517045.00 m N	28	Sassari
SS02	446641.00 m E	4514918.00 m N	46	Sassari
SS03	446799.00 m E	4515378.00 m N	45	Sassari
SS04	445662.00 m E	4514529.00 m N	57	Sassari
SS05	447747.00 m E	4513494.00 m N	42	Sassari
<b>Cabina Utente</b>	445505.00 m E	4514434.00 m N	59	Sassari
<b>Stazione Elettrica (SE)</b>	444994.00 m E	4515303.00 m N	55	Sassari



*Figura 1 – Inquadramento su CTR dell'impianto*

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.12

#### 4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

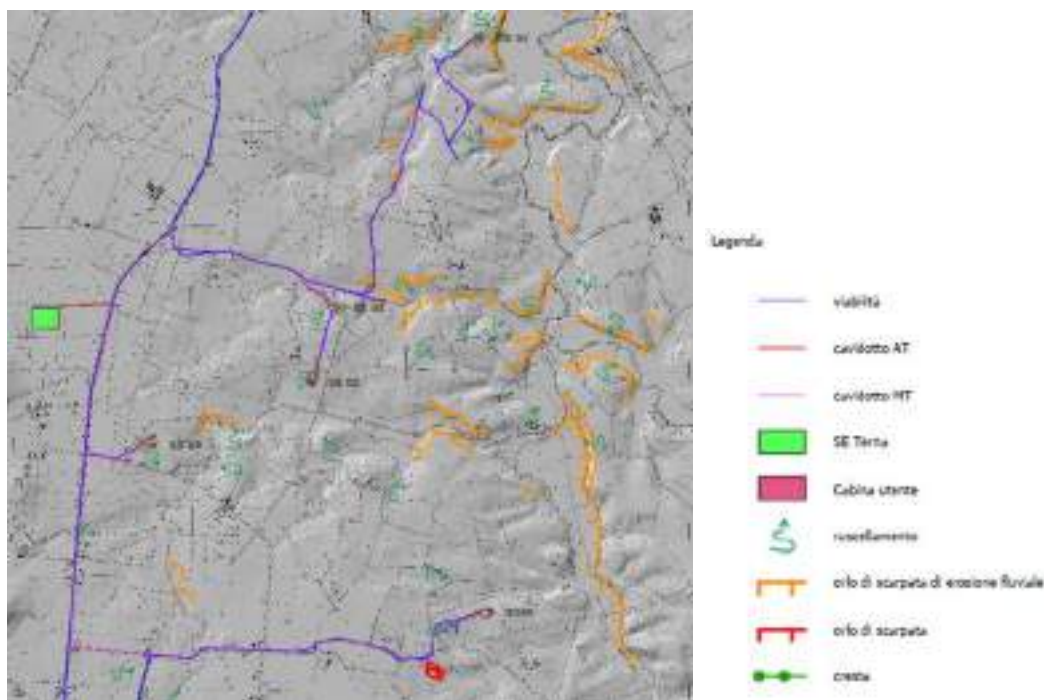
L'area sulla quale verranno installate le turbine ricade nel Foglio 441 III Porto Torres e 459 IV La crucca. Le turbine sono ubicate nel territorio comunale di Sassari, mentre il cavidotto si estende fino al territorio comunale di Porto Torres (SS). Le quote relative all'impianto eolico vanno dai 60 ai 40 m.s.l.m e si trova ubicato a Sud dell'abitato di Porto Torres tra la SP42 e la E25.

L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica della Regione Autonoma della Sardegna in scala 1:10000, più precisamente all'interna delle CTR n° 441130 e 459010.

Tale zona appartiene ad un contesto geomorfologico caratterizzato da un'area per lo più pianeggiante con diverse incisioni, la più importante delle quali è il Riu Mannu, quest'area degrada verso N con una pendenza media intorno al 4%.

Sono presenti sporadiche colline e orli di scarpata nelle aree dove sono presenti le incisioni che non destano il minimo rischio per le turbine in progetto.

Queste considerazioni sono state fatte visionando il DTM con risoluzione 1 metro fornito dalla Regione Sardegna inerenti alle fasce fluviali presenti nel territorio, e unito al DTM con risoluzione 10 metri dai quali le uniche forme geomorfologiche evidenziate sono gli orli di scarpata in prossimità delle incisioni presenti:



**Figura 2** – Immagine rappresentativa delle strutture geomorfologiche presenti sovrapposte al DEM

Dal punto di vista geologico, il territorio di Sassari è rappresentato dalle formazioni litologiche appartenenti all'era paleozoica e costituiscono il "basamento" metamorfico e scistoso, formato da un insieme di depositi accumulatisi in un arco di tempo compreso tra il cambriano superiore ed il carbonifero inferiore.



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.13

Le turbine ricadono in aree litologicamente diverse, per cui elencheremo le turbine con la relativa litologia presente:

Terreno vegetale: Rappresenta l'orizzonte superficiale dall'originario piano campagna, non sempre presente e con spessori estremamente diversificati (da pochi cm a poco più di 1 metro) derivante dall'alterazione in posto degli orizzonti superficiali delle formazioni affioranti.

WTG SS1: È ubicata all'interno della formazione di Mores. È la formazione miocenica che affiora con maggiori estensioni ed una notevole varietà di facies in relazione ai diversi contesti deposizionali che accompagnano l'evoluzione del bacino di sedimentazione.

È divisa in diverse facies e la nostra area di interesse ricade sulle calcareniti, calcari bioclastici fossiliferi. Calcari nodulari a componente terrigena, variabile, con faune e gasteropodi, ostreidi ed echinidi. Burdigaliano sup.

WTG SS2-SS4: È ubicata all'interno della formazione di Monte Nurra, facies dolomie e calcari dolomitici.

È caratterizzata da dolomie e calcari dolomitici, calcari bioclastici, calcari selciferi, calcari marnosi e marne, con intercalazioni di arenarie quarzose. Alla base calcari e dolomie scure di ambiente lacustre e carofite. Dogger

WTG SS3: È ubicata all'interno della formazione di Mores. È la formazione miocenica che affiora con maggiori estensioni ed una notevole varietà di facies in relazione ai diversi contesti deposizionali che accompagnano l'evoluzione del bacino di sedimentazione. La facies di interesse è quella caratterizzate da arenarie e conglomerati a cemento carbonatico, fossiliferi e bioturbati. Intercalazioni di depositi sabbioso-arenacei, quarzoso-feldspatici a grana media-grossa, localmente ricchi in ossidi di ferro. Ambiente litorale. Burdigaliano sup.

WTG SS5: La turbina ricade all'interno dell'area caratterizzata dalla formazione Oppia Nuova. È costituita da depositi continentali analoghi a quelli che affiorano nella località Oppia Nuova, dove questa formazione è stata descritta da Funedda et alii (2000). Si tratta di sabbie quarzose-feldspatiche e conglomerati eterometrici, ad elementi di basamento paleozoico, vulcaniti oligomioceniche e calcari mesozoici (Nurra). Ambiente da conoide alluvionale a fluvio-deltizio.

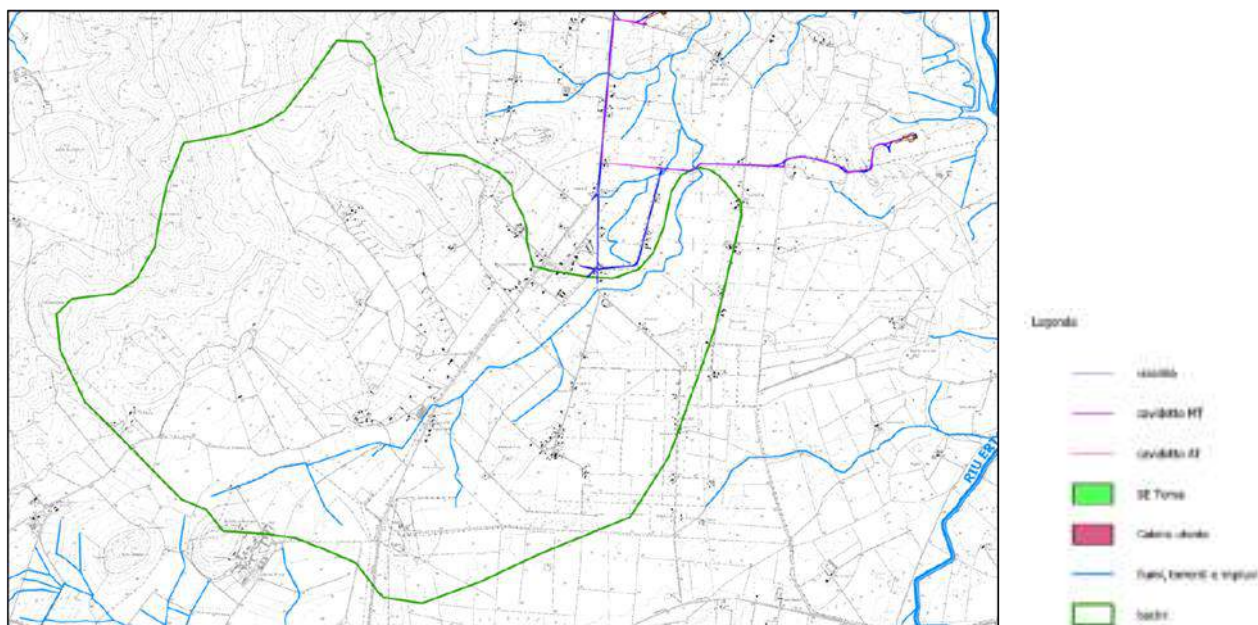




Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato *"Relazione Geologica, Geomorfologica e Sismica"*.

#### 4.3. Contesto Idrogeologico

Idrologicamente il sito si presenta con diversi impluvi ma solo 5 interferiscono con il passaggio dei cavidotti, di queste interferenze ne è stata studiata solo una perché ha un bacino abbastanza esteso per cui è stato considerato come il peggiorativo rispetto agli altri.



**Figura 3** – Carta idrografica dell'area di studio

Sono stati consultati gli annali idrologici della Sardegna per avere i dati di pioggia a 1,3,6,12,24 ore, in modo da ottenere la curva pluviometrica, il Tc (tempo di corrivazione), e di conseguenza la portata Qc del torrente alla sezione di chiusura stabilità e vedere tramite studio idraulico con software Hec-Ras se c'è il rischio che le aree si allaghino e che vadano a innalzarsi sopra la viabilità esistente in quel punto.

Sono stati eseguiti 5 studi idraulici, ipotizzando che ci sia un flusso permanente e quindi mettendoci nelle peggiori condizioni, in corrispondenza delle interferenze del cavidotto con la viabilità esistente.

Dalle simulazioni effettuate, si può notare come l'altezza massima del tirante idraulico è intorno ai 90 cm per un TR di 100 anni, considerato come aree ad alta probabilità di inondazione.

L'altezza del tirante idraulico alla sezione di chiusura non inonda la strada, dove tra l'altro esiste già un'opera di

SASSARI EOLICA S.R.L.	PARCO EOLICO DI "SASSARI" RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.15

ingegneria idraulica che attraversi la viabilità.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato *"Relazione Idrologica e Idraulica"*.

#### 4.4. Sismicità

Ai fini della caratterizzazione dell'azione sismica di progetto, si è fatto riferimento alle direttive della normativa antisismica vigente, *"Norme Tecniche per le Costruzioni per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*.

Considerando i vari litotipi presenti nel sito dovremmo aspettarci un Vs30 compreso tra 360 m/s e 800 considerando anche che i primi metri siano molto fratturati, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di **Categoria B**:

##### Categoria B

*"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina)".*

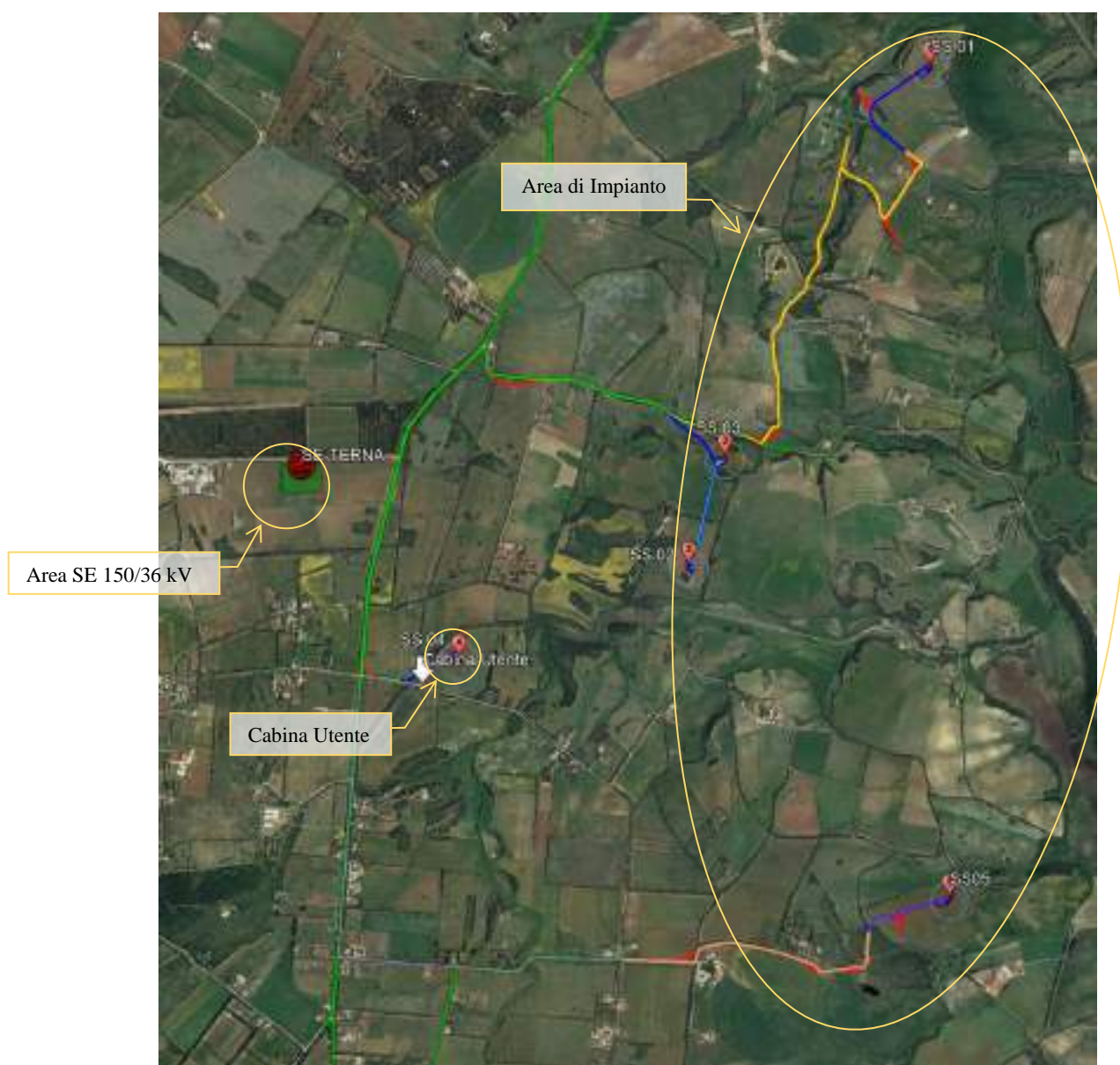
Queste valutazioni dovranno essere confermate in fase di progetto esecutivo con una campagna sismica atta a definire al meglio il valore di Vs30eq misurato e le caratteristiche sismiche dell'area in esame.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato *"Relazione Geologica, Geomorfologica e Sismica"*.



## 5. L’IMPIANTO EOLICO

L’impianto Eolico sarà costituito da n°5 aerogeneratori, tipo Vestas V162, ciascuno di potenza massima fino a 5,60 MW, corrispondenti ad una potenza di impianto di 28 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati alla cabina utente, posta nel Comune di Sassari, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 36 kV. Nella cabina saranno presenti le linee a 36 kV provenienti dagli aerogeneratori e la linea a 36 kV in partenza per la connessione alla RTN che sarà in antenna a 36 kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee esistenti della RTN a 150 kV n. 342 e 343 “Fiumesanto – Porto Torres” e alla futura linea 150 kV “Fiumesanto - Porto Torres”, prevista dal Piano di Sviluppo di Terna.



**Figura 4 – Layout impianto eolico “Santeramo”**

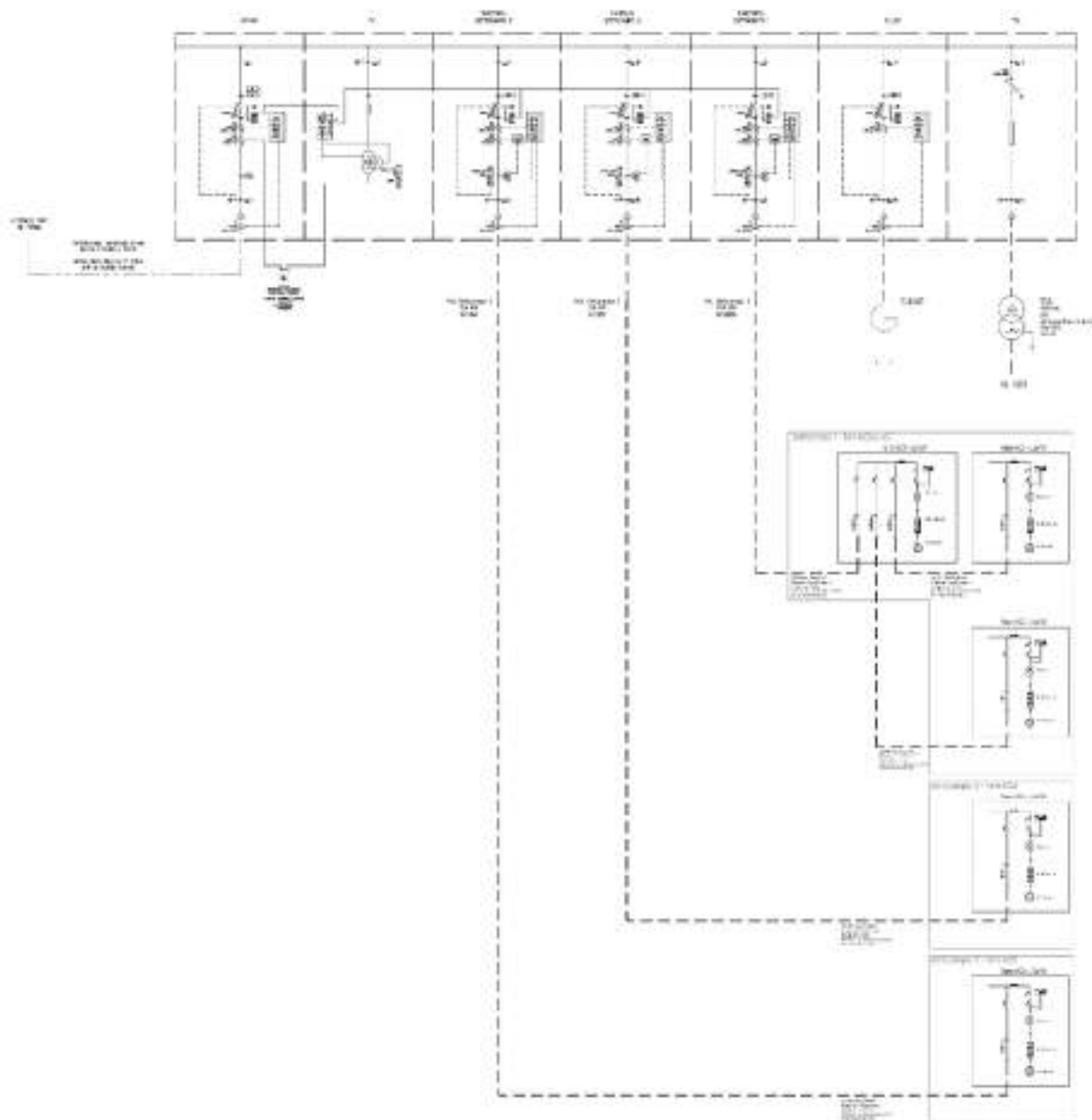


SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.17

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori eolici saranno connessi fra loro, mediante connessione in cavo interrato a 36 kV, suddivisi in una serie di sottocampi (Sottocampo 1: SS01 – SS02 – SS03 – Sottocampo 2: SS04 – Sottocampo 3: SS05) e la Cabina utente. Lo sviluppo totale di tali cavidotti è pari a 11,5 km circa. Il percorso dei cavi interesserà per la gran parte del tracciato la viabilità pubblica o interpodereale oltre a dei piccoli tratti su proprietà private

Gli aerogeneratori sono indipendenti dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione, e possono essere controllati in maniera remota dal sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (SCADA).

Si riporta di seguito lo schema unifilare dell'impianto:



**Figura 5 – Schema elettrico unifilare rete**

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.18

All'interno della cabina utente sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM/ SCADA) dell'impianto eolico che assicura l'operatività dell'impianto in remoto.

Le opere civili previste comprendono l'esecuzione dei plinti di fondazione degli aerogeneratori, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto.

Sono altresì previsti scavi a sezione obbligata per la realizzazione di cavidotti interrati a 36 kV, in adiacenza alla viabilità esistente, per il collegamento elettrico tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la cabina utente a 36 kV e tra la cabina utente a 36 kV e la futura Stazione elettrica.

Nella cabina saranno presenti le linee a 36 kV provenienti dagli aerogeneratori e la linea a 36 kV in partenza per la connessione alla RTN, tutte le apparecchiature elettriche di potenza, i dispositivi di comando e controllo e protezione per l'interfaccia con la RTN.

L'edificio costituente la cabina sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta circa 24,7 x 7,6 m e altezza al colmo di 5,630 m. La superficie occupata sarà di circa 200 m<sup>2</sup> con un volume di circa 1.100 m<sup>3</sup>. La struttura portante, interamente prefabbricata in stabilimento, sarà costituita da pilastri in c.a. e travi in c.a.p. I pilastri verranno posati in opera per incastro su plinti di fondazione del tipo a bicchiere mediante getti di inghisaggio e completamento. Le travi di copertura saranno anch'esse prefabbricate. Su tutta la superficie della copertura, sarà realizzato uno strato termocoibente, finito con opportuna coibentazione ed impermeabilizzazione. I serramenti esterni saranno in PVC/alluminio preverniciato.

All'interno l'edificio sarà suddiviso in quattro locali:

- “Locale MT” tale porzione di edificio, la più grande, ha dimensioni nette (14,00m x 7,00m x h 4,00m) verrà destinata a contenere il quadro generale 36kV;
- “Locale BT” tale porzione di edificio, ha dimensioni nette (5,00m x 7,00m x h 4,00m) verrà destinata a contenere i quadri elettrici per l'alimentazione dei servizi ausiliari e tutti gli armadi con le apparecchiature di comando e controllo;
- “Locale Misure” tale porzione di edificio, ha dimensioni nette (1,50m x 7,00m x h 4,00m) verrà destinata a contenere il gruppo di misura dell'energia prodotta. L'ubicazione del misuratore è stata pensata in apposito locale in modo che sia eventualmente accessibile anche dal gestore di rete se necessario;
- “Locali per TR Aux e Reattanza shunt” tale porzione di edificio, ha dimensioni nette (3,30m x 7,00m x h 4,00m) ed è divisa in due parti chiuse, lato esterno con delle griglie per agevolare l'aerazione. Nei due vani verranno posizionati il trasformatore per l'alimentazione dei servizi ausiliari e la reattanza shunt per la compensazione della potenza reattiva.

Il trasporto dell'energia a 36 kV avviene mediante cavi, con conduttore in alluminio, che verranno posati ad una profondità di circa 1,1 m con una protezione meccanica (lastra o tegolo) ed un nastro segnalatore.

I cavi verranno posati in trincee scavate a sezione obbligata con larghezze variabili tra 30 e 100 cm in funzione del numero di terre.

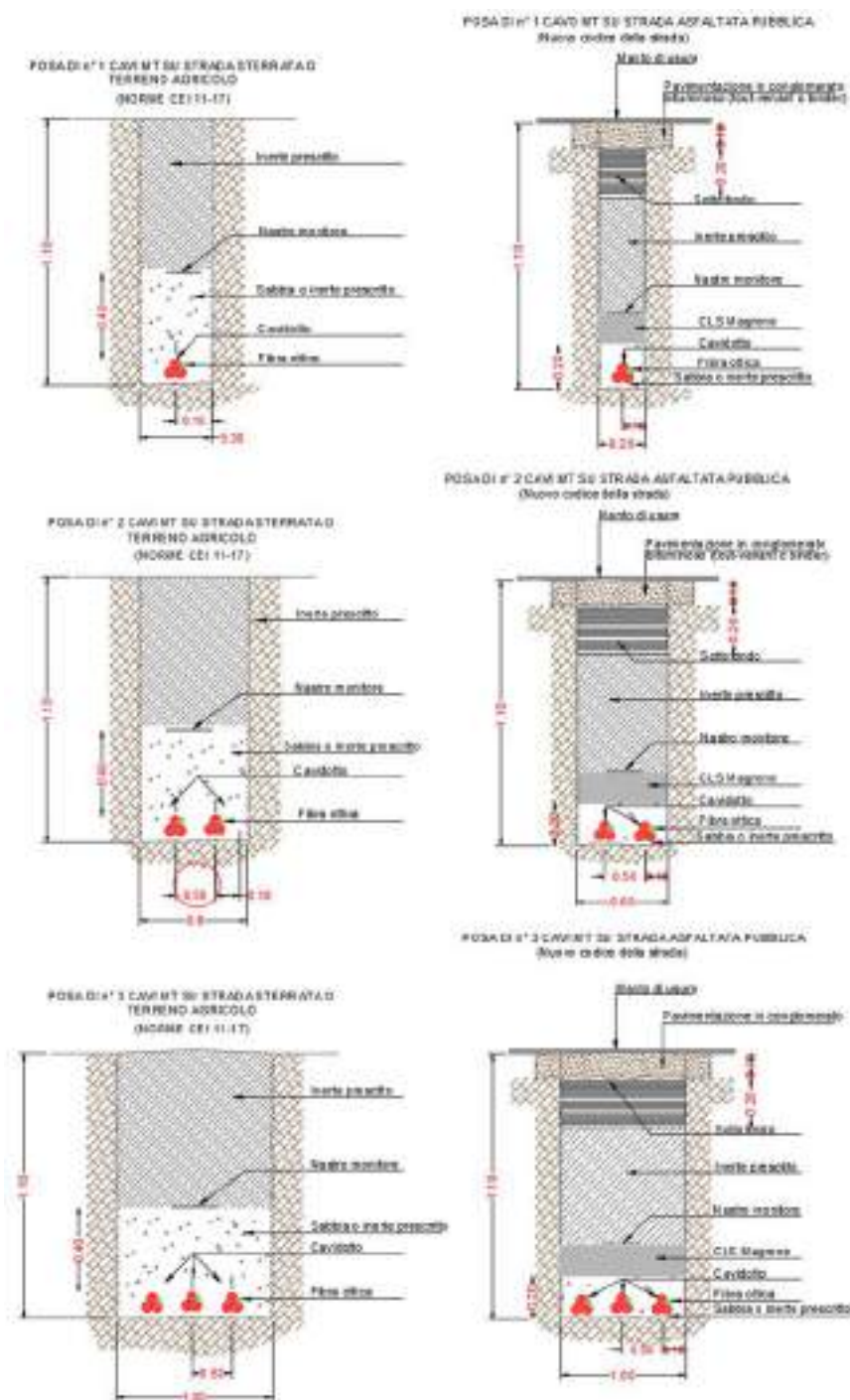


Figura 6 – Sezione tipo cavidotto

SASSARI EOLICA S.R.L.	<p style="text-align: center;"><b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b></p> <p style="text-align: center;">RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA</p>	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.20

## 6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO

Di seguito di riportano le principali componenti dell'impianto eolico e loro caratteristiche:

- Aerogeneratori;
- Cavidotti;
- Cabina Utente a 36 kV;
- Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV.

### 6.1. Aerogeneratori

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta dal vento per la produzione di energia elettrica. La macchina con le sue dimensioni è rappresentata nell'elaborato "Sezioni tipo Aerogeneratori".

Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento.

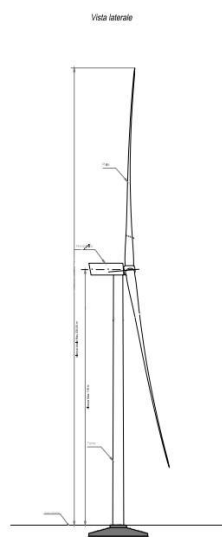
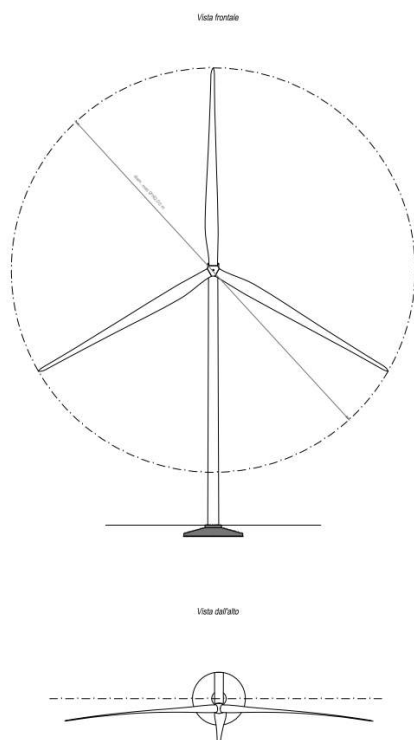
Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è **Vestas V162-5.6\_HH119**, un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e potenza nominale massima di 5600 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 162 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- sostegno tubolare troncoconico in acciaio, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 119 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Alcune turbine, in genere quelle poste a più alta quota e quelle di inizio e fine tratto, saranno equipaggiate, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea, consistente nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

Tutte le turbine avranno, inoltre, una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con due bande di colore rosso (RAL3020) ciascuna di 6-7 m ed intervallate da una banda di colore chiaro (RAL 7035/9018), per un totale di 18-21 m.



**Figura 7 – Aerogeneratore tipo e vista 3D**

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO<sub>2</sub>, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine integrato, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene “catturato” per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra. I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione, secondo lo standard internazionale IEC 61400-24.

La turbina eolica scelta per il progetto entra in funzione a velocità del vento di circa 3 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 11 m/s con una densità dell'aria pari a 1225 kg/m<sup>3</sup>. A velocità del vento superiori, più precisamente superati i 20 m/s, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare in stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.22

del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi. Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori.

La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore. Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso di emergenza, la connessione degli accumulatori senza necessità di impiego di inverter. La torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala.

I sistemi frenanti sono progettati in modo che, se uno qualunque dei componenti del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

Gli aerogeneratori hanno una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali è necessario provvedere al loro smantellamento ed eventualmente alla loro sostituzione con nuovi e più performanti aerogeneratori. La fase di decommissioning avverrà con modalità analoghe a quanto descritto per la fase di installazione. Le componenti elettriche (trasformatore, quadri elettrici, ecc) verranno quindi smaltite, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate, come meglio descritto nell'elaborato "Relazione sulla dismissione dell'impianto e ripristino dei luoghi".



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.23

### 6.1.1. Specifiche tecniche Aerogeneratori

Di seguito sono elencate le specifiche tecniche degli aerogeneratori **Vestas V162-5.6 HH119** per una potenza di **5.6 MW**, scelti per il presente progetto:

GENERALI	
Temperatura di funzionamento	-40 °C / +50 °C
Intervallo di temperatura operativa NCV	-20 °C / +45 °C
Intervallo di temperatura operativa CCV	-30 °C / +45 °C
Max. altezza s.l.m.	2000 m
Certificazioni	IEC 61400-1
Tipologia turbina	Rotore tripala ad asse orizzontale sopra-vento
Regolazione della potenza	Regolazione attiva singola pala
Potenza nominale	5600 kW
Velocità del vento per il raggiungimento della potenza nominale (con densità dell'aria di 1.225 kg/m³)	Circa 13.0 m/s
Range velocità di funzionamento del rotore	Da 4.3 rpm a 12.1 rpm
Velocità nominale	Circa 10.4 rpm
Velocità vento di cut-in	3 m/s
Velocità vento di cut-out	24 m/s
Velocità vento di Cut-back-in	23 m/s
Vita di funzionamento stimata	≥ 20 anni
TORRE	
Tipologia	HH119 - 0077-2108
Altezza all' Hub	119 m
Classe vento	DIBt S/ IEC S
Numero di sezioni	6
ROTORE	
Diametro rotore	162.0 m
Area spazzata	20611 m²
Potenza su superficie nominale	317 W/m²
Angolo di inclinazione dell'albero rotore	6.0°
"Cone angle" della pala	6.0°
PALE DEL ROTORE	
Materiale	Fibra di vetro e fibra di carbonio rinforzata
Lunghezza totale	79.35 m
ALBERO ROTORE/CUSCINETTO ROTORE	
Tipologia	Albero cavo forgiato
Tipologia di cuscinetto	Cuscinetto a rulli sferici
Lubrificazione	Cadenziale con grasso lubrificante
FRENO MECCANICO	
Tipologia	Freno a disco attivo
Posizionamento	Sull'albero veloce
Numero pinze freni	1
Materiale delle pastiglie del freno	Pastiglie organiche
GEARBOX	
Tipologia	Ingranaggi planetari multi-stadi + stadio a ingranaggi cilindrici
Rapporto di trasmissione	50 Hz: i = 121.5 60 Hz: i = 145.8
Lubrificazione	Ad alimentazione forzata
Quantità d'olio incluso circuito di raffreddamento	Max. 800-1000 l
Temperatura max. olio	Circa 77° C

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.24

Cambio olio	Se richiesto (codici di pulizia dell'olio ISO 4406- /15/12)
<b>IMPIANTO ELETTRICO</b>	
Potenza nominale PnG	5850 kW
Voltaggio nominale	3 x AC 800 V $\pm$ 10 % (sulla specifica del codice di rete)
Corrente nominale durante la piena immissione di corrente reattiva InG a SnG	4876 A
Potenza apparente nominale SnG a PnG	6850 kVA
Frequenza	50 / 60 Hz
Peso totale	Circa 9 t
Isolamento	Esterno
Tensione nominale OV, Ur	720 V
Tensione di rete OV	19.1 – 22.0 kV 22.1 – 33.0 kV 33.1 – 36.0 kV
Frequenza nominale fr	50/60 Hz
Collegamento delle fasi	Dyn 11
Altitudine di installazione (slm)	2000 m
Potenza nominale apparente Sr	7000 kVA
Tensione di impedenza uz	8 bis tolleranza 9 % $\pm$ 10 %
Perdita di Potenza: Perdite inattive Perdite di cortocircuito	3000 W 70000 W
<b>QUADRO MT</b>	
Tensione nominale (dipendente dalla rete MT)	24, 36 o 40.5 kV
Corrente nominale	630 A
Durata nominale di corto circuito	1 s
Corrente nominale di corto circuito	24 kV: 16 kA 36/40.5 kV: 20 kA
Temperatura ambiente minima e massima durante il funzionamento	NCV: -25 °C a +45 °C CCV: -30 °C a +45 °C
Tipologia di connessione	Cono esterno tipo C secondo EN 50181
<b>Interruttore</b>	
Numero di cicli di commutazione con corrente nominale	E2
Numero di cicli di commutazione con interruzione corrente da cortocircuito	E2
Numero di cicli di commutazione meccanica	M1
Commutazione di correnti capacitive	Min. C1 - low
<b>Sezionatore</b>	
Numero di cicli di commutazione con corrente nominale	E3
Numero di cicli di commutazione con interruzione corrente da cortocircuito	E3
Numero di cicli di commutazione meccanica	M1
<b>Sezionatore</b>	
Numero di cicli di commutazione meccanica	M0
<b>Interruttore di terra</b>	
Numero di cicli di commutazione con interruzione corrente nominale da cortocircuito	E2
Numero di cicli di commutazione meccanica	$\geq$ 1000
<b>GENERATORE</b>	
Grado di protezione	IP 54 (scatola anello di contatto IP 23)



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.25

Voltaggio statore	3x800 V
Frequenza	0-138 Hz
Intervallo di velocità	0-460 rpm
Poli	36
Peso	Circa 10.6 t
<b>RAFFREDDAMENTO</b>	
<b>Gearbox</b>	
Tipo	1 ° circuito di raffreddamento: circuito dell'olio con scambiatore di calore olio / acqua e bypass termico
Filtro	Filtro a maglia grossa 50 µm / filtro fine 10 µm / filtro ultrafine <5 µm
<b>Scatola Generatore e Convertitore</b>	
Tipo	Circuito idrico con scambiatore di calore acqua / aria e bypass termico
Refrigerante	Refrigerante a base di acqua e glicole
<b>TRASFORMATORE</b>	
tipologia	Trasformatore a immersione in liquido di progettazione ecocompatibile.
Tipologia di raffreddamento	KF/WF
Potenza nominale	7000 kVA
<b>SISTEMA DI PASSO</b>	
Cuscinetto del passo	Cuscinetto a contatto a quattro punti e doppia fila
Lubrificazione ingranaggi e binari	Lubrificazione periodica con grasso
Controllo del passo	Motori elettrici incl. freno planetario a molla e ingranaggio planetario multistadio
Alimentazione d'emergenza	Batterie
<b>SISTEMA DI IMBARDATA</b>	
Cuscinetto di imbardata	Anello di imbardata forgiato trattato termicamente. Cuscinetti a strisciamento PETP
Lubrificazione ingranaggi e binari	Lubrificazione periodica con grasso
Tipologia di imbardata	Ingranaggio planetario a più stadi
Velocità di imbardata	Circa 0.4°/s (50 Hz) - 0.5°/s (60 Hz)

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.26

### 6.1.2. Sistemi elettrici e di controllo interni

All'interno di ciascuna torre, in apposito spazio, saranno ubicati i seguenti impianti:

- quadro di automazione della turbina;
- trasformatore elevatore BT/MT con isolamento in resina;
- quadro di media tensione;
- sistema di sicurezza e controllo.

Il quadro di controllo assicura l'arresto del sistema in caso di anomalie dell'impianto, di incendio, di eccessiva velocità del vento, etc. Il controllo si realizza mediante apparati che misurano la tensione, l'intensità e la frequenza della corrente, il fattore di potenza, la tensione e il valore della potenza attiva e reattiva, nonché dell'energia prodotta o assorbita.

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione viene trasformata a 36 kV con apposito trasformatore all'interno dell'aerogeneratore stesso.

### 6.1.3. Sistemi elettrici e di controllo esterni

L'energia prodotta verrà trasportata alla cabina utente 36 kV, per la consegna sulla rete di TERNA. Le linee interrate saranno ubicate preferibilmente lungo la rete viaria esistente.

Il cavo, all'interno della trincea, sarà posizionato in modo tale da avere l'estradosso ad una profondità minima di 1,0 m. Le linee elettriche in MT dell'impianto saranno realizzate posando il cavo il più possibile all'interno delle strade già esistenti e collegherà gli aerogeneratori alla rete nazionale di distribuzione elettrica.

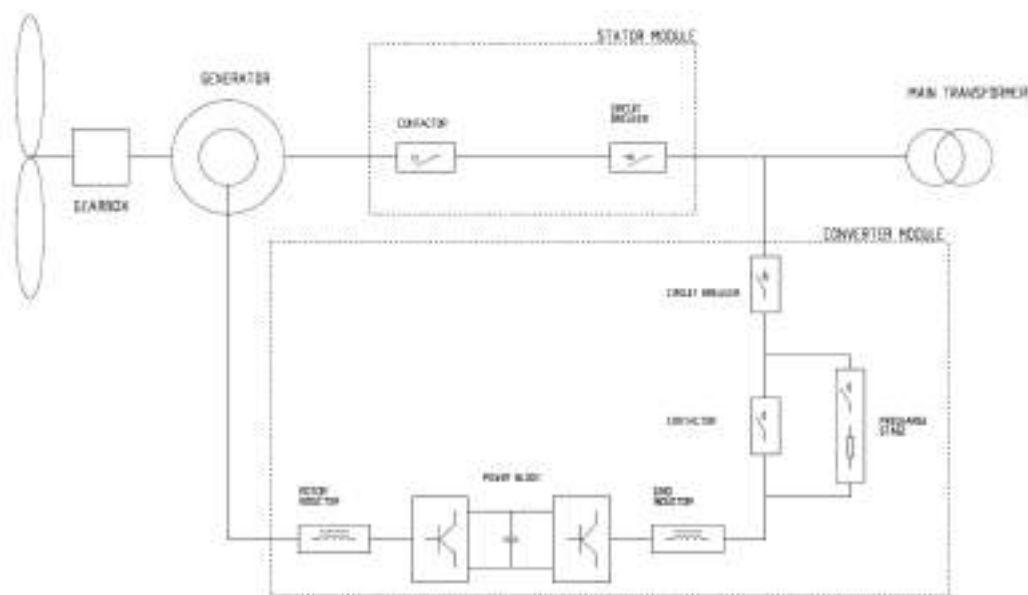
### 6.1.4. Descrizione dei componenti principali

All'interno dell'aerogeneratore, la tensione a 0,75 kV prodotta dalla macchina verrà elevata a 36 kV tramite le seguenti componenti all'interno dello stesso:

- l'arrivo del cavo BT (0,75 kV) dall'aerogeneratore;
- il trasformatore (0,75/36 kV);
- la cella a 36 kV per la partenza verso i quadri di macchina e da lì verso la cabina di raccolta.

I quadri all'interno dell'aerogeneratore comprenderanno le seguenti apparecchiature:

- un quadro a 36 kV composto da uno scomparto per l'arrivo dal trasformatore e uno o due scomparti, a seconda della posizione della macchina nel radiale di collegamento alla cabina utente a 36 kV, per l'arrivo e la partenza dai quadri delle altre macchine del radiale;
- un quadro BT di alimentazione dei servizi ausiliari di cabina;
- un quadro BT di alimentazione del sistema di controllo e di emergenza.



**Figura 8 – Schematico aerogeneratore**

Dagli aerogeneratori partiranno i collegamenti alla cabina utente a 36 kV per la successiva connessione alla futura Stazione elettrica Terna.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.28

#### 6.1.5. Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto

La centrale e tutti i suoi componenti, primi tra tutti gli aerogeneratori, sono progettati per un esercizio completamente automatico dell'impianto senza la necessità di una sorveglianza locale.

Ciascuna macchina è equipaggiata con un suo sistema di controllo e supervisione che rende possibile l'esercizio in automatico della macchina se non intervengono, dall'interno della stessa, segnalazioni di anomalia.


In ogni istante, se tutti i parametri di controllo sono nei limiti predefiniti di funzionamento, l'aerogeneratore può avviarsi automaticamente, ad esempio quando le condizioni di vento consentono di produrre energia, si mantiene in esercizio regolando quando necessario la potenza erogata attraverso il controllo del passo, oppure può comandare la cessazione della produzione in caso di vento troppo elevato, rientrando automaticamente in servizio appena le condizioni tornano sotto le soglie previste per il regolare funzionamento.

Una rilevante quantità di sensori riporta al supervisore di macchina lo stato dei principali organi e in base a questa informazione il supervisore fornisce il consenso al controllore per la regolazione del funzionamento.

Nel caso si presenti un evento riconosciuto dal supervisore come anomalo, ad esempio una sovratemperatura, una vibrazione anomala, una pressione eccessiva o insufficiente nei circuiti idraulici, per citare alcune situazioni molto comuni, viene inviato un segnale al controllo che provvede immediatamente a mettere fuori esercizio l'aerogeneratore, ponendolo nelle condizioni di sicurezza previste.

Poiché sono numerose le cause che possono indurre una situazione di guasto, in cui una o più macchine possono non funzionare correttamente, oppure altri componenti della centrale possono subire guasti o malfunzionamenti, è previsto che la parte di impianto non interessata da guasti non subisca arresti e nello stesso tempo è previsto che debba essere segnalato ad un posto di sorveglianza remoto la necessità di un intervento per ripristinare il funzionamento.

Perciò la centrale è equipaggiata con un sistema di supervisione esterno a ciascuno dei componenti, avente il compito di effettuare un monitoraggio continuo di ciascuna parte sorvegliata.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.29

#### 6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico

L'impianto in progetto è ubicato nella Regione Sardegna, nel territorio comunale di Sassari. L'area globale di impianto si presenta nel complesso pianeggiante con rilievi leggeri che non pregiudicano la vena fluida e le intensità relative. Dal punto di vista anemologico sarà stimata la producibilità attesa dall'impianto, utilizzando, da consuetudine, una distribuzione di frequenze di occorrenza della velocità vento, a diverse altezze rispetto al suolo, elaborata da modelli di flusso mesoscala ed estrapolata su una posizione indicata dal Cliente con il punto di installazione della Torre anemometrica TA93 m (presentata domanda in data 18/12/2021 per l'autorizzazione al SUAPE del Comune di Sassari per una Torre Anemometrica di altezza pari a 93 metri, debitamente autorizzata anche da ENAC con Nulla Osta del 17/11/2021, installata per la misurazione del vento).



**Figura 9 – Punto installazione della TA 93 metri**

Il sito di area vasta è monitorato da tempo (almeno una decina di anni), sull'area vasta e sono disponibili numerose serie di dati storici per un ragionevole calcolo dei regimi di vento della zona vasta, grazie ai software disponibili sul mercato per tali valutazioni e notevoli elaborazioni e dati restituiti dal "minieolico" installato da anni nel territorio vasto.

Per una analisi, quindi, della ventosità attesa per una successiva stima della producibilità del sistema eolico ci si dovrà riferire a dati e stazioni anemometriche "delocalizzate", ma pur sempre rappresentative delle condizioni anemometriche del territorio.

L'area di progetto è monitorata dal 24/06/2022 ma i dati disponibili, da soli, non consentono una adeguata stima della ventosità, essendo passati solo 88 giorni dall'avventura installazione della stazione di misura.

Per la definizione preliminare del regime anemologico sulla zona interessata dal progetto d'impianto è stata pertanto impiegata una distribuzione virtuale, proposta dalla società GWA/VORTEX <https://vortexfdc.com/virtual-met-mast/> e derivante da modelli anemologici mesoscala con risoluzione di calcolo geografica pari a 50/120 m. Le frequenze di occorrenza della velocità vento di lungo periodo, estrapolate sulla posizione virtuale della TA93m e disponibili per un'altezza dal suolo pari a 120 m, vengono introdotte nel software di simulazione sotto forma di file in formato [\*.tab], contenente i dati discretizzati per 16 settori di provenienza del vento e per intervalli di velocità pari a 1 m/s, come riportato dalla Tab. seguente:

Bin/Sector Occurrence Table

Bin	0.0	22.5	45.0	67.5	90.0	112.5	135.0	157.5	180.0	202.5	225.0	247.5	270.0	292.5	315.0	337.5	%
0-1	57.1	33.5	23.1	26.5	26.5	28.6	57.0	45.4	52.4	52.7	23.2	25.7	24.1	32.0	20.9	30.3	4.3
1-2	57.6	31.0	17.6	22.8	37.7	49.4	84.3	103.7	80.7	42.2	28.5	22.5	31.1	66.4	74.1	105.3	9.6
2-3	46.6	21.1	11.0	18.6	32.2	42.3	89.6	146.6	88.5	34.5	27.5	16.5	28.8	82.3	128.4	133.5	10.8
3-4	32.8	11.5	6.9	15.1	31.6	34.9	76.6	183.9	95.8	35.0	18.6	11.6	24.3	89.3	176.6	145.6	11.3
4-5	15.5	6.3	6.2	13.3	38.0	38.2	65.5	149.0	77.2	25.2	16.8	7.4	23.8	95.4	239.4	126.8	10.4
5-6	13.4	4.5	4.8	11.1	26.1	23.6	55.4	128.3	62.4	13.7	15.3	4.8	21.1	90.8	280.8	102.0	9.9
6-7	9.0	2.3	4.3	8.9	22.6	15.4	44.4	104.0	32.3	11.3	12.5	3.8	14.5	81.8	203.8	74.7	8.3
7-8	8.6	1.5	3.6	7.7	15.5	12.1	34.8	74.6	16.0	7.4	11.2	3.9	12.4	74.4	227.7	48.0	7.5
8-9	3.5	1.0	3.4	6.0	11.4	10.3	28.0	48.2	7.5	3.8	9.5	2.5	11.7	66.7	204.4	30.2	6.3
9-10	1.8	0.0	2.6	5.1	8.7	8.5	23.2	32.7	3.1	3.4	6.3	1.2	6.3	52.6	233.6	16.8	4.9
10-11	1.0	0.0	2.3	4.1	8.3	5.2	26.1	20.3	0.7	2.9	5.4	1.6	6.6	43.1	215.4	1.05	4.3
11-12	0.0	0.0	1.6	3.0	5.6	4.5	18.6	0.2	0.0	3.8	3.7	0.0	5.9	32.4	175.4	5.2	3.1
12-13	0.0	0.0	1.5	2.8	2.7	3.1	16.0	0.0	0.0	1.2	2.0	0.0	5.7	24.8	143.5	2.3	2.4
13-14	0.0	0.0	1.2	3.0	1.5	1.8	9.2	2.9	0.0	0.0	1.5	0.0	3.8	20.0	102.1	1.2	1.7
14-15	0.0	0.0	1.2	3.0	1.1	1.6	8.1	1.0	0.0	0.0	0.8	0.0	2.7	15.5	68.6	0.0	1.2
15-16	0.0	0.0	1.1	3.7	0.9	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	13.8	46.8	0.0	0.8
16-17	0.0	0.0	0.6	2.8	0.0	0.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	9.3	28.6	0.0	0.6
17-18	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	6.2	16.5	0.0	0.3
18-19	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	5.2	10.8	0.0	0.2
19-20	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	5.2	0.0	0.1
20-21	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.7	0.0	0.1
21-22	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.2	0.0	0.0
22-23	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
%	2.7	1.3	1.1	1.9	9.3	3.2	7.5	11.7	5.7	2.3	2.1	1.2	2.7	10.3	57.7	9.6	

Tabella: Distribuzione VORTEX frequenze di occorrenza su posizione virtuale TA93m (h=100 m s/s)

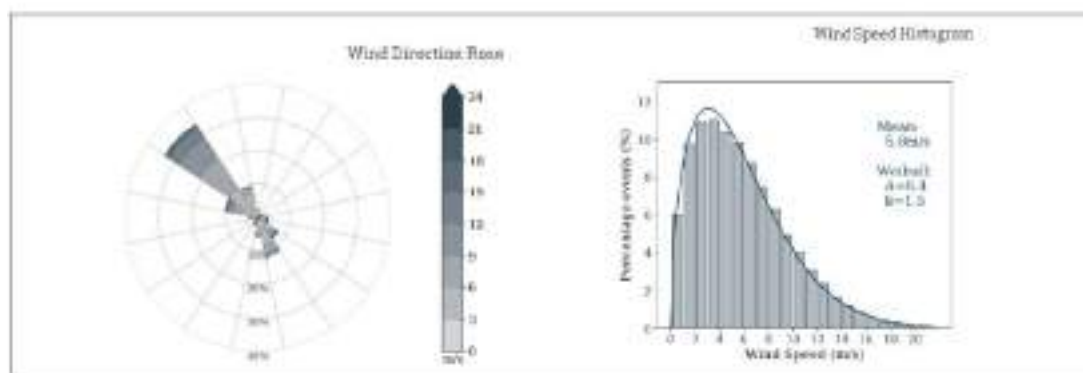


Tabella: Distribuzione VORTEX frequenze di occorrenza su posizione TA93m (h=100 m s/s)

La distribuzione verticale delle velocità vento medie annue rispetto al suolo è stata interpolata, impiegando la legge delle potenze, per stimare il coefficiente di wind shear locale. Il valore ottenuto è stato quindi confrontato con quello calcolato attraverso il codice anemologico, interpolando sempre con la legge delle potenze i valori di velocità generati dalla simulazione sulla posizione TA93m, alle stesse altezze dal suolo.

La tabella riportata di seguito riassume i risultati di tale confronto:



Altezza dal Sedilo (m)	Velocità del vento (m/s)						
	Virtual Wind VORTEX	Input Vortex (h=120 m sls)	Input Vortex (h=119 m sls)	Input Vortex (h=100 m sls)	Input Vortex (h=90 m sls)	Input Vortex (h=70 m sls)	Input Vortex (h=50 m sls)
50	5.06	4.67	4.72	4.77	4.81	4.92	5.06
70	5.32	5.09	5.14	5.19	5.24	5.32	5.51
90	5.54	5.39	5.45	5.50	5.54	5.69	5.85
100	5.65	5.52	5.58	5.63	5.69	5.82	5.99
110	5.75	5.69	5.73	5.81	5.87	6.06	6.17
120	5.80	5.80	5.91	5.97	6.03	6.17	6.34
Coefficiente di Wind Shear (interpolazione)	0.158	0.249	0.247	0.234	0.234	0.266	0.251

Come prevedibile, il valore di wind shear calcolato si ripete indipendentemente dalle altezze di input di Vortex, essendo strettamente legato alle caratteristiche del modello di terreno introdotto, in termini di altimetria e rugosità superficiale, seppur con qualche lieve scostamento, oscillando tra 0.234 e 0.266, con un valor medio pari a 0.247. La differenza riguarda il valore assoluto, estrapolato ad altezza mozzo, della velocità vento, sensibilmente più alto quanto più bassa è l'altezza di input delle distribuzioni Vortex, ed oscillante tra un minimo di 5.80 m/s (dati Vortex ad h=120 m sls) ed un massimo di 6.34 m/s (dati Vortex ad h=50 m sls).

L'estrapolazione della velocità vento ad altezze maggiori e minori di quella pari a 119 m, assunta come riferimento al mozzo, è stata eseguita impiegando il wind shear di simulazione, pari a 0.249, sostanzialmente non dissimile dal valor medio 0.247 dei coefficienti ottenuti per interpolazione implementando le altre distribuzioni disponibili da Vortex per altezze minori rispetto al suolo. Ciò compensa gli effetti della scelta del valore più basso di velocità selezionato per h=120 m e consente di non eccedere in valutazioni troppo conservative. Si riportano di seguito le distribuzioni "Vortex", ad altezza h=120 m sls, dei valori associati ai parametri di input anemologici implementati nel codice di simulazione Anemologico, nonché la relativa densità di potenza calcolata per ciascun settore di provenienza del vento.

Come si può constatare dall'osservazione delle precedenti distribuzioni dei parametri anemologici, soprariportate sia per classi di velocità con step 1 m/s che per 16 settori di provenienza del vento, la risorsa eolica in sito è sostanzialmente concentrata sulla direzione di provenienza Nordovest, con un vento di Maestrale che alimenta circa il 65% dell'intera risorsa energetica disponibile in sito. Buona parte della quota rimanente è invece attribuibile a venti di Scirocco e Ostro con componente principale da Sud/Sudest.

La stima della resa energetica per le turbine ipotizzate è stata eseguita attraverso il calcolo della producibilità attesa per ciascuna delle turbine analizzate, considerando la nuova dislocazione territoriale fornita dal Cliente e n°2 configurazioni per la selezione della turbina d'impianto, come riportato dalla tabella seguente che riassume i dati identificativi di ciascuna di esse:

Cigt	Costruttore	Modello Versione	Potenza Nominale (kW)	Classe di vento IEC	Altezza Mozzo (m)
VES	VESTAS	V162-5.6 MW	5600	IEC 61400-22 - IEC S	119

Certification	Wind Class	Hub Height
IECRE OD-501	IEC S	119 / 125 / 149 m
DIBt 2012	DIBt S	119 / 148 / 166 / 169 m

Wind Climate	IEC 3	IEC 5	IEC 6
Power Rating	5.6 MW	5.6 MW	5.6 MW
Hub Height	119	125	140
Average design parameters - IEC			
Wind Speed (10 min average), $V_{10}$	7.4 m/s	8.5 m/s	7.9 m/s
Weibull Scale Factor, $C$	8.3 m/s	9.5 m/s	8.9 m/s
Weibull Shape Factor, $k$	2.48	2.3	2.48
$L_{10}$ acc. to IEC 61400-1	0.15	0.14	0.15
Turbulence Intensity acc. to IEC 61400-1, including Wind Farm Turbulence (at 15 m/s) $I_{10}$ (90% quantile)	15.9%	15.7%	15.9%
Wind Shear, $\alpha$	0.30	0.20	0.30
Inflow Angle (vertical)	8°	8°	8°
Extreme design parameters - IEC			
Ext. Wind Speed (10 min average), $V_{10}$	37.1 m/s	37.5 m/s	39.5 m/s
Survival Wind Speed (3 s gust), $V_{3s}$	51.5 m/s	52.5 m/s	55.3 m/s
Turbulence Intensity, $I_{10}$	11%	11%	11%

La producibilità così calcolata lorda e al netto delle perdite per scia, è stata successivamente elaborata decurtandola delle perdite fisse aggiuntive legate a fattori indipendenti dalle potenzialità eoliche del sito e dalle caratteristiche di performance del modello di turbina adottato.

Dall'elaborazione del dataset si è riscontrata una Velocità media di circa **5,88 m/s**, che potrà essere confermata o meno alla fine della campagna di misura della TA93m.

Pertanto, l'impianto, composto da 5 turbine, con potenza unitaria fino a 5.60 MW e per un totale di 28 MW, e considerata la velocità sopra citata avrà una producibilità lorda stimata pari a **15,67 GWh/anno P<sub>50</sub>**.

Ottenuto tale valore, si è stimata la resa energetica per le turbine al netto delle perdite per scia e decurtandola delle perdite fisse aggiuntive legate a fattori indipendenti dalle potenzialità eoliche del sito e dalle caratteristiche di performance del modello di turbina adottato. Tale perdita è stata stimata in circa il 11,8% (5,8% stima perdite fisse d'impianto e 6% perdite effetto scia), pertanto la producibilità media annua è pari a:

Configurazione	Aerogeneratore tipo	Potenza installabile [MW]	AEP netta, LP (P50) [GWh/anno]	Ore Equivalenti [MWh/MW/anno]
n° 5 wtg x 5.6 MW	Vestas V162	28	14,022	2.504

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato *"Relazione anemologica e stima di producibilità"*

#### 6.1.7. Analisi acustica

Come riportato nello specifico studio specialistico *"Valutazione previsionale di impatto acustico e di clima acustico per la realizzazione di un impianto eolico"*, al quale si rimanda per maggiori dettagli, dalle schede tecniche del fornitore si evince che la modalità di funzionamento degli aerogeneratori, **VESTAS V162 da 5.60 MW**, più gravosa dal punto di vista acustico sia quella caratterizzata da una velocità del vento all'hub (119 metri) pari a 9m/s, come evidenziato nella seguente tabella a partire da:



Frequenza	Pressi (m) / Wind speed (m/s)															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
6.3 Hz	20.4	21.9	23.4	24.9	26.4	27.9	29.4	30.9	32.4	33.9	35.4	36.9	38.4	39.9	41.4	42.9
8 Hz	22.9	24.4	25.9	27.4	28.9	30.4	31.9	33.4	34.9	36.4	37.9	39.4	40.9	42.4	43.9	45.4
10 Hz	25.4	26.9	28.4	29.9	31.4	32.9	34.4	35.9	37.4	38.9	40.4	41.9	43.4	44.9	46.4	47.9
12.5 Hz	27.9	29.4	30.9	32.4	33.9	35.4	36.9	38.4	39.9	41.4	42.9	44.4	45.9	47.4	48.9	50.4
16 Hz	30.4	31.9	33.4	34.9	36.4	37.9	39.4	40.9	42.4	43.9	45.4	46.9	48.4	49.9	51.4	52.9
20 Hz	32.9	34.4	35.9	37.4	38.9	40.4	41.9	43.4	44.9	46.4	47.9	49.4	50.9	52.4	53.9	55.4
25 Hz	35.4	36.9	38.4	39.9	41.4	42.9	44.4	45.9	47.4	48.9	50.4	51.9	53.4	54.9	56.4	57.9
31.5 Hz	37.9	39.4	40.9	42.4	43.9	45.4	46.9	48.4	49.9	51.4	52.9	54.4	55.9	57.4	58.9	60.4
40 Hz	40.4	41.9	43.4	44.9	46.4	47.9	49.4	50.9	52.4	53.9	55.4	56.9	58.4	59.9	61.4	62.9
50 Hz	42.9	44.4	45.9	47.4	48.9	50.4	51.9	53.4	54.9	56.4	57.9	59.4	60.9	62.4	63.9	65.4
63 Hz	45.4	46.9	48.4	49.9	51.4	52.9	54.4	55.9	57.4	58.9	60.4	61.9	63.4	64.9	66.4	67.9
80 Hz	47.9	49.4	50.9	52.4	53.9	55.4	56.9	58.4	59.9	61.4	62.9	64.4	65.9	67.4	68.9	70.4
100 Hz	50.4	51.9	53.4	54.9	56.4	57.9	59.4	60.9	62.4	63.9	65.4	66.9	68.4	69.9	71.4	72.9
125 Hz	52.9	54.4	55.9	57.4	58.9	60.4	61.9	63.4	64.9	66.4	67.9	69.4	70.9	72.4	73.9	75.4
160 Hz	55.4	56.9	58.4	59.9	61.4	62.9	64.4	65.9	67.4	68.9	70.4	71.9	73.4	74.9	76.4	77.9
200 Hz	57.9	59.4	60.9	62.4	63.9	65.4	66.9	68.4	69.9	71.4	72.9	74.4	75.9	77.4	78.9	80.4
250 Hz	60.4	61.9	63.4	64.9	66.4	67.9	69.4	70.9	72.4	73.9	75.4	76.9	78.4	79.9	81.4	82.9
315 Hz	62.9	64.4	65.9	67.4	68.9	70.4	71.9	73.4	74.9	76.4	77.9	79.4	80.9	82.4	83.9	85.4
400 Hz	65.4	66.9	68.4	69.9	71.4	72.9	74.4	75.9	77.4	78.9	80.4	81.9	83.4	84.9	86.4	87.9
500 Hz	67.9	69.4	70.9	72.4	73.9	75.4	76.9	78.4	79.9	81.4	82.9	84.4	85.9	87.4	88.9	90.4
630 Hz	70.4	71.9	73.4	74.9	76.4	77.9	79.4	80.9	82.4	83.9	85.4	86.9	88.4	89.9	91.4	92.9
800 Hz	72.9	74.4	75.9	77.4	78.9	80.4	81.9	83.4	84.9	86.4	87.9	89.4	90.9	92.4	93.9	95.4
1000 Hz	75.4	76.9	78.4	79.9	81.4	82.9	84.4	85.9	87.4	88.9	90.4	91.9	93.4	94.9	96.4	97.9
1250 Hz	77.9	79.4	80.9	82.4	83.9	85.4	86.9	88.4	89.9	91.4	92.9	94.4	95.9	97.4	98.9	100.4
1600 Hz	80.4	81.9	83.4	84.9	86.4	87.9	89.4	90.9	92.4	93.9	95.4	96.9	98.4	99.9	101.4	102.9
2000 Hz	82.9	84.4	85.9	87.4	88.9	90.4	91.9	93.4	94.9	96.4	97.9	99.4	100.9	102.4	103.9	105.4
2500 Hz	85.4	86.9	88.4	89.9	91.4	92.9	94.4	95.9	97.4	98.9	100.4	101.9	103.4	104.9	106.4	107.9
3150 Hz	87.9	89.4	90.9	92.4	93.9	95.4	96.9	98.4	99.9	101.4	102.9	104.4	105.9	107.4	108.9	110.4
4000 Hz	90.4	91.9	93.4	94.9	96.4	97.9	99.4	100.9	102.4	103.9	105.4	106.9	108.4	109.9	111.4	112.9
5000 Hz	92.9	94.4	95.9	97.4	98.9	100.4	101.9	103.4	104.9	106.4	107.9	109.4	110.9	112.4	113.9	115.4
6300 Hz	95.4	96.9	98.4	99.9	101.4	102.9	104.4	105.9	107.4	108.9	110.4	111.9	113.4	114.9	116.4	117.9
8000 Hz	97.9	99.4	100.9	102.4	103.9	105.4	106.9	108.4	109.9	111.4	112.9	114.4	115.9	117.4	118.9	120.4
10000 Hz	100.4	101.9	103.4	104.9	106.4	107.9	109.4	110.9	112.4	113.9	115.4	116.9	118.4	119.9	121.4	122.9
A-weight	102.9	104.4	105.9	107.4	108.9	110.4	111.9	113.4	114.9	116.4	117.9	119.4	120.9	122.4	123.9	125.4

Table 1: V162-PO6000, expected 1/3 octave band performance

(Blades with serrated trailing edges)

Per sua natura il funzionamento di un parco eolico è possibile solo con presenza o meno di vento nel sito di installazione in tutti giorni dell'anno. Nella valutazione acustica l'impianto eolico e i suoi sistemi ausiliari sono considerati con un funzionamento di tipo continuo nelle 24 ore della giornata e quindi saranno in funzione sia nel tempo di riferimento diurno (06:00 – 22:00) che nel tempo di riferimento notturno (22:00 – 06:00).

I valori limite delle emissioni sonore delle sorgenti fisse di cui all'art. 2 e 3, comma 1, lettera c) della legge 447 sono indicati nella tabella B del DPCM 14/11/97 e dipendono dalle classi di destinazione d'uso del territorio. È necessario che, per la loro applicabilità, i comuni abbiano provveduto alla zonizzazione acustica del proprio territorio.

I valori assoluti delle immissioni sonore dipendono dalla zonizzazione acustica del territorio e sono indicati nella tabella C del DPCM 14/11/97 e dipendono anch'essi dalle classi di destinazione d'uso del territorio. I valori limite assoluti delle immissioni sonore sono gli stessi definiti in precedenza dal DPCM 1/3/91. I valori limite differenziali di immissione sono mantenuti nella quantità di 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno. Di seguito si riportano le classi e i valori limite assoluti di immissione, riferiti al rumore immesso nell'ambiente esterno dall'insieme di tutte le sorgenti e determinati con riferimento al livello equivalente di rumore ambientale.

TABELLA A- Classificazione del territorio comunale (art.1)

CLASSE I – aree particolarmente protette: rientrano in questa classe le aree ospedaliere, scolastiche, aree destinate al riposo e allo svago, aree residenziali e rurali, aree di particolare interesse urbanistico, parchi pubblici, ecc.
CLASSE II – aree destinate ad uso prevalentemente residenziale: rientrano in questa classe le aree urbane interessate prevalentemente da traffico veicolare locale, con bassa densità di popolazione, con limitata presenza di attività commerciali ed assenza di attività industriali e artigianali
CLASSE III – aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, uffici, con limitata presenza di attività artigianali e con assenza di attività industriali; aree rurali interessate da attività che impiegano macchine operatrici
CLASSE IV – aree di intensa attività umana: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da intenso traffico veicolare, con alta densità di popolazione, con elevata presenza di attività commerciali e uffici, con presenza di attività artigianali; le aree in prossimità di strade di grande comunicazione e di linee ferroviarie, le aree portuali, le aree con limitata presenza di piccole industrie
CLASSE V – aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni
CLASSE VI – aree esclusivamente industriali: rientrano in questa classe le aree esclusivamente interessate da attività industriali e prive di insediamenti abitativi

TABELLA B- Valori limite di emissione (art.2)

Classi di destinazione d'uso	Tempo di riferimento	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-06:00)
I - Aree particolarmente protette	45	35
II - Aree prevalentemente residenziali	50	40
III - Aree di tipo misto	55	45
IV - Aree di intensa attività umana	60	50
V - Aree prevalentemente industriali	65	55
VI - Aree esclusivamente industriali	65	65

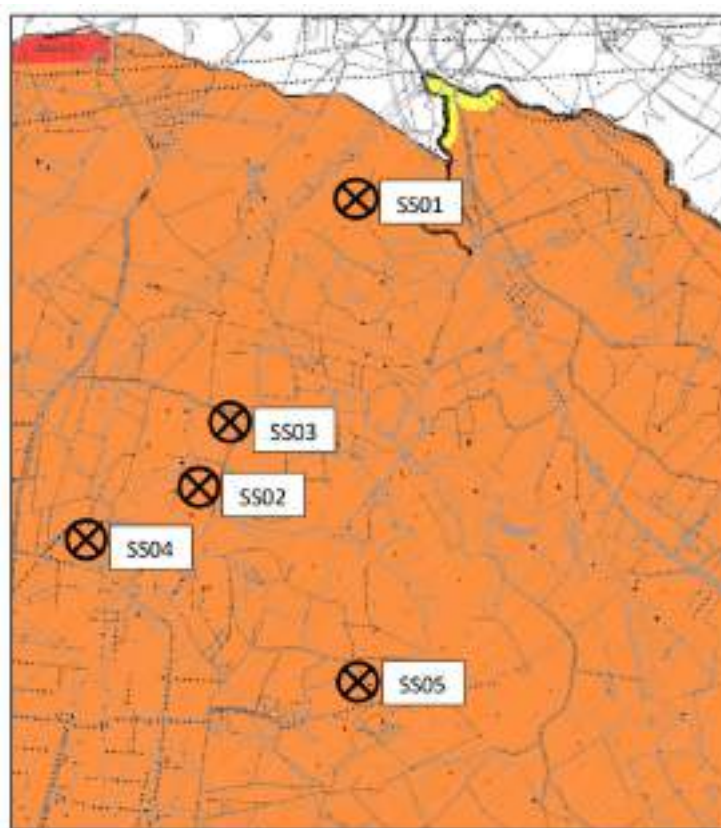
TABELLA C- Valori limite assoluti di immissione (art.3)

Classi di destinazione d'uso	Tempo di riferimento	
	Diurno (06:00-22:00)	Notturno (22:00-06:00)
I - Aree particolarmente protette	50	40
II - Aree prevalentemente residenziali	55	45
III - Aree di tipo misto	60	50
IV - Aree di intensa attività umana	65	55
V - Aree prevalentemente industriali	70	70
VI - Aree esclusivamente industriali	70	70

Il comune direttamente interessato dalla realizzazione del parco eolico in fase di esercizio è il comune di Sassari per il posizionamento degli aerogeneratori e ricettori.

L'Amministrazione del Comune di Sassari con Deliberazione del Consiglio Comunale n.53 del 06/06/2019 ha adottato il Piano di Classificazione Acustica (PCA).

Dalla consultazione del PCA e della Relazione Tecnica emerge che il sito in esame ricade nella classe acustica III: "CLASSE III – Aree di tipo misto": aree urbane interessate da traffico veicolare di tipo locale e di attraversamento, con media densità di popolazione, con presenza di attività commerciali, con limitata presenza di attività artigianali e totale assenza di attività industriali. Aree rurali, interessate da attività che impiegano macchine operatrici.



**Figura 10 – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Sassari**

Come si evince dalla documentazione cartografica, tutti gli aerogeneratori ricadono in classe III e pertanto si dovranno considerare i limiti normativi relativi alle “aree di tipo misto” come riportato in tabella di seguito:

Classificazione acustica del territorio			Limiti di emissione					
Classi di destinazione d'uso del territorio			Immissione		Emissione		Emissione	
	Classe	Tipologia	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno	Diurno	Notturno
VITALE	I	aree particolarmente protette	50	40	45	35	47	37
CHIAVO	II	aree ad uso prevalentemente residenziale	55	45	50	40	52	42
ABBAZIO	III	aree di tipo misto	60	50	55	45	57	47
ROMA	IV	aree di interesse urbanistico	65	55	60	50	62	52
NOVA	V	aree per attività industriali	70	60	65	55	67	57
NOVA	VI	aree esclusivamente industriali	75	65	70	60	72	62

Allo stato attuale il territorio oggetto di interesse per il presente studio ha una connotazione mista. Sono presenti, infatti, sia edifici ad uso residenziale, sia funzionali ad aziende zootecniche e agricole oltre a fabbricati rurali adibiti a deposito di attrezzi agricoli e scorte per i fondi.

La presenza di persone nei ricettori ad uso residenziale si suppone sia di tipo continuativo nel corso dell'anno, mentre nelle altre tipologie di fabbricati la permanenza è legata alla conduzione dell'attività produttiva annessa, per cui la presenza di persone è di tipo occasionale in funzione delle esigenze dell'attività lavorativa o di particolari periodi per esigenze produttive.

Ai fini di censire i ricettori presenti nel territorio interessato e di verificare la destinazione d'uso degli stessi sono state effettuate delle ricognizioni sia "in situ".

I fabbricati censiti sono ubicati entro un raggio di 1000 metri di distanza dagli aerogeneratori e appartengono principalmente alle seguenti categorie:

- corpi aziendali, accatastati nel catasto fabbricati come categoria D/10;
- ovili/depositi non presenti nel catasto fabbricati;
- depositi accatastati come categoria C/2;
- edifici residenziali accatastati come categoria A/2, A/3, A/4.

Dalla totalità dei fabbricati, in questo studio sono stati esclusi come ricettori gli ovili, i depositi e i fienili in quanto non presidiati da persone se non saltuariamente e per brevi periodi di tempo; sono tenuti in considerazione tutti i fabbricati regolarmente censiti al catasto fabbricati. Si riportano di seguito tutti i ricettori censiti:

Ricettore n°	Dati relativi al ricettore	
	Comune	Categoria Catastale
<b>Aerog. S501</b>		
R1_S1	Sassari	F/6
R2_S1	Sassari	C/10
R3_S1	Sassari	C/10
R4_S1	Sassari	A/4
R5_S1	Sassari	A/4
R6_S1	Sassari	A/3
<b>Aerog. S502</b>		
R1_S2	Sassari	A/3
R2_S2	Sassari	A/3
R3_S2	Sassari	A/3
R4_S2	Sassari	A/3
R5_S2	Sassari	F/2
R6_S2	Sassari	A/3
R7_S2	Sassari	Non esiste
R8_S2	Sassari	A/3
R9_S2	Sassari	A/3



R10_S2		Sassari	D/10
R11_S2		Sassari	C/2
R12_S2		Sassari	A/3
R13_S2		Sassari	A/4
R14_S2		Sassari	D/10
Aerog. SS03		Comune	Categoria Catastale
R1_S3		Sassari	A/3
R2_S3		Sassari	A/3
R3_S3		Sassari	A/3
R4_S3		Sassari	Non esiste
R5_S3		Sassari	C/2
R6_S3		Sassari	A/3
R7_S3		Sassari	D/10
R8_S3		Sassari	A/4
Aerog. SSD4		Comune	Categoria Catastale
R1_S4		Sassari	Non esiste
R2_S4		Sassari	A/3
R3_S4		Sassari	A/3
R4_S4		Sassari	A/3
R5_S4		Sassari	A/3
R6_S4		Sassari	D/10
R7_S4		Sassari	A/3
R8_S4		Sassari	A/2
R9_S4		Sassari	A/3
R10_S4		Sassari	-
R11_S4		Sassari	A/3
R12_S4		Sassari	A/3
R13_S4		Sassari	A/4 - A/3
R14_S4		Sassari	A/3
R15_S4		Sassari	D/1
R16_S4		Sassari	D/10
R17_S4		Sassari	A/3
R18_S4		Sassari	A/3
R19_S4		Sassari	A/3
R20_S4		Sassari	A/4
R21_S4	REC 57	Sassari	A/3
R22_S4		Sassari	D/10
R23_S4		Sassari	A/3
R24_S4		Sassari	A/3
R25_S4		Sassari	A/3
R26_S4		Sassari	F/2
R27_S4		Sassari	A/3
R28_S4		Sassari	Non esiste
R29_S4		Sassari	A/3

R30_S4	REC 64	Sassari	A/3
R31_S4		Sassari	C/2
<u>Aerog. SS05</u>			
R4_S5		Sassari	D/10
R5_S5		Sassari	A/3
R6_S5	REC 58	Sassari	D/10
R7_S5	REC 62	Sassari	C/2
R8_S5		Sassari	A/4
R9_S5		Sassari	A/3
R10_S5		Sassari	A/3
R11_S5		Sassari	D/10
R13_S5		Sassari	D/10
R15_S5		Sassari	A/3
R16_S5		Sassari	Non esiste

Ai fini dello studio previsionale di impatto acustico, per la verifica del rispetto dei limiti normativi, si sono presi in considerazione i ricettori accatastati nelle categorie A/2, A/3, A/4, C/2 e D/10, caratterizzati da distanze dagli aerogeneratori inferiori a 700 metri.

Per i ricettori non considerati nello studio, caratterizzati da una minore esposizione sonora dovuta dall'impianto in progetto e/o da una maggiore distanza rispetto a quelli scelti, si può ragionevolmente presumere che i livelli sonori indotti dalla presenza del parco eolico siano inferiori a quelli dei ricettori presi in esame.

Si evidenzia in ogni caso che nell'area in esame non sono presenti ricettori sensibili quali scuole e asili nido, ospedali, case di cura e riposo.



La parte di territorio interessata dalla realizzazione del Parco eolico è caratterizzata dalla presenza di due importanti arterie stradali, la SS 131, la SP 42 che, insieme alla SP 34, costituiscono le principali sorgenti sonore dell'area, insieme alle attività dell'area industriale di Porto Torres situata a nord dell'area interessata dal progetto del parco eolico. Per il resto si tratta di un territorio costituito quasi esclusivamente da terreni a destinazione agricola, le cui uniche sorgenti sonore sono rappresentate dall'attività delle aziende agricole e zootecniche disseminate nel territorio che fanno uso di macchinari agricoli e mezzi quali trattori.

Per caratterizzare il clima acustico esistente si è proceduto ad eseguire un monitoraggio dell'area interessata dal progetto ante operam che ha interessato il Tempo di riferimento (Tr) diurno (ore 06:00-22:00) e il Tr notturno (ore 22:00-06:00), con Tempo di misura (Tm) di 960 minuti nel periodo diurno e 480 minuti nel periodo notturno.

I punti di misura nei quali sono stati effettuati i rilievi sono stati individuati nei punti accessibili più prossimi ai ricettori individuati o, in taluni casi, laddove non è stato possibile l'accesso in prossimità del ricettore, in posizione baricentrica rispetto ai più vicini ricettori. Di seguito si riporta il posizionamento dei punti di misura in relazione alla posizione del ricettore più prossimo:



**Figura 11 – Posizionamento stazioni di misura**

Si riportano di seguito gli esiti delle misurazioni:

Postazione di misura	Ricettore	Giorni di misura	Ventosità media giornaliera a 23 metri [m/s]	Ventosità media giornaliera a 2 metri [m/s]	Tempo di riferimento diurno (06:00 – 22:00)		Tempo di riferimento notturno (22:00 – 06:00)	
					dB(A)		dB(A)	
					L90	L95	L90	L95
1	REC 38	07/06/2021 08/06/2021	3,1	2,1	35,8	34,5	31,2	30,8
2	REC 57	07/06/2021 08/06/2021	3,1	2,1	32,6	31,4	30,8	30,8
3	REC 64	07/06/2021 08/06/2021	3,1	2,1	35,9	34,5	34,5	33,6
4	REC 58 REC 62	10/06/2021 11/06/2021	2,5	1,7	34,5	33,5	33,9	33,6

Durante la campagna di misurazione, essendosi frequentemente riscontrati eventi anomali legati principalmente ad attività che si svolgevano nelle aree limitrofe ai ricettori, quali lavorazioni edili, uso di macchinari agricoli, trattori, ecc, si è



optato per considerare, quale valore rappresentativo del rumore residuo dell'area, il percentile L90.

Successivamente Mediante l'utilizzo del software *Cadna Versione 4.4.145*, © *DataKustik GmbH* si è simulato l'impatto acustico che le sorgenti del parco eolico avranno sui ricettori presenti nell'area.

Il modello di calcolo è stato impostato per sorgenti puntiformi, con coefficiente di assorbimento del suolo pari a 0,6, temperatura di 10° C e umidità relativa del 70%.

La griglia di calcolo è stata impostata pari a 20 m e l'altezza di calcolo è stata impostata pari a 2 m, corrispondenti all'altezza del microfono durante la campagna di misura.

Nella simulazione si sono considerate anche le principali arterie stradali presenti, che risultano essere la SS131, la SP34 e la SP42. Tali sorgenti sono state modellizzate come sorgenti lineari caratterizzate dai flussi veicolari ricavati dal Piano Regionale dei trasporti:

- Strada statale n. 131: 10000 veicoli/giorno, con velocità di 110 km/h;
- Strada provinciale n. 34: 7000 veicoli/giorno, con velocità di 90 km/h;
- Strada provinciale n. 42: 4500 veicoli/giorno, con velocità di 90 km/h;

I flussi veicolari sono stati modellizzati in modo differente tra tempo di riferimento diurno e notturno, assegnando al periodo diurno il 90% del flusso veicolare giornaliero e il 10% al periodo notturno.

Dai risultati degli studi di TECNICOOP e ISPRA, si è determinato il livello di rumore residuo al variare delle condizioni di ventosità rilevate, prendendo in corrispondenza le stesse condizioni in cui sarà simulato il rumore emesso dalle turbine. Nel caso specifico, si sono considerate le velocità del vento all'hub ( $h = 119$  m) corrispondenti a quelle acquisite dai dati pubblici dell'Aeronautica Militare e riportate alla quota di  $h = 2$  m:

V vento [m/s] H 119 m	V vento [m/s] H 2 m	TECNICOOP 1 Diurno	TECNICOOP 1 Notturno	TECNICOOP 2 Diurno	TECNICOOP 2 Notturno	ISPRA
3,1	1,7	33,8	35,3	36,1	40,2	24,2
3,9	2,2	34,8	36,5	36,8	40,8	29,4

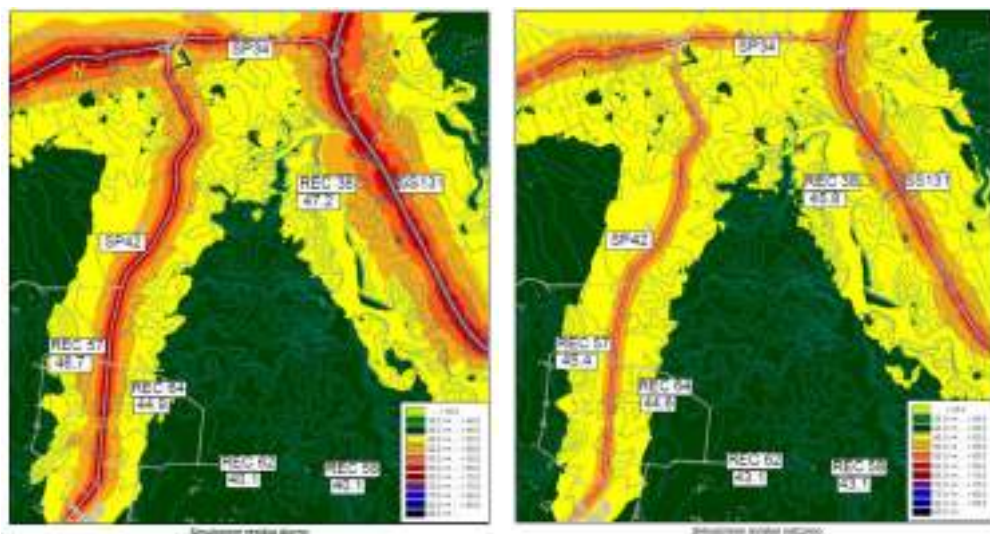
*Livelli di rumore residuo stimati a quota 2 m*

Considerando lo studio condotto da TECNICOOP con la curva polinomiale di secondo grado si ottengono die valori che si avvicinano quanto più a quelli ottenuti dalla campagna di misure.

Con tale curva si ricavano quindi i valori di rumore residuo in corrispondenza della velocità del vento a quota microfonica ( $h = 2$  m), pari a 5,1 m/s, che corrisponde a 9 m/s alla quota dell'aerogeneratore ( $h = 119$  m), velocità, quest'ultima, a cui corrisponde la massima emissione sonora degli aerogeneratori.

V vento [m/s] H 119 m	V vento [m/s] H 2 m	TECNICOOP 1 Diurno	TECNICOOP 1 Notturno
9,0	5,1	40,1	43,1

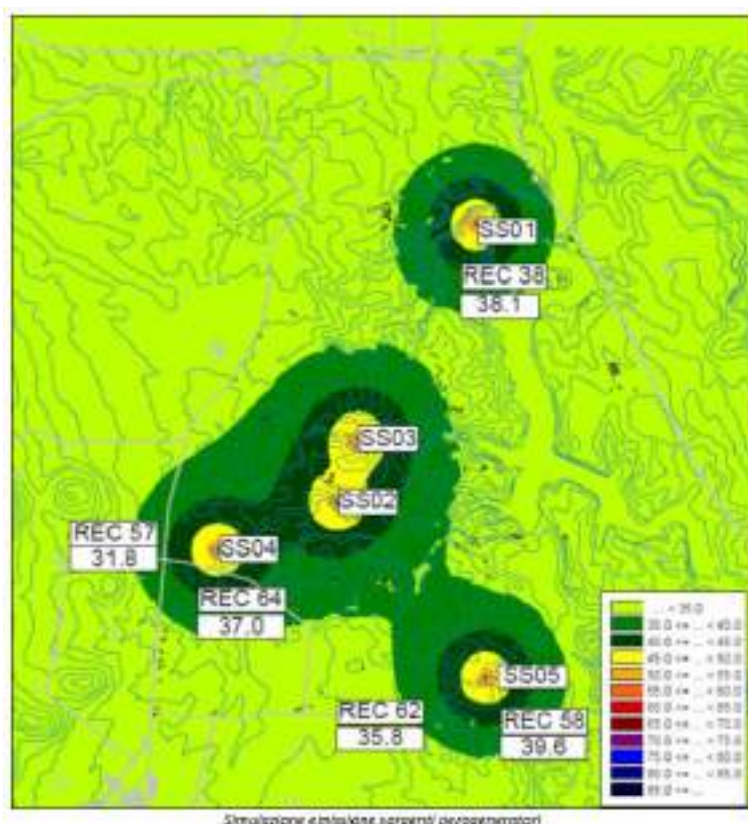
Con tali valori e la modellazione delle strade si ottiene la modellazione dello stato attuale del sito come rappresentato nella figura seguente:



Si sono ottenuti quindi i seguenti valori del residuo:

Ricettore	Altezza [m]	Residuo diurno [dB(A)]	Residuo notturno [dB(A)]
REC 38	2	47,2	45,8
REC 57	2	46,7	45,4
REC 64	2	44,9	44,6
REC 58	2	40,1	43,1
REC 62	2	40,1	43,1

Se si simula l'impatto dei soli aerogeneratori sui recettori considerati si ottiene:



Con valori di emissione sui ricettori:

Ricettore	Altezza [m]	Emissione [dB(A)]
REC 38	2	38,1
REC 57	2	31,8
REC 64	2	37,0
REC 58	2	35,8
REC 62	2	39,6

Essendo i ricettori inseriti nella classe acustica III, il limite di emissione è pari a 55 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e 45 dB(A) nel periodo di riferimento notturno, da cui si evince che i valori di emissione ottenuti sono inferiori ai limiti della classe acustica III.

Alla luce dei valori di rumore residuo ed emissione delle sorgenti si sono calcolati i valori assoluti di immissione sui ricettori in tempo diurno che notturno ottenendo quanto riportato in tabella:

Ricettore	Altezza [m]	Immissione diurno [dB(A)]	Immissione notturno [dB(A)]
REC 38	2	47,7	46,5
REC 57	2	46,8	45,6
REC 64	2	45,6	45,3
REC 58	2	41,5	44,7
REC 62	2	42,9	43,8

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.44

Essendo i ricettori inseriti nella classe acustica III, i limiti assoluti di immissione sono pari a 60 dB(A) nel periodo di riferimento diurno e 50 dB(A) nel periodo di riferimento. Si evince che i valori scaturiti dalla simulazione sono più alti dei valori limite. Tale risultato è da ricondursi all'elevato rumore residuo che risulta essere superiore ai valori limite nelle condizioni di elevata ventosità considerate.

Facendo una stima del livello differenziale di rumore in orario diurno e notturno induce a valutare che non ci saranno incrementi dei livelli sonori della zona e pertanto la realizzazione dell'opera rispetterà i limiti di immissione della classe acustica dell'area di studio.

Per ulteriori approfondimenti si faccia riferimento allo studio specialistico *"Valutazione previsionale di impatto acustico e di clima acustico per la realizzazione di un impianto eolico"*.

## 6.2. Cavidotti

### 6.2.1. Generalità

Le turbine eoliche saranno connesse fra loro, mediante connessione in cavo interrato a 36 kV, suddivisi in una serie di sottocampi (Sottocampo 1: SS01 – SS02 – SS03 – Sottocampo 2: SS04 – Sottocampo 3: SS05) e la Cabina utente. Lo sviluppo totale di tali cavidotti è pari a 11,5 km circa. Il percorso dei cavi interesserà per la gran parte del tracciato la viabilità pubblica o interpodereale oltre a dei piccoli tratti su proprietà private.

Il primo sottocampo è costituito dai collegamenti 36 kV tra i seguenti aerogeneratori:

- SS01-SS03 effettuato con scavo in trincea su strade interpodereali e su terreni agricoli per una lunghezza totale di circa 3,3 km;
- SS02-SS03 effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli per una lunghezza totale di circa 500 m;
- SS03-Cabina Utente effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli e viabilità pubblica per una lunghezza totale di circa 3 km. Tale collegamento, trasferisce alla Cabina Utente anche la potenza prodotta degli aerogeneratori SS01 e SS02.

Il secondo sottocampo è costituito dal collegamento 36 kV tra l'aerogeneratore SS04 e la Cabina Utente effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli per una lunghezza totale di circa 230 m.

Il terzo sottocampo è costituito dal collegamento 36 kV tra l'aerogeneratore SS05 e la Cabina Utente effettuato con scavo in trincea su terreni agricoli, strade interpodereali e viabilità pubblica per una lunghezza totale di circa 4,4 km.

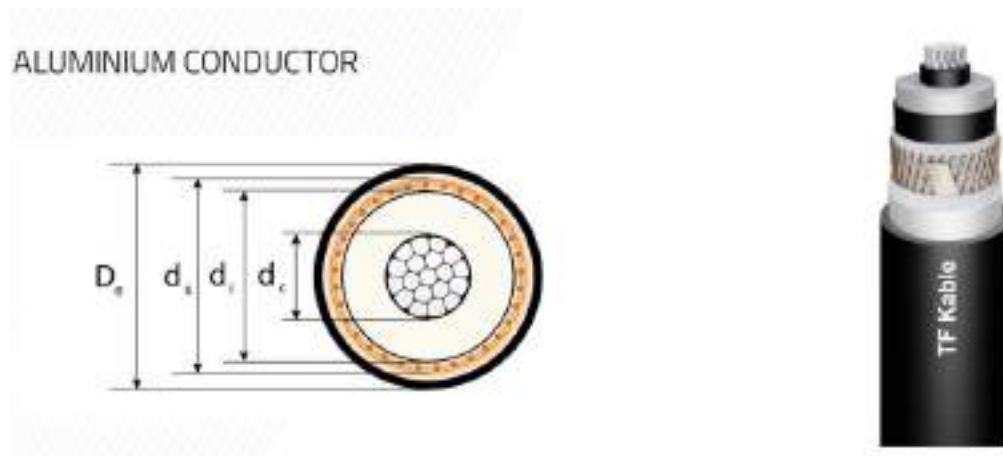
Infine, dalla Cabina Utente 36 kV parte un cavo interrato che, passando su viabilità pubblica, principalmente lungo la S.P. 42 "dei Due Mari", per uno sviluppo totale di circa 1,7 km, arriva alla futura SE Terna "Fiumesanto 2".

L'intero elettrodotto interrato sarà costituito dai seguenti componenti: conduttori di energia, giunti da prevedere ogni circa 500-600 m, terminali per l'attestazione dei cavi ai quadri ubicati nella cabina utente e nella SE TERNA e sistema di telecomunicazioni.

Il collegamento sarà realizzato con una linea interrata 36 kV. Vista la corrente d'impiego prevista, calcolata con riferimento alla massima potenza richiesta in immissione pari a 28 MW corrispondente a 473 A, verrà impiegato un conduttore rivestito in XLPE con schermo in rame e conduttore in alluminio.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.45

Ciascun cavo d'energia avente tensione d'impiego  $U_0/U$  26/45kV e tensione  $U_{max}$  52kV sarà pertanto costituito da un conduttore in alluminio con sezione variabile da 95 a 500 mm<sup>2</sup> a seconda del numero di aerogeneratori del sottocampo. Di seguito si riporta a titolo illustrativo lo schema tipo del cavo che verrà utilizzato.



**Figura 12 - Cavi MT tipo**

I cavi utilizzati saranno strutturati nel seguente modo, dall'interno verso l'esterno:

- conduttore a corda compatta di alluminio; semiconduttore interno estruso;
- isolante in elastomero termoplastico (qualità HPTE);
- semiconduttore esterno estruso;
- rivestimento protettivo con nastro semiconduttore igroespandente;
- schermatura con nastro in alluminio avvolto a cilindro longitudinale;
- protezione meccanica in materiale polimerico (Air Bag);
- guaina in polietilene, qualità DMP2 di colore rosso.

### 6.2.2. Profondità e sistema di posa cavi

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1 m dal piano di calpestio.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Le modalità di esecuzione dei cavidotti su strade di parco, nell'ipotesi in cui vengano realizzati contestualmente, saranno le seguenti:

- FASE 1 (apertura delle piste laddove necessario):
  - o apertura delle piste e stesura della fondazione stradale per uno spessore di cm 40;



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.46

- FASE 2 (posa);
  - o Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,10/-1,20 m dalla quota di progetto stradale finale;
  - o collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
  - o collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
  - o collocazione in tubo della fibra ottica;
  - o rinterro con materiale granulare classifica A1 secondo la UNI CNR 10001 e s.m.i.
  - o rinterro con materiale proveniente dagli scavi compattato, per uno spessore di 25 cm;
  - o collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
  - o rinterro con materiale proveniente dagli scavi del pacchetto stradale precedentemente steso (in genere 40 cm);
- FASE 3 (finitura del pacchetto stradale):
  - o Stesura dello strato di finitura stradale pari a 20 cm fino al piano stradale di progetto finale con materiale proveniente da cava o da riutilizzo del materiale estratto in situ (vedi piano di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo).

Le modalità di esecuzione dei cavidotti su strade di parco, qualora questi vengano posati precedentemente alla realizzazione della viabilità, saranno suddivise nelle seguenti fasi.

- FASE 1 (posa cavidotti):
  - o Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,10/-1,20 m dalla quota di progetto stradale finale;
  - o collocazione della corda di rame sul fondo dello scavo e costipazione della stessa con terreno vagliato proveniente dagli scavi;
  - o collocazione delle terne di cavo MT, nel numero previsto come da schemi di collegamento;
  - o collocazione in tubo della fibra ottica;
  - o rinterro con rinterro con materiale da scavo vagliato;
  - o collocazione di nastro segnalatore della presenza di cavi di media tensione;
  - o collocazione di fondazione stradale con materiale proveniente dagli scavi se idoneo (Classe A1 UNICNR10006) fino al raggiungimento della quota della strada esistente.
- FASE 2 (finitura del pacchetto stradale):
  - o Collocazione di fondazione stradale con materiale proveniente dagli scavi se idoneo (Classe A1 UNICNR10006) fino alla profondità relativa di -0,20 m dalla quota di progetto stradale finale;
  - o stesura dello strato di finitura stradale pari a 20 cm fino al piano stradale di progetto finale con materiale proveniente da cava o da riutilizzo del materiale estratto in situ (vedi piano di utilizzo in situ delle terre e rocce da scavo);

Per conoscere tutte le sezioni tipo e maggiori particolari, si rimanda alla relativa tavola di progetto.



### 6.2.3. Fibra ottica di collegamento

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazioni tra la nuova Cabina Utente e la SE TERNA.

Sarà costituito da un cavo con 48 fibre ottiche utilizzabili per:

- telemisure e telesegnali da scambiare con Terna;
- scambio dei segnali associati alla regolazione della tensione;
- segnali di telescatto associati al sistema di protezione dei reattori shunt di linea;
- eventuali segnali logici e/o analogici richiesti dai sistemi di protezione;
- segnali per il sistema di Difesa.

Numero Fibre	12 fibre x n.4 tubetti
Diametro esterno	13 mm
Peso cavo	0,13 kg/m



- **Elemento centrale di supporto**: tondino di vetroresina.
- **Tubetti loose**: in materiale termoplastico, contenenti 12 fibre, tamponanti con grasso sintetico.
- **Riunione**: gli elementi necessari per formare il cavo (tubetti e riempitivi) sono cordati con metodo SZ attorno all'elemento centrale.
- **Tenuta longitudinale all'acqua**: materiali igroespandibili tali da garantire la proprietà di non propagazione dell'acqua (dry core water tightness).
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina interna**: polietilene
- **Elementi di tiro non metallici**: filati aramidici e/o vetro
- **Filato tagliaguaina**
- **Guaina esterna**: polietilene

*Figura 13 – Tipico rete fibra ottica*

### 6.2.4. Sistema di terra

Il sistema di terra del parco eolico è costituito da una maglia di terra formata dai sistemi di dispersori dei singoli aerogeneratori e dal conduttore di corda nuda che li collega. La maglia complessiva che si viene così a creare consente di ottenere un valore di resistenza di terra tale da garantire un sufficiente margine di sicurezza, adeguato alla normativa vigente.

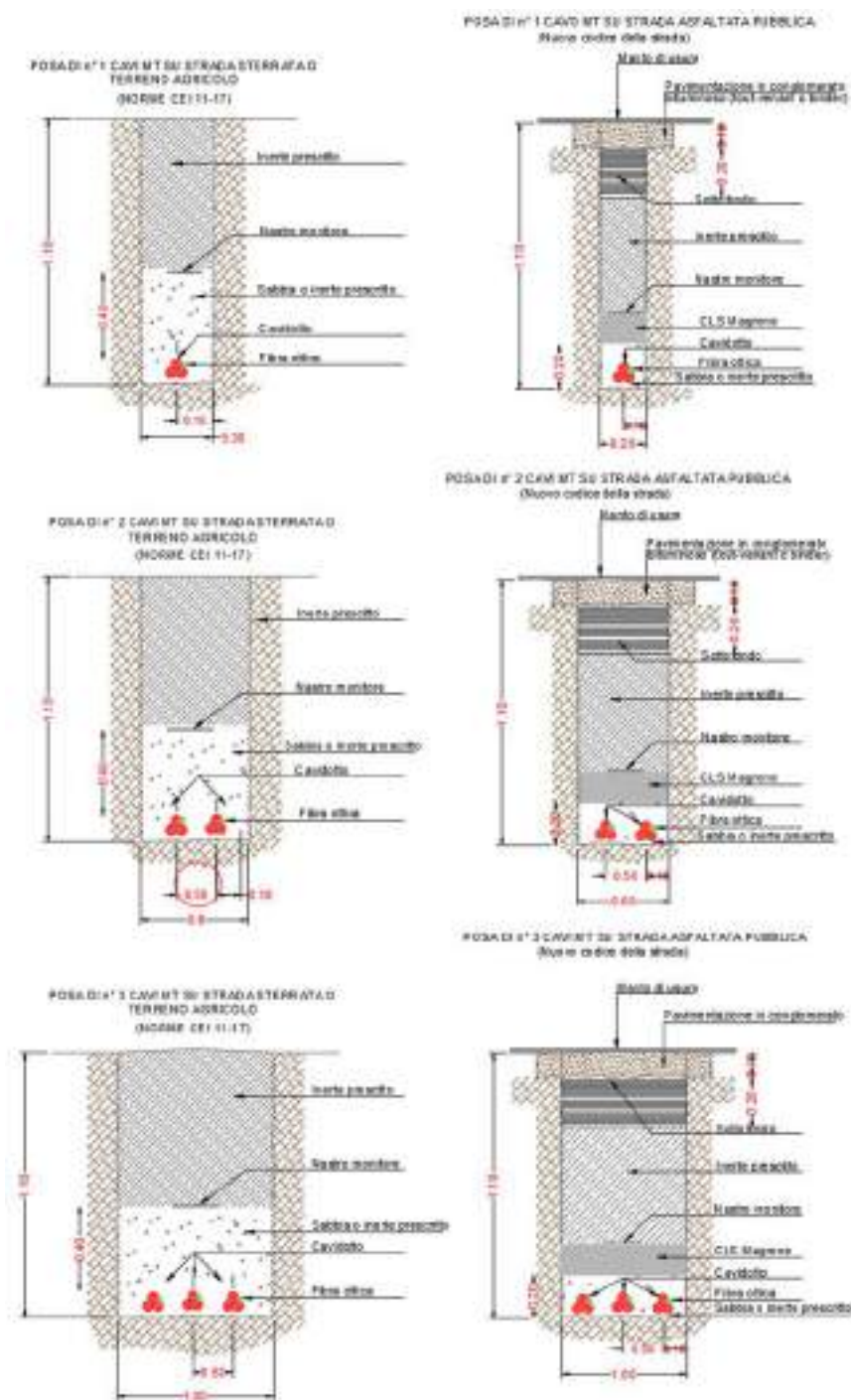
Il sistema di terra di ciascun aerogeneratore consisterà in più anelli dispersori concentrici, collegati radialmente fra loro, e collegati in più punti anche all'armatura del plinto di fondazione.

Il conduttore di terra di collegamento tra i vari aerogeneratori consiste invece in una corda di rame nudo di almeno 95 mm<sup>2</sup>, posta in contatto con il terreno.

Particolare attenzione va posta agli attraversamenti lungo il tracciato dell'cavidotto. Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà utilizzato in corrispondenza di tutti gli attraversamenti, da 5 m prima e fino a 5 m dopo il punto di interferenza, un cavo Giallo/Verde di diametro 95mm<sup>2</sup>, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo prevista.

### 6.2.5. Opere civili cavidotti

I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata che in funzione al numero di terne, avranno larghezza e profondità diverse, come riportato nelle immagini seguenti (**Fig.16** e **Fig. 17**).



**Figura 14 – Sezioni trincee per posa cavidotti a 36 kV**

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.49

Dove necessario si dovrà provvedere alla posa indiretta dei cavi in tubi, condotti o cavedi. Per i condotti e i cunicoli, essendo manufatti edili resistenti non è richiesta una profondità minima di posa né una protezione meccanica supplementare.

In questi casi si applicheranno i seguenti coefficienti:

- lunghezza < 15m: nessun coefficiente riduttivo,
- lunghezza > 15 m: si installerà una terna per tubo che dovrà avere un diametro doppio di quello apparente della terna di cavi.

Nella stessa trincea verranno posati i cavi di energia, la fibra ottica necessaria per la comunicazione e la corda di terra.

### 6.3. Stazione di Utenza

L'elettrodotto a 36 kV in cavo interrato collegherà l'impianto eolico di Sassari alla RTN partendo dalla cabina utente 36 kV ubicata nei pressi dell'aerogeneratore 4 e arrivando alla futura SE 150/36 kV della RTN "Fiumesanto 2" in comune di Sassari. Il progetto di tale Stazione Elettrica è in carico ad altro produttore.

Nello specifico la soluzione tecnica minima generale indicata da TERNI per la connessione dell'impianto di produzione "Sassari Eolica" alla RTN per una potenza in immissione pari a 28 MW prevede, come indicato nella lettera P20220091076-18.10.2022, che il Parco Eolico venga collegato in antenna a 36kV sulla sezione a 36 kV della futura Stazione Elettrica (SE) a 150/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee esistenti della RTN a 150 kV n. 342 e 343 "Fiumesanto – Porto Torres" e alla futura linea 150 kV "Fiumesanto – Porto Torres" di cui al Piano di Sviluppo Terna

## 7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI

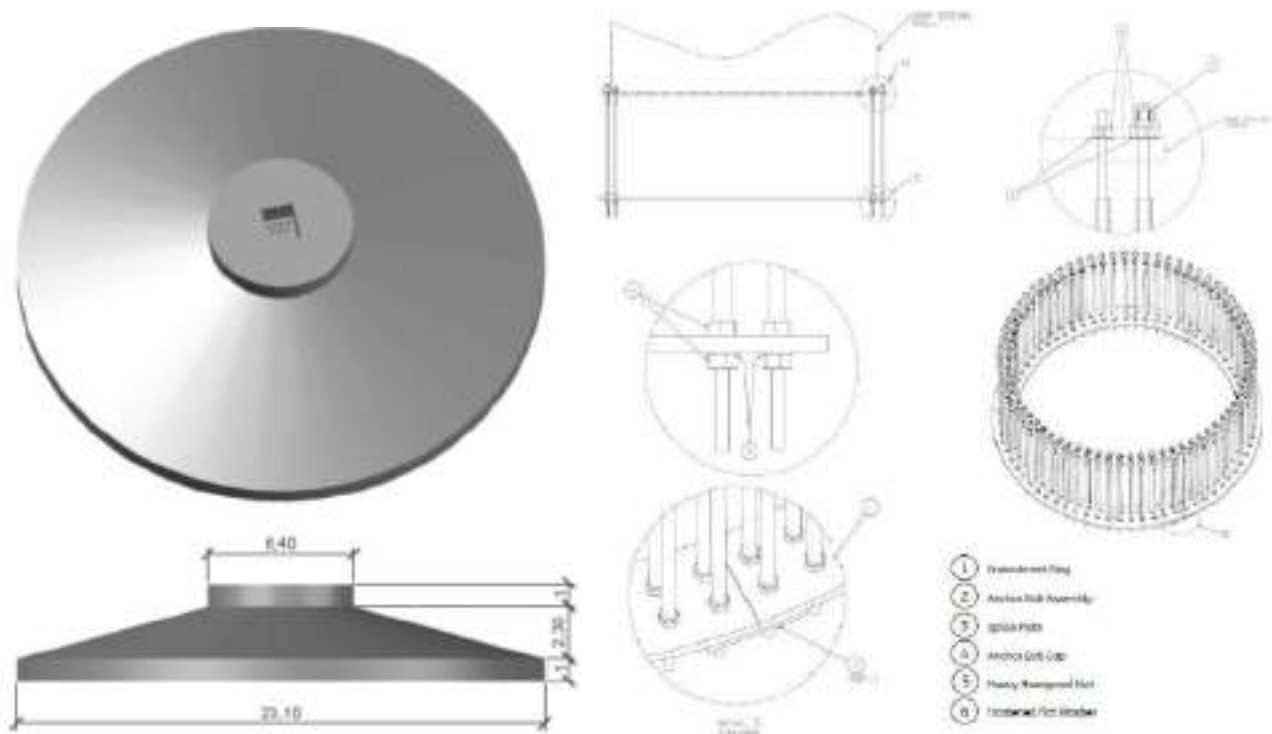
### 7.1. Fondazione Aerogeneratore

Il dimensionamento effettuato in questa fase tiene conto del modello di aerogeneratore, scelto dalla committenza, con diametro rotore pari a 162 m e altezza al mozzo pari a 119 m, con relativa area spazzata pari a 20.611 m<sup>2</sup>.

Inoltre in tale fase si prevede la realizzazione di opere di fondazione del tipo dirette in relazione alla stratigrafia locale del terreno.

La fondazione diretta avrà una forma troncoconica con diametro alla base pari a 23,10 m e un'altezza complessiva di 4,3 m. All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia metallica di forma cilindrica per l'ancoraggio della torre.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.50



**Figura 15** – Fondazione tipo studiata per l'aerogeneratore e con particolare dell'anello di ancoraggio

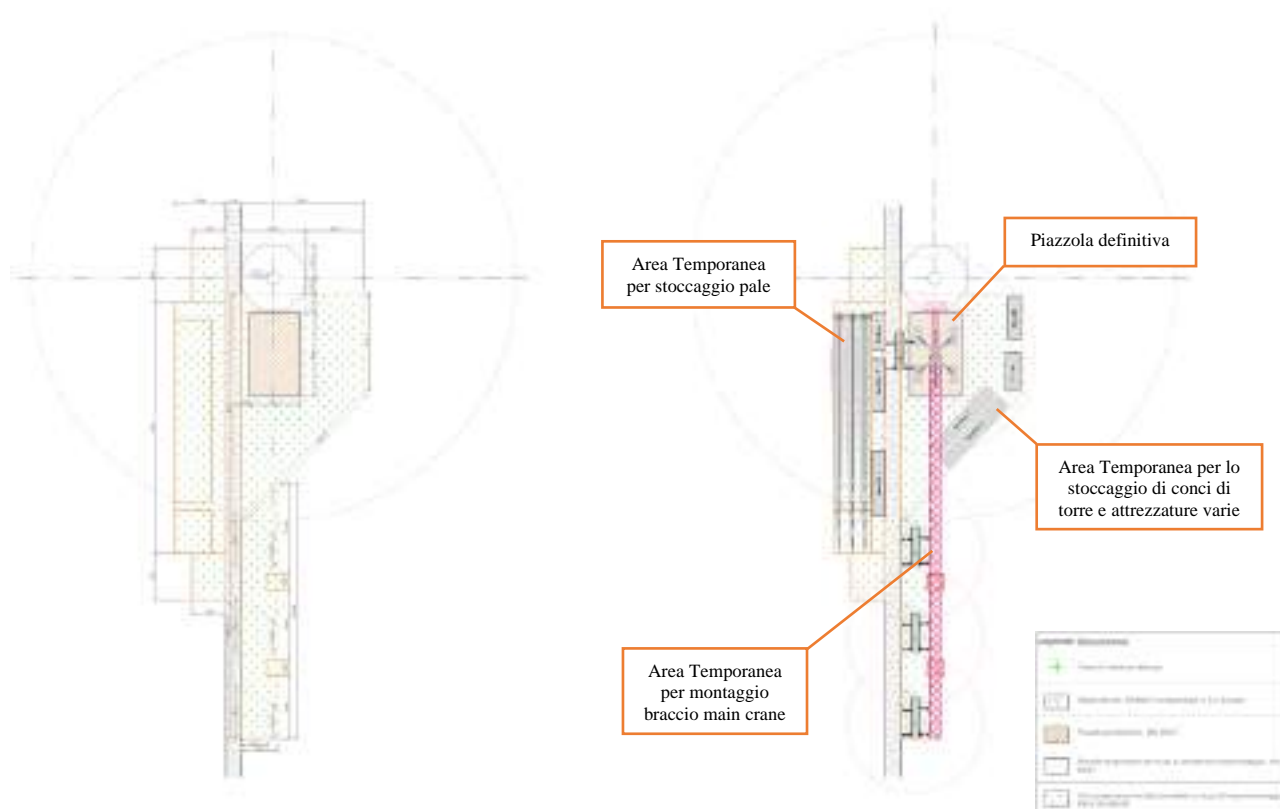
Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra e successivamente, alla fine della realizzazione della fondazione, si provvederà al rinterro della stessa.

## 7.2. Piazzole Aerogeneratori

Per consentire il montaggio dei n.5 aerogeneratori dovrà predisporci, nelle aree subito attorno alla fondazione, o scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e compattazione di una superficie di circa 18x29 m per quanto riguarda l'area della piazzola definitiva che servirà al posizionamento della gru principale e allo stoccaggio di alcune componenti della navicella e alcuni conci di torre in attesa di essere montate. Invece per quanto riguarda le aree temporanee, necessarie solo per il tempo sufficiente al montaggio della macchina, saranno predisposte un'area temporanea di circa 88x18 m, subito adiacente a quella definitiva, per lo stoccaggio temporaneo delle pale, una di forma trapezoidale delle dimensioni di circa 2.444 m<sup>2</sup> (comprensiva di piazzola definitiva) per lo stoccaggio del resto delle componenti della navicella, dei conci di torre e di ulteriori componenti e attrezzature necessari al montaggio, infine sarà necessaria un'ulteriore area di circa 89.8x13 m, a prolungamento di quella definitiva, per il montaggio del braccio della gru (main crane) e spazi di manovra e posizionamento delle gru di assistenza alla principale, le quali prevedono uno scotico superficiale e un livellamento solo se necessario. A montaggio ultimato le piazzole temporanee, ad eccezione della piazzola definitiva, verranno riportate allo stato ante-operam prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la crescita di vegetazione spontanea.

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.51

Verrà invece mantenuta la piazzola definitiva, per la quale bisognerà provvedere a tenerla sgombra da piantumazioni allo scopo di consentire le operazioni di controllo e/o manutenzione delle macchine.



**Figura 16** – Tipico piazzola aerogeneratore durante la fase di montaggio con indicazione delle aree definitive (in marrone) e temporanee (in verde) e posizionamento indicativo delle componenti necessarie al montaggio (a sinistra)

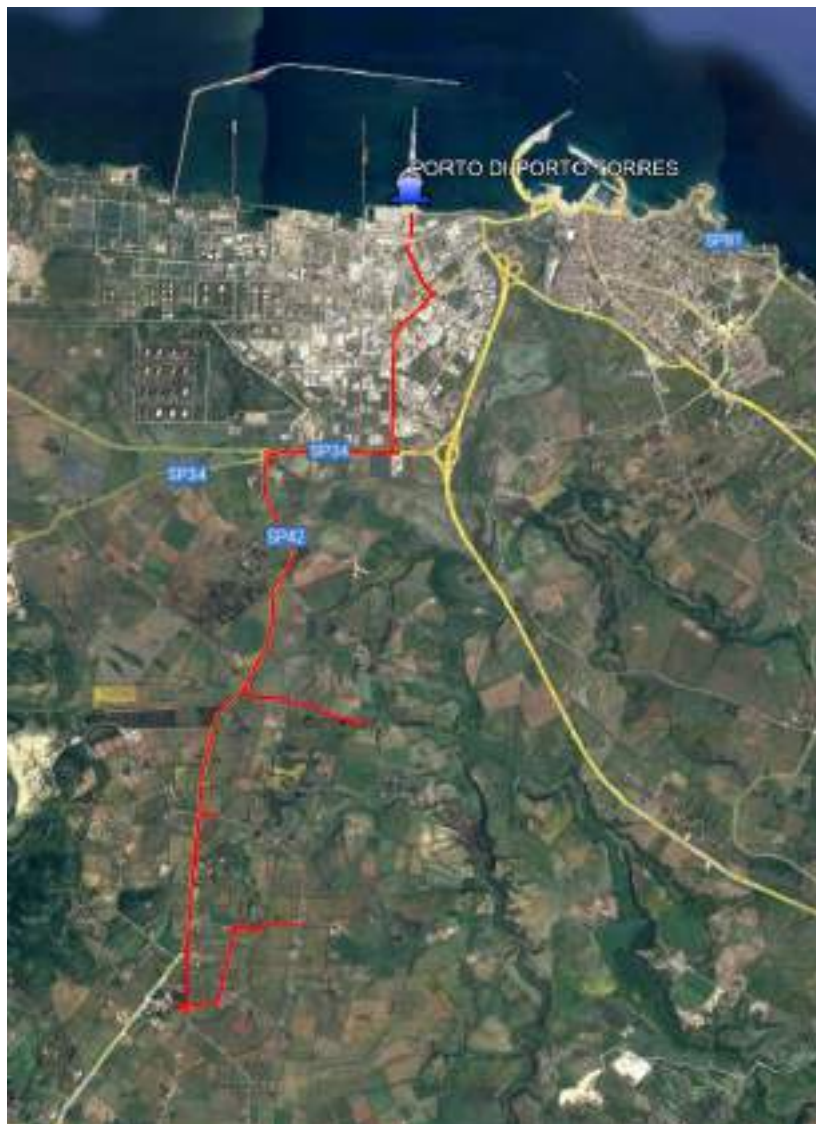
### 7.3. Strade di Accesso e Viabilità di Servizio

#### 7.3.1. Viabilità di accesso al Sito

I mezzi utilizzati per il trasporto delle componenti gli aerogeneratori, come precedentemente descritto, saranno di tipo eccezionale e di considerevoli dimensioni. Per tale motivo lo studio della viabilità e dei trasporti, in un progetto come quello in oggetto, riveste particolare importanza sia per la fattibilità sia per la valutazione economica dello stesso. Le componenti più voluminose e pesanti degli aerogeneratori arriveranno in sito via nave, presumibilmente al porto di Porto Torres. Dal porto si procederà alla consegna nel Comune di Sassari con trasporto gommato. A seguito dei sopralluoghi eseguiti, la viabilità esistente si presenta in buone condizioni, saranno necessari solo alcuni interventi di adeguamento e la realizzazione delle sole piste di accesso in prossimità degli aerogeneratori lungo le piazzole di servizio.



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI “SASSARI”</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.52



**Figura 17** Inquadramento viabilità dal porto di Porto Torres al sito

Le componenti che presentano le maggiori difficoltà nel trasporto sono senza alcun dubbio le pale. Data la configurazione orografica del territorio e le condizioni di percorribilità degli assi viari coinvolti, si opterà per il trasporto fisso in orizzontale con “RBTS” (“Rotor Blade Transport System” o più conosciuto come “DOLL System”) dal Porto all’ingresso del sito attraverso le stradi principali SP34 e SP42.



**Figura 18** – Esempio di trasporto con “RBTS” (Rotor Blade Transport System)

Inoltre per il trasporto delle altre componenti si utilizzeranno convogli modulari con pianale allungabile per quanto riguarda i conchi di torre, navicella e DT/Hub.



**Figura 19** – Esempio di trasporto con convogli a pianale allungabile per conchi di torre



**Figura 20** – Esempio di trasporto “Navicella”

La lunghezza massima richiesta per il mezzo di trasporto delle pale del rotore è di circa 90 m e di circa 42 m per il trasporto dei conchi di torre.

### 7.3.2. Viabilità di Servizio

Nella definizione del layout del nuovo impianto, quindi, è stata sfruttata la viabilità esistente sul sito (strade comunali, provinciali e vicinali, carrarecce, sterrate, piste, sentieri, ecc.), onde contenere gli interventi.

La viabilità del parco si estende per circa 10 km su strade pubbliche, strade interpoderali, private e, solo per brevi tratti, su viabilità di nuova costruzione. La viabilità di accesso al sito risulta facilmente raggiungibile, nello specifico partendo dal porto del Comune di Porto Torres si procedere in direzione sud verso Via Amerigo Vespucci, attraverso l'attraversamento del parcheggio per raggiungimento di Via Fratelli Vivaldi, alla rotonda si prenderà la 1ª uscita per procedere per la SP34 sino al raggiungimento della rotonda e prendere la 4ª uscita e proseguire per la SP42 dei Due Mari sino al raggiungimento dei due ingressi da strade esistenti per il raggiungimento degli aerogeneratori:

- Ingresso 1 "Strada Vicinale La Crucca Baiona" per le WTG SS-01, SS-02 e SS03
- Ingresso 2 "Via Macomer" per la WTG SS04
- Ingresso 3 "Via Siligo e Via Olmedo" per la WTG SS-05.



**Figura 21 – Viabilità interna al sito**

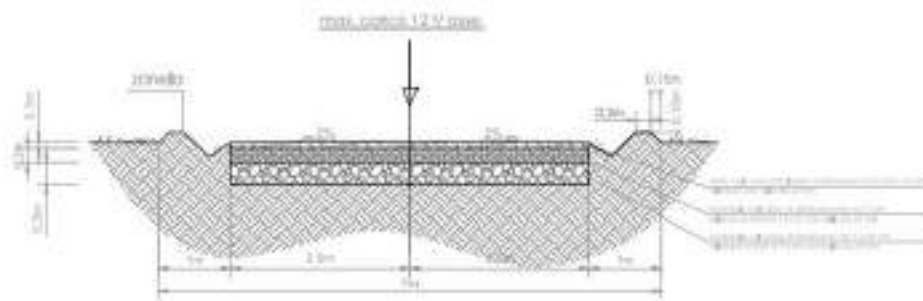


SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.55

Complessivamente gli assi stradali interni al sito oggetto di intervento sommano a circa 5.260 m, a loro volta suddivisi in 3.360 m riguardanti la viabilità esistente da adeguare e solamente 1.900 m riguardanti nuova viabilità da realizzare; dunque nel complesso per una potenza di 28 MW di nuovo impianto occorrerà realizzare solamente 1.900 m di nuove strade sterrate pari a circa il 20% di tutta la viabilità presente di progetto. Queste ultime, ove possibile, saranno realizzate in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del territorio evitando eccessive opere di scavo e riporto, e tali da rispettare i valori limiti imposti dalle specifiche tecniche fornite dal committente, ossia un valore massimo di pendenza longitudinale pari al 13% e di pendenza trasversale pari al 2%. La carreggiata avrà un'ampiezza di 5,50 m per il rettifilo, mentre si arriverà ai 8,00 m circa per curve dai 10° ad oltre i 50° considerando un raggio di curvatura interno che, a seconda della curva, varia tra i 70 e gli 80 m.

Le pendenze raggiungibili dagli assi stradali saranno comunque inferiori a 10%. La sezione stradale sarà realizzata in massiciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 30 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno, allo scopo di limitare al massimo le deformazioni e i cedimenti localizzati; superiormente sarà previsto uno strato di finitura/usura in misto stabilizzato, dello spessore di 10 cm. Il carico assiale sul piano stradale dovrà essere di circa 12 t/asse.

Si riportano di seguito le sezioni tipo adottate per la viabilità, rinviando gli approfondimenti allo specifico elaborato grafico:



**Figura 22 – Sezione stradale tipo in piano**

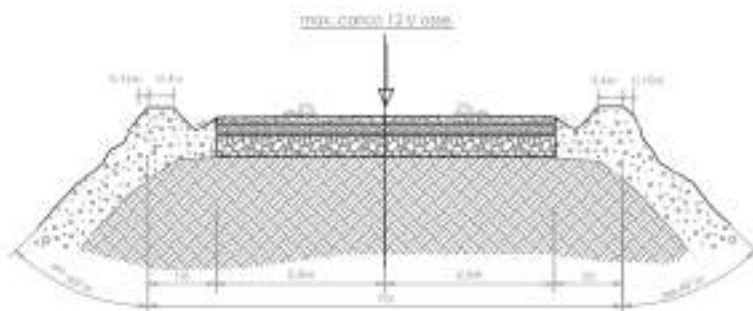


Figura 23 – Sezione stradale tipo in rilevato

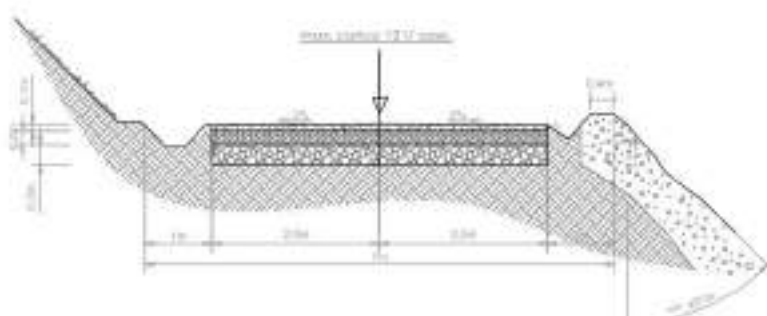


Figura 24 – Sezione stradale tipo a mezza costa

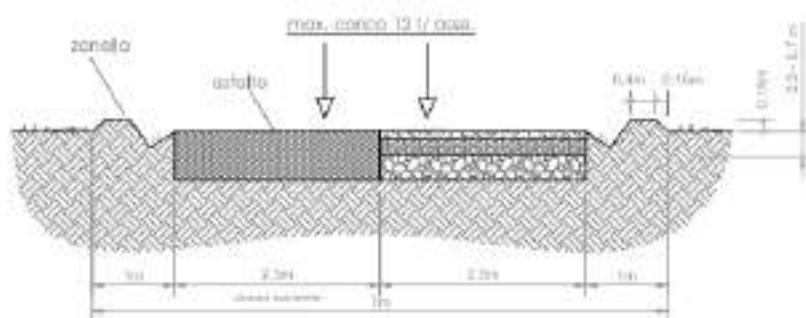


Figura 25 – Adeguamento della carreggiata in presenza di carreggiata esistente in asfalto

#### 7.4. Rilevati e Sovrastrutture – Bonifiche e Sottofondi

##### 7.4.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade

L'esecuzione dei corpi di rilevato e delle soprastrutture (ossatura di sottofondo) per le strade e per le piazzole degli aerogeneratori deve avvenire coerentemente ai disegni ed alle prescrizioni di progetto. A seconda della geologia o di altre condizioni progettuali a contorno, potrebbe non essere sufficiente la preventiva gradonatura degli scavi per l'esecuzione dei rilevati. Potrebbero essere necessarie specifiche opere di contenimento che dovrebbero essere in primis, laddove



possibile, opere di ingegneria naturalistica e dove non possibile opere tradizionali. Ove queste ultime si posano su sottofondo ottenuto mediante scavo di sbancamento, allorché la compattazione del terreno in sito non raggiunge il valore prefissato si deve provvedere alla bonifica del sottofondo stesso mediante sostituzione di materiale, come previsto al successivo punto "Bonifica dei piani di posa".

I materiali da utilizzare per la formazione dei rilevati delle strade e, o delle piazzole dovranno appartenere alle categorie A1, A2.1, A2.2, A2.3, A2.4, A2.5, A3 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002 di seguito riportata:

**Tabella 1.1 Classificazione delle terre secondo la norma UNI-CNR 10006.**

Classificazione Censale	Tono ghiaio-calibroso Frazione presente allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 95%						Tono limo-argilloso Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35%				Totale limo argilla sabbia
	A1	A2	A3				A4	A5	A6	A7	
Gruppo	A1-a	A1-b	A2				A4	A5	A6	A7	A8
Sottogruppo	A1-a	A1-b	A2-a	A2-b	A2-c	A2-d	A4	A5	A6	A7	A8
Analisi granulometrica Frazione passante allo Staccio											
2 (UNI 2332) %	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 50
0,4 (UNI 2332) %	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30	≤ 30
0,075 (UNI 2332) %	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15	≤ 15
Caratteristica coesiva Frazione passante allo staccio 0,4 (UNI 2332)											
Unità liquida	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40	≤ 40
Indice di plasticità	≤ 5	NP	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 10
Indice di gruppo	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

L'esecuzione del rilevato può iniziare solo quando il terreno in sito risulta scoticato, gradonato e costipato con uso di rullo compressore adatto alle caratteristiche del terreno;

Un parametro per caratterizzare la portanza del sottofondo è il "modulo resiliente" MR di progetto, valutabile sulla base di prove sperimentali; la scelta di tale parametro è dettata, come riportato dal Bollettino CNR n. 178, dal fatto che esso meglio rappresenta il comportamento del sottofondo, in quanto consente di tener conto anche della componente viscosa reversibile della deformazione. Tale valore può ricavarsi da prove sperimentali o da correlazioni teorico-sperimentali tra l'indice di portanza CBR ed il modulo di reazione k. Il metodo di dimensionamento, ed in questo caso di verifica delle pavimentazioni stradali utilizzato, prevede tre categorie di terreno di sottofondo di buona, media e scarsa portanza rappresentate dai valori del modulo resiliente MR riportati nella tabella seguente:

modulo resiliente del sottofondo	Indice CBR	Modulo di reazione
$M_R = 150 \text{ N/mm}^2$	CBR = 15%	$k = 100 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 90 \text{ N/mm}^2$	CBR = 9%	$k = 60 \text{ [kPa/mm]}$
$M_R = 30 \text{ N/mm}^2$	CBR = 3%	$k = 20 \text{ [kPa/mm]}$

Il costipamento può ritenersi sufficiente quando viene raggiunto il valore di Mr di almeno  $30 \text{ N/mm}^2$ , da determinarsi mediante prove di carico su piastra, con le modalità riportate nel seguito, e con frequenza di una prova ogni 200 m di area trattata o frazione di essa.

In fase di realizzazione delle prove, viene tenuta in considerazione solamente quella che ottiene un valore di k ammissibile; nel caso in cui i valori siano tutti inferiori al minimo, l'impresa dovrà procedere con la bonifica del

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.58

sottofondo. Il valore finale si ottiene per interpolazione tra i valori di prova.

#### 7.4.2. Sovrastrutture per piazzole e strade

Per la formazione della sovrastruttura per piazzole e strade si deve utilizzare esclusivamente il misto granulare di cava classificato A1 secondo la classificazione della norma UNI CNR 10006:2002.

L'esecuzione della soprastruttura può avvenire solo quando il relativo piano di posa risulta regolarizzato, privo di qualsiasi materiale estraneo, costipato fino ai previsti valori di capacità portante (pari ad un "Mr" di almeno 30 N/mm<sup>2</sup> per piani di sbancamento o bonifica, e pari ad un "Mr" di almeno 80 N/mm<sup>2</sup> per piani ottenuti con rilevato) da determinarsi mediante prove di carico su piastra con la frequenza sopra definita.

Sia nell'esecuzione dei rilevati che delle soprastrutture il materiale deve essere steso a strati di 20-30 cm d'altezza, secondo quanto stabilito nei disegni di progetto, compattati, fino al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata, inclusi tutti i magisteri per portare il materiale all'umidità ottima, tenendo presente che l'ultimo strato costipato consenta il deflusso delle acque meteoriche verso le zone di compluvio, e rifilato secondo progetto.

Il costipamento di ogni strato di materiale deve essere eseguito con adeguato rullo compressore previo eventuale innaffiamento o ventilazione fino all'ottimo di umidità.

Il corpo di materiale può dirsi costipato al raggiungimento del 95% della densità AASHO modificata e comunque quando ai vari livelli viene raggiunto il valore di "Mr" pari almeno a quello richiesto, da determinarsi mediante prova di carico su piastra con le modalità di seguito descritte.

Per l'eventuale primo strato della soprastruttura è richiesto un Mr di almeno 80 N/mm<sup>2</sup> mentre per lo strato finale della soprastruttura è richiesto un Mr di almeno 100 N/mm<sup>2</sup>.

Il controllo delle compattazioni in genere viene eseguito su ogni strato, mediante una prova di carico su piastra ogni 200 m di area trattata o frazione di essa, e comunque con almeno n. 4 prove per strato di materiale.

A costipamento avvenuto, se i controlli risultano favorevoli, si dà luogo a procedere allo stendimento ed alla compattazione dello strato successivo.

#### 7.4.3. Sistemazione del piano di posa

Il piano di posa è costituito dall'intera area di appoggio dell'opera in terra ed è rappresentato da un piano ideale al disotto del piano di campagna ad una quota non inferiore a cm 30, che viene raggiunto mediante un opportuno scavo di sbancamento che allontani tutto il terreno vegetale superficiale; lo spessore dello sbancamento dipenderà dalla natura e consistenza dell'ammasso che dovrà rappresentare il sito d'impianto dell'opera.

Qualora, al disotto della coltre vegetale, si rinvenga un ammasso costituito da terreni A1, A3, A2

(secondo la classificazione C.N.R.) sarà sufficiente eseguire la semplice compattazione del piano di posa così che il peso del secco in sito (massa volumica apparente secca nelle unità S.I.) risulti pari al 90% del valore massimo ottenuto in laboratorio nella prova A.A.S.H.T.O. Mod. su un campione del terreno.

Per raggiungere tale grado di addensamento si potrà intervenire, prima dell'operazione di compattazione, modificando l'umidità in sito per modo che questa risulti prossima al valore ottimo rilevabile dalla prova A.A.S.H.T.O. Mod.

Se, invece, tolto il terreno superficiale (50 cm di spessore minimo) l'ammasso risulta costituito da terreni dei gruppi A4,

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.59

A5, A6, A7 sarà opportuno svolgere una attenta indagine che consenta di proporre la soluzione più idonea alla luce delle risultanze dei rilevamenti geognostici che occorrerà estendere in profondità.

I provvedimenti da prendere possono risultare i seguenti:

- approfondimento dello scavo di sbancamento, fino a profondità non superiori a 1,50 - 2,00 m dal piano di campagna, e sostituzione del terreno in sito con materiale granulare A1 (Ala od Alb), A3 od A2, sistemato a strati e compattato così che il peso secco di volume risulti non inferiore al 90% del valore massimo della prova A.A.S.H.T.O. Mod. di laboratorio; si renderà necessario compattare anche il fondo dello scavo mediante rulli a piedi di montone;
- approfondimento dello scavo come sopra indicato completato, dove sono da temere risalite di acque di falda per capillarità, da drenaggi longitudinali con canalette di scolo o tubi drenanti che allontanino le acque raccolte dalla sede stradale;
- sistemazione di fossi di guardia, soprattutto per raccogliere le acque superficiali lato monte, di tombini ed acquedotti in modo che la costruzione della sede stradale non modifichi il regime idrogeologico della zona.

Per i terreni granulari di apporto (tipo A1, A3, A2) saranno sufficienti le analisi di caratterizzazione e la prova di costipamento.

I controlli della massa volumica in sito negli strati ricostituiti con materiale granulare idoneo dovranno essere eseguiti ai vari livelli (ciascuno strato non dovrà avere spessore superiore a 30 cm a costipamento avvenuto) ed estesi a tutta la larghezza della fascia interessata.

Ad operazioni di sistemazione ultimate potranno essere ulteriormente controllate la portanza del piano di posa mediante la valutazione del modulo di compressibilità Me, secondo le norme CNR, eventualmente a doppio ciclo:

- per rilevati fino a 4 m di altezza, il campo delle pressioni si farà variare da 0,5 a 1,5 daN/cm<sup>2</sup>;
- per rilevati da 4 a 10 m, si adotterà il campo delle pressioni compreso fra 1,5 e 2,5 daN/cm<sup>2</sup>.

Durante le operazioni di costipamento dovrà accertarsi l'umidità propria del materiale; non potrà procedersi alla stesa e perciò dovrà attendersi la naturale deumidificazione se il contenuto d'acqua è elevato; si eseguirà, invece, il costipamento previo innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (prova A.A.S.H.T.O. Mod.), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

Prima dell'esecuzione dell'opera dovrà essere predisposto un tratto sperimentale così da accertare, con il materiale che si intende utilizzare e con le macchine disponibili in cantiere, i risultati che si raggiungono in relazione all'umidità, allo spessore ed al numero dei passaggi dei costipatori.

Durante la costruzione ci si dovrà attenere alle esatte forme e dimensioni indicate nei disegni di progetto, e ciascuno strato dovrà presentare una superficie superiore conforme alla sagoma dell'opera finita.

Le scarpate saranno perfettamente profilate e, ove richiesto, saranno rivestite con uno spessore (circa 20 cm) di terra vegetale per favorire l'inerbimento.

Il volume compreso fra il piano di campagna ed il piano di posa del rilevato (definito come il piano posto a 30 cm al disotto del precedente) sarà eseguito con lo stesso materiale con cui si completerà il rilevato stesso.

I piani di posa in corrispondenza di piazzole o sedi stradali ottenuti per sbancamento ed atti a ricevere la soprastruttura,

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.60

allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di  $M_r$  pari a  $30 \text{ N/mm}^2$ , o i piani di posa dei plinti di fondazione il cui terreno costituente è ritenuto non idoneo a seguito di una prova di carico su piastra, devono essere oggetti di trattamento di "bonifica", mediante sostituzione di uno strato di terreno con equivalente in misto granulare arido proveniente da cava di prestito.

Detto materiale deve avere granulometria "B" (pezzatura max 30 mm) come risulta dalla norma CNR-UNI 10006 e deve essere steso a strati e compattato con criteri e modalità già definiti al precedente punto "Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade".

Nel caso di piazzole e strade, la bonifica può ritenersi accettabile quando a costipamento avvenuto viene raggiunto il valore di capacità portante corrispondente ad un  $M_r$  di almeno  $30 \text{ N/mm}^2$ , da determinarsi mediante prove di carico su piastra - con le modalità già definite in precedenza - con la frequenza di una prova ogni  $500 \text{ m}^2$  di area bonificata, o frazione di essa. Nel caso di plinti di fondazione, per l'accettazione della bonifica devono essere raggiunti i valori di capacità portante corrispondenti ad un  $M_r$  di almeno  $30 \text{ N/mm}^2$ .

#### 7.4.4. Pavimentazione con materiale arido

Il pacchetto stradale avrà uno spessore complessivo di circa 60 cm e dovrà essere realizzata con materiale classificato come A1. I primi 30 cm. a contatto con il terreno naturale, saranno realizzati con materiali provenienti dagli scavi, previa classificazione tipo A1 secondo la classificazione UNI 10006 mentre i rimanenti 30 cm saranno realizzati con misto granulometrico, proveniente da cava, tipo A1 avente dimensioni massima degli inerti pari a 30 mm, rullato fino all'ottenimento di un  $M_d > 100 \text{ N/mm}^2$ .

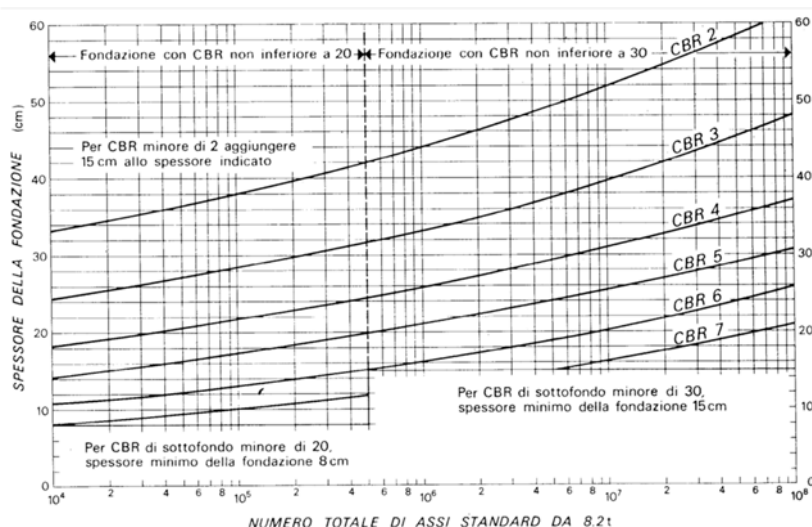
### 7.5. Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale

#### 7.5.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole

Nel seguente capitolo si riportano le metodologie di calcolo ed i risultati ottenuti per il dimensionamento di massima del pacchetto stradale sia della viabilità che delle piazzole. Le caratteristiche geometriche delle strade sterrate progettate sono state dettate da esigenze derivanti dall'ingombro dei mezzi eccezionali di trasporto dei componenti gli aerogeneratori che, quindi, hanno vincolato sia dal punto di vista altimetrico che planimetrico il tracciamento degli assi e delle piazzole di montaggio.

#### 7.5.2. Dimensionamento di massima della pavimentazione delle strade e delle piazzole

Per il dimensionamento di massima della pavimentazione si è fatto riferimento al metodo empirico inglese "Road note 29". È un metodo diretto che consente il dimensionamento in funzione del CBR del sottofondo e del numero di passaggi standard di un asse standard da 8,2 t sulla corsia di progetto durante la vita utile impiegando l'abaco seguente per il calcolo dello spessore della fondazione.



**Figura 26** – Diagramma per la determinazione dello spessore dello strato di fondazione

Nota la portanza del sottofondo (CBR di progetto) si può calcolare lo spessore della fondazione in funzione del numero di passaggi di assi da 8,2 t.

Il numero di passaggi normalizzati considerato è di 105. La determinazione dello spessore degli strati della pavimentazione flessibile si ottiene utilizzando il numero di passaggi di un asse standard da 8,2 t sulla corsia di progetto durante la vita utile. Si determina il valore dello spessore della fondazione in funzione del numero dei passaggi e del parametro caratteristico del CBR.

Dall'esame del grafico si evince che, anche nel caso di valori CBR bassi, lo spessore della pavimentazione non supera i 60 cm, valore preso a riferimento dalla progettazione stradale.

In fase di esecuzione si faranno apposite prove su piastra per verificare la validità dello spessore di 60 cm preso a riferimento.

## 8. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE

### 8.1. Generalità

Nei dettami del progetto definitivo e nelle varie proposte progettuali, incluse le indicazioni riportate nei documenti contabili, assume notevole importanza la volontà di preservare l'“habitus naturale” mediante l'adozione di tutte le possibili tecniche di bioingegneria ambientale.

Gli interventi di ingegneria naturalistica, intrapresi per la salvaguardia del territorio, dovranno avere lo scopo di:

- intercettare i fenomeni di ruscellamento incontrollato che si verificano sui versanti per mancata regimazione delle acque;
- ridurre i fenomeni di erosione e di instabilità dei versanti;
- regimare in modo corretto le acque su strade, piste e sentieri;



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.62

- ridurre il più possibile l'impermeabilizzazione dei suoli creando e mantenendo spazi verdi e diffondendo l'impiego della vegetazione nella sistemazione del territorio.

Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento con materiali inerti come pietrame.

L'area, dal punto di vista geomorfologico, è definita da dossi collinari di entità variabile. I deflussi sono comunque assenti per gran parte dell'anno, anche perché strettamente connessi all'intensità e persistenza delle precipitazioni meteoriche e fortemente condizionati dall'elevata permeabilità dei termini litologici affioranti.

Vista la natura dell'area in oggetto, si può affermare che per la tipologia intrinseca del terreno non sono necessari importanti interventi di salvaguardia, o ancora più precisamente, non sono necessari costruzioni e opere particolari per il contenimento del terreno.

La viabilità interna è, quasi nella sua totalità, ripresa dall'esistente e quindi già consolidata. I nuovi tratti proposti da realizzare sono di accesso alle nuove turbine ed il contesto geomorfologico è sempre della stessa natura.

Gli interventi di ingegneria ambientale, all'interno dell'area del parco, sono minimi e serviranno per la regimentazione delle acque meteoriche, non si presentano condizioni di rischio frana o eccessiva erosione, anche e soprattutto per la natura del terreno. Dalla documentazione fotografica seguente, riferita alla viabilità interna esistente, si può osservare la condizione stabile e ottimale della viabilità esistente in gran parte, oltretutto, asfaltata.



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.63



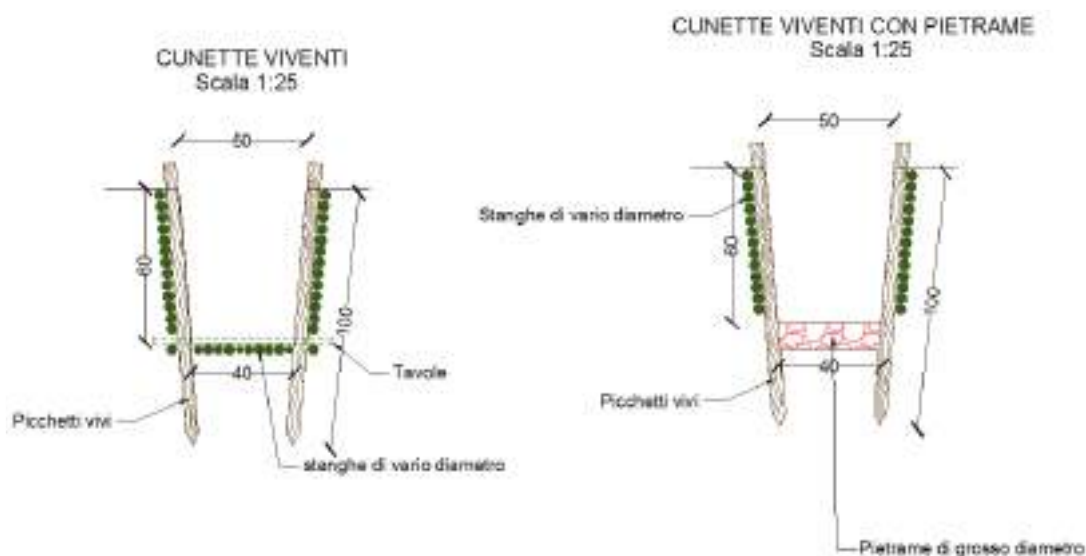
**Figura 27** – Alcune foto rappresentative della viabilità interna al parco eolico. In alto: viabilità esistente che può essere utilizzata così com'è; al centro: viabilità esistente da adeguare per essere percorsa dai mezzi; in basso: viabilità di nuova realizzazione.

## 8.2. Specifiche tecniche degli interventi

Di seguito si elencano alcuni interventi che possono trovare riscontro nei lavori di consolidamento e regimentazione delle acque meteoriche all'interno del parco e lungo la viabilità esterna di accesso.

### 8.2.1. Cunetta vivente

Le cunette, di norma realizzate in terra, nel progetto in esame sono state previste per tutta la lunghezza della viabilità interna e in alcuni punti si suggerisce l'adozione delle cosiddette cunette viventi. Di fatti è importante sottolineare che nei tratti di maggior pendenza, le semplici cunette potrebbero essere destabilizzate dall'acqua e con esse la strada. Sarà la fase cantieristica ad indicare i tratti ove è opportuno realizzare le cunette "vive" al posto delle cunette in terra.

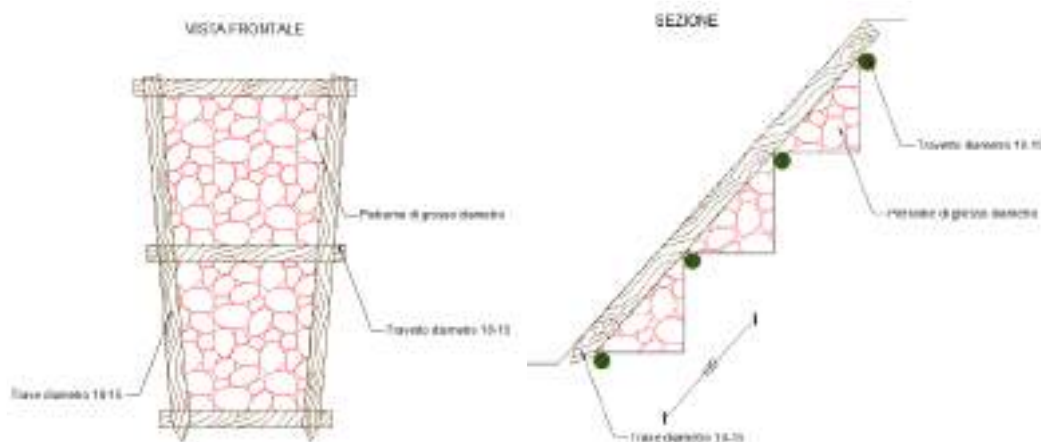


Descrizione dell'attività:

In un fosso a sezione trapezoidale vengono sistemati sul letto e sulle pareti, uno accanto all'altro, dei rami o delle stanghe vive in modo serrato, tenendoli fermi con pali vivi infissi nel terreno, ad intervalli da 2 a 4 m per mezzo di sagome in legno preparate in precedenza, oppure ad intervalli da 0,5 fino ad 1 m (uno dall'altro) posti lungo le pareti del fosso. Nel caso di portata idrica permanente si può consolidare il letto e la parte inferiore della parete del fosso con tavoloni.

### 8.2.2. Canalizzazioni in pietrame e legno

Nei casi di piccoli impluvi naturali che intercettano la viabilità di progetto causando spesso solchi ed erosione puntuale, si può prevedere la costruzione di canalizzazioni in legname e pietrame, di sezione trapezoidale avente lo scopo di convogliare le acque nei punti di recapito.



SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.65

### 8.2.3. Idrosemina e rivestimenti antierosivi

Le tecniche con idrosemina sono impiegate soprattutto nelle situazioni in cui il terreno si trova completamente denudato e privo di copertura organica. Questa tecnica consente di generare in tempi brevi un manto vegetale di protezione. L'inerbimento ed il consolidamento mediante idrosemina che consiste nello spruzzare ad alta pressione, sul terreno preventivamente preparato, una soluzione di acqua, semi, collante ed altri eventuali componenti. La possibilità di variare in molti modi la composizione delle miscele rende l'idrosemina adatta alla soluzione di quasi tutti i problemi di rinverdimento. L'efficacia di questo sistema è assicurata solo se viene utilizzato in abbinamento ad altre tecniche di protezione e regimentazione delle acque meteoriche.

L'intervento è adatto a coprire grandi e medie superfici anche a elevata pendenza. Un componente spesso presente nelle idrosemine è il mulch, termine con cui ci si riferisce a tutti quei materiali che, aggiunti alla miscela, conferiscono una maggiore resistenza meccanica e capacità di ritenzione idrica. In relazione alla composizione della miscela si distingue tra idrosemina di base e idrosemina con mulch.

Le modalità operative dell'idrosemina di base sono così sintetizzabili:

- Preparazione del letto di semina con eventuale eliminazione dei ciottoli presenti tramite rastrellatura.
- Distribuzione mediante l'impiego di motopompe volumetriche (non devono danneggiare i semi), dotate di agitatore meccanico che garantisca l'omogeneità della miscela, montate su mezzi mobili di una particolare miscela base costituita da rapporti variabili di: acqua, miscuglio di sementi di specie erbacee e facoltativamente arbustive idonee alla stazione (35-40 g/mq), fertilizzante organo-minerale bilanciato (150 g/mq), leganti o collanti, sostanze ammendanti, fitoregolatori atti a stimolare la radicazione delle sementi e lo sviluppo della microflora del suolo.

È adatta su terreni in cui è presente un'abbondante frazione fine e colloidale, ma con inclinazioni non superiori a 20°.

Per quanto riguarda l'idrosemina con mulch, alla miscela base si devono aggiungere fibre di legno o paglia in ragione di non meno di 180 g/mq. Le fibre devono essere per il 20% almeno lunghe 10 mm; nelle situazioni meno gravose il 50% del mulch potrà essere costituito da pasta di cellulosa. Il mulch deve avere caratteristiche chimiche che non siano sfavorevoli alla crescita della vegetazione. Il collante sarà a base naturale ed in quantità non inferiore a 5,5 g/mq. È un'idrosemina particolarmente adatta su terreni con le stesse caratteristiche della prima ma con inclinazioni fino a 35° e con presenza di fenomeni erosivi intensi.

In presenza di diffusi fenomeni di erosione superficiale su pendii e/o scarpate naturali o artificiali vengono comunemente applicati rivestimenti antierosivi sintetici o naturali.

Queste tecniche si possono realizzare con dei prodotti prefabbricati che svolgono una o più funzioni od altrimenti abbinando materiali diversi posti in tempi successivi. Di seguito si riportano alcuni dei materiali e delle tecniche più comunemente usati:

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.66

- Geostuoie tridimensionali
- Geocompositi
- Geocelle

L'impiego di prodotti formati da materiali di sintesi e/o naturali, offre la possibilità di realizzare opere d'ingegneria limitandone notevolmente l'impatto negativo sull'ambiente circostante. Nelle applicazioni antierosive oltre all'azione di protezione meccanica superficiale, possono svolgere funzioni di contenimento e di stabilizzazione corticale; in tal modo questi materiali consentono e favoriscono lo sviluppo di una copertura vegetale stabile in grado di svolgere un'efficace ruolo autonomo di consolidamento superficiale e di rinaturalizzare contesti degradati dalla costruzione di opere di ingegneria.

Le geostuoie sono costituite da filamenti di materiali sintetici (polietilene ad alta densità, poliammide, polipropilene od altro), aggrovigliati in modo da formare un materassino molto flessibile dello spessore di 10-20 mm. La forma tipica di una geostuoia consiste in una struttura tridimensionale con un indice dei vuoti molto elevato, mediamente superiore al 90% (idonea al contenimento di terreno vegetale o dell'idrosemina).

Le geostuoie sono principalmente impiegate con funzione antierosiva negli interventi di sistemazione idraulico-forestale e di consolidamento di pendii instabili. Sono sempre abbinate a sistemi di raccolta delle acque superficiali ed a materiali vivi; quando è necessario vengono utilizzate come un complemento delle opere di sostegno nell'ambito di sistemazioni più complesse.

Dato l'elevato indice dei vuoti, le geostuoie si prestano molto bene ad essere intasate con miscele di idrosemina piuttosto dense quali quelle dell'"idrosemina a spessore", in tal modo svolgono sia una protezione antierosiva nei confronti del terreno che una funzione di "armatura dell'idrosemina" impedendone il dilavamento anche in situazioni difficili.





SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.67



**Figura 28 – Tecniche di idrosemina**

Le geocelle sono dei geosintetici a struttura alveolare flessibili, resistenti e leggeri; vengono utilizzate come sistemi di stabilizzazione corticale per impedire lo scivolamento e l'erosione di strati di terreno di riporto su forti pendenze. La struttura a “nido d'ape” o “alveolare” viene ottenuta per assemblaggio e saldatura di strisce di materiali sintetici con spessori maggiore o uguale a 1,2 mm ed altezza compresa tra 70 e 100 mm. Sono strutture facilmente trasportabili, caratterizzate da un ingombro molto contenuto, rapidità di applicazione ed adatte a diverse situazioni ambientali. Dopo la posa delle geocelle ed il fissaggio con picchetti si effettua il riempimento con terreno vegetale e successivamente un'idrosemina. Se necessario si deve abbinare una biostuoia od un biotessile qualora vi sia il pericolo di dilavamento da parte delle acque meteoriche; le geocelle hanno aperture piuttosto ampie e sono efficaci nell' impedire lo scivolamento superficiale del terreno di riporto mentre non contrastano sufficientemente il ruscellamento e soprattutto l'impatto delle gocce di pioggia. Quando possibile, è sempre opportuno abbinare alle geocelle la messa a dimora di piantine o talee. I rivestimenti antierosivi biodegradabili sono usati, quasi sempre in associazione con idrosemina o con l'impianto di talee e piantine, negli interventi di sistemazione e consolidamento di pendii o scarpate o di altre opere di ingegneria. La loro realizzazione assicura al terreno trattato un controllo dei fenomeni erosivi per il tempo necessario all'attecchimento ed allo sviluppo di un efficace copertura vegetale. I rivestimenti biodegradabili sono prodotti costituiti in genere da fibre di paglia, cocco, juta, sisal (fibra tessile ricavata dalle foglie di una specie di Agave), trucioli di legno o altre fibre vegetali, caratterizzati da una biodegradabilità pressoché totale che si realizza in un arco di tempo di 1/5 anni, da permeabilità e capacità di ritenzione idrica elevate e da spiccata azione protettiva superficiale del terreno. In funzione del materiale, della struttura e delle tecniche costruttive, possono essere classificati in:

- Biotessili
- Bioreti
- Biofeltri
- Biostuoie

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.68

I rivestimenti antierosivi rappresentano una soluzione ideale sia dal punto di vista tecnico-funzionale che dal punto di vista dell'inserimento estetico-paesaggistico ed ecologico dell'intervento. La biodegradabilità e la non tossicità dei materiali utilizzati e la capacità di favorire una rapida copertura vegetale, garantiscono il loro inserimento completo e naturale nell'ambiente circostante. Questi prodotti hanno trovato recentemente una vasta applicazione in numerosi interventi di sistemazione idraulico-forestale, di consolidamento dei pendii instabili ed in numerose opere di ingegneria tra i quali si menzionano:

- rivestimento di pendii o scarpate naturali ed artificiali per il controllo dell'erosione e la protezione delle sementi dal dilavamento e creazione di condizioni microclimatiche più favorevoli all'attecchimento ed alla crescita della vegetazione;
- rivestimento e protezione delle scarpate e delle sponde fluviali dall'erosione;
- protezione, sostegno e contenimento del terreno seminato per favorire il rinverdimento di opere in terre rinforzate o di altro tipo.



## 9. OPERE IDRAULICHE

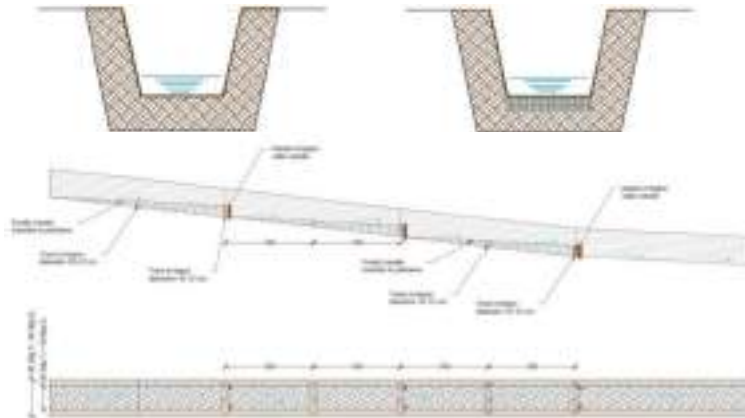
La durabilità delle strade e delle piazzole di un parco eolico è garantita da un efficace sistema idraulico di allontanamento e drenaggio delle acque meteoriche.

La viabilità esistente sarà interessata da un'analisi dello stato di consistenza delle opere idrauliche già presenti: laddove necessario, tali opere idrauliche verranno ripristinate e/o riprogettate per garantire la corretta raccolta ed allontanamento delle acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti.

Le acque defluenti dalla sede stradale, dalle piazzole o dalle superfici circostanti potranno essere raccolte ed allontanate dalle seguenti opere idrauliche:

- Fossi di guardia in terra, eventualmente con fondo rivestito in pietrame (per pendenze  $\geq 7,00\%$ ) e con briglie filtranti in legname (per pendenze  $\geq 12,00\%$ );

SASSARI EOLICA S.R.L.	<b>PARCO EOLICO DI "SASSARI"</b> RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA	 Ingegneria & Innovazione		
		26/05/2023	REV: 1	Pag.69



**Figura 29** – Fosso di guardia tipo con o senza fondo rivestito in pietrame

- Opere di dissipazione in pietrame;
- Pozzetti in cls prefabbricato;
- Arginello in terra;
- Canalette in legname per tagli trasversali alla viabilità (per pendenze  $\geq 15\%$ ).
- In fase di esecuzione, così come per le opere di bioingegneria, saranno scelte le opere migliori per il drenaggio delle acque meteoriche valutate caso per caso e a seconda dei risultati elaborati dalle relative indagini.

Le opere idrauliche di parco nascono dall'analisi dell'interazione tra le opere di progetto di parco ed il reticolo idrografico esistente. Le scelte progettuali saranno condotte secondo principi di invarianza idraulica così da avere opere ad "impatto zero" sull'esistente reticolo idrografico, rispettando il regime idraulico ante operam e recapitando le acque superficiali presso gli impluvi ove naturalmente, oggi, sono convogliate. Il sistema di opere idrauliche, in uno con le caratteristiche della viabilità e delle piazzole del parco, non modificheranno né il reticolo di drenaggio esistente, né la risposta dei bacini per tutti gli aspetti che riguardano i meccanismi di formazione dei deflussi, di conseguenza non varieranno le caratteristiche di permeabilità e non si avranno praticamente variazioni della portata da scaricare.