






# REGIONI MOLISE, CAMPANIA E PUGLIA

Province di Campobasso, Benevento e Puglia

COMUNI DI TUFARA, SAN BARTOLOMEO IN GALDO E  
SAN MARCO LA CATOLA



| REV. | DESCRIZIONE                | DATA     | REDATTO            | CONTROL. | APPROV.    |
|------|----------------------------|----------|--------------------|----------|------------|
| 1    | EMISSIONE PER ENTI ESTERNI | 28/03/22 | BALUCE S. BASSO G. | FURNO C. | NASTASI A. |
| 0    | EMISSIONE PER COMMENTI     | 17/03/22 | BALUCE S. BASSO G. | FURNO C. | NASTASI A. |

|   |                        |  |   |                   |
|---|------------------------|--|---|-------------------|
| Committente:  |                        |  |   |                   |
| <b>WIND 2 ENERGY ITALY SRL</b>  |                        |  |    |                   |
| Sede legale in Corso Statuto, 2/C, 12084, Mondovì (CN)<br>Partita I.V.A. 03945600041 - PEC: wind2energyitalysrl@pec.it  |                        |  |   |                   |
| Società di Progettazione:   |                        |  | <i>Ingegneria &amp; Innovazione</i>   |                   |
|    |                        | Via Jonica, 16 - Loc. Belvedere - 96100 Siracusa (SR) Tel. 0931.1663409<br>Web: www.antexgroup.it e-mail: info@antexgroup.it |   |                   |
| Progetto:   |                        |  | Progettista/Resp. Tecnico:  |                   |
| <b>PARCO EOLICO DI "TUFARA"</b>   |                        |  | Dott. Ing. Cesare Furno<br>Ordine degli Ingegneri<br>della Provincia di Catania<br>n° 6130 sez. A   |                   |
| Elaborato:  |                        |  | Progettista elettrico:  |                   |
| RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA  |                        |  | Dott. Ing. Giuseppe Basso<br>Ordine degli Ingegneri<br>della Provincia di Siracusa<br>n° 1860 sez. A  |                   |
| Scala:  | Nome DIS/FILE:         | Allegato:  | F.to:   | Livello:          |
| NA  | C 21024S05-PD-RT-01-01 | 1/1  | A4  | <b>DEFINITIVO</b> |
| <small>Il presente documento è di proprietà della ANTEX GROUP srl.<br/>È vietato la comunicazione a terzi o la riproduzione senza il permesso scritto della suddetta.<br/>La società tutela i propri diritti a rigore di Legge.</small> |                        |  |   |                   |
|   |                        |  |    |                   |

## INDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. PREMESSA .....   | 4  |
| 2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....                                     | 5  |
| 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....                                 | 9  |
| 4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....                               | 9  |
| 4.1. Riferimenti Cartografici e Posizioni Aerogeneratori.....     | 9  |
| 4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico .....               | 11 |
| 4.3. Contesto Idrogeologico.....                                  | 13 |
| 4.4. Sismicità .....  | 14 |
| 5. L'IMPIANTO EOLICO .....  | 15 |
| 6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO.....                | 17 |
| 6.1. Aerogeneratori.....  | 17 |
| 6.1.1. Specifiche tecniche Aerogeneratori .....                   | 19 |
| 6.1.2. Sistemi elettrici e di controllo interni.....              | 22 |
| 6.1.3. Sistemi elettrici e di controllo esterni.....              | 22 |
| 6.1.4. Descrizione dei componenti principali.....                 | 23 |
| 6.1.5. Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto ..... | 23 |
| 6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico .....                     | 25 |
| 6.1.7. Analisi acustica .....                                     | 28 |
| 6.2. Cavidotti .....  | 35 |
| 6.2.1. Generalità.....  | 35 |
| 6.2.2. Dati tecnici del cavo utilizzato.....                      | 36 |
| 6.2.3. Profondità e sistema di posa cavi .....                    | 36 |
| 6.2.4. Fibra ottica di collegamento.....                          | 37 |
| 6.2.5. Sistema di terra.....                                      | 38 |
| 6.2.6. Opere civili cavidotti.....                                | 39 |
| 6.3. Cabine di centrale .....                                     | 39 |
| 6.4. Opere di rete per la connessione alla RTN .....              | 40 |

|  |    |
|--|----|
| 7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI .....  | 41 |
| 7.1. Fondazione Aerogeneratore.....  | 41 |
| 7.2. Piazzole Aerogeneratori .....   | 41 |
| 7.3. Strade di Accesso e Viabilità di Servizio .....                                       | 42 |
| 7.3.1. Viabilità di accesso al Sito .....  | 42 |
| 7.3.2. Viabilità di Servizio .....   | 45 |
| 7.4. Rilevati e Sovrastrutture – Bonifiche e Sottofondi.....                               | 47 |
| 7.4.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade .....                         | 47 |
| 7.4.2. Sovrastrutture per piazzole e strade .....  | 49 |
| 7.4.3. Sistemazione del piano di posa .....  | 49 |
| 7.4.4. Pavimentazione con materiale arido .....  | 51 |
| 7.5. Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale.....                                    | 51 |
| 7.5.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole.....                      | 51 |
| 7.5.2. Dimensionamento di massima della pavimentazione delle strade e delle piazzole ..... | 51 |
| 8. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE.....   | 53 |
| 8.1. Generalità .....  | 53 |
| 8.2. Specifiche tecniche degli interventi.....   | 54 |
| 8.2.1. Cunetta vivente .....   | 55 |
| 8.2.2. Canalizzazioni in pietrame e legno .....  | 55 |
| 8.2.3. Idrosemina e rivestimenti antierosivi .....   | 56 |
| 9. OPERE IDRAULICHE .....  | 60 |

## 1. PREMESSA

Su incarico di Wind 2 Energy Italy S.r.l., la società ANTEX GROUP Srl ha redatto il progetto definitivo per la realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato Parco Eolico "Tufara", con potenza nominale installata pari a 30,6 MW, da realizzarsi nei territori dei Comuni di Tufara (CB) in Molise, San Bartolomeo in Galdo (BN) in Campania e San Marco La Catola (FG) in Puglia. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 6 con una potenza nominale pari a 5,1 MW per ogni aerogeneratore.

Wind 2 Energy Italy S.r.l. ha già ricevuto ed accettato il preventivo di connessione (Cod. Pratica: 202000903) inviato da Terna per la connessione di un impianto di generazione da fonte rinnovabile (eolica) per una potenza in immissione pari a 29,5 MW. Tale STMG prevede l'inserimento dell'impianto alla RTN mediante collegamento in antenna a 150 kV con una futura stazione di smistamento RTN 150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "Casalvecchio-Pietracatella", previa realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento fra la futura stazione di cui sopra e la Cabina Primaria denominata "Cercemaggiore".

A seguito della scelta della Società Wind 2 Energy Italy S.r.l. di rimodulare l'impianto eolico, impiegando delle turbine eoliche con potenza nominale pari a 6 MW esercite però con la modalità Sound Optimized Mode 2 (SO2) per una erogazione massima ridotta a 5,1 MW, è stato richiesto a Terna il riesame della STMG, che preveda sia la modifica della potenza in immissione sia una soluzione di connessione a 36 kV. Si è in attesa dell'elaborazione, da parte di Terna, della nuova STMG.

Le attività di progettazione definitiva 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, gestionali, legali e di finanza agevolata e pone a fondamento delle attività, quale elemento essenziale della propria esistenza come unità economica organizzata ed a garanzia di un futuro sviluppo, i principi della qualità, come espressi dalle norme ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 nelle loro ultime edizioni.

Antex Group in un'ottica di sviluppo sostenibile proprio e per i propri clienti, è in possesso di un proprio Sistema di Gestione Qualità certificato ISO 9001:2015 per attività di "Servizi tecnico-professionali di ingegneria multidisciplinare".

|   |   |   |        |
|---|---|---|--------|
|  | <b>PARCO EOLICO DI "TUFARA"</b><br>RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA | <br>Ingegneria & Innovazione |        |
|   |   | 28/03/2022  | REV: 1 |

## 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";

- 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

- 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  $U_0/U$  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".

- 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"



### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di 6 aerogeneratori ed opere di connessione, inclusive di piazzole di costruzione e di esercizio, viabilità di accesso, cavidotti fino all'area di consegna utente, ubicati in agro nei Comuni di Tufara, San Bartolomeo in Galdo e San Marco la Catola, Province di Campobasso, Benevento e Foggia, di potenza complessiva di 30.6 MW, denominato "Tufara". L'energia prodotta dagli aerogeneratori verrà trasportata, tramite cavidotti interrati, alla cabina elettrica di centrale, posta nel territorio Comunale di Tufara, e consegnata a 36 kV sulla rete fisica di TERNA.

I centri urbani più vicini, Tufara, San Bartolomeo in Galdo e San Marco la Catola, distano rispettivamente 3,9 km dalla turbina T01-T05 e 5,7 km dalla turbina T06 e 3 km dalla turbina T01.

L'area di consegna utente sarà ubicata nel Comune di Tufara e dista circa 4 km dal centro abitato di appartenenza.

### 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: 406 I Gambatesa, 406 II Riccia, 407 III San Bartolomeo in Galdo.

I fogli di mappa catastali interessati dagli aerogeneratori e le loro componenti sono:

- Fogli di mappa n. 17 e 18 del Comune di Tufara;
- Fogli di mappa n. 2 e 3 del Comune di San Bartolomeo in Galdo;
- Foglio di mappa n. 26 del Comune di San Marco la Catola;

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

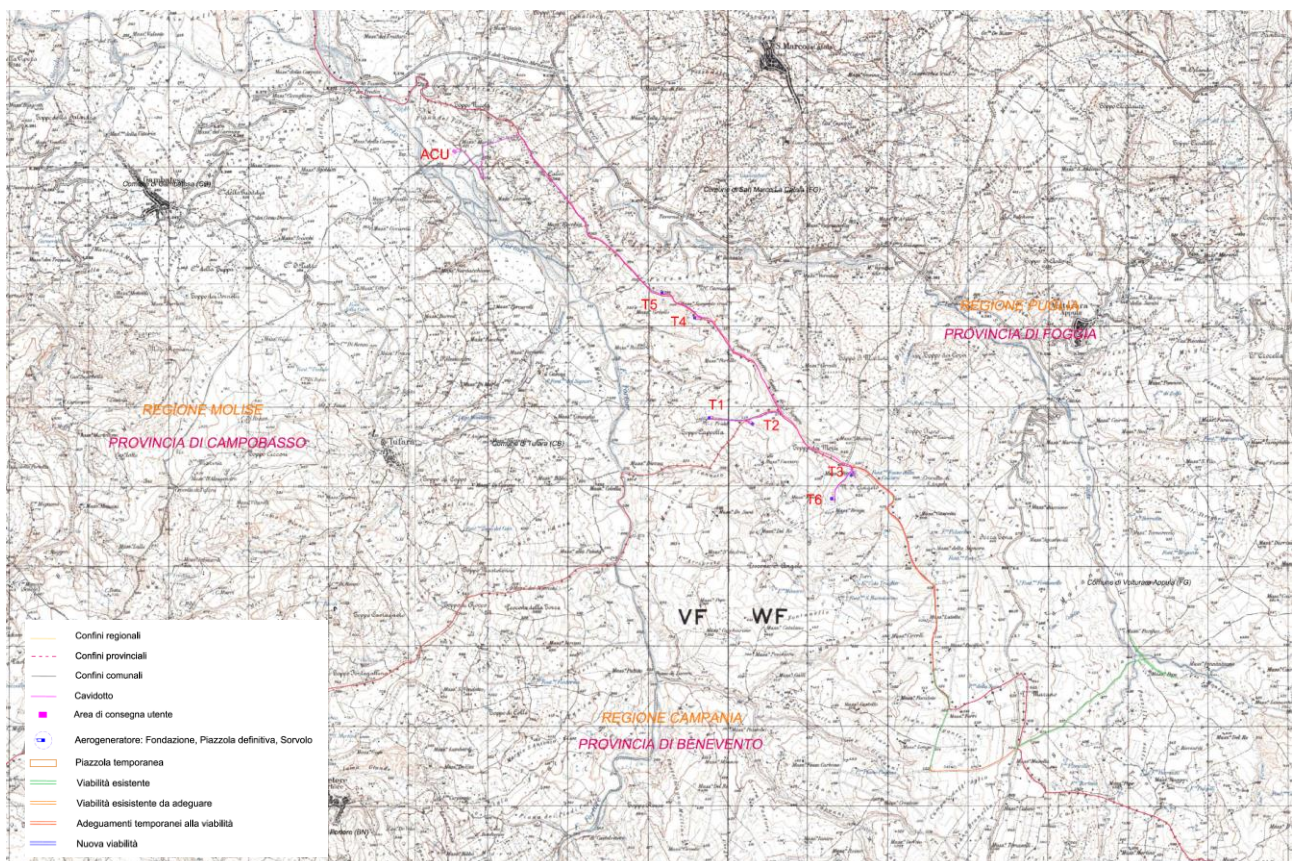
- Fogli di mappa n. 1, 2, 6, 10, 17, 18 e 25 del Comune di Tufara;
- Fogli di mappa n. 2 e 3 del Comune di San Bartolomeo in Galdo;
- Fogli di mappa n. 2, 24, 25, 26 e 29 del Comune di San Marco la Catola;
- Fogli di mappa n. 15 del Comune di Volturara Appula.
- 

Il foglio di mappa interessato dall'area di consegna utente é:

- Fogli di mappa n. 1 del Comune di Tufara.

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                  |
|-----------------------------|---------------|----------------|---------------|-------------------------|
| <b>T01</b>                  | 499695.00 m E | 4592662.00 m N | 473           | Tufara                  |
| <b>T02</b>                  | 500238.00 m E | 4592586.00 m N | 517           | San Bartolomeo in Galdo |
| <b>T03</b>                  | 501471.00 m E | 4591942.00 m N | 636           | San Bartolomeo in Galdo |
| <b>T04</b>                  | 499513.00 m E | 4593912.00 m N | 423           | Tufara                  |
| <b>T05</b>                  | 499102.00 m E | 4594225.00 m N | 387           | San Marco la Catola     |
| <b>T06</b>                  | 501229.00 m E | 4591648.00 m N | 628           | San Bartolomeo in Galdo |
| <b>Area Consegna Utente</b> | 496505.00 m E | 4595993.00 m N | 205           | Tufara                  |



**Figura 1 – Inquadramento su IGM dell’impianto**

#### 4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

La morfologia è piuttosto ondulata, anche come conseguenza di variegati e diversificati aspetti geolitologici. Il paesaggio si presenta in larghissima parte costituito da aree agricole con la presenza di rare macchie di vegetazione ad alto e medio fusto e di vegetazione arbustiva. La zona è caratterizzata dalla presenza di insediamenti rurali ed abitativi sparsi a bassa densità. Dal punto di vista geologico generale l'area in esame è rappresentata nel Foglio 163 "Lucera" della Carta Geologica d'Italia.

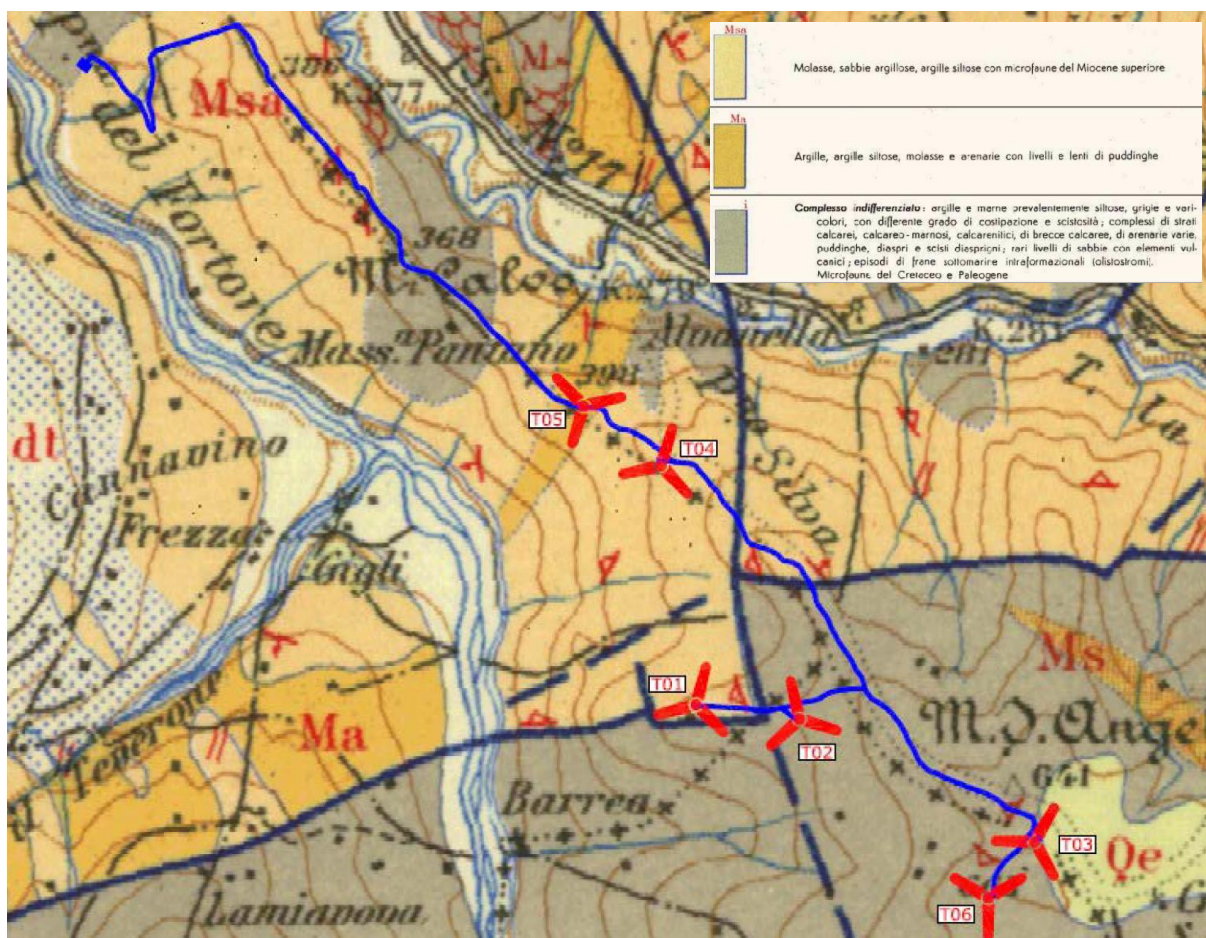


Figura 2 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia

I terreni affioranti nella zona in esame si presentano interessati principalmente da una tettonica di ricoprimento che si inquadra nei grandi movimenti che hanno caratterizzato la formazione della catena appenninica. Inoltre l'area interessata dalla realizzazione degli aerogeneratori, come si evince dallo stralcio della Carta Geologica d'Italia sopra riportato, è caratterizzata dalla presenza della formazione delle argille varicolori. Sono costituite da depositi prevalentemente pelagici, intercorsi da flussi gravitativi sia granulari che torbiditici calcarei e arenitici. Si distinguono due successioni stratigrafiche l'una prevalentemente pelitica, l'altra calcareo marnosa con la seconda generalmente in eteropia lateroverticale con la prima; presentano entrambe la stessa evoluzione terrigena miocenica dapprima tufitica poi quarzarenitica; si presentano di colore grigio plumbeo, con fiamme verdi e rosse e fitte intercalazioni di marne scagliettate bianche, pulverulente e

marne calcaree rosate tipo "scaglia" e verdastre; non mancano intercalazioni, per lo più disordinate, di livelli siltosi di potenza decametrica, intercalazioni arenacee ed estesi zatteroni carbonatici assai tettonizzati. La successione pelitica è composta alla base da argille marnose e scagliose, argilliti grigiastre e policrome, con stratificazione indistinta; si intercalano strati calca-rei, calcareo marnosi e silicei con stratificazione ritmica e piano parallela; l'intervallo superiore è caratterizzato da calcilutiti laminate di natura torbiditica, calciruditi bioclastiche e marne calcaree alternate a sottili strati di argille marnose grigie e policrome.

Da un punto di vista litologico e morfologico il territorio esaminato, ricadente nel Foglio 407 "San Bartolomeo in Galdo" affiorano termini appartenenti al dominio della catena appenninica e termini afferenti all'antistante avanfossa Plio pleistocenica (Fossa bradanica). Le formazioni geologiche affioranti nell'area del parco eolico in esame appartengono esclusivamente alle Unità Appenniniche e in particolare all'Unità tettonica del Fortore – Sottounità di Volturara Appula. Di seguito ne verranno descritti i caratteri litostratigrafici, a partire dai depositi più antichi, fino ai più recenti

### UNITÀ TETTONICA DEL FORTORE

**Flysch Rosso (FYR):** alternanza di argilliti policrome (grigio, verde e rosso), con calcareniti e calcilutiti in strati aventi spessori variabili da pochi centimetri ad alcuni decimetri. Lo spessore stimato è di circa 300 m. Spessore stimato: 500-600 m. (Cretacico-Aquitano).

**Flysch Rosso – Litofacies calcareo-clastica (FYRa):** localmente sono presenti lenti di calcareniti e calcilutiti con sottili intercalazioni marnoso-argillose rosate che costituiscono tale litofacies. (Cretacico-Aquitano).

**Flysch Numidico (FYN):** quarzareniti grigie, gialle per alterazione, in strati e banchi di spessore variabile dal decimetro al metro a cui si intercalano sottili livelli di argille verdastre. La granulometria delle areniti è medio-fine e si presentano mediamente cementate, la geometria degli strati è tabulare. Lo spessore della formazione è dell'ordine di poche decine di metri. La Formazione poggia sul Flysch Rosso ed è ricoperta dal Flysch di San Bartolomeo (Burdigaliano- Langhiano inferiore).

**Flysch di San Bartolomeo (SBO):** alternanza di areniti silicoclastiche, conglomerati, marne argillose ed argille siltose, di colore grigio e marrone per alterazione; gli strati a geometria variabile, da tabulare a lenticolare presentano uno spessore compreso tra il centimetro fin oltre il metro. Il rapporto arenaria/pelite varia da minore a maggiore di 1. Il rapporto con il sottostante Flysch Rosso e/o flysch numidico è discordante ed è di tipo erosivo. Lo spessore massimo osservabile è dell'ordine di 600 m (Langhiano– Tortoniano superiore).

### DEPOSITI CONTINENTALI

**Depositi di frana antichi e recenti:** accumuli gravitativi caotici a prevalente componente pelitica con evidenze di movimenti in atto o senza indizi di evoluzione.

L'area di impianto non presenta aree interessate da fenomeni franosi in atto o potenziali. Il cavidotto, d'altro canto, attraversa una zona, verso la sottostazione utente, con presenza di forme concavo-convexe che fa presupporre una bassa stabilità. Pertanto, in fase di progettazione esecutiva si dovranno prevedere tutte le precauzioni per non alterare l'equilibrio precario del versante. In generale, però, le opere relative all'interramento del cavidotto non influiscono sulla

stabilità del versante per la limitata profondità di scavo.

#### 4.3. Contesto Idrogeologico

Da un punto di vista idrografico il territorio in esame appartiene al bacino imbrifero del Fiume Fortore. L'altitudine massima del bacino imbrifero è pari a 981 m s.l.m. circa, in agro di Montefalcone Valfortore. Questo corso d'acqua, lungo circa 110 km, è uno dei maggiori fiumi dell'Italia meridionale, attraversando bene tre regioni (Campania, Molise e Puglia) e bagnando tre province (Campobasso, Benevento e Foggia).

In generale, in relazione al disegno, alla densità e al tipo di confluenza delle linee di impluvio, nell'area del bacino, sono distinguibili essenzialmente tre settori, caratterizzati da diversi tipi di patterns:

**un settore di alta valle**, coincidente essenzialmente con la parte campana del bacino, caratterizzato da un pattern essenzialmente dendritico. Esso, di forma arborescente sviluppantesi uniformemente in ogni direzione, presenta un canale principale che si suddivide in rami via via meno importanti procedendo verso monte. Tipico di terreni omogenei, impermeabili e a limitata acclività, denota uno scarso controllo tettonico;

**un settore di medio-alta valle**, coincidente essenzialmente con la parte mediana del bacino, caratterizzato da un pattern che evolve dapprima verso un tipo pinnato (si differenzia dal precedente per l'esigua lunghezza dei collettori secondari) e, ancora più a valle, verso un tipo subdendritico. Tali configurazioni evidenziano una sostanziale omogeneità dei terreni, una loro relativa impermeabilità e, per ampi tratti, un discreto controllo tettonico definito da una direzione preferenziale (NW-SE) e da un andamento più o meno parallelo di alcuni rami della rete idrografica. In relazione alle condizioni orografiche, inoltre, l'intero reticolo dei medio-alti sottobacini, manifesta una spiccata attività erosiva;

**una parte bassa del bacino**, ovvero la porzione in cui si ha il massimo sviluppo della sua piana alluvionale, caratterizzato da patterns evolventi gradualmente da un tipo subdendritico a un tipo meandriforme (associazioni di anse più o meno simili fra loro e meandri abbandonati). Lungo la costa, allo sbocco con il Mare Adriatico il Fiume Fortore delinea un delta a forma debolmente lobata. Qui il trasporto fluviale e l'azione delle correnti marine, a partire dall'Eocene; hanno generato un cordone dunale che, chiudendo il braccio di mare adiacente alla foce, ha dato origine al Lago di Lesina.

L'aspetto idrogeologico è caratterizzato dalla regimazione delle acque da parte delle alternanze delle diverse litologie presenti nell'area, in cui la componente arenacea occupa il ruolo di strato drenante, con permeabilità per porosità pari a un grado medio-basso, mentre la presenza di strati marnosi e argillo-marnosi occupano un ruolo di strati impermeabili. Dal punto di vista della permeabilità le coltri eluvio-colluviali argilloso-limose risultano praticamente impermeabili, pertanto le acque meteoriche tendono a ruscellare determinando un reticolo idrografico ad elevata densità di drenaggio superficiale e di tipo generalmente dendritico e/o subdendritico.

Questi terreni possono essere localmente sede di falde o tasche idriche, generalmente di modesta portata a causa del limitato bacino di alimentazione. Se tali coltri poggiano su di un basamento impermeabile, possono dar luogo a "sorgenti di contatto" che sgorgano alla quota più bassa del contatto tra i due terreni e che, in genere, hanno carattere stagionale.

Le rocce delle formazioni flyschoidi sono caratterizzate da una bassa permeabilità per porosità, mentre la permeabilità per fratturazione può essere anche elevata. Il reticolo idrografico dove esse sono presenti è pertanto a bassa densità di drenaggio superficiale ed è generalmente governato dalle direttrici tettoniche. Al contrario di quella superficiale, la circolazione idrica sotterranea in questi litotipi è abbastanza sviluppata. Possono, infatti, essere presenti falde idriche anche importanti, più o meno profonde, che danno luogo anche a sorgenti. Vi è inoltre la possibilità di falde estese all'intera formazione, oppure limitate ad alcuni orizzonti. Le argille varicolori sono caratterizzate da permeabilità da molto ridotta a nulla, presentano un reticolo idrografico ad elevata densità di drenaggio superficiale di tipo dentritico e/o subdentritico. In queste formazioni si rinvencono, talora, piccole falde acquifere disposte a più livelli. Questi livelli acquiferi, sempre associati a trovanti e/o blocchi lapidei permeabili inglobati nella massa argillosa, sono modesti per estensione e spessore ed interrotti dalla massa argillosa stessa. Pertanto, se si considera la formazione nel suo complesso, si può dire che l'idrologia sotterranea è praticamente inesistente.

#### 4.4. Sismicità

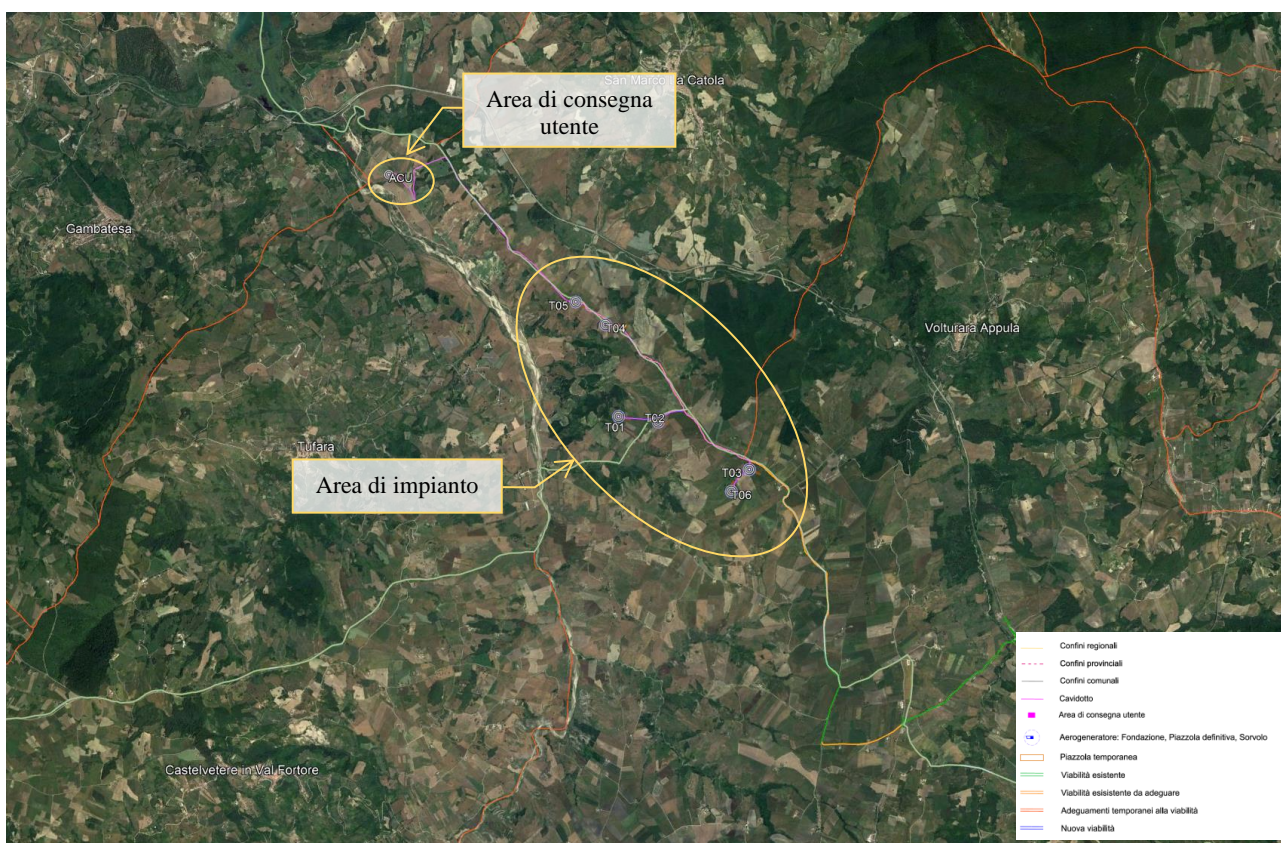
Ai fini della caratterizzazione dell'azione sismica di progetto, si è fatto riferimento alle direttive della normativa antisismica vigente, *"Norme Tecniche per le Costruzioni per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*.

Considerando i vari litotipi presenti nel sito, e in seguito a prove di prospezioni sismiche di tipo M.A.S.W, si sono ottenuti valori di  $V_{s30}$  compresi tra 361 m/s e 496 m/s, per cui la categoria corrisponde di sottosuolo è di tipo **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  $V_{s30}$  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)"*.

Per maggiori dettagli riguardanti i paragrafi **4.2**, **4.3** e **4.4** si rimanda allo specifico elaborato *"Relazione geologica impianto Eolico di Tufara"*.

## 5. L'IMPIANTO EOLICO

L'impianto Eolico sarà costituito da n. 6 aerogeneratori, tipo Vestas V162 6.0MW, esercite in modalità Sound Optimized Mode 2 (SO2) con una potenza ridotta a 5,1 MW, corrispondenti ad una potenza massima di impianto di 30,6 MW. L'energia prodotta verrà trasportata alla cabina elettrica di centrale e consegnata a 36 kV sulla rete fisica di TERNA, posta sul territorio Comunale di Tufara.



*Figura 3 – Layout impianto eolico "Tufara"*

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in 2 gruppi da 3 turbine ciascuno, tramite cavi da 36 kV, costituendo così n.2 distinti sottocampi e collegati alle cabine di centrale come mostrato nel seguente schema di rete di distribuzione dell'impianto. 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).

PARCO EOLICO "TUFARA"  
CODICE PRATICA:  
POTENZA PRODUTTIVA INSTALLATA 30,6 MW  
POTENZA IN PRELIEVO RICHIESTA PER S.A.: 200kW  
POTENZA TOTALE IN IMMISSIONE RICHIESTA: 30.600kW

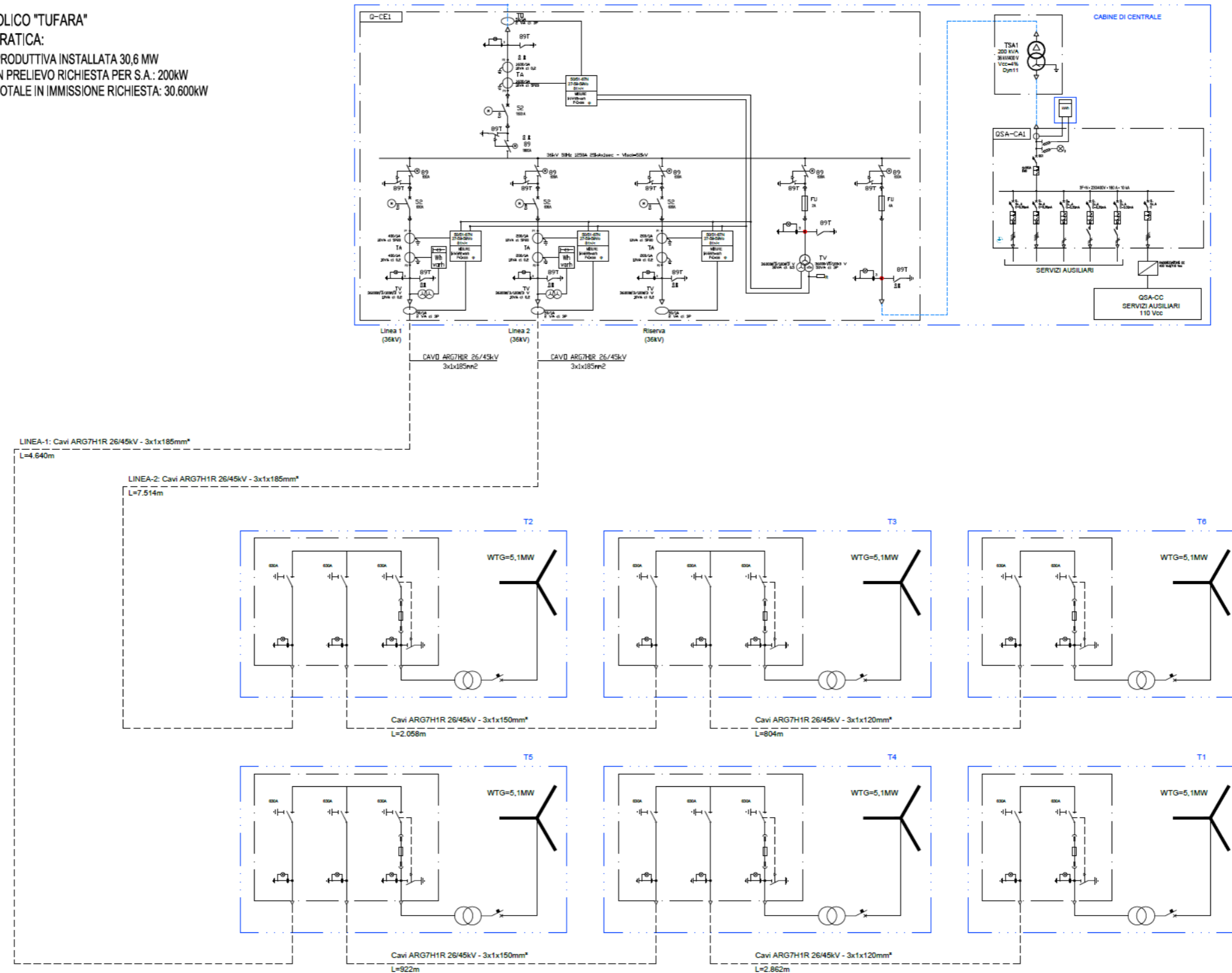


Figura 4 – Schema di rete distribuzione impianto



## 6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO

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

- Aerogeneratori;
- Cavidotti;
- Cabine di Centrale;
- Opere di rete per la connessione alla RTN.

### 6.1. Aerogeneratori

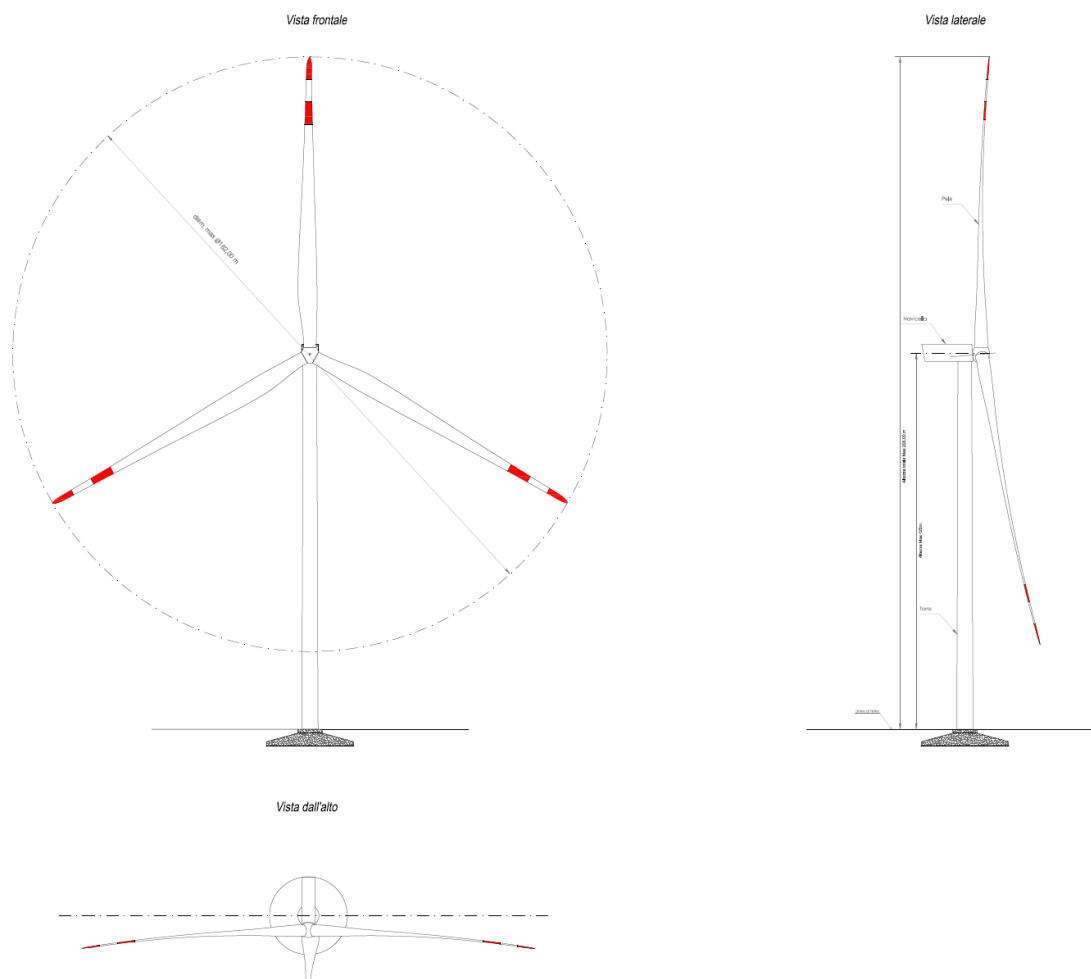
L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta dal vento per la produzione di energia elettrica. La macchina con le sue dimensioni è rappresentata nell'elaborato "C21024S05 – Aerogeneratore tipo".

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 turbina eolica prevista per l'impianto in oggetto è la Vestas V162-6.0\_HH125, esercite in modalità Sound Optimized Mode 2 (SO2) con una potenza ridotta a 5,1 MW, un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala, 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 125 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 tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.



**Figura 5 – Aerogeneratore tipo**

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 13 m/s con una densità dell'aria pari a 1225 kg/m<sup>3</sup>. A velocità del vento superiori, più precisamente superati i 16,5 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 24 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 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".

### 6.1.1. Specifiche tecniche Aerogeneratori

Di seguito sono elencate le specifiche tecniche degli aerogeneratori Vestas V162-6.0\_HH125, 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 massima  | 6000 kW   |
| Velocità del vento per il raggiungimento della potenza nominale (con densità dell'aria di 1.225 kg/m <sup>3</sup> ) | 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   |
| <b>TORRE</b>  |   |
| Tipologia   | HH125 - 0077-2108   |
| Altezza all' Hub  | 125 m   |
| Classe vento  | DIBt S/ IEC S   |
| Numero di sezioni   | 6   |
| <b>ROTORE</b>   |   |
| Diametro rotore   | 162.0 m   |
| Area spazzata   | 20611 m <sup>2</sup>  |
| Potenza su superficie nominale  | 317 W/m <sup>2</sup>  |
| Angolo di inclinazione dell'albero rotore   | 6.0°  |
| "Cone angle" della pala   | 6.0°  |
| <b>PALE DEL ROTORE</b>  |   |
| Materiale   | Fibra di vetro e fibra di carbonio rinforzata                     |
| Lunghezza totale  | 79.35 m   |
| <b>ALBERO ROTORE/CUSCINETTO ROTORE</b>  |   |
| Tipologia   | Albero cavo forgiato  |
| Tipologia di cuscinetto   | Cuscinetto a rulli sferici  |
| Lubrificazione  | Cadenziale con grasso lubrificante                                |
| <b>FRENO MECCANICO</b>  |   |
| Tipologia   | Freno a disco attivo  |
| Posizionamento  | Sull'albero veloce  |
| Numero pinze freni  | 1   |
| Materiale delle pastiglie del freno   | Pastiglie organiche   |
| <b>GEARBOX</b>  |   |
| Tipologia   | Ingranaggi planetari multi-stadi + stadio a ingranaggi cilindrici |
| Rapporto di trasmissione  | 50 Hz: i = 121.5<br>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   |
| 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 ± 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<br>22.1 – 33.0 kV<br>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 % ± 10 %  |
| Perdita di Potenza:<br>Perdite inattive<br>Perdite di cortocircuito                 | 3000 W<br>70000 W  |
| <b>QUADRO A 36 kV</b>   |  |
| Tensione nominale (dipendente dalla rete)   | 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<br>36/40.5 kV: 20 kA  |
| Temperatura ambiente minima e massima durante il funzionamento                      | NCV: -25 °C a +45 °C<br>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   | ≥ 1000   |
| <b>GENERATORE</b>   |  |
| Grado di protezione   | IP 54 (scatola anello di contatto IP 23)   |
| 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)  |

### 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 con isolamento in resina;
- quadro a 36 kV;
- 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 elettrica di centrale e consegnata a 36 kV sulla rete fisica di TERNA.

Wind 2 Energy Italy S.r.l. ha già ricevuto ed accettato il preventivo di connessione (Cod. Pratica: 202000903) inviato da Terna per la connessione di un impianto di generazione da fonte rinnovabile (eolica) per una potenza in immissione pari a 29,5 MW. Tale STMG prevede l'inserimento dell'impianto alla RTN mediante collegamento in antenna a 150 kV con una futura stazione di smistamento RTN 150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "Casalvecchio-Pietracatella", previa realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento fra la futura stazione di cui sopra e la Cabina Primaria denominata "Cercemaggiore". A seguito della scelta della Società Wind 2 Energy Italy S.r.l.

di rimodulare l'impianto eolico, impiegando delle turbine eoliche con potenza nominale da 6 MW esercite però con la modalità Sound Optimized Mode 2 (SO2) per una erogazione massima ridotta a 5,1 MW, è stato richiesto a Terna il riesame della STMG, che preveda sia la modifica della potenza in immissione sia una soluzione di connessione a 36 kV. Si è in attesa dell'elaborazione, da parte di Terna, della nuova STMG.

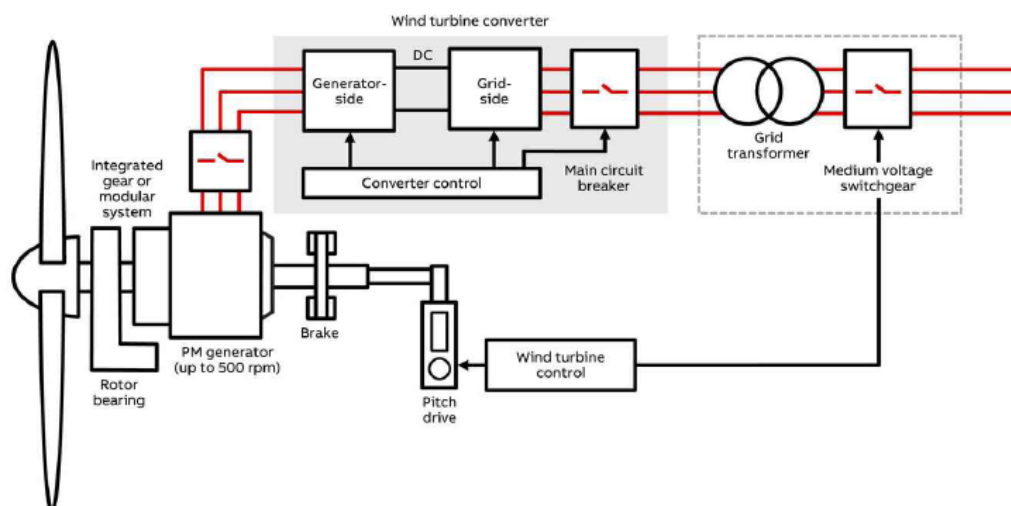
#### 6.1.4. Descrizione dei componenti principali

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 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 elevatore e uno o due scomparti, a seconda della posizione della macchina nel radiale di collegamento alla stazione utente, 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 6 – Schematico aerogeneratore**

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

Tutti i generatori eolici possiedono sistemi di regolazione e controllo, in grado di adeguare istantaneamente le condizioni di lavoro della macchina al variare della velocità e della direzione dei venti. Il funzionamento dell'aerogeneratore è

regolato da un sistema di controllo che ne gestisce le diverse operazioni di lavoro e aziona il dispositivo di sicurezza per l'arresto in caso di malfunzionamento e di sovraccarico dovuto ad eccessiva velocità del vento. Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono costantemente monitorate e controllate da diverse unità a microprocessore. Ogni turbina eolica è dotata di sistema SGRE SCADA, il quale attraverso controllo remoto invia informazioni utili per la valutazione del funzionamento delle macchine tra cui dati elettrici e meccanici, stato di funzionamento e guasto, dati meteorologici e della stazione. I segnali originati dagli aerogeneratori vengono trasmessi attraverso sensori di cavi a fibre ottiche. I dati raccolti dalle macchine vengono registrati e analizzati attraverso un computer, collegato al sistema, da cui è possibile anche regolare i valori di velocità del rotore e del passo delle pale. Questo sistema garantisce quindi anche la supervisione dell'impianto elettrico e del meccanismo di regolazione del passo ubicato nel mozzo.

Restituisce tutte le informazioni relative alla velocità del rotore e del generatore, alla tensione di rete, alla frequenza, alla fase, alla pressione dell'olio, alle vibrazioni, alle temperature di funzionamento, allo stato dei freni, ai cavi e perfino alle condizioni meteorologiche. Le apparecchiature e i meccanismi più sensibili vengono monitorati continuamente e, in caso di emergenza, è possibile arrestarne il funzionamento attraverso un circuito cablato, anche senza l'uso di un computer e di un'alimentazione esterna. In questo modo possono essere attivate in tempo reale le operazioni di manutenzione e si può garantire la continuità di funzionamento dell'impianto.

Oltre al sistema SGRE SCADA, la turbina eolica è caratterizzata da un sistema che controlla il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta l'effettivo spettro di vibrazione con una serie di spettri di riferimento stabiliti, revisionando poi i risultati si ottiene un'analisi dettagliata sullo stato degli aerogeneratori. I dati trasmessi ai centri diagnostici, consentono la rilevazione precoce di anomalie e la prevenzione di potenziali guasti ottimizzando il piano di assistenza e anticipando le riparazioni prima che si verifichino danni gravi.



### 6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico

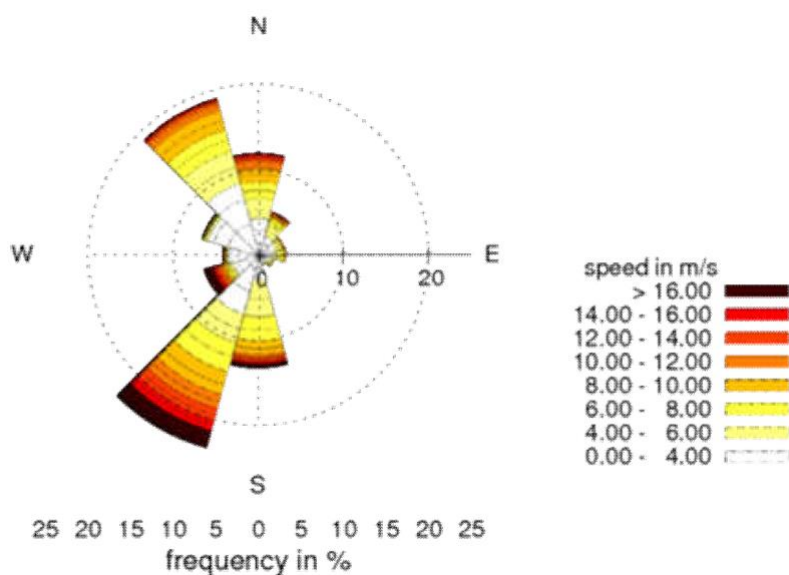
Dal punto di vista anemologico le valutazioni del potenziale di sito sono state stimate tenendo in considerazione un periodo temporale compreso tra Ottobre 2017 e Ottobre 2018.

Si riporta di seguito il dataset del periodo di riferimento, in cui è possibile notare come le Velocità medie risultano essere pari a **5,804 m/s** e **5,914 m/s** alle rispettive altezze.

| Punto di misura 120m |          |       |       |
|----------------------|----------|-------|-------|
| Month                | Recovery | Mean  | Max   |
|                      | Rate (%) | (m/s) | (m/s) |
| Jan                  | 100      | 6.783 | 27.28 |
| Feb                  | 100      | 6.594 | 25.77 |
| Mar                  | 100      | 8.984 | 24.49 |
| Apr                  | 100      | 5.162 | 18.81 |
| May                  | 100      | 3.877 | 18.58 |
| Jun                  | 100      | 5.278 | 14.51 |
| Jul                  | 100      | 4.577 | 14.38 |
| Aug                  | 100      | 3.399 | 11.42 |
| Sep                  | 100      | 4.071 | 15.94 |
| Oct                  | 100      | 5.133 | 19.68 |
| Nov                  | 100      | 6.822 | 28.13 |
| Dec                  | 100      | 8.987 | 30.3  |
| All data             | 100      | 5.804 | 30.3  |

| Punto di misura 140m |          |       |        |
|----------------------|----------|-------|--------|
| Month                | Recovery | Mean  | Max    |
|                      | Rate (%) | (m/s) | (m/s)  |
| Jan                  | 100      | 6.911 | 27.610 |
| Feb                  | 100      | 6.737 | 25.660 |
| Mar                  | 100      | 9.147 | 24.650 |
| Apr                  | 100      | 5.232 | 18.850 |
| May                  | 100      | 3.926 | 18.070 |
| Jun                  | 100      | 5.374 | 14.400 |
| Jul                  | 100      | 4.639 | 14.420 |
| Aug                  | 100      | 3.480 | 11.510 |
| Sep                  | 100      | 4.163 | 16.040 |
| Oct                  | 100      | 5.266 | 19.910 |
| Nov                  | 100      | 6.940 | 28.850 |
| Dec                  | 100      | 9.165 | 30.750 |
| All data             | 100      | 5.914 | 30.75  |

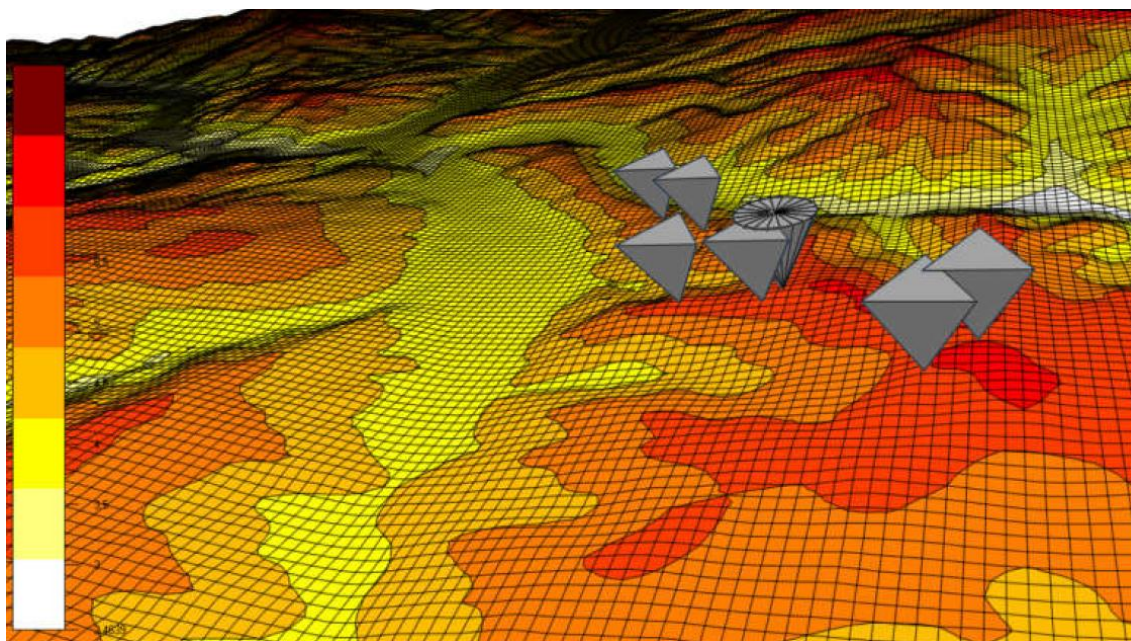
Nonostante le velocità non siano molto elevate si ha una buona frequenza di venti di intensità superiore ai 5 [m/s], questo fa presumere la possibilità di impiegare aerogeneratori con una potenza nominale elevata ed aventi diametro di pale molto grande, in modo tale da sfruttare al massimo il potenziale eolico presente nel sito. Inoltre, tramite l'utilizzo di opportuni software, si sono ricavati 12 settori corrispondenti ognuno alle velocità del vento e alle loro frequenza rispetto al periodo di interesse.



Il grafico mostra come la distribuzione dei venti sia maggiormente concentrata lungo i settori Sud-Ovest e da Nord-Ovest.

I valori della risorsa eolica, per la stima di producibilità del parco eolico "Tufara", sono stati esplorati elaborando i seguenti dati:

- Dati vento vortex relativi ad una posizione baricentrica rispetto all'area interessata dal layout in prossimità del sito;
- Caratteristiche del terreno, quota e mappa di rugosità dell'area, densità media dell'aria ottenuta dalle misure di temperatura in prossimità del sito.



Come mostra la figura, gli aerogeneratori sono posizionati nelle aree maggiormente ventose, e tutti insistono su un'area in cui la velocità media bidimensionale del vento, a 125 [m] di quota, è superiore ai 6 [m/s].

Quindi, tenendo in considerazione quanto descritto precedentemente, la stima di produzione del parco eolico è stata ottenuta utilizzando il software WindSim, che per le sue caratteristiche di non-linearità nel metodo di calcolo meglio si adatta ad un sito mediamente complesso come quello oggetto del presente studio.

Inoltre, ai fini di ottimizzazione del calcolo, si è assunto:

- Per il calcolo della produzione, si sono prese in considerazione le curve di potenza, certificate dal produttore;
- La densità dell'aria è stata calcolata con due metodologie differenti, individualmente per ogni aerogeneratore all'altezza del mozzo determinando un valore medio di densità dell'aria in sito, nel corso dell'anno di **1,153 [Kg/m<sup>3</sup>]**.
- I dati di produzione sono integrati con le perdite di scia, calcolate con un modello analitico che fornisce la diminuzione di velocità al passaggio attraverso il rotore, normalizzata, ovvero in linea generale:

$$\delta V = (U - V) / U$$

Nel caso specifico, il modello utilizzato è definito Modello Jensen. Questo modello fornisce una semplice espansione lineare della scia, determinata da "k", il fattore di decadimento della scia. Il fattore di decadimento della scia "k" aumenta con il livello di turbolenza ambientale (tipicamente tra 0,04 e 0,075).

$$\delta V = (1 - \text{SQRT}(1 - CT)) / (1 + (2kx/D))^2$$

dove: CT = coefficiente di spinta,  $k = A/\ln(h/z_0)$  □ A = 0,5 ; h = altezza mozzo [m] ; z0 = rugosità del suolo [m].

Essendoci più aerogeneratori installati nella stessa area, ogni turbina subisce allo stesso tempo l'influenza di più scie; i decrementi di velocità calcolati dai modelli analitici di scia singola, vengono combinati per ottenere un deficit di scia equivalente. In questo caso si è utilizzato la radice quadrata della somma dei quadrati dei decrementi per fornire il valore di decremento di velocità finale:

$$\delta v = \text{SQRT}(\sum \delta v_i^2)$$

- I dati vento considerati sono quelli risultanti dal monitoraggio diretto in sito per i periodi che vanno dal ottobre 2017 - ottobre 2018, per un totale di 12 mesi di monitoraggio;
- Il modello digitale del terreno.

In conclusione tenendo conto di tali valori, si è stimata la resa energetica per le turbine al netto delle perdite per scia (3.70%) 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 (6,20%), corrispondenti complessivamente a circa il 10%, pertanto la producibilità media annua è pari a **68.231 MWh/Anno** pari a **2.246 Ore equivalenti P50[h]**, come mostrato nella tabella seguente:

| Aerogeneratore   | AEP lorda<br>[MWh/Anno] | AEP scia<br>[MWh/Anno] | Scia [%]    | AEP P50<br>[MWh/Anno] | Ore equivalenti<br>P50 [h] |
|------------------|-------------------------|------------------------|-------------|-----------------------|----------------------------|
| V 162            |                         |                        |             |                       |                            |
| T 1              | 12691.32                | 12176.68               | 4.06        | 11465.8               | 2267.3                     |
| T 2              | 13028.93                | 12667.75               | 2.77        | 11928.2               | 2358.8                     |
| T 3              | 13071.84                | 11856.7                | 9.3         | 11164.5               | 2207.7                     |
| T 4              | 11393.67                | 11116.7                | 2.43        | 10467.7               | 2069.9                     |
| T 5              | 11762.29                | 11709.08               | 0.45        | 11025.5               | 2180.2                     |
| T 6              | 13297.94                | 12935.05               | 2.73        | 12179.9               | 2408.5                     |
| <b>Impianto:</b> |                         |                        | <b>3.70</b> | <b>68231</b>          | <b>2249</b>                |

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato "Relazione anemologica preliminare e di producibilità".

### 6.1.7. Analisi acustica

Il sito eolico di nuova realizzazione si compone di aerogeneratori di tipo VESTAS EnVentus™ V162-6.0MW tripala con diametro di 162 m e altezza del mozzo pari a 125 m. Secondo quanto contenuto nelle schede tecniche fornite da VESTAS la potenza sonora degli aerogeneratori può variare sia in funzione della velocità del vento rilevata all'HUB sia alle modalità di funzionamento (impostate al generatore). Nello specifico la figura seguente riporta un estratto della scheda tecnica in cui viene riportato il livello di potenza sonora attribuito all'aerogeneratore a seconda del regime di funzionamento impostato. Nel caso del futuro parco eolico di "Tufara" si utilizzeranno turbine in modalità di funzionamento SO2.

| Sound Optimized (SO) modes |                     |                         |                               |
|----------------------------|---------------------|-------------------------|-------------------------------|
| Mode No.                   | Maximum Sound Level | Serrated trailing edges | Available hub heights         |
| SO2                        | 102 dBA             | Yes (standard)          | 119 / 125 / 149 / 166 / 169 m |
| SO3                        | 101 dBA             | Yes (standard)          | 119 / 125 / 149 / 166 / 169 m |
| SO4                        | 100 dBA             | Yes (standard)          | 119 / 125 / 149 / 166 / 169 m |
| SO5                        | 99 dBA              | Yes (standard)          | 119 / 125 / 149 / 166 / 169 m |
| SO6                        | 98 dBA              | Yes (standard)          | Site specific                 |

Sound Optimized (SO) modes are only available with serrated trailing edges on the blades. For further details on sound performance and in case of specific requests, please contact Vestas Wind Systems A/S.

| Sound Power Level at Hub Height   |  |
|-----------------------------------|--|
| Conditions for Sound Power Level: | Measurement standard IEC 61400-11 ed. 3<br>Maximum turbulence at hub height: 30%<br>Inflow angle (vertical): 0 ±2°<br>Air density: 1.225 kg/m <sup>3</sup> |
| Wind speed at hub height [m/s]    | Sound Power Level at Hub Height [dBA]<br>Sound Optimized Mode SO2 (Blades with serrated trailing edge)   |
| 3                                 | 93.5   |
| 4                                 | 93.7   |
| 5                                 | 94.3   |
| 6                                 | 97.3   |
| 7                                 | 100.2  |
| 8                                 | 102.0  |
| 9                                 | 102.0  |
| 10                                | 102.0  |
| 11                                | 102.0  |
| 12                                | 102.0  |
| 13                                | 102.0  |
| 14                                | 102.0  |
| 15                                | 102.0  |
| 16                                | 102.0  |
| 17                                | 102.0  |
| 18                                | 102.0  |
| 19                                | 102.0  |
| 20                                | 102.0  |

La potenza sonora massima dell'aerogeneratore può variare da un valore di 102 dB(A) a 93,5 dB(A) a seconda la velocità del vento.

Per sua natura il funzionamento di un parco eolico è possibile solo con presenza di vento nel sito di installazione in tutti

giorni dell'anno. La legge stabilisce i principi fondamentali in materia di tutela dell'ambiente esterno e dell'ambiente abitativo dall'inquinamento acustico.

I valori limite delle emissioni sonore delle sorgenti fisse di cui all'art. 2, 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)**

|  |
|--|
| <b>CLASSE I</b> – 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.  |
| <b>CLASSE II</b> – 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  |
| <b>CLASSE III</b> – aree di tipo misto: rientrano in questa classe le aree urbane interessate da traffico veicolare locale o 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                                |
| <b>CLASSE IV</b> – 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 |
| <b>CLASSE V</b> – aree prevalentemente industriali: rientrano in questa classe le aree interessate da insediamenti industriali e con scarsità di abitazioni  |
| <b>CLASSE VI</b> – 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<br>(06:00-22:00) | Notturno<br>(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<br>(06:00-22:00) | Notturno<br>(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                        |

Le 6 turbine saranno localizzate nelle Regioni Molise (WTG01-04), Campania (WTG 02-03-06) e Puglia (WTG05), rispettivamente nei Comuni di Tufara (Molise), S. Bartolomeo in Galdo (Campania) S. Marco La Catola (Puglia).

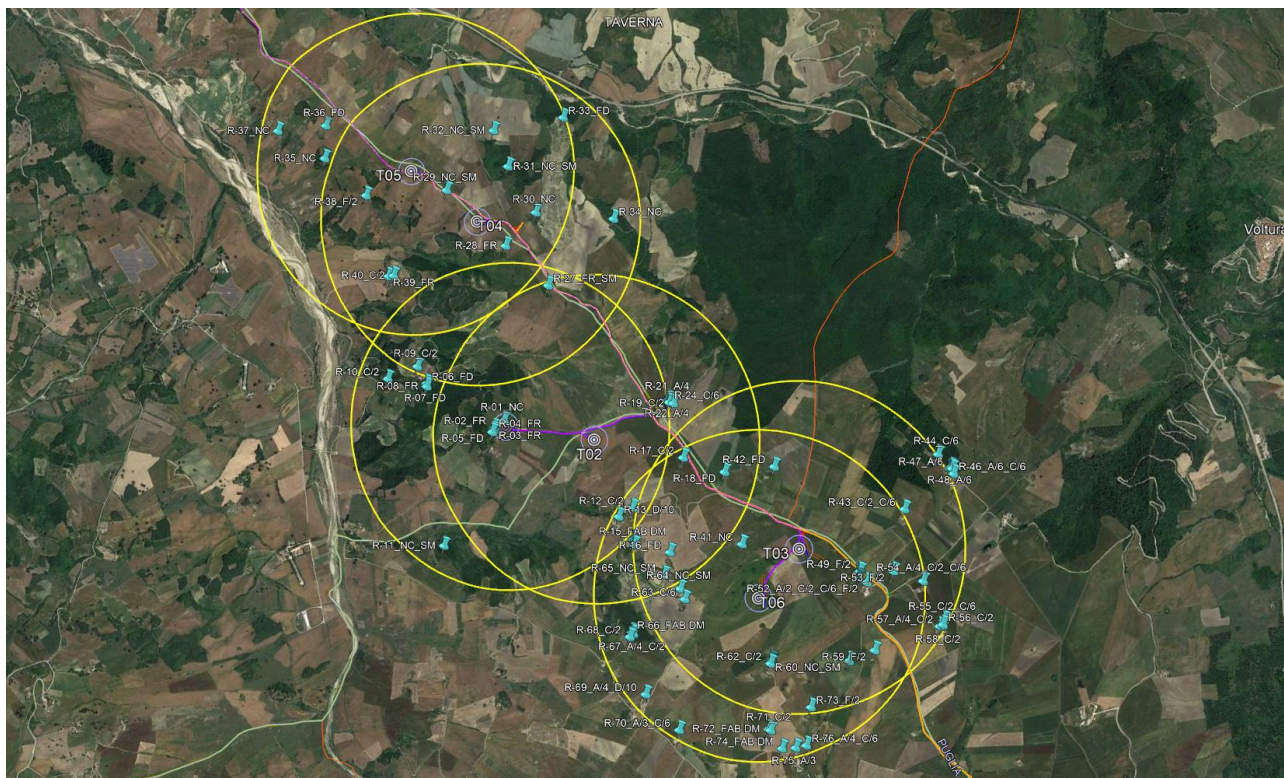
Nessuno di questi Comuni è dotato del piano di classificazione acustica; pertanto, ai fini dell'individuazione dei limiti di immissione, va applicata la norma transitoria di cui all'art. 6, comma 1, del D.P.C.M. 01/03/1991 "Limiti massimi di esposizione al rumore negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno", che recita così:

| ZONIZZAZIONE                    | Limite diurno<br>Leq(A) | Limite notturno<br>Leq(A) |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Tutto il territorio nazionale   | 70                      | 60                        |
| Zona A *                        | 65                      | 55                        |
| Zona B *                        | 60                      | 50                        |
| Zona esclusivamente industriale | 70                      | 70                        |

(\* ) Zone di cui all'art. 2 del Decreto Ministeriale 2 Aprile 1968, n° 1444.

Per l'analisi del calcolo previsionale si è fatto riferimento alle condizioni di potenziale massima criticità delle emissioni sonore per l'attività in esame. Le condizioni più gravose dal punto di vista acustico si avranno quando le sorgenti di rumore saranno in funzione contemporaneamente, di conseguenza prendendo in considerazione il funzionamento contemporaneo dei 6 aerogeneratori in progetto.

Pertanto sono stati localizzati tutti i fabbricati regolarmente censiti al Catasto Fabbricati ritenuti potenzialmente esposti alla rumorosità della sorgente in progetto, ricadenti all'interno dei buffer con raggio pari a 1000m e centro corrispondente ad ogni turbina. Per ognuno di loro sono state indicate le informazioni relative a: posizione geografica, quota, dati catastali, tipologia edificio, distanza dalla turbina più vicina.



**Figura 7 – Collocazione geografica dei ricettori rispetto alle turbine eoliche**

| RICETTORI | Coordinate WGS84 33 est |                | COMUNE                  | FG. | P.LLA | CATEGORIA CATASTALE |  | PRESENZA    | DIST. MIN. DA TURBINA | TURBINA PIU' VICINA |
|-----------|-------------------------|----------------|-------------------------|-----|-------|---------------------|--|-------------|-----------------------|---------------------|
|           | X [m E]                 | Y [m N]        |                         |     |       |                     |  |             |                       |                     |
| R-02      | 499612.00 m E           | 4592603.00 m N | Tufara                  | 25  | 81    | FR                  | Fabbricato rurale  | accatastato | T01                   | 107                 |
| R-03      | 499605.00 m E           | 4592594.00 m N | Tufara                  | 25  | 80    | FR                  | Fabbricato rurale  | accatastato | T01                   | 114                 |
| R-04      | 499605.00 m E           | 4592586.00 m N | Tufara                  | 25  | 79    | FR                  | Fabbricato rurale  | accatastato | T01                   | 120                 |
| R-05      | 499596.00 m E           | 4592577.00 m N | Tufara                  | 25  | 78    | FD                  | Fabbricato diruto  | accatastato | T01                   | 134                 |
| R-06      | 499175.20 m E           | 4592871.35 m N | Tufara                  | 18  | 83    | FD                  | Fabbricato diruto  | accatastato | T01                   | 571                 |
| R-07      | 499176.70 m E           | 4592860.86 m N | Tufara                  | 18  | 82    | FD                  | Fabbricato diruto  | accatastato | T01                   | 568                 |
| R-08      | 499176.57 m E           | 4592853.54 m N | Tufara                  | 18  | 17    | FR                  | Fabbricato rurale  | accatastato | T01                   | 563                 |
| R-09      | 499115.82 m E           | 4592976.91 m N | Tufara                  | 17  | 250   | C/2                 | Magazzini e locali di deposito                                     | accatastato | T01                   | 669                 |
| R-10      | 498919.25 m E           | 4592900.01 m N | Tufara                  | 17  | 258   | C/2                 | Magazzini e locali di deposito                                     | accatastato | T01                   | 835                 |
| R-12      | 500453.27 m E           | 4592120.88 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2   | 245   | C/2                 | Magazzini e locali di deposito                                     | accatastato | T02                   | 515                 |
| R-13      | 500368.02 m E           | 4592065.74 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2   | 223   | D/10                | Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole | accatastato | T02                   | 540                 |
| R-14      | 500454.28 m E           | 4591927.60 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2   | 60    | FAB DM              | Fabbricato demolito  | accatastato | T02                   | 706                 |
| R-15      | 500462.61 m E           | 4591894.56 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2   | 63    | FAB DM              | Fabbricato demolito  | accatastato | T02                   | 741                 |
| R-16      | 500680.08 m E           | 4591853.07 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2   | 83    | FD                  | Fabbricato diruto  | accatastato | T06                   | 600                 |
| R-17      | 500761.06 m E           | 4592428.73 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2   | 221   | C/2                 | Magazzini e locali di deposito                                     | accatastato | T02                   | 549                 |
| R-18      | 501010.65 m E           | 4592344.17 m N | San Marco la Catola     | 29  | 151   | FD                  | Fabbricato diruto  | accatastato | T03                   | 610                 |
| R-19      | 500701.54 m E           | 4592753.40 m N | San Marco la Catola     | 29  | 258   | C/2                 | Magazzini e locali di deposito                                     | accatastato | T02                   | 493                 |
| R-20      | 500662.99 m E           | 4592771.24 m N | San Marco la Catola     | 29  | 260   | C/2                 | Magazzini e locali di deposito                                     | accatastato | T02                   | 463                 |
| R-21      | 500676.25 m E           | 4592776.05 m N | San Marco la Catola     | 29  | 261   | A/4                 | Abitazioni di tipo popolare  | accatastato | T02                   | 478                 |
| R-22      | 500674.68 m E           | 4592770.85 m N | San Marco la Catola     | 29  | 263   | A/4                 | Abitazioni di tipo popolare  | accatastato | T02                   | 472                 |
| R-23      | 500666.43 m E           | 4592765.61 m N | San Marco la Catola     | 29  | 264   | C/6                 | Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse                             | accatastato | T02                   | 466                 |
| R-24      | 500677.25 m E           | 4592759.78 m N | San Marco la Catola     | 29  | 265   | C/6                 | Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse                             | accatastato | T02                   | 473                 |
| R-25      | 500669.99 m E           | 4592776.44 m N | San Marco la Catola     | 29  | 266   | A/4                 | Abitazioni di tipo popolare  | accatastato | T02                   | 469                 |

|      |               |                |                         |    |     |                 |   |             |     |     |
|------|---------------|----------------|-------------------------|----|-----|-----------------|---|-------------|-----|-----|
| R-26 | 500668.23 m E | 4592770.29 m N | San Marco la Catola     | 29 | 267 | C/6             | Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse  | accatastato | T02 | 474 |
| R-27 | 499938.27 m E | 4593466.91 m N | Tufara                  | 17 | 78  | FR_SM           | Fabbricato rurale   | accatastato | T04 | 631 |
| R-28 | 499671.72 m E | 4593712.78 m N | Tufara                  | 17 | 3   | FR              | Fabbricato rurale   | accatastato | T04 | 207 |
| R-33 | 500015.76 m E | 4594512.21 m N | San Marco la Catola     | 29 | 137 | FD              | Fabbricato diruto   | accatastato | T04 | 783 |
| R-36 | 498545.29 m E | 4594460.28 m N | Tufara                  | 10 | 48  | FD              | Fabbricato diruto   | accatastato | T05 | 604 |
| R-38 | 498795.73 m E | 4594030.81 m N | Tufara                  | 10 | 211 | F/2             | Unità collabenti  | accatastato | T05 | 372 |
| R-39 | 498923.18 m E | 4593534.33 m N | Tufara                  | 17 | 18  | FR              | Fabbricato rurale   | accatastato | T04 | 710 |
| R-40 | 498957.00 m E | 4593539.00 m N | Tufara                  | 17 | 260 | C/2             | Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T04 | 680 |
| R-42 | 501308.66 m E | 4592376.26 m N | San Marco la Catola     | 29 | 125 | FD              | Fabbricato diruto   | accatastato | T03 | 462 |
| R-43 | 502089.43 m E | 4592122.80 m N | Volturnara Appula       | 15 | 280 | C/2 C/6         | Magazzini e locali di deposito-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse   | accatastato | T03 | 644 |
| R-44 | 502292.38 m E | 4592449.14 m N | Volturnara Appula       | 15 | 283 | C/6             | Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T03 | 964 |
| R-45 | 502357.77 m E | 4592363.32 m N | Volturnara Appula       | 15 | 287 | D/10            | Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole  | accatastato | T03 | 979 |
| R-46 | 502384.75 m E | 4592334.42 m N | Volturnara Appula       | 15 | 291 | A/6 C/6         | Abitazioni di tipo rurale-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse  | accatastato | T03 | 995 |
| R-47 | 502375.70 m E | 4592364.76 m N | Volturnara Appula       | 15 | 292 | A/6             | Abitazioni di tipo rurale   | accatastato | T03 | 993 |
| R-48 | 502371.26 m E | 4592373.44 m N | Volturnara Appula       | 15 | 288 | A/6             | Abitazioni di tipo rurale   | accatastato | T03 | 998 |
| R-49 | 501819.97 m E | 4591754.73 m N | San Bartolomeo in Galdo | 3  | 46  | F/2             | Unità collabenti  | accatastato | T03 | 405 |
| R-50 | 501803.55 m E | 4591742.40 m N | San Bartolomeo in Galdo | 3  | 47  | F/2             | Unità collabenti  | accatastato | T03 | 395 |
| R-51 | 501810.86 m E | 4591715.12 m N | San Bartolomeo in Galdo | 3  | 21  | FAB DM          | Fabbricato demolito   | accatastato | T03 | 418 |
| R-52 | 501861.68 m E | 4591688.84 m N | San Bartolomeo in Galdo | 3  | 54  | A/2 C/2 C/6 F/3 | Abitazioni di tipo civile-Magazzini e locali di deposito-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse-Unità in corso di costruzione | accatastato | T03 | 477 |
| R-53 | 502022.14 m E | 4591753.55 m N | Volturnara Appula       | 15 | 294 | F/2             | Unità collabenti  | accatastato | T03 | 592 |
| R-54 | 502200.39 m E | 4591694.11 m N | Volturnara Appula       | 16 | 190 | A/4 C/2 C/6     | Abitazioni di tipo popolare-Magazzini e locali di deposito-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse                             | accatastato | T03 | 785 |
| R-55 | 502327.75 m E | 4591461.41 m N | Volturnara Appula       | 16 | 173 | C/2 C/6         | Magazzini e locali di deposito-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse   | accatastato | T03 | 982 |
| R-56 | 502321.97 m E | 4591432.05 m N | Volturnara Appula       | 16 | 211 | C/2             | Magazzini e locali di deposito-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse   | accatastato | T03 | 992 |
| R-57 | 502316.06 m E | 4591422.63 m N | Volturnara Appula       | 16 | 8   | A/4 C/2         | Abitazioni di tipo popolare-Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T03 | 991 |
| R-58 | 502302.61 m E | 4591422.28 m N | Volturnara Appula       | 16 | 210 | C/2             | Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T03 | 981 |
| R-59 | 501912.39 m E | 4591278.02 m N | San Bartolomeo in Galdo | 7  | 24  | F/2             | Unità collabenti  | accatastato | T06 | 795 |

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.

Comm.: C21-024-S05



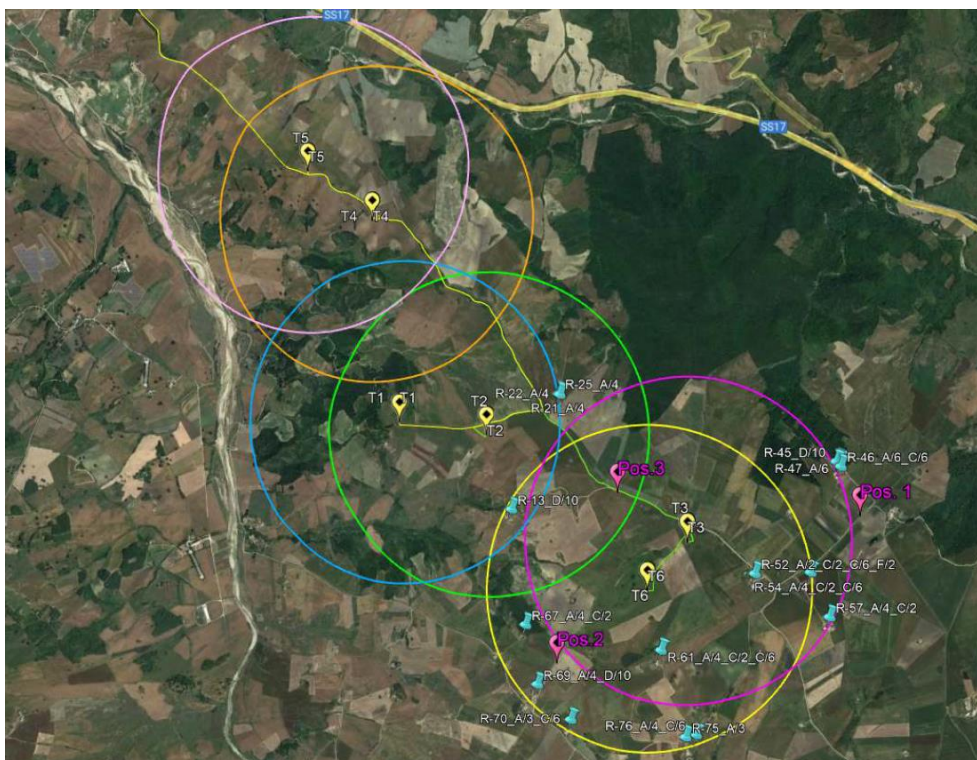
|      |               |                |                         |    |     |             |   |             |     |     |
|------|---------------|----------------|-------------------------|----|-----|-------------|---|-------------|-----|-----|
| R-61 | 501293.15 m E | 4591220.30 m N | San Bartolomeo in Galdo | 6  | 77  | A/4 C/2 C/6 | Abitazioni di tipo popolare-Magazzini e locali di deposito-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse | accatastato | T06 | 443 |
| R-62 | 501286.16 m E | 4591198.20 m N | San Bartolomeo in Galdo | 6  | 82  | C/2         | Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T06 | 462 |
| R-63 | 500770.72 m E | 4591571.86 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2  | 239 | C/6         | Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse  | accatastato | T06 | 477 |
| R-66 | 500450.91 m E | 4591370.57 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2  | 159 | FAB DM      | Fabbricato demolito   | accatastato | T06 | 842 |
| R-67 | 500459.01 m E | 4591361.19 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2  | 236 | A/4 C/2     | Abitazioni di tipo popolare-Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T06 | 834 |
| R-68 | 500437.97 m E | 4591342.92 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2  | 237 | C/2         | Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T06 | 865 |
| R-69 | 500534.55 m E | 4591000.81 m N | San Bartolomeo in Galdo | 2  | 219 | A/4 D/10    | Abitazioni di tipo popolare-Fabbricati per funzioni produttive connesse alle attività agricole    | accatastato | T06 | 962 |
| R-70 | 500737.63 m E | 4590780.21 m N | San Bartolomeo in Galdo | 6  | 75  | A/3 C/6     | Abitazioni di tipo economico-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse                               | accatastato | T06 | 999 |
| R-71 | 501289.09 m E | 4590788.72 m N | San Bartolomeo in Galdo | 6  | 89  | C/2         | Magazzini e locali di deposito  | accatastato | T06 | 868 |
| R-72 | 501278.67 m E | 4590795.87 m N | San Bartolomeo in Galdo | 6  | 43  | FAB DM      | Fabbricato demolito   | accatastato | T06 | 860 |
| R-73 | 501532.54 m E | 4590928.25 m N | San Bartolomeo in Galdo | 6  | 73  | F/2         | Unità collabenti  | accatastato | T06 | 790 |
| R-74 | 501359.71 m E | 4590675.27 m N | San Bartolomeo in Galdo | 10 | 78  | FAB DM      | Fabbricato demolito   | accatastato | T06 | 992 |
| R-75 | 501442.39 m E | 4590677.70 m N | San Bartolomeo in Galdo | 10 | 118 | A/3         | Abitazioni di tipo economico  | accatastato | T06 | 999 |
| R-76 | 501507.24 m E | 4590691.73 m N | San Bartolomeo in Galdo | 7  | 33  | A/4 C/6     | Abitazioni di tipo popolare-Stalle, scuderie, rimesse, autorimesse                                | accatastato | T06 | 999 |

Fabbricati con destinazione d'uso abitativa

Fabbricati con destinazione d'uso produttiva

L'area in questione è caratterizzata da vaste estensioni di terreno e dalla presenza di sporadici fabbricati, la maggior parte dei quali, come si evince dalla tabella sopra rappresentata, sono depositi o fabbricati in disuso/abbandonati. Pertanto, per caratterizzare il clima acustico esistente si è proceduto ad eseguire un monitoraggio dell'area interessata dal progetto dell'impianto riportando solo i fabbricati abitativi e produttivi, che rappresentano una porzione contenuta rispetto a tutti i ricettori individuati.

Sono state individuate n. 3 posizioni, concentrando le misure nella zona sud est del futuro impianto, laddove si concentrano i fabbricati residenziali.



**Figura 8** – Collocazione geografica delle postazioni fonometriche rispetto alle turbine eoliche



Si riportano di seguito gli esiti delle misurazioni eseguite nelle condizioni e nelle posizioni di cui discusso precedentemente.

|             | POS. MISURA | TEMPO DI MISURA (T <sub>m</sub> ): | SORGENTI DI RUMORE IDENTIFICABILI | L <sub>Aeq</sub> dB (A) | L <sub>50</sub> dB (A) | L <sub>90</sub> dB (A) | N.REPORT DI MISURA |
|-------------|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|--------------------|
| TR DIURNO   | 1_diurno    | 24/02/2022<br>Ore 10.25-10.55      | Nessuna sorgente identificabile   | 32.0                    | 29.0                   | 28.4                   | POS.1_diurno       |
|             | 2_diurno    | 24/02/2022<br>Ore 13.19-13.44      | Nessuna sorgente identificabile   | 30.6                    | 28.7                   | 28.2                   | POS.2_diurno       |
|             | 3_diurno    | 24/02/2022<br>Ore 11.44-12.14      | Nessuna sorgente identificabile   | 32.8                    | 29.7                   | 28.3                   | POS.3_diurno       |
| TR NOTTURNO | 1_notturno  | 24/02/2022<br>Ore 22.26-22.56      | Nessuna sorgente identificabile   | 29.8                    | 23.5                   | 20.9                   | POS.1_notturno     |
|             | 2_notturno  | 24/02/2022<br>Ore 23.13-23.43      | Nessuna sorgente identificabile   | 29.4                    | 21.9                   | 18.5                   | POS.2_notturno     |
|             | 3_notturno  | 25/02/2022<br>Ore 00.11-00.36      | Nessuna sorgente identificabile   | 29.0                    | 21.7                   | 18.6                   | POS.3_notturno     |

La velocità del vento nel corso delle misure era irrilevante; pertanto, per poter conoscere i livelli di rumore residuo con scenari di vento diversi, da poter mettere a confronto con i livelli di rumore ambientale – a parità di condizioni di vento, si è fatto ricorso ad uno studio che mette in correlazione la velocità del vento e il livello di rumore generato. Facendo riferimento allo studio pubblicato dall'ISPRA "Linee Guida per la valutazione ed il monitoraggio dell'impatto acustico degli impianti eolici" è stato determinato il livello di rumore residuo, in condizioni di ventosità diverse a quota 1.5 m e 5,0 m e poi correlato per ottenere il valore ad un'altezza di 125m.

| Vento [m/s]<br>H125m | Vento [m/s]<br>H 1,5 m | ISPRA |
|----------------------|------------------------|-------|
| 4.0                  | 2.1                    | 28.8  |
| 6.0                  | 3.2                    | 37.0  |
| 8.0                  | 4.3                    | 42.9  |
| 12.0                 | 6.4                    | 51.1  |

| Vento [m/s]<br>H125m | Vento [m/s]<br>H 5,0 m | ISPRA |
|----------------------|------------------------|-------|
| 4.0                  | 2.5                    | 32.3  |
| 6.0                  | 3.8                    | 40.5  |
| 8.0                  | 5.1                    | 46.4  |
| 12.0                 | 7.6                    | 54.6  |

Determinato il livello di rumore residuo, è stato calcolato per via teorica il livello di rumore generato dall'impianto eolico in corrispondenza dei ricettori individuati. Il calcolo è stato eseguito mediante il software di modellizzazione acustica SoundPlan 8.2, che, in accordo con gli standards nazionali deliberati per il calcolo delle sorgenti di rumore e, basandosi sul metodo del Ray Tracing, è in grado di definire la propagazione del rumore sia su grandi aree (mappature) sia per singoli punti (livelli globali puntuali).

Tenuto conto dei valori ottenuto dal calcolo si evince che in tutti i casi, in corrispondenza di tutti i ricettori individuati, i livelli assoluti di immissione restano al di sotto dei limiti, sia in periodo diurno che in periodo notturno. Inoltre per quanto riguarda il calcolo differenziale, questo è stato condotto solo in corrispondenza dei fabbricati abitativi (che prevedono la presenza di persone o comunità), in accordo a quanto prescrive l'art. 4, comma 1 del DPCM 14/11/97 che recita: "I valori limite differenziali di immissione, definiti all'art. 2, comma 3, lettera b), della legge 26 ottobre 1995, n. 447, sono: 5 dB per il periodo diurno e 3 dB per il periodo notturno, all'interno degli ambienti abitativi". Per la definizione di "ambiente abitativo" si rimanda all'art. 2, comma 1, lett. b) della L. 447/95: "ambiente abitativo: ogni ambiente interno ad un edificio

destinato alla permanenza di persone o di comunità ed utilizzato per le diverse attività umane, fatta eccezione per gli ambienti destinati ad attività produttive". Nella verifica del limite si verificano due condizioni:

- in alcuni casi il criterio non viene applicato perché ricade la condizione di non applicabilità ex art. 4, comma 2 del DPCM 14/11/97 " Le disposizioni di cui al comma precedente non si applicano nei seguenti casi, in quanto ogni effetto del rumore è da ritenersi trascurabile: a) se il rumore misurato a finestre aperte sia inferiore a 50 dB(A) durante il periodo diurno e 40 dB(A) durante il periodo notturno". Tale condizione si verifica sempre in periodo diurno.
- in altri casi - dunque in periodo notturno- laddove il criterio va applicato, il livello risulta sempre inferiore al limite.

Se consideriamo inoltre l'alterazione acustica dell'area durante la costruzione dell'opera, essa è riconducibile alle fasi di approntamento e di esercizio del cantiere, con la presenza di emissioni acustiche che in relazione alle varie attività di cantiere, possono essere di tipo continuo o discontinuo.

Tenuto conto delle caratteristiche costruttive delle opere da realizzare, le fasi cantieristiche caratterizzate dalle emissioni più rilevanti sono quelle relative ai movimenti terra e alla realizzazione delle opere civili, mentre la fase di montaggio delle apparecchiature elettromeccaniche determinerà emissioni sonore certamente più contenute.

La rumorosità delle attività di cantiere sarà strettamente connessa alle tipologie di macchinari che verranno impiegati e alle scelte operative dell'Impresa Appaltatrice che realizzerà l'opera. Si riporta la suddivisione dei mezzi utilizzati per le differenti attività svolte:

| N. FASE | DESCRIZIONE                               | TIPOLOGIA SORGENTE |
|---------|---|--------------------|
| 01      | ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE             | Fissa              |
| 02      | ADEGUAMENTO VIABILITA' INTERNA E PIAZZOLE | Fissa              |
| 03      | ADEGUAMENTO VIABILITA' ESTERNA            | Mobile             |
| 04      | RIPRISTINO ANTE OPERAM VIABILITA' ESTERNA | Mobile             |
| 05      | CAVIDOTTI E CAVI                          | Mobile             |
| 06      | FONDAZIONI                                | Fissa              |
| 07      | MONTAGGIO AEROGENERATORI                  | Fissa              |
| 08      | SSE UTENTE                                | Fissa              |

Mediante l'utilizzo di software specifici si è verificato il rispetto del limite assoluto di immissione delle fasi di cantiere.

La verifica fa riferimento alle condizioni di massima criticità delle emissioni sonore associate all'attività. In questo caso, le condizioni più gravose dal punto di vista acustico si hanno considerando tutte le sorgenti del cantiere in funzione.

Pertanto, dalle simulazioni condotte nelle condizioni più critiche, è risultato che:

- le fasi di lavorazione più impattanti sono quelle mobili (fase 03 "Adeguamento viabilità esterna" - fase 04 "Ripristino ante operam viabilità esterna" e fase 05 "Cavidotti e cavi"), in cui - nelle posizioni individuate come quelle acusticamente più sfavorevoli - si raggiunge un livello massimo di pressione sonora rispettivamente pari a:
  - 9.0 dB(A) sul ricevitore R52 e 73.1 dB(A) sul ricevitore R80 durante la Fase 3
  - 68.2 dB(A) sul ricevitore R52 e 72.0 dB(A) sul ricevitore R80 durante la Fase 4
  - 63.8 dB(A) sui ricevitori R21/R25 e 69.0 dB(A) sul ricevitore R80 durante la Fase 5

- durante le fasi di lavoro fisse (fasi 01-02-06-07) il ricettore più esposto è l'R61, in corrispondenza del quale il livello massimo raggiunto è pari a 53.5dB(A) durante la fase 06 "Fondazioni". Il confronto tra i livelli stimati è stato fatto solo tra i fabbricati abitativi e produttivi, che prevedano dunque la presenza di persone.

Dai risultati sin qui riportati si evince che in corrispondenza di alcuni ricettori il limite di emissione (pari a 70dB(A)) viene superato; questa condizione si verifica solo durante le fasi mobili del cantiere. A tal proposito, si precisa comunque che, essendo lavorazioni itineranti lungo il percorso del cavidotto e della strada, la durata di tali operazioni e la conseguente emissione di rumore sarà limitata alla sola/e giornata/e in cui il cantiere sarà localizzato in prossimità di quei ricettori.

Per maggiori approfondimenti si rimanda allo studio specialistico "Valutazione previsionale di impatto acustico e piano di monitoraggio".

## 6.2. Cavidotti

### 6.2.1. Generalità

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui si è già parlato, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso le cabine di centrale è articolato su n.2 distinte linee elettriche a 36 kV. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato a 36 kV.

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato a 36 kV, di sezione pari a crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore.

| LINEA N°1 - Linee in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente) |               |        |               |                 |            |             |            |              |                |
|--|---------------|--------|---------------|-----------------|------------|-------------|------------|--------------|----------------|
| WTG N°   | TRATTA        | In [A] | Lunghezza [m] | Sez. cavo [mmq] | C.d.t. [V] | C.d.t. [%]  | Ploss [kW] | Ploss [%]    | Posa           |
| 1  | T1>>T4        | 90,88  | 2862          | 120             | 107,0      | 0,297       | 13,9       | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 2  | T4>>T5        | 181,76 | 922           | 150             | 58,0       | 0,161       | 14,5       | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 3  | T5>>CC        | 272,64 | 4640          | 185             | 376,6      | 1,046       | 132,4      | 0,001        | ST - Trifoglio |
|  | <b>TOTALE</b> |        | <b>8424</b>   |                 | <b>542</b> | <b>1,50</b> | <b>161</b> | <b>0,001</b> |                |
| LINEA N°2 - Linee in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente) |               |        |               |                 |            |             |            |              |                |
| WTG N°   | TRATTA        | In [A] | Lunghezza [m] | Sez. cavo [mmq] | C.d.t. [V] | C.d.t. [%]  | Ploss [kW] | Ploss [%]    | Posa           |
| 1  | T6>>T3        | 90,88  | 804           | 120             | 30,0       | 0,083       | 3,9        | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 2  | T3>>T2        | 181,76 | 2058          | 150             | 129,4      | 0,360       | 32,4       | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 3  | T2>>CC        | 272,64 | 7514          | 185             | 609,8      | 1,694       | 214,5      | 0,001        | ST - Trifoglio |
|  | <b>TOTALE</b> |        | <b>10376</b>  |                 | <b>769</b> | <b>2,14</b> | <b>251</b> | <b>0,002</b> |                |

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, con protezioni meccaniche ove necessario, ad una profondità che prevede l'estradosso del cavo maggiore o uguale a 1 m. 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.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato dedicato a tale scopo.

### 6.2.2. Dati tecnici del cavo utilizzato

I cavi utilizzati saranno a norma e del tipo **ARG7H1R 26/45 kV** ed interrati ad una profondità non inferiore a 1,1 m. Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa M prevista dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria. I cavi avranno sezione opportuna di modo che la portata nominale (nelle condizioni di posa previste) sia sufficiente a trasportare la corrente in condizioni di normale funzionamento.

La Norma CEI 20-13 "Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV" definisce le principali regole costruttive per i cavi isolati con gomme di qualità G5 e G7 a base di elastomeri etilenpropilenici e stabilisce le prescrizioni di prova a cui devono rispondere nel collaudo. Il paragrafo "Portate di corrente" afferma che per le portate in regime permanente si deve fare riferimento alla Norma CEI 20-21 "Calcolo delle portate dei cavi elettrici in regime permanente (fattore di carico 100%)" e alle tabelle CEI-UNEL 35027 (nel nostro caso). La Norma CEI-UNEL 35027 è ricavata dalla serie di Norme CEI 20-21 (recepimento della Norma IEC 60287 - serie) ed incorpora la revisione dei valori delle portate in corrente citate nelle Norme CEI. Poiché la sezione massima dei conduttori citata in questa Norma è di 300 mm<sup>2</sup> (cavi in Cu e Al), per i valori di portata in corrente in regime permanente di cavi di dimensioni superiori rimanda alle specifiche tecniche rilasciate dai costruttori per i cavi costruiti in conformità alla CEI 20-13.

### 6.2.3. 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 1,1-1,2 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;
- FASE 2 (posa cavidotti):
  - o Scavo a sezione obbligata fino alla profondità relativa di -1,30 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 -1,30 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.

#### 6.2.4. Fibra ottica di collegamento

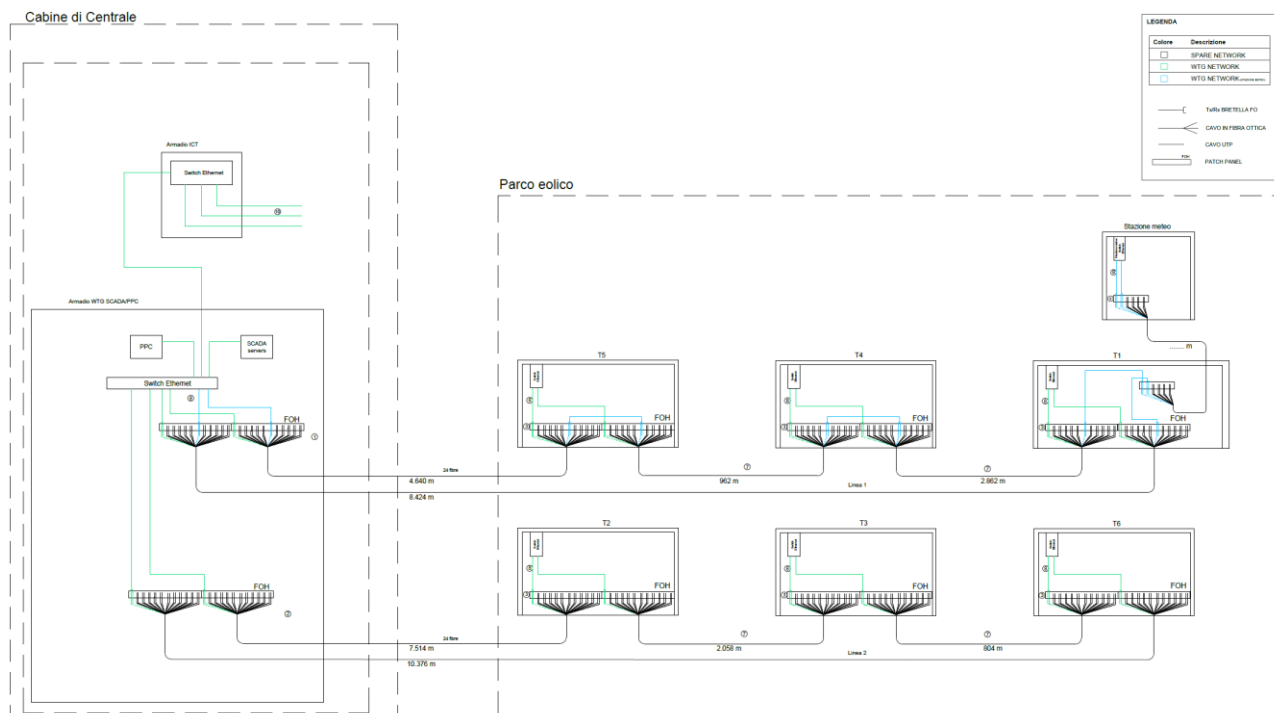
Per permettere il monitoraggio e controllo dei singoli aerogeneratori, il presente progetto prevede la realizzazione di un nuovo sistema di telecontrollo, il quale sovrintenderà al funzionamento del parco eolico in esame.

Per la realizzazione del sistema si farà uso di un collegamento in fibra ottica, in configurazione entra-esce da ciascun aerogeneratore.

Lo schema di collegamento del sistema di monitoraggio segue la stessa logica dello schema di collegamento elettrico riportato nel capitolo precedente.

In particolare, si farà uso di un cavo in fibra ottica mono-modale da 12 fibre 9/125/250, in tubo interrato, di caratteristiche prestazionali tali da garantire una attenuazione del segnale minima, così da permettere la migliore qualità nella trasmissione delle informazioni.

Le fibre devono essere corredate di tutti gli accessori necessari alla loro giunzione ed attestazione.



**Figura 9 – Schema rete fibra ottica**

### 6.2.5. 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.

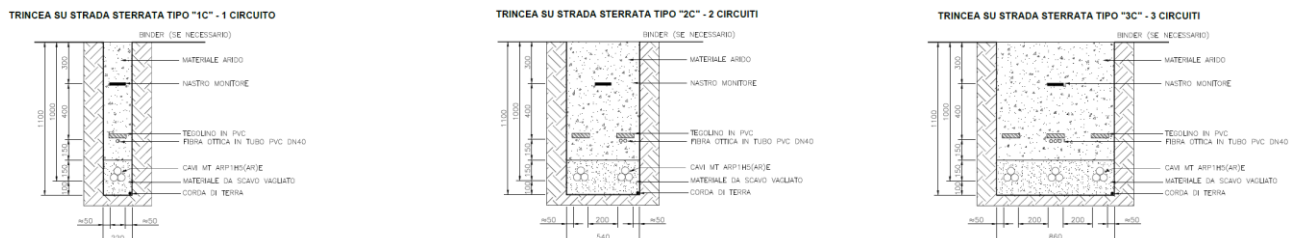
Il sistema di terra di ciascun aerogeneratore consisterà in più anelli dispersori concentrici, collegati radialmente fra loro, e collegati in più punti anche all'armatura del plinto di fondazione.

Il conduttore di terra di collegamento tra i vari aerogeneratori consiste invece in una corda di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup>, posta in intimo contatto con il terreno.

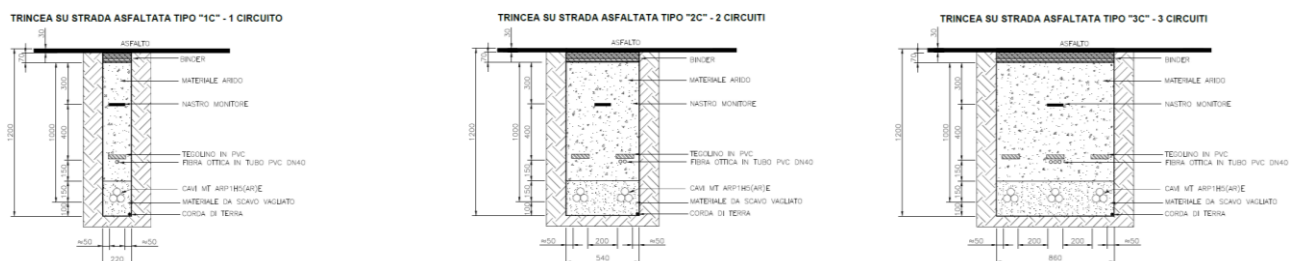
Particolare attenzione va posta agli attraversamenti lungo il tracciato dell'cavidotto. Per evitare infatti che in caso di guasto si possa verificare il trasferimento di potenziali dannosi agli elementi sensibili circostanti, quali altri sotto-servizi, acquedotti, tubazioni metalliche, ecc. ecc., verrà 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> del tipo FG7(O)R, opportunamente giuntato al conduttore di rame nudo, tale da garantire una resistenza pari a quella della corda di rame nudo di 50 mm<sup>2</sup>.

### 6.2.6. 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.10 e Fig. 11*).



*Figura 10 – Sezioni trincee per posa cavidotti su strada sterrata*



*Figura 11 – Sezioni trincee per posa cavidotti su strada asphaltata*

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

Le macchine saranno suddivise in due sottocampi composti rispettivamente da tre e due macchine, a seconda della viabilità esistente, collegate tra loro attraverso uno degli scomparti di media tensione della macchina più vicina al punto di raccolta.

### 6.3. Cabine di centrale

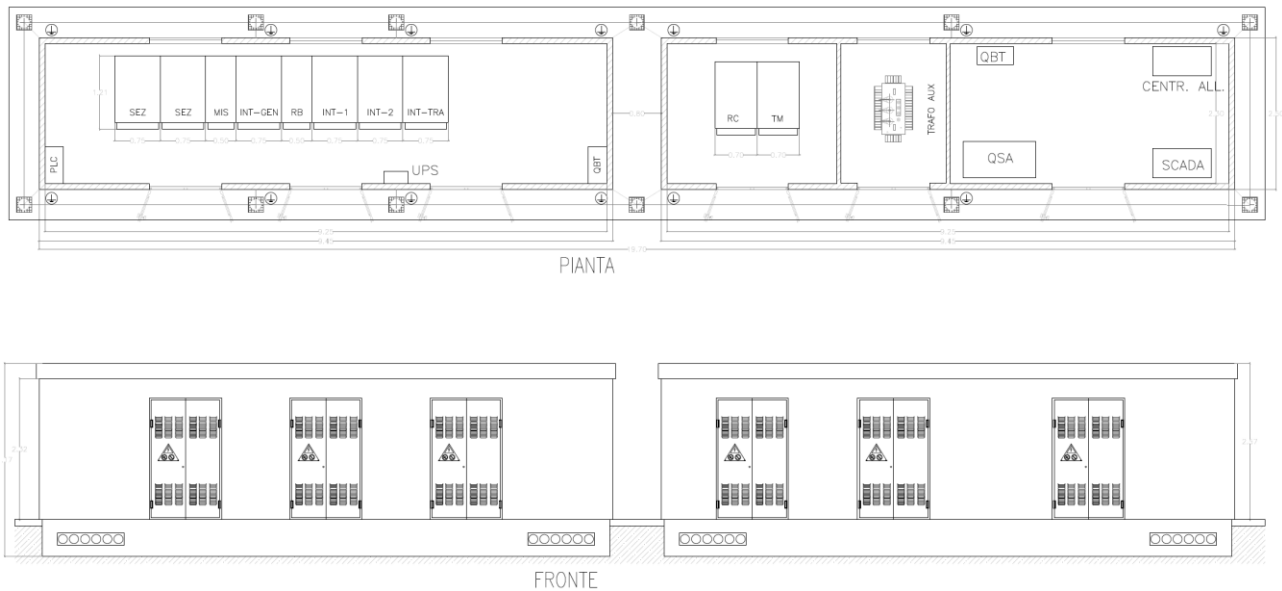
Le cabine di centrale avranno le seguenti caratteristiche generali. Esse sono destinate a contenere i quadri di comando e controllo del Parco Eolico, gli apparati di tele-operazione e i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione. La costruzione dell'edificio è di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile. La copertura a tetto piano, opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi realizzati in alluminio anodizzato naturale.

Particolare cura è osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 04/04/1975 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 09/01/1991 e successivi regolamenti di attuazione.

Tale edificio conterrà seguenti locali:

- locale controllo e comando;
- locale quadri BT;

- locale quadri a 36 kV;
- locale misure.



**Figura 12 – Planimetria e prospetto cabine di centrale**

#### 6.4. Opere di rete per la connessione alla RTN

Wind 2 Energy Italy S.r.l. ha già ricevuto ed accettato il preventivo di connessione (Cod. Pratica: 202000903) inviato da Terna per la connessione di un impianto di generazione da fonte rinnovabile (eolica) per una potenza in immissione pari a 29,5 MW. Tale STMG prevede l'inserimento dell'impianto alla RTN mediante collegamento in antenna a 150 kV con una futura stazione di smistamento RTN 150 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 150 kV "Casalvecchio-Pietracatella", previa realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 150 kV di collegamento fra la futura stazione di cui sopra e la Cabina Primaria denominata "Cercemaggiore".

A seguito della scelta della Società Wind 2 Energy Italy S.r.l. di rimodulare l'impianto eolico, impiegando delle turbine eoliche da 6 MW esercite però con la modalità Souind Optimized Mode 2 (SO2) con una potenza ridotta a 5,1 MW, è stato richiesto a Terna il riesame della STMG, che preveda sia la modifica della potenza in immissione sia una soluzione di connessione a 36 kV. Si è in attesa dell'elaborazione, da parte di Terna, della nuova STMG.



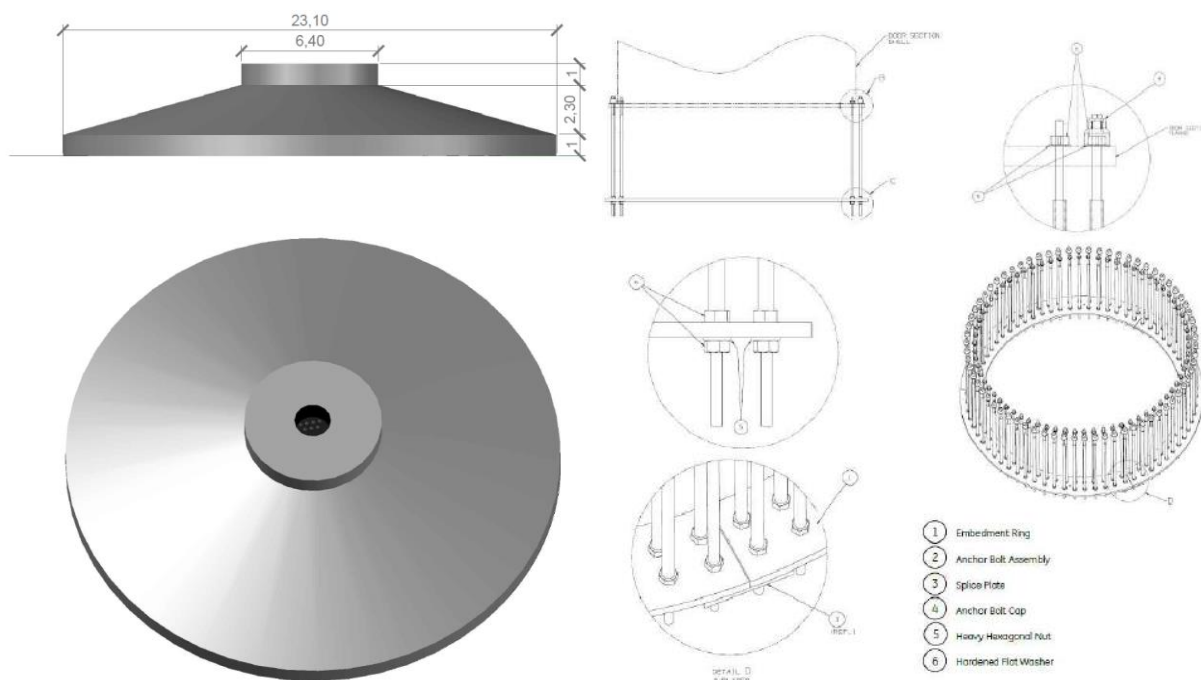
## 7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI

### 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 125 m, con relativa aria 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 4,30 m. All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia metallica di forma cilindrica per l'ancoraggio della torre.



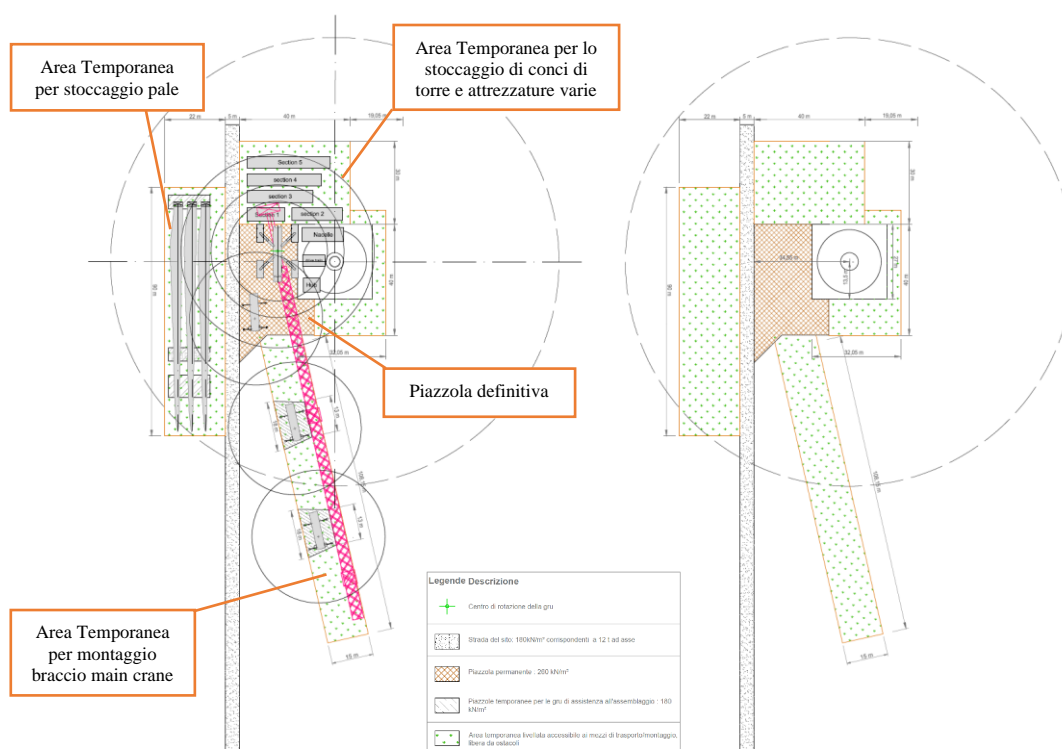
**Figura 13** – Fondazione tipo studiata per l'aerogeneratore e con particolare dell'anello di ancoraggio

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 degli aerogeneratori dovrà predisporci, nelle aree subito attorno alla fondazione, lo scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e compattazione di una superficie di circa 40x27 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 conici 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 15x90 m a seconda dei casi, subito adiacente a quella definitiva, per lo stoccaggio temporaneo delle pale, una delle dimensioni variabili di circa 40x20 m e 27x14 m per lo stoccaggio del resto delle componenti della navicella, dei conchi di torre e di ulteriori componenti e attrezzature necessari al montaggio, infine sarà necessaria un'ulteriore area di circa 80÷137 x 17 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 queste aree, ad eccezione della piazzola definitiva, verranno riportate allo stato ante operam prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la crescita di vegetazione spontanea. 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.



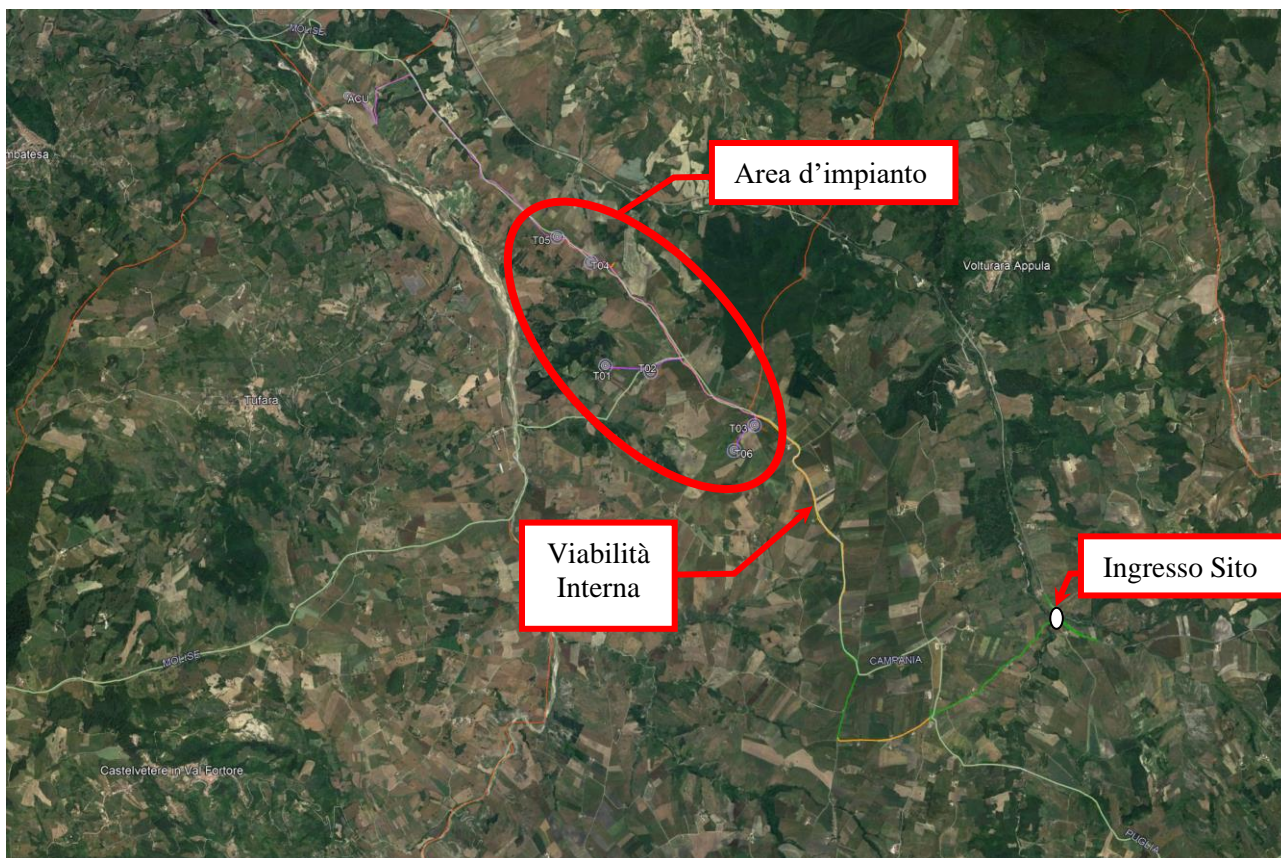
**Figura 14** – Tipico piazzola aerogeneratore durante la fase di montaggio con indicazione delle aree definitive (in marrone) e temporanee (in verde) e posizionamento indicativo delle componenti necessarie al montaggio (a sinistra)

### 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 Manfredonia oppure Vasto. Dal porto si procederà alla consegna a destinazione, in agro dei Comuni di Tufara, San Bartolomeo in Galdo e San Marco la Catola con trasporto gommato. A seguito dei sopralluoghi eseguiti, al fine di valutare

l'itinerario da percorrere per il trasporto delle macchine, è emersa la necessità di particolari accorgimenti da adottare per il raggiungimento del sito in sicurezza.



**Figura 15** Inquadramento viabilità interna al sito

Il percorso ipotizzato è stato suddiviso in due tratte per questioni logistiche e compatibilità dimensionale tra viabilità e trasporti utilizzati. La prima parte di viabilità, quella esterna che, anche se non è stata analizzata nello specifico in quanto non è stato ancora definito il porto di arrivo. La seconda parte di viabilità, quella interna, che va dalla Statale SS17 attraverso strade comunali fino al raggiungimento del sito invece, a differenza di quella esterna, è caratterizzata da punti con raggi di curvatura risicati e pochi spazi di manovra. Per questo tratto si è optato per mezzi con carrelloni modulari. Il vantaggio di questi ultimi sta nel necessitare, a parità di componenti trasportate, di minori raggi di curvatura e spazi di manovra, di contro raggiungono altezze maggiori che spesso necessitano dell'eliminazione di eventuali ostacoli che attraversano il percorso, come ad esempio le linee elettriche aeree.

In ogni caso le componenti che presentano le maggiori difficoltà nel trasporto sono senza alcun dubbio le pale. Le scelte di viabilità precedentemente descritte sono state calibrate anche per queste ultime: infatti nel primo tratto di viabilità, proprio per le sue caratteristiche, si opterà per il trasporto fisso in orizzontale con i sistemi "SWC" ("Super Wing Carrier", Fig.16) o "RBTS" ("Rotor Blade Transport System" o più conosciuto come "DOLL System" (Fig.17), nel secondo tratto si utilizzerà invece il sistema carrello con "Blade Lifter Trailer" (Fig. 18), un sistema di aggancio e sollevamento che

permette l'innalzamento della pala per il trasporto in verticale diminuendo sensibilmente l'ingombro orizzontale permettendo l'ingresso in curve con raggi di curvatura quasi comparabili a mezzi di trasporto convenzionali. Quest'ultimo sistema di trasporto ha di contro l'essere estremamente lento e instabile in quanto tutto il carico scarica su un unico punto di ancoraggio ed il trasporto, a causa della natura stessa dell'elemento trasportato, deve avvenire in condizioni di assenza, o quasi, di vento. Inoltre, proprio perché il carico in curva viene sollevato per diverse decine di metri in altezza, non ci deve essere presenza di ostacoli aerei che attraversano la carreggiata.



**Figura 16** – Esempio di trasporto con SWC (Super Wing Carrier)



**Figura 17** – Esempio di trasporto con "RBTS" (Rotor Blade Transport System)



**Figura 18** – Esempio di trasporto con Blade Lifter Trailer

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



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



**Figura 20** – Esempio di trasporto Nacelle

Naturalmente, visto l'utilizzo di mezzi diversi per percorrere le due tratte, sarà necessario prevedere una “Transshipment Area”. Questa è un'apposita area di trasbordo, appunto, in cui approdano i mezzi a carrellone ribassato che hanno già percorso la prima tratta proveniente dal porto e dai quali verranno scaricate le componenti per essere poi ricaricate su mezzi a carrellone modulare che da qui inizieranno la seconda tratta fino a raggiungere la destinazione finale di montaggio dell'aerogeneratore.

La posizione dell'area di transshipment, al pari della viabilità esterna, sarà decisa insieme al trasportatore e al fornitore in una fase successiva della progettazione ma, sicuramente, dovrà essere collocata lungo la parte finale della viabilità esterna in prossimità dell'ingresso al sito.

### 7.3.2. Viabilità di Servizio

All'interno del sito è già presente una rete di viabilità a servizio dei fondi agricoli presenti. Essa sarà adeguata alle nuove necessità e solo dove necessario ne verrà creata di nuova e utilizzata per accedere ad ognuna delle piattaforme degli aerogeneratori, sia durante la fase di esecuzione delle opere sia nella successiva manutenzione del parco eolico e costituiranno peraltro una utile viabilità aperta a tutti per la fruizione del territorio.

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. Inoltre, in fase di esecuzione dei tracciati stradali sarà ottimizzato in particolar modo il deflusso delle acque onde evitare innesco di fenomeni erosivi, perdita di stabilità e turbamento del regime delle acque.

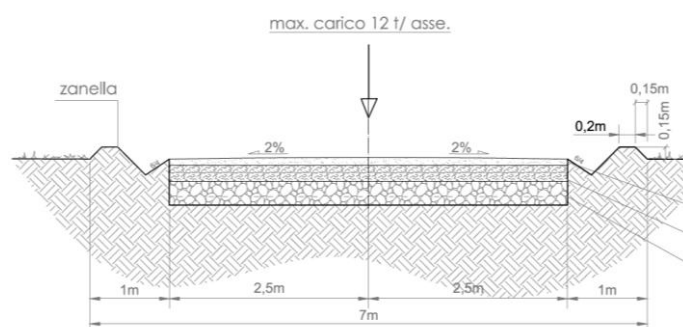
Complessivamente gli assi stradali interni al sito sommano a 12.888,00 m di cui oggetto di intervento circa 9.435,00 m, a loro volta suddivisi in 7.618,00 m riguardanti la viabilità esistente da adeguare e solamente 1.817,00 m riguardanti nuova viabilità da realizzare; dunque nel complesso per una potenza di 30,6 MW di nuovo impianto occorrerà realizzare solamente 1.817,00 m di nuove strade sterrate pari a circa l'14% 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.

La carreggiata avrà un'ampiezza di 5,00 m per il rettifilo, mentre si arriverà ai 6,00 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.

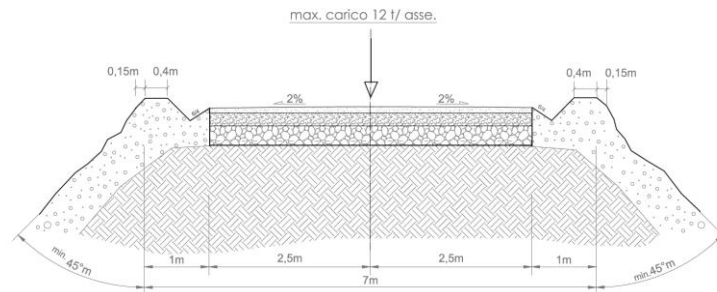
Le pendenze raggiungibili dagli assi stradali saranno del 10% circa in condizioni non legate, del 12-14% con accorgimenti (utilizzo di materiali leganti) mentre per pendenze maggiori si dovrà ricorrere al traino ed in ogni caso bisognerà valutare in accordo con il trasportista.

La sezione stradale sarà realizzata in massicciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 40 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 20 cm. Il carico assiale sul piano stradale dovrà essere di circa 12 t/asse.

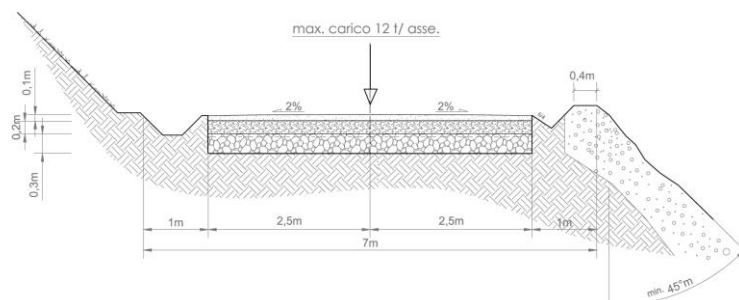
Si riportano di seguito le sezioni tipo adottate per la viabilità, rinviando gli approfondimenti allo specifico elaborato grafico:



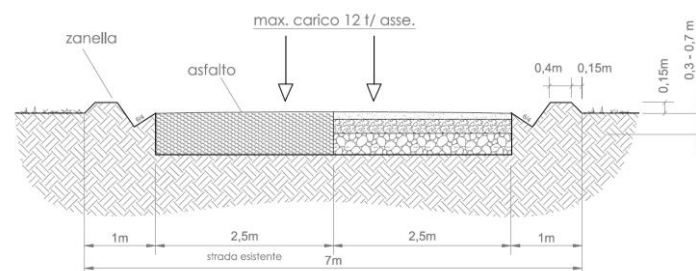
**Figura 21 – Sezione stradale tipo in piano**



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



**Figura 23 – Sezione stradale tipo a mezza costa**



**Figura 24 – 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, A.2.5, 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 Generale  | Terre ghiaio-sabbiose                               |       |      |       |       |       |       | Terre limo-argillose                                |      |      |      | Torbe e terre organiche palustri |      |
|---|---|-------|------|-------|-------|-------|-------|---|------|------|------|----------------------------------|------|
|   | Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35% |       |      |       |       |       |       | Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35% |      |      |      |                                  |      |
| Gruppo  | A1  |       | A3   | A2    |       |       |       | A4  | A5   | A6   | A7   | A7-6                             | A8   |
| Sottogruppo   | A 1-a   | A 1-b |      | A 2-4 | A 2-5 | A 2-6 | A 2-7 |   |      |      |      |                                  |      |
| Analisi granulometrica  |   |       |      |       |       |       |       |   |      |      |      |                                  |      |
| Frazione passante allo Staccio                                    |   |       |      |       |       |       |       |   |      |      |      |                                  |      |
| 2 UNI 2332 %  | ≤ 50  | -     | -    | -     | -     | -     | -     | -   | -    | -    | -    | -                                | -    |
| 0,4 UNI 2332 %  | ≤ 30  | ≤ 50  | > 50 | -     | -     | -     | -     | -   | -    | -    | -    | -                                | -    |
| 0,075 UNI 2332 %  | ≤ 15  | ≤ 25  | ≤ 10 | ≤ 35  | ≤ 35  | ≤ 35  | ≤ 35  | > 35  | > 35 | > 35 | > 35 | > 35                             | > 35 |
| Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332 |   |       |      |       |       |       |       |   |      |      |      |                                  |      |
| Limite liquido  | -   | -     | ≤ 40 | > 40  | > 40  | ≤ 40  | > 40  | ≤ 40  | > 40 | ≤ 40 | > 40 | > 40                             | > 40 |
| Indice di plasticità  | ≤ 6   | N.P.  | ≤ 10 | ≤ 10  | ≤ 10  | > 10  | > 10  | ≤ 10  | ≤ 10 | > 10 | > 10 | > 10                             | > 10 |
| Indice di gruppo  | 0   |       | 0    | 0     |       |       | ≤ 4   | ≤ 8   | ≤ 12 | ≤ 16 | ≤ 20 |                                  |      |

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 N/mm<sup>2</sup>, 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



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,

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  $M_e$ , 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 inaffiamento 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,

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.

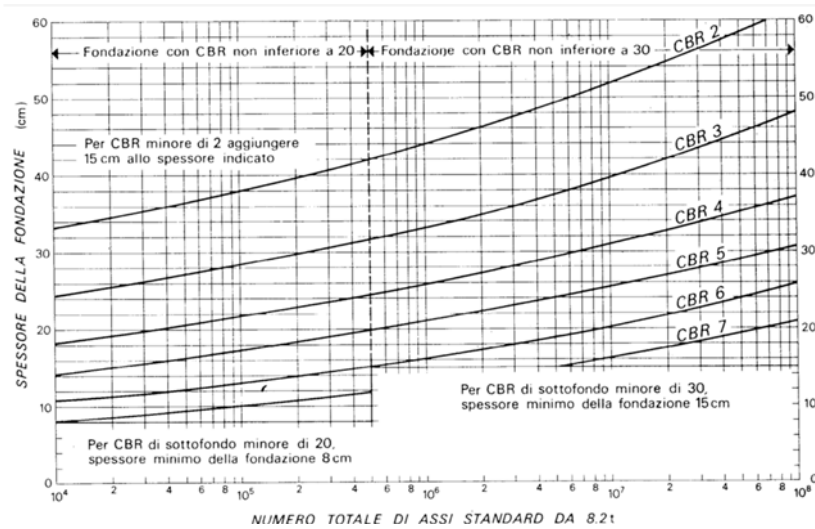


Figura 25 – Diagramma per la determinazione dello spessore dello strato di fondazione

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

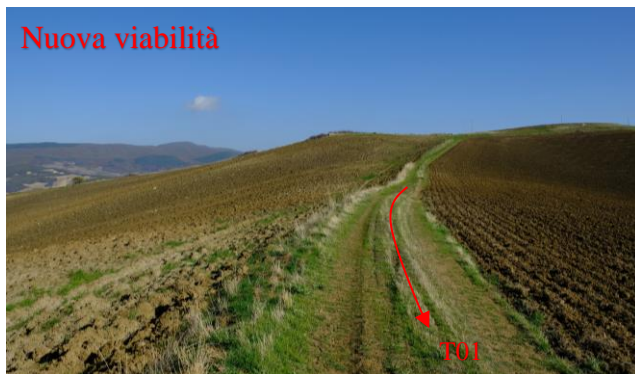
Pertanto, si prevede l'utilizzo del materiale vegetale vivo e del legname come materiale da costruzione, in abbinamento con materiali inerti come pietrame.

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.



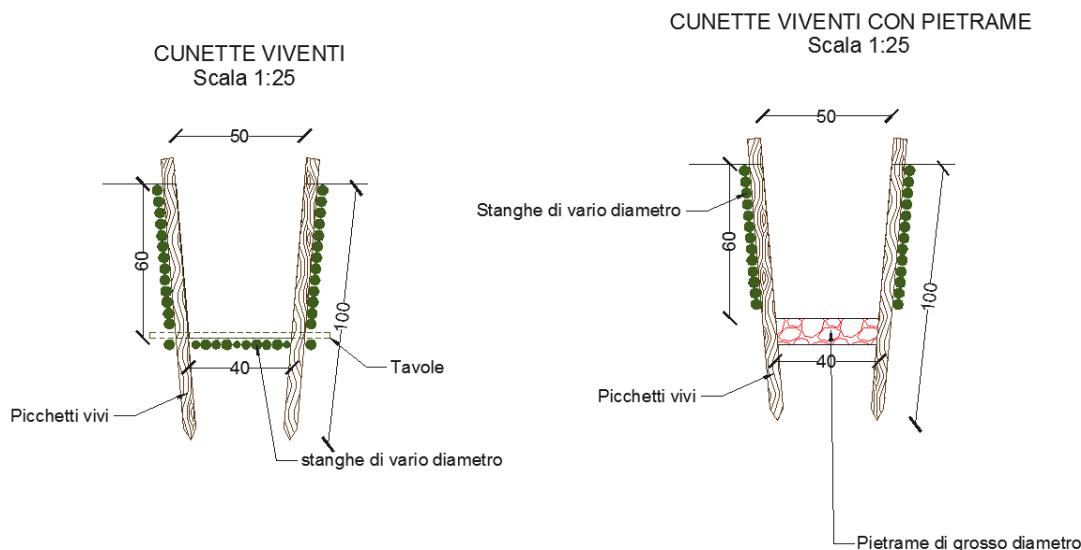
**Figura 26** – Alcune foto rappresentative della viabilità interna al parco eolico. In alto: viabilità esistente che può essere utilizzata così com'è; al centro: viabilità esistente da adeguare per essere percorsa dai mezzi; in basso: viabilità di nuova realizzazione.

## 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.

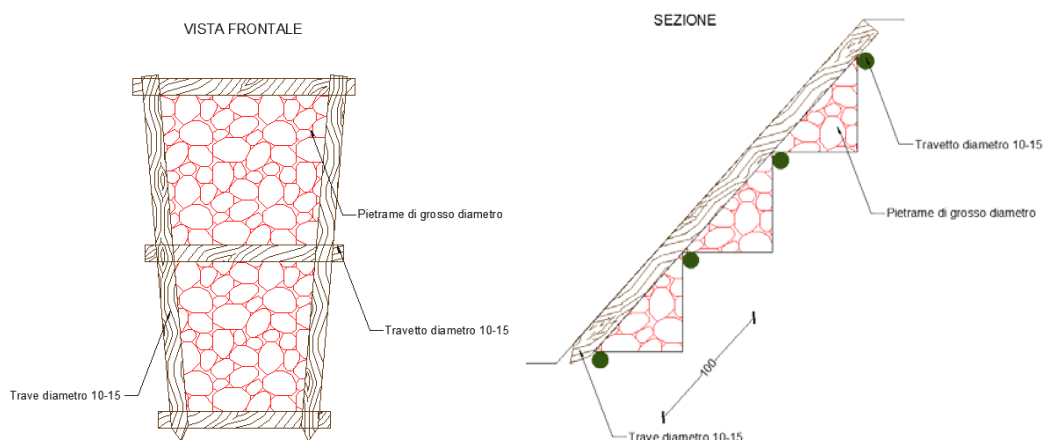


Descrizione dell'attività:

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.



### 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:

- 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 abbinata 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.



**Figura 27 – 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

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  $\geq 12,00\%$ );

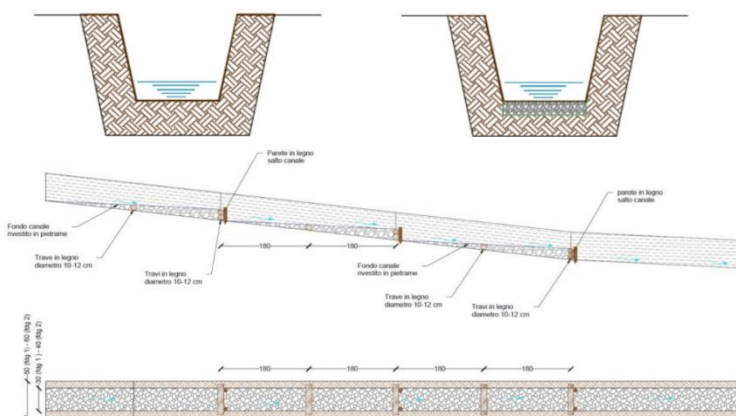


Figura 28 – Fosso di guardia tipo con o senza fondo rivestito in pietrame

- 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.