

# REGIONE PUGLIA

Città Metropolitana di Bari

## COMUNI DI SANTERAMO IN COLLE



|      |                                      |          |           |               |            |
|------|--------------------------------------|----------|-----------|---------------|------------|
| 2    | EMISSIONE PER AU (A SEGUITO DEL PTO) | 26/11/23 | ROTONI M. | SIGNORELLO A. | ROTONI M.  |
| 1    | EMISSIONE PER ENTI ESTERNI           | 25/11/22 | ANTEX     | FURNO C.      | NASTASI A. |
| 0    | EMISSIONE PER COMMENTI               | 18/11/22 | ANTEX     | FURNO C.      | NASTASI A. |
| REV. | DESCRIZIONE                          | DATA     | REDATTO   | CONTROL.      | APPROV.    |

Committente:

**IBERDROLA RENOVABLES ITALIA S.p.A.**



Sede legale in Piazzale dell'Industria, 40, 00144, Roma  
Partita I.V.A. 06977481008 - PEC: iberdrolarenovablesitalia@pec.it

Società di Progettazione:



*Ingegneria & Innovazione*

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

Progetto:

**PARCO EOLICO "SANTERAMO"**

Progettista/Resp. Tecnico

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

Elaborato:

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA

Progettista Elettrico:

**Dott. Ing. Antonino Signorello**  
Ordine degli Ingegneri  
della Provincia di Catania  
n° 6105 sez. A

Scala:

NA

Nome DIS/FILE:

C 20033S05-PD-RT-01-02

Allegato:

1/1

F.to:

A4

Livello:

**DEFINITIVO**

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



## 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 .....               | 13 |
| 4.3. Contesto Idrogeologico.....                                  | 14 |
| 4.4. Sismicità .....  | 15 |
| 5. L'IMPIANTO EOLICO .....  | 17 |
| 6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO.....                | 20 |
| 6.1. Aerogeneratori.....  | 20 |
| 6.1.1. Specifiche tecniche Aerogeneratori .....                   | 23 |
| 6.1.2. Sistemi elettrici e di controllo interni.....              | 28 |
| 6.1.3. Sistemi elettrici e di controllo esterni.....              | 28 |
| 6.1.4. Descrizione dei componenti principali.....                 | 28 |
| 6.1.5. Schemi di funzionamento dei componenti dell'impianto ..... | 32 |
| 6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico .....                     | 33 |
| 6.1.7. Analisi acustica .....                                     | 35 |
| 6.2. Cavidotti .....  | 46 |
| 6.2.1. Generalità.....  | 46 |
| 6.2.2. Dati tecnici del cavo utilizzato.....                      | 46 |
| 6.2.3. Profondità e sistema di posa cavi.....                     | 48 |
| 6.2.4. Fibra ottica di collegamento.....                          | 50 |
| 6.2.5. Sistema di terra.....                                      | 51 |
| 6.2.6. Opere civili cavidotti.....                                | 51 |
| 6.3. Stazione di Utanza.....                                      | 52 |
| 6.4. Opere di rete per la connessione alla RTN .....              | 52 |

|  |    |
|--|----|
| 7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI .....  | 54 |
| 7.1. Fondazione Aerogeneratore.....  | 54 |
| 7.2. Piazzole Aerogeneratori .....   | 54 |
| 7.3. Strade di Accesso e Viabilità di Servizio .....                                       | 56 |
| 7.3.1. Viabilità di accesso al Sito .....  | 56 |
| 7.3.2. Viabilità di Servizio .....   | 59 |
| 7.4. Rilevati e Sovrastrutture – Bonifiche e Sottofondi.....                               | 62 |
| 7.4.1. Rilevati aridi e soprastrutture per piazzole e strade .....                         | 62 |
| 7.4.2. Sovrastrutture per piazzole e strade .....  | 63 |
| 7.4.3. Sistemazione del piano di posa .....  | 64 |
| 7.4.4. Pavimentazione con materiale arido .....  | 66 |
| 7.5. Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale.....                                    | 66 |
| 7.5.1. Caratteristiche geometriche delle strade e delle piazzole.....                      | 66 |
| 7.5.2. Dimensionamento di massima della pavimentazione delle strade e delle piazzole ..... | 66 |
| 8. OPERE DI INGEGNERIA AMBIENTALE.....   | 68 |
| 8.1. Generalità .....  | 68 |
| 8.2. Specifiche tecniche degli interventi.....   | 69 |
| 8.2.1. Cunetta vivente .....   | 70 |
| 8.2.2. Canalizzazioni in pietrame e legno .....  | 70 |
| 8.2.3. Idrosemina e rivestimenti antierosivi.....  | 71 |
| 9. OPERE IDRAULICHE .....  | 75 |



## PARCO EOLICO "SANTERAMO"

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA



16/11/2023

REV: 2

Pag.4

### 1. PREMESSA

Su incarico di IBERDROLA Renovables Italia S.p.A., 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 "SANTERAMO", con potenza nominale installata pari a 70,4 MW, da realizzarsi nel territorio del Comune di Santeramo in Colle. Il numero totale di turbine eoliche che saranno installate è pari a 11 con una potenza nominale pari a 6,4 MW per ogni aerogeneratore.

Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel comune di Matera, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera".

L'incarico della progettazione definitiva e lo studio di impatto ambientale sono stati affidati alla Società Antex Group Srl per i suoi professionisti selezionati e qualificati che pongono 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.

*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.: C22-011-S05

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification





## 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".



## PARCO EOLICO "SANTERAMO"

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA



16/11/2023

REV: 2

Pag.8

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

### Sicurezza

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

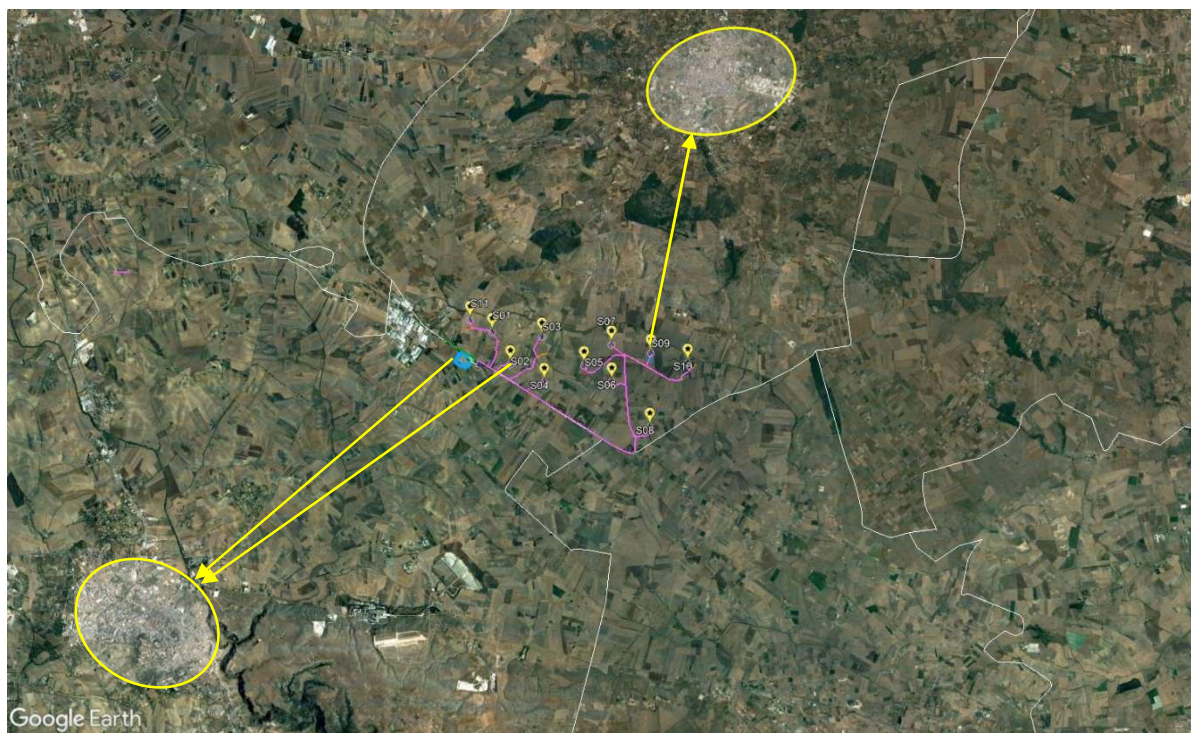
### 3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di 11 aerogeneratori ed opere di connessione, inclusive di piazzole di costruzione e di esercizio, viabilità di accesso e cavidotti ubicati in agro nel Comune di Santeramo in Colle di potenza complessiva di 70.4 MW, denominato "Santeramo". Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Sottostazione elettrica utente di trasformazione e consegna, posta nel Comune di Matera, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV.

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera".

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

- Santeramo in Colle, dista circa 5,8 km dall'aerogeneratore S07 più vicino;
- Matera, dista circa 10 km dall'aerogeneratore S02 più vicino;



La sottostazione sarà ubicata nel Comune di Matera e dista circa 9,2 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:
  - 454 II Altamura;
  - 455 III Cassano delle Murge;
  - 472 I Borgo Venusio;
  - 473 IV Santeramo in Colle;
  - 472 II Matera;
  - 473 III Laterza.
- CTR in scala 1:10.000, di cui alle seguenti codifiche:
  - 473013 – 473012 – 473023;
  - 473054 – 473051 – 473064;
  - 473053 – 473052 – 473063;
  - 473094 – 473091 – 473104.

I fogli di mappa catastali interessati dalle turbine e le loro componenti sono:

- Foglio di mappa n. 103 – 104 – 107 – 108 del Comune di Santeramo in Colle.

I fogli di mappa interessati dal solo passaggio dei cavidotti in MT, peraltro su strade comunali o provinciali, sono:

- Fogli di mappa n. 103 – 104 – 107 del Comune di Santeramo in Colle.

Il foglio di mappa interessato dalla sottostazione elettrica é:

- Fogli di mappa n. 19 del Comune di Matera.

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             |
|--------|---------------|----------------|---------------|--------------------|
| S01    | 642918.00 m E | 4510974.00 m N | 379           | Santeramo in Colle |
| S02    | 643381.00 m E | 4510196.00 m N | 379           | Santeramo in Colle |
| S03    | 644143.00 m E | 4510887.00 m N | 369           | Santeramo in Colle |
| S04    | 644224.00 m E | 4509778.00 m N | 384           | Santeramo in Colle |
| S05    | 645195.00 m E | 4510204.00 m N | 374           | Santeramo in Colle |
| S06    | 645881.00 m E | 4509820.00 m N | 372           | Santeramo in Colle |
| S07    | 645858.00 m E | 4510727.00 m N | 364           | Santeramo in Colle |
| S08    | 646840.00 m E | 4508730.00 m N | 375           | Santeramo in Colle |
| S09    | 646830.00 m E | 4510535.00 m N | 358           | Santeramo in Colle |



**PARCO EOLICO "SANTERAMO"**

RELAZIONE GENERALE TECNICA DESCRITTIVA



16/11/2023

REV: 2

Pag.11

|                   |               |                |     |                    |
|-------------------|---------------|----------------|-----|--------------------|
| <b>S10</b>        | 647743.00 m E | 4510318.00 m N | 357 | Santeramo in Colle |
| <b>S11</b>        | 642369.00 m E | 4511259.00 m N | 375 | Santeramo in Colle |
| <b>SSE-UTENTE</b> | 642580.52 m E | 4510124.54 m N | 390 | Matera             |

*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.: C22-011-S05

ISO 9001  
BUREAU VERITAS  
Certification





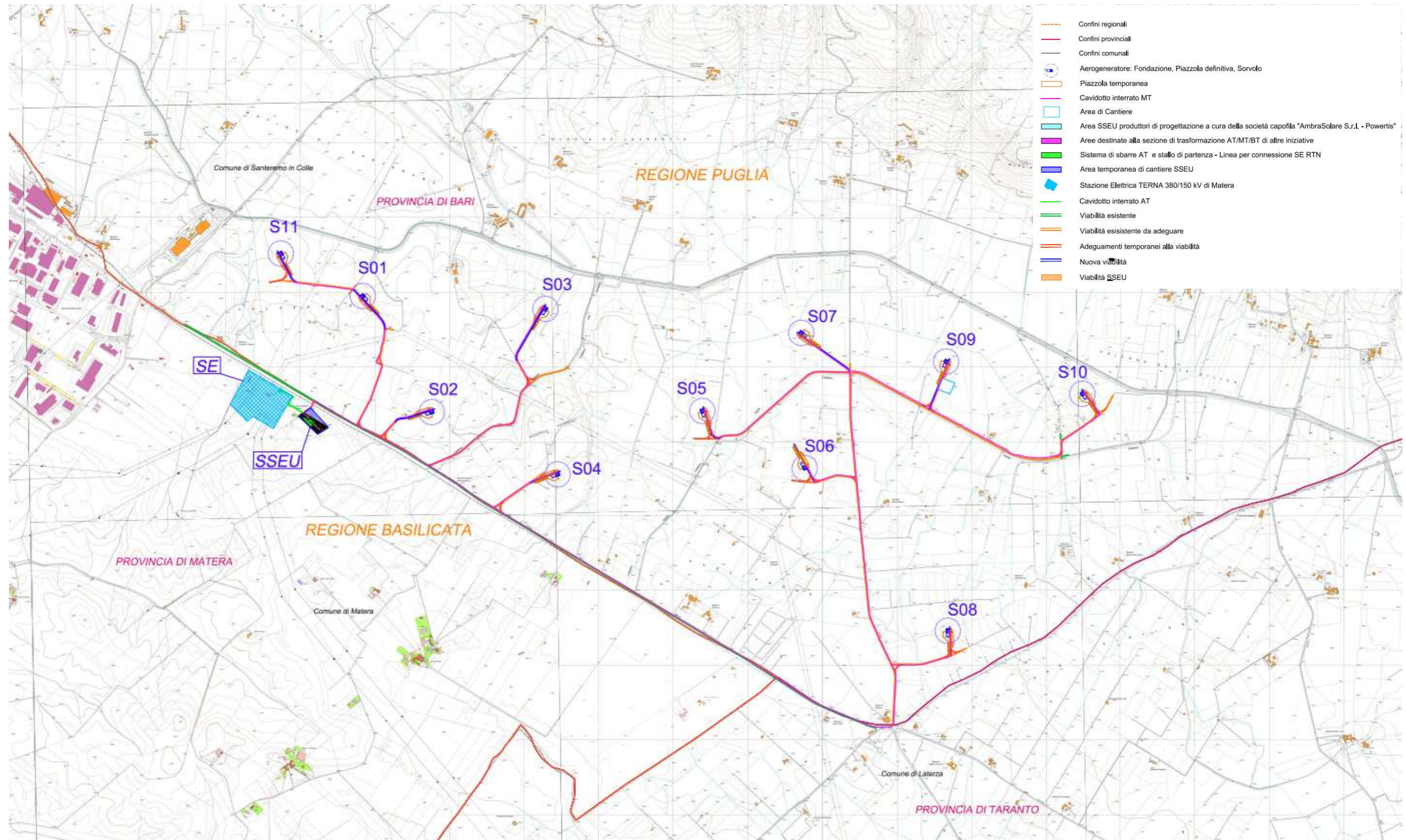


Figura 1 – Inquadramento su CTR dell'impianto



#### 4.2. Inquadramento Geologico e Geomorfologico

L'area sulla quale verranno installate le turbine ricade nel Foglio 189 III SE Matera Nord e Foglio 189 II SO Vallone della Silica. L'area di intervento è individuata sulla cartografia tecnica della Regione Puglia e Basilicata in scala 1:10000, più precisamente all'interno delle CTR n° 473064, 473063, 473054, 473052, 473051, 473052, 473053 e 473054.

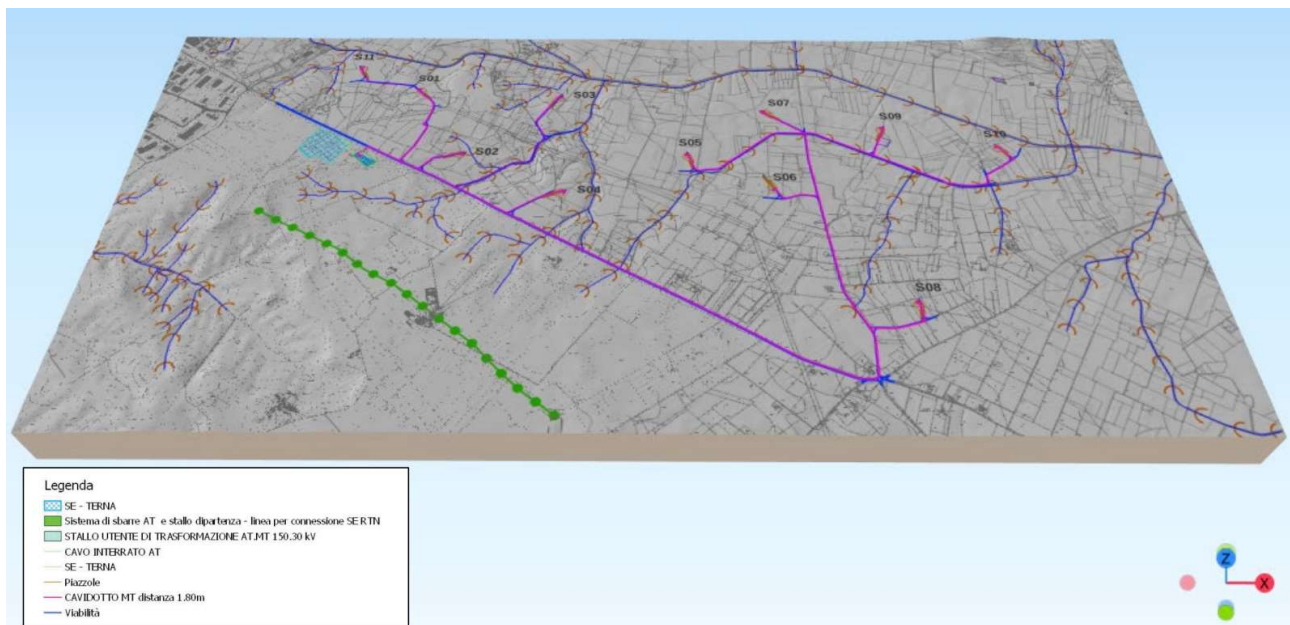
Le turbine sono ubicate nel territorio comunale di Santeramo in Colle (BA) e la SE ed SSEU nel territorio comunale di Matera (MT).

Le quote relative all'impianto eolico vanno dai 356 ai 384 m.s.l.m e si trova ubicato a SO dell'abitato di Santeramo in colle a NE dell'abitato di Matera.

Geologicamente l'area oggetto di studio si colloca nella zona terminale dell'Avampaese Murgiano, in prossimità del bordo orientale della Fossa Bradanica. Quest'ultima rappresenta il bacino di sedimentazione nella porzione di avanfossa appenninica, posta fra l'Appennino meridionale e gli alti strutturali dell'Avampaese Apulo. L'assetto geologico risulta essere costituito da un basamento calcareo dolomitico di età Cretacea (Calcarea di Altamura) su cui giacciono, con contatto trasgressivo, calcareniti organogene (Calcarenite di Gravina) ed in successione il primo termine dei depositi della Fossa Bradanica (Argille Subappennine) su cui poggiano in concordanza stratigrafica le Sabbie di Monte Marano.

Nello specifico ci troviamo in un'area collinare incisa da diversi fossi (alcuni dei quali di natura stagionale) a SO con una percentuale media del pendio intorno al 3%.

Attraverso l'uso del DTM e delle CTR sono stati inseriti sulla cartografia le seguenti forme morfologiche individuate; orli di scapata antropica, creste, cave e vallecicole a U (fig. 2).



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

Dal punto di vista geologico, il sito in esame si colloca all'interno di una vasta area al confine tra Puglia e Basilicata collocandosi nella zona terminale dell'Avampaese Murgiano, in prossimità del bordo orientale della Fossa Bradanica.

Considerando, inoltre, la posizione delle singole WTG in funzione dei litotipi, esse possono essere suddivise in:

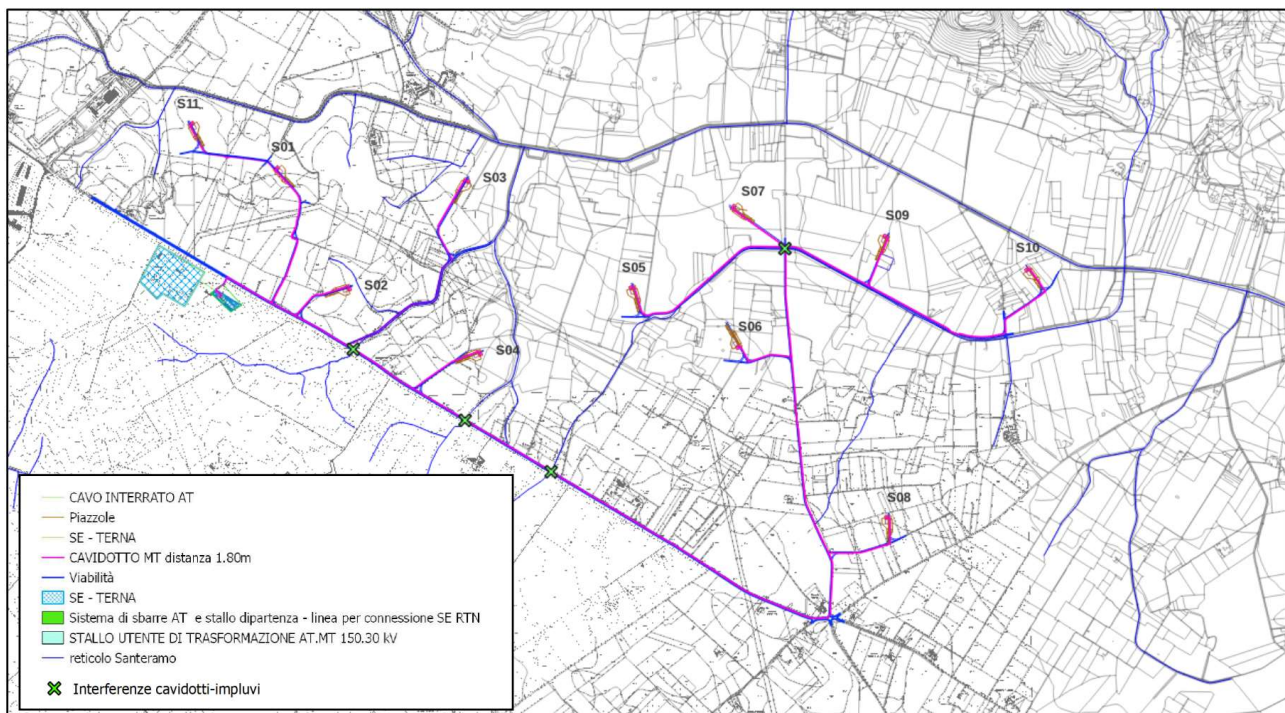
- **WTG S11, S01, S02, S04, S05, S06, S07 e S08** sono ubicate per una parte su terreno vegetale appresenta l'orizzonte superficiale dall'originario piano campagna, non sempre presente e con spessori estremamente diversificati (da pochi cm a poco più di 1 metro) derivante dall'alterazione in posto degli orizzonti superficiali delle formazioni affioranti. Lo strato sottostante è caratterizzato dalla presenza di depositi siltoso-sabbiosi.
- **WTG S03** sono ubicate su Argille di Gravina (Pleistocene Medio) quest'ultime costituite da argille azzurre con fossili marini. Fanno seguito in concordanza alle Calcareni di Gravina e non differiscono sensibilmente dalle comuni argille azzurre plio-pleistoceniche delle regioni collinari al piede dell'Appennino. I fossili, sempre francamente marini, sono numerosi, ma, analogamente a quanto è avvenuto per le Calcareni di Gravina, solo i foraminiferi hanno fornito elementi conclusivi per un'attribuzione al Calabriano [Hyalinea balthica (SchROETER)]. Ai margini della Fossa Bradanica, lungo il contatto con i Calcari delle Murge, le Argille di Gravina passano eteropicamente al Tufo di Gravina.
- **WTG S03, S07, S09 e S10** sono ubicate su all'interno della Calcareni di M. Castiglione (Pleistocene Medio), tale area è caratterizzata da depositi delle Sabbie di Monte Marana e affiora in una fascia limitata a NNE dalle Murge di Altamura, Santeramo e Gioia del Colle e a SSO delle Murge di Matera, Laterza e Castellaneta. Secondo RICCHETTI è costituita da un corpo lentiforme; giace per lo più direttamente sulle Argille di Gravina, ma ai margini fa evidente passaggio laterale alle Sabbie di Monte Marana. Il deposito ha il tipico aspetto di una panchina, è formato da detrito calcareo anche grossolano e di regola fortemente cementato da un cemento calcitico. I fossili sono abbondanti ma per lo più rappresentati da frammenti di gusci, che da soli costituiscono quasi per intero il deposito. Lo spessore varia da un paio di m a un massimo di circa 25 m. L'età è calabriana. Particolare attenzione in fase esecutiva va data alle WTG S03 e S07 dove le fondazioni potrebbero ricadere tra due formazioni con caratteristiche geotecniche diverse, per cui sarà importante capire tramite i sondaggi la litologia effettiva per capire quali fondazioni utilizzare.

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

#### 4.3. Contesto Idrogeologico

In generale, l'intera zona è caratterizzata da una rete idrografica superficiale scarsamente sviluppata, trattasi di fossi scavati dai fenomeni di erosione superficiale delle acque meteoriche, privi di deflussi perenni. Nella gran parte dell'areale considerato, le acque sono regimate da impluvi poco incisi, con fianchi ampi e privi di scarpate, che convogliano le acque di ruscellamento nelle opere di regimazione presenti lungo la viabilità esistente.

Dal punto di vista idrologico sono presenti diverse incisioni che interferiscono con la viabilità esistente e con il tracciato del cavidotto, di questi impluvi sono stati fatti gli studi idraulici tramite HEC-RAS per capire se i punti dove passano i cavidotti sono idonei.



*Figura 3 – Reticolo idrografico con interferenze cavidotti-impluvi*

Questi studi sono stati fatti secondo l'ultimo aggiornamento preso in considerazione per le verifiche di compatibilità con il PAI fa riferimento alla Delibera del Comitato Istituzionale del 13/6/2011, pubblicata sul sito web in data 15/07/2014. Sono stati elaborati i dati secondo i TR di 30, 200 e 500 anni, con particolare attenzione ai 30 anni perché considerata come “aree ad alta probabilità di inondazione.

I risultati ottenuti non mostrano aree particolarmente pericolose in quanto abbiamo altezze di acqua che non superano i 50 cm in tutti gli impluvi analizzati.

Alla luce dello studio redatto sia la posizione delle turbine che il cavidotto possono essere progettati senza nessun problema dal punto di vista idraulico.

Per maggiori dettagli si rimanda allo specifico elaborato “Relazione Idrologica e Idraulica”.

#### 4.4. Sismicità

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

Considerando i vari litotipi presenti nel sito dovremmo aspettarci un  $V_{s30}$  compreso tra 180 m/s e 800 m/s, considerando anche che i primi metri siano molto fratturati, per cui, in questa fase si può ipotizzare un suolo di **Categoria B o C**:

Categoria B

*"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)".*

Categoria C

*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

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

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



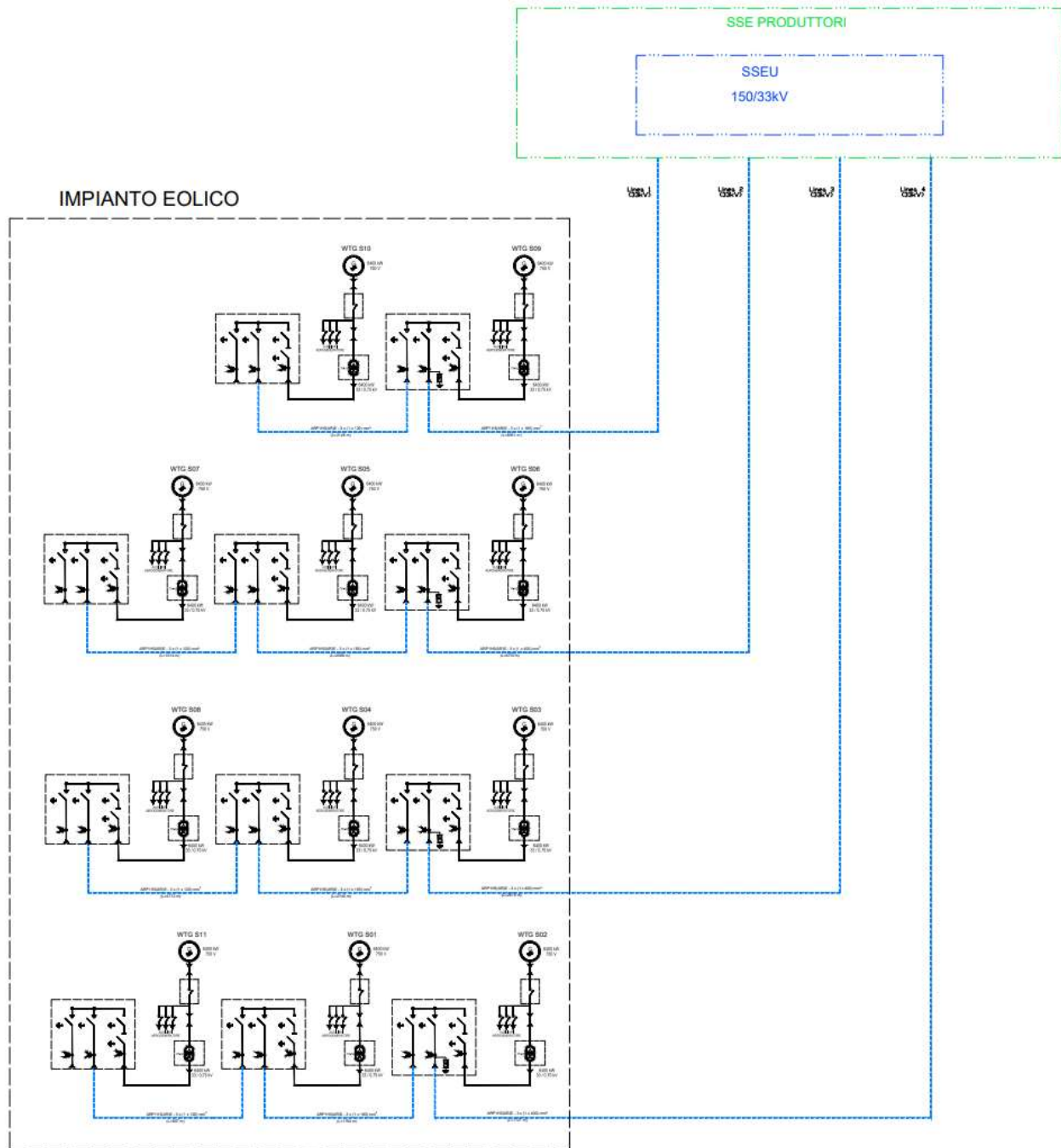
## 5. L'IMPIANTO EOLICO

L'impianto Eolico sarà costituito da n°11 aerogeneratori, tipo Siemens Gamesa SG6.6 – 170 in modalità AM-2, con potenza nominale di 6,4 MW, corrispondenti ad una potenza di impianto di 70,4 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati alla nuova Stazione di trasformazione Utente, posta nel Comune di Matera, tramite cavidotti interrati con tensione nominale pari a 33 kV. L'impianto si collegherà alla RTN per la consegna della energia elettrica prodotta attraverso una sottostazione elettrica utente di trasformazione tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera".



**Figura 4 – Layout impianto eolico "Santeramo"**

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in quattro gruppi rispettivamente di 3 e 2 turbine ciascuno, tramite cavi di MT da 33 kV, costituendo così n.4 distinti sottocampi e collegati alla sottostazione elettrica 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 (SGRE SCADA).



*Figura 5 – Schema elettrico unifilare rete*

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

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

Sono altresì previsti scavi a sezione obbligata per la realizzazione di cavidotti interrati MT, in adiacenza alla viabilità esistente, per il collegamento elettrico tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna esistente.

La cabina di stazione sarà costituita dai locali contenenti i quadri con gli scomparti di arrivo/partenza linee dall'impianto eolico, dagli scomparti per alimentare il trasformatore BT/MT dei servizi ausiliari di cabina, dagli scomparti misure e protezioni MT e dallo scomparto MT per il collegamento al trasformatore MT/AT, necessario per il collegamento RTN. La costruzione dell'edificio sarà 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.

Per il collegamento elettrico tra la sottostazione utente alla rete RTN si eseguirà uno scavo a sezione obbligata per la posa dei cavi di AT come riportato in figura.

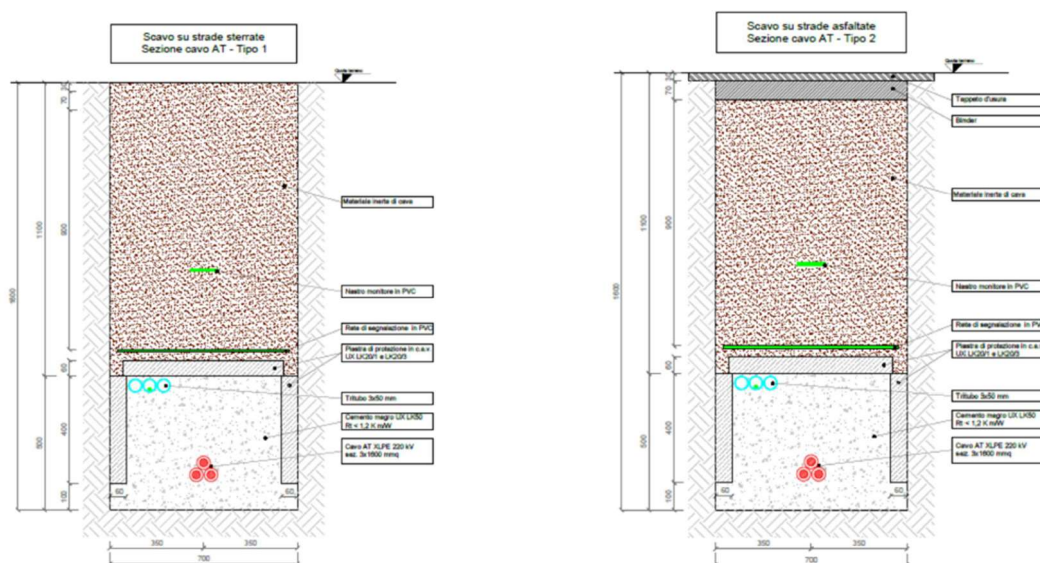


Figura 6 – Sezione tipo cavidotto AT

## 6. LISTA ANAGRAFICA DEI COMPONENTI L'IMPIANTO

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

- Aerogeneratori;
- Cavidotti;
- Stazione di Utenza;
- 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 "Sezioni tipo Aerogeneratori".

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

Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è **Siemens Gamesa SG6.6-170** in modalità **AM-2**, un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e potenza nominale massima di 6400 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

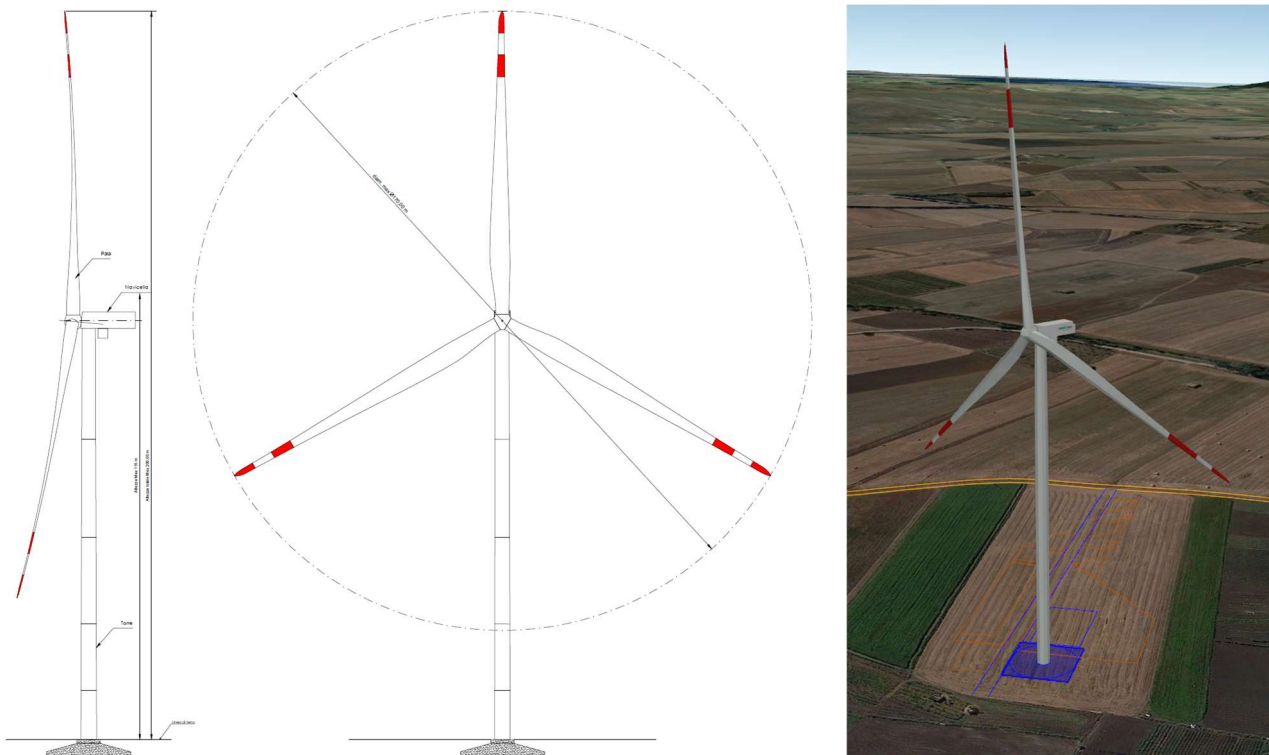
- rotore tripala a passo variabile, di diametro massimo di 170 m, posto sopravvento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- navicella in carpenteria metallica con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico 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 115 m.

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

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

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





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

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

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

La turbina eolica scelta per il progetto entra in funzione a velocità del vento di circa 3 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 11 m/s con una densità dell'aria pari a 1225 kg/m<sup>3</sup>. A velocità del vento superiori, più precisamente superati i 20 m/s, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare in stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità 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 **SIEMENS GAMESA SG6.6-170 HH115 in modalità AM-2** per una potenza di **6.4 MW**, scelti per il presente progetto:

| Rotor Configuration | Application mode | Rating [MW] | Noise [dB(A)] | Power Curve Document | Acoustic Emission Document | Electrical Performance |                |                 | Max temperature With Max active power and electrical capabilities <sup>7</sup> |
|---------------------|------------------|-------------|---------------|----------------------|----------------------------|------------------------|----------------|-----------------|--|
|                     |                  |             |               |                      |                            | Cos Phi                | Voltage Range  | Frequency range |  |
| SG 6.6-170          | AM 0             | 6.6         | 106.0         | D2849164             | D2844535                   | 0.9                    | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn          | 20°C   |
| SG 6.6-170          | AM-1             | 6.5         | 106.0         | D2861213             | D2844535                   | 0.9                    | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn          | 23°C   |
| SG 6.6-170          | AM-2             | 6.4         | 106.0         | D2863704             | D2844535                   | 0.9                    | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn          | 25°C   |
| SG 6.6-170          | AM-3             | 6.3         | 106.0         | D2863706             | D2844535                   | 0.9                    | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn          | 28°C   |
| SG 6.6-170          | AM-4             | 6.2         | 106.0         | D2863708             | D2844535                   | 0.9                    | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn          | 30°C   |
| SG 6.6-170          | AM-5             | 6.1         | 106.0         | D2863710             | D2844535                   | 0.9                    | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn          | 33°C   |
| SG 6.6-170          | AM-6             | 6.0         | 106.0         | D2863712             | D2844535                   | 0.9                    | [0.95,1.12] Un | ±3% Fn          | 35°C   |

| GENERALI  |  |
|---|--|
| Intervallo di temperatura operativa   | -20 °C / +40 °C                                |
| Intervallo di temperatura di fermo  | -30 °C / +50 °C                                |
| Max. altezza s.l.m.   | 1000 m   |
| Cerificazioni   | IEC 61400-1                                    |
| Tipologia turbina   | Rotore tripala ad asse orizzontale sopra-vento |
| Regolazione della potenza   | Regolazione attiva singola pala                |
| Potenza nominale  | 6.0 MW / 6.2 MW                                |
| Velocità del vento per il raggiungimento della potenza nominale (con densità dell'aria di 1.225 kg/m <sup>3</sup> ) | Circa 11.0 m/s                                 |
| Range velocità di funzionamento del rotore  | Rpm max 8.8                                    |
| Velocità vento di cut-in  | 3 m/s  |
| Velocità vento di cut-out   | 25 m/s   |
| Velocità vento di Cut-back-in   | 22 m/s   |
| Vita di funzionamento stimata   | ≥ 20 anni                                      |
| TORRE   |  |
| Tipologia   | T115-56A                                       |
| Altezza all' Hub  | 115 m  |
| Numero di sezioni   | 5  |

| Rotor            |   |
|------------------|---|
| Type             | 3-bladed, horizontal axis                     |
| Position         | Upwind  |
| Diameter         | 170 m   |
| Swept area       | 22,698 m <sup>2</sup>                         |
| Power regulation | Pitch & torque regulation with variable speed |
| Rotor tilt       | 6 degrees                                     |

| Blade               |  |
|---------------------|--|
| Type                | Self-supporting                                  |
| Blade length        | 83,5 m   |
| Max chord           | 4.5 m  |
| Aerodynamic profile | Siemens Gamesa proprietary airfoils              |
| Material            | G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic) |
| Surface gloss       | Semi-gloss, < 30 / ISO2813                       |
| Surface color       | Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018          |

| Aerodynamic Brake |                    |
|-------------------|--------------------|
| Type              | Full span pitching |
| Activation        | Active, hydraulic  |

| Load-Supporting Parts |                   |
|-----------------------|-------------------|
| Hub                   | Nodular cast iron |
| Main shaft            | Nodular cast iron |
| Nacelle bed frame     | Nodular cast iron |

| Mechanical Brake |                      |
|------------------|----------------------|
| Type             | Hydraulic disc brake |
| Position         | Gearbox rear end     |

| Nacelle Cover |   |
|---------------|---|
| Type          | Totally enclosed                        |
| Surface gloss | Semi-gloss, <30 / ISO2813               |
| Color         | Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 |

| Generator |                    |
|-----------|--------------------|
| Type      | Asynchronous, DFIG |

| Grid Terminals (LV) |                |       |
|---------------------|----------------|-------|
| Baseline power      | nominal        | 6.6MW |
| Voltage             | 690 V          |       |
| Frequency           | 50 Hz or 60 Hz |       |

| Yaw System  |                       |
|-------------|-----------------------|
| Type        | Active                |
| Yaw bearing | Externally geared     |
| Yaw drive   | Electric gear motors  |
| Yaw brake   | Active friction brake |

| Controller   |  |
|--------------|--|
| Type         | Siemens Integrated Control System (SICS) |
| SCADA system | SGRE SCADA System                        |

| Tower                |   |
|----------------------|---|
| Type                 | Tubular steel / Hybrid  |
| Hub height           | 115m to 165 m and site-specific                                       |
| Corrosion protection |   |
| Surface gloss        | Painted   |
| Color                | Semi-gloss, <30 / ISO-2813<br>Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018 |

| Operational Data   |   |
|--------------------|---|
| Cut-in wind speed  | 3 m/s   |
| Rated wind speed   | 11.5 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1) |
| Cut-out wind speed | 25 m/s  |
| Restart wind speed | 22 m/s  |

| Weight           |  |
|------------------|--|
| Modular approach | Different modules depending on restriction |



| Subject                        | ID   | Issue  | Unit              | Value   |
|--------------------------------|------|--|-------------------|---|
| 0. Design lifetime             | 0.0  | Design lifetime definition   | -                 | IEC 61400-1 <sup>1</sup>  |
|                                | 0.1  | Design lifetime  | years             | 25  |
| 1. Wind, operation             | 1.1  | Wind definitions   | -                 | IEC 61400-1   |
|                                | 1.2  | IEC class  | -                 | S   |
|                                | 1.3  | Mean air density, $\rho$   | kg/m <sup>3</sup> | 1.25  |
|                                | 1.4  | Mean wind speed, $V_{ave}$   | m/s               | 7.38  |
|                                | 1.5  | Weibull scale parameter, A   | m/s               | 8.3   |
|                                | 1.6  | Weibull shape parameter, k   | -                 | 2.64  |
|                                | 1.7  | Wind shear exponent, $\alpha$  | -                 | 0.36  |
|                                | 1.8  | Reference turbulence intensity at 15 m/s, $I_{ref}$  | -                 | 0.16 <sup>2</sup>   |
|                                | 1.9  | Standard deviation of wind direction   | Deg               | -   |
|                                | 1.10 | Maximum flow inclination   | Deg               | 8   |
|                                | 1.11 | Minimum turbine spacing, in rows   | D                 | -   |
|                                | 1.12 | Minimum turbine spacing, between rows  | D                 | -   |
| 2. Wind, extreme               | 2.1  | Wind definitions   | -                 | IEC 61400-1   |
|                                | 2.2  | Air density, $\rho$  | kg/m <sup>3</sup> | 1.225   |
|                                | 2.3  | Reference wind speed average over 10 min at hub height, $V_{ref}$  | m/s               | 42.5 <sup>3</sup>   |
|                                | 2.4  | Maximum 3 s gust in hub height, $V_{e50}$  | m/s               | 59.5  |
|                                | 2.5  | Maximum hub height power law index, $\alpha$   | -                 | 0.11  |
|                                | 2.6  | Storm turbulence   | -                 | N/A   |
| 3. Temperature                 | 3.1  | Temperature definitions  | -                 | IEC 61400-1   |
|                                | 3.2  | Minimum temperature at 2 m, stand-still, $T_{min, s}$  | Deg.C             | -30   |
|                                | 3.3  | Minimum temperature at 2 m, operation, $T_{min, o}$  | Deg.C             | -20   |
|                                | 3.4  | Maximum temperature at 2 m, operation, $T_{max, o}$  | Deg.C             | 40 <sup>4</sup>   |
|                                | 3.5  | Maximum temperature at 2 m, stand-still, $T_{max, s}$  | Deg.C             | 50  |
| 4. Corrosion                   | 4.1  | Atmospheric-corrosivity category definitions   | -                 | ISO 12944-2   |
|                                | 4.2  | Internal nacelle environment (corrosivity category)  | -                 | C3H (std)<br>≥C3H (high C)  |
|                                | 4.3  | Exterior environment (corrosivity category)  | -                 | C3H (std)<br>≥C3H (high C)  |
| 5. Lightning                   | 5.1  | Lightning definitions  | -                 | IEC61400-24:2010  |
|                                | 5.2  | Lightning protection level (LPL)   | -                 | LPL 1   |
| 6. Dust                        | 6.1  | Dust definitions   | -                 | IEC 60721-3-4:1995  |
|                                | 6.2  | Working environmental conditions   | mg/m <sup>3</sup> | Average Dust Concentration (95% time)<br>→ 0.05 mg/m <sup>3</sup> |
|                                | 6.3  | Concentration of particles   | mg/m <sup>3</sup> | Peak Dust Concentration (95% time)<br>→ 0.5 mg/M <sup>3</sup>     |
| 7. Hail                        | 7.1  | Maximum hail diameter  | mm                | 20  |
|                                | 7.2  | Maximum hail falling speed   | m/s               | 20  |
| 8. Ice                         | 8.1  | Ice definitions  | -                 | -   |
|                                | 8.2  | Ice conditions   | Days/yr           | 7   |
| 9. Solar radiation             | 9.1  | Solar radiation definitions  | -                 | IEC 61400-1   |
|                                | 9.2  | Solar radiation intensity  | W/m <sup>2</sup>  | 1000  |
| 10. Humidity                   | 10.1 | Humidity definition  | -                 | IEC 61400-1   |
|                                | 10.2 | Relative humidity  | %                 | Up to 95  |
| 11. Obstacles                  | 11.1 | If the height of obstacles within 500m of any turbine location height exceeds 1/3 of $(H - D/2)$ where H is the hub height and D is the rotor diameter then restrictions may apply. Please contact Siemens Gamesa Renewable Energy for information on the maximum allowable obstacle height with respect to the site and the turbine type. |                   |   |
| 12. Precipitation <sup>5</sup> | 12.1 | Annual precipitation   | mm/yr             | 1100  |

### Specifiche elettriche

#### Nominal output and grid conditions

|                              |   |
|------------------------------|---|
| Nominal power .....          | 6600 kW   |
| Nominal voltage .....        | 690 V   |
| Power factor correction..... | Frequency converter control                                 |
| Power factor range .....     | 0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage |

#### Generator

|                     |                            |
|---------------------|----------------------------|
| Type.....           | DFIG Asynchronous          |
| Maximum power ..... | 6750 kW @20°C ext. ambient |

|                    |  |
|--------------------|--|
| Nominal speed..... | 1120 rpm-6p (50Hz)<br>1344 rpm-6p (60Hz) |
|--------------------|--|

#### Generator Protection

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| Insulation class .....     | Stator H/H<br>Rotor H/H |
| Winding temperatures.....  | 6 Pt 100 sensors        |
| Bearing temperatures ..... | 3 Pt 100                |
| Slip Rings                 | 1 Pt 100                |
| Grounding brush.....       | On side no coupling     |

#### Generator Cooling

|                            |                                     |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Cooling system .....       | Air cooling                         |
| Internal ventilation ..... | Air                                 |
| Control parameter.....     | Winding, Air, Bearings temperatures |

#### Frequency Converter

|                               |                     |
|-------------------------------|---------------------|
| Operation.....                | 4Q B2B Partial Load |
| Switching .....               | PWM                 |
| Switching freq., grid side... | 2.5 kHz             |
| Cooling .....                 | Liquid/Air          |

#### Main Circuit Protection

|                               |                 |
|-------------------------------|-----------------|
| Short circuit protection..... | Circuit breaker |
| Surge arrester.....           | varistors       |

#### Peak Power Levels

|                     |                    |
|---------------------|--------------------|
| 10 min average..... | Limited to nominal |
|---------------------|--------------------|

#### Grid Capabilities Specification

|   |                  |
|---|------------------|
| Nominal grid frequency .....  | 50 or 60 Hz      |
| Minimum voltage.....  | 85 % of nominal  |
| Maximum voltage.....  | 113 % of nominal |
| Minimum frequency.....  | 92 % of nominal  |
| Maximum frequency.....  | 108 % of nominal |
| Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage)..... | ≤5 %             |
| Max short circuit level at controller's grid                            |                  |
| Terminals (690 V).....  | 82 KA            |

#### Power Consumption from Grid (approximately)

|                              |       |
|------------------------------|-------|
| At stand-by, No yawing ..... | 10 kW |
| At stand-by, yawing.....     | 50 kW |

#### Controller back-up

|                            |                         |
|----------------------------|-------------------------|
| UPS Controller system..... | Online UPS, Li battery  |
| Back-up time .....         | 1 min                   |
| Back-up time Scada.....    | Depend on configuration |

#### Transformer Specification

|  |                                      |
|--|--------------------------------------|
| Transformer impedance requirement..... | 8.5 % - 10.5%                        |
| Secondary voltage .....                | 690 V                                |
| Vector group .....                     | Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed) |

#### Earthing Specification

|                             |                                       |
|-----------------------------|---------------------------------------|
| Earthing system .....       | Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010        |
| Foundation reinforcement .. | Must be connected to earth electrodes |
| Foundation terminals.....   | Acc. to SGRE Standard                 |

|                    |   |
|--------------------|---|
| HV connection..... | HV cable shield shall be connected to earthing system |
|--------------------|---|

### Specifiche Tecniche Trasformatore

#### Transformer

|  |   |
|--|---|
| Type .....                                       | Liquid filled                                 |
| Max Current.....                                 | 7.11 kA + harmonics at nominal voltage ± 10 % |
| Nominal voltage .....                            | 30/0.69 kV                                    |
| Frequency .....                                  | 50 Hz   |
| Impedance voltage .....                          | 9.5% ± 8.3% at ref. 6.5 MVA                   |
| Loss (P <sub>0</sub> /P <sub>k75°C</sub> ) ..... | 4.77/84.24 kW                                 |
| Vector group .....                               | Dyn11   |
| Standard.....                                    | IEC 60076<br>ECO Design Directive             |

#### Transformer Monitoring

|                                |               |
|--------------------------------|---------------|
| Top oil temperature.....       | PT100 sensor  |
| Oil level monitoring sensor... | Digital input |
| Overpressure relay.....        | Digital input |

#### Transformer Cooling

|                                  |                |
|----------------------------------|----------------|
| Cooling type.....                | KFWF           |
| Liquid inside transformer        | K-class liquid |
| Cooling liquid at heat exchanger | Glysantin      |

#### Transformer Earthing

|                  |   |
|------------------|---|
| Star point ..... | The star point of the transformer is connected to earth |
|------------------|---|

**Specifiche Tecniche Quadro**

|   |                             |  |                           |
|---|-----------------------------|--|---------------------------|
| Make                                    | Ormazabal or Siemens        | <b>Circuit breaker feeder</b>              |                           |
| Type                                    | 8DJH, 8DJH                  | Rated current, Cubicle                     | 630 A                     |
|   | 36/cgmosmos cgm.3           |  |                           |
| Rated voltage                           | 20-40,5(Um) kV              | Rated current circuit breaker              | 630 A                     |
| Operating voltage                       | 20-40,5(Um) kV              | Short time withstand current               | 20 kA/1s                  |
| Rated current                           | 630 A                       | Short circuit making current               | 50 kA/1s                  |
| Short time withstand current            | 20 kA/1s                    | Short circuit breaking current             | 20 kA/1s                  |
| Peak withstand current                  | 50 kA                       | Three position switch                      | Closed, open, earthed     |
| Power frequency withstand voltage       | 70 kV                       | Switch mechanism                           | Spring operated           |
| Lightning withstand voltage             | 170 kV                      | Tripping mechanism                         | Stored energy             |
| Insulating medium                       | SF <sub>6</sub>             | Control                                    | Local                     |
| Switching medium                        | Vacuum                      | Coil for external trip                     | 230V AC                   |
| Consist of                              | 2/3/4 panels                | Voltage detection system                   | Capacitive                |
| Grid cable feeder                       | Cable riser or line cubicle |  |                           |
| Circuit breaker feeder                  | Circuit breaker             | <b>Protection</b>                          |                           |
| Degree of protection, vessel            | IP65                        | Over-current relay                         | Self-powered              |
|   |                             | Functions                                  | 50/51 50N/51N             |
|   |                             | Power supply                               | Integrated CT supply      |
| Internal arc classification IAC:        | A FL 20 kA 1s               |  |                           |
| Pressure relief                         | Downwards                   | <b>Interface- MV Cables</b>                |                           |
| Standard                                | IEC 62271                   | Grid cable feeder                          | 630 A bushings type C M16 |
| Temperature range                       | -25°C to +45°C              |  | Max 2 feeder cables       |
| <b>Grid cable feeder (line cubicle)</b> |                             | Cable entry                                | From bottom               |
| Rated current, Cubicle                  | 630 A                       | Cable clamp size (cable outer diameter) ** | 26 - 38mm                 |
| Rated current, load breaker             | 630 A                       |  | 36 - 52mm                 |
| Short time withstand current            | 20 kA/1s                    | Circuit breaker feeder                     | 50 - 75mm                 |
| Short circuit making current            | 50 kA/1s                    | Cable entry                                | 630 A bushings type C M16 |
| Three position switch                   | Closed, open, earthed       |  | From bottom               |
| Switch mechanism                        | Spring operated             | <b>Interface to turbine control</b>        |                           |
| Control                                 | Local                       | Breaker status                             |                           |
| Voltage detection system                | Capacitive                  | SF6 supervision                            | 1 NO contact              |
|   |                             | External trip                              | 1 NO contact              |



### 6.1.2. Sistemi elettrici e di controllo interni

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

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

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

L'energia prodotta da ciascun aerogeneratore in bassa tensione viene trasformata a 33 kV con apposito trasformatore all'interno dell'aerogeneratore stesso.

### 6.1.3. Sistemi elettrici e di controllo esterni

L'energia prodotta verrà trasportata alla sottostazione elettrica di trasformazione utente 150/33 kV, per la consegna sulla rete di TERNA. Le linee interrate saranno ubicate preferibilmente lungo la rete viaria esistente.

Il cavo, all'interno della trincea, sarà posizionato in modo tale da avere l'estradosso ad una profondità minima di 1,0 m.

Le linee elettriche in MT dell'impianto saranno realizzate posando il cavo il più possibile all'interno delle strade già esistenti e collegherà gli aerogeneratori alla rete nazionale di distribuzione elettrica.

### 6.1.4. Descrizione dei componenti principali

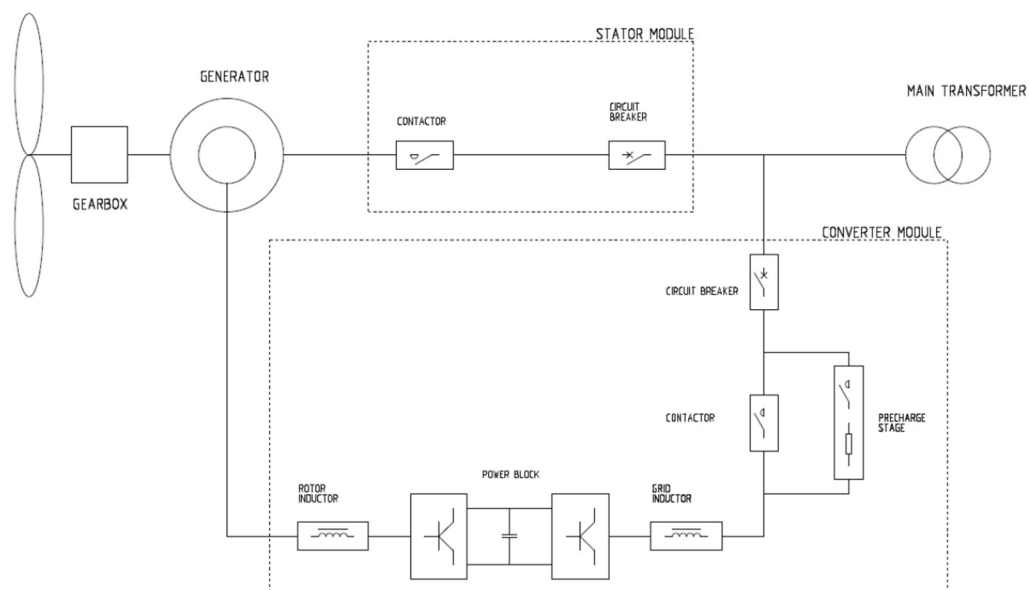
All'interno dell'aerogeneratore, la tensione a 0,75 kV prodotta dalla macchina verrà elevata a 33 kV tramite le seguenti componenti all'interno dello stesso:

- l'arrivo del cavo BT (0,75 kV) dall'aerogeneratore;
- il trasformatore BT/MT (0,75/33 kV);
- la cella MT (33 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 MT 33 kV composto da uno scomparto per l'arrivo dal trasformatore BT/MT 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 8 – Schematico aerogeneratore**

Dagli aerogeneratori partiranno i collegamenti alla sottostazione di trasformazione utente MT/AT per la successiva connessione alla RTN.

Si riporta di seguito lo schema elettrico unifilare SSEU e RT:

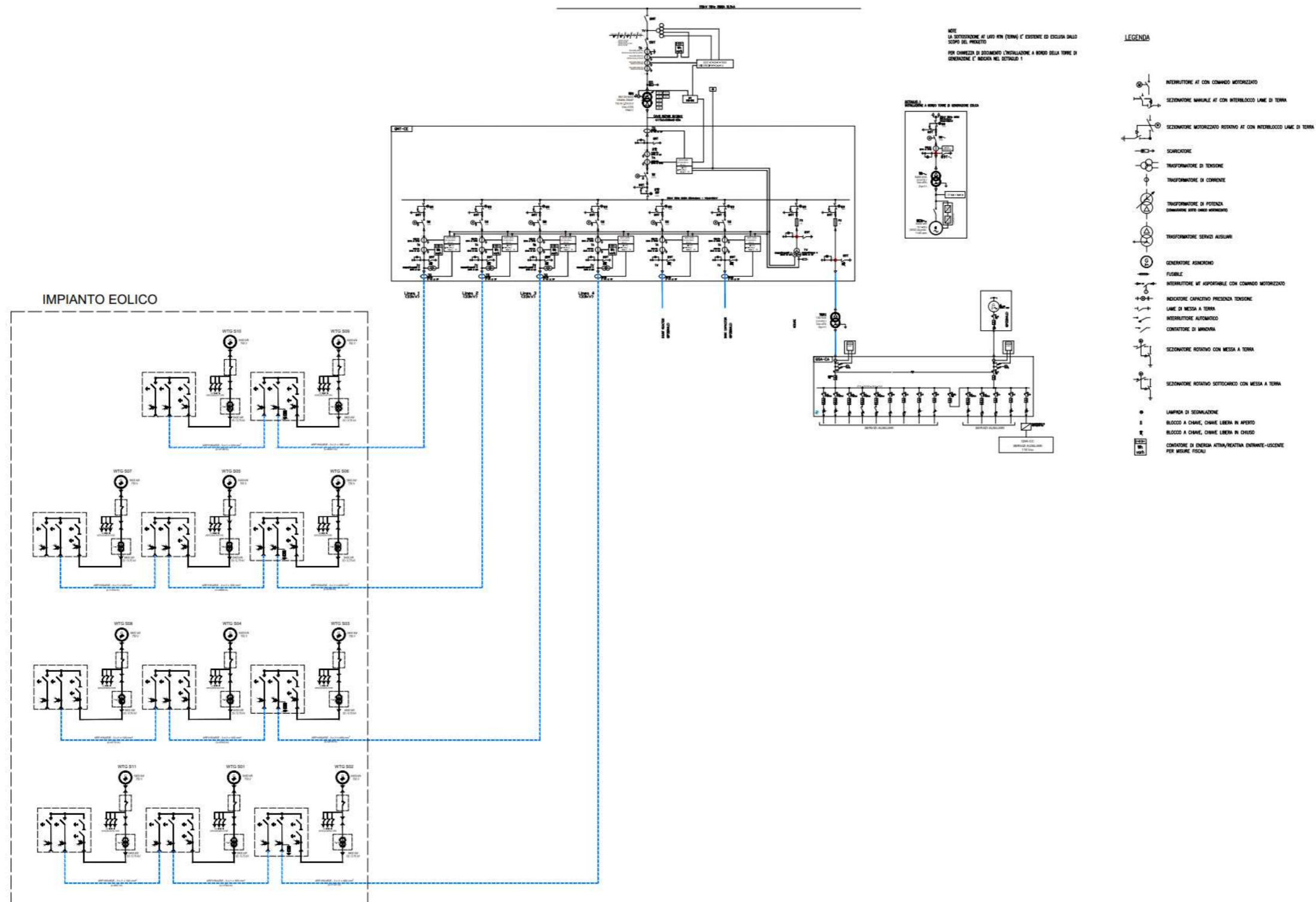


Figura 9 – Schema elettrico unifilare SSEU

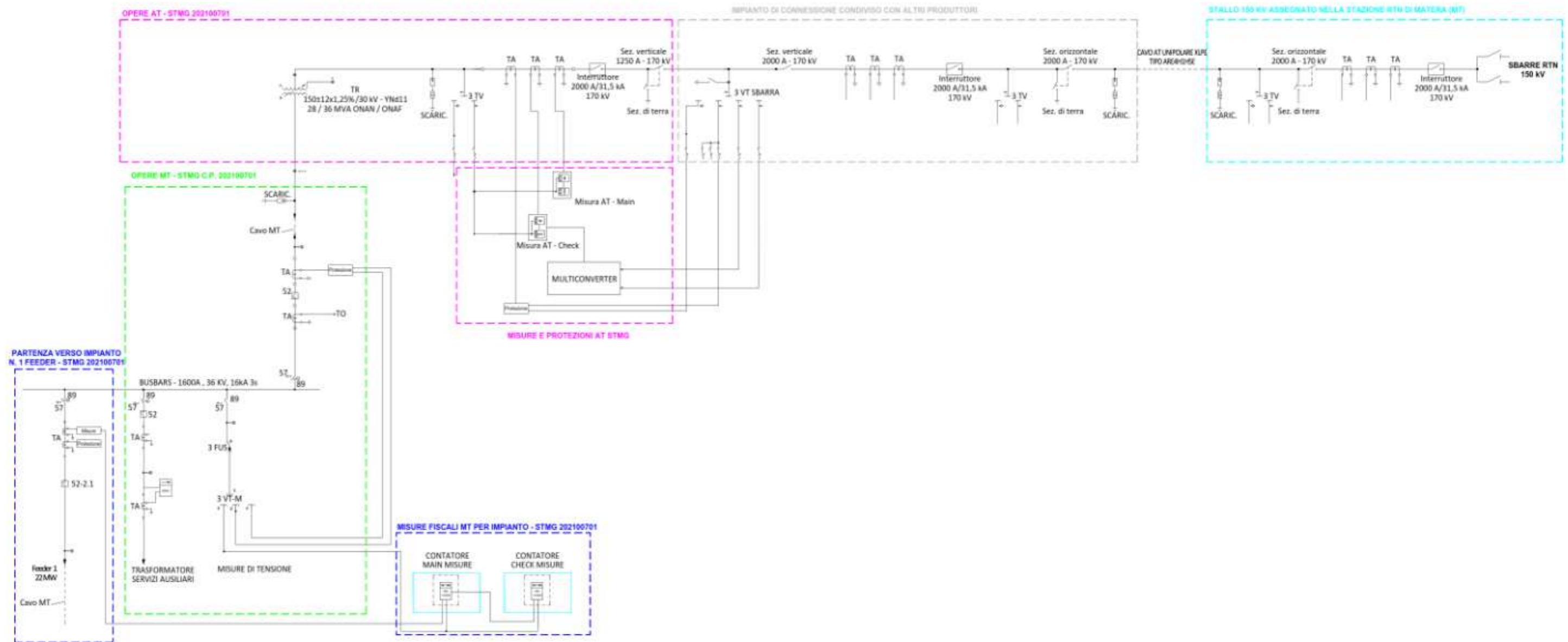


Figura 10 – Schema elettrico unifilare AT-MT (Stralcio dell'elaborato grafico del PTO 202100701\_PTO\_00-08)

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

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

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

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

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

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

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

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

### 6.1.6. Potenza Stimata del Parco eolico

La configurazione è stata progettata considerando i venti dominanti e le caratteristiche del terreno.

Dal punto di vista anemologico la producibilità attesa dall'impianto, è stata stimata, utilizzando i dati raccolti da una torre anemometrica posta nei pressi del futuro parco eolico di Santeramo, per un periodo tra il 2009 e il 2013.

Di seguito si riporta la tabella con le informazioni riguardanti la torre anemometrica:

| Met Mast | UTM Z33 - ETRS89 |           |           | Measurement heights<br>[m] | Measurement period /<br>Available Data |            |
|----------|------------------|-----------|-----------|----------------------------|--|------------|
|          | UTM-X [m]        | UTM-Y [m] | UTM-Z [m] |                            | Start                                  | End        |
| 3202     | 645,052          | 4,510,231 | 375       | 78, 60, 40                 | 15/05/2009                             | 31/08/2013 |

Si riportano inoltre i risultati provenienti dalla torre nel periodo di riferimento:

|                        |         |         |
|------------------------|---------|---------|
| Met Mast               | 3202    |         |
| Reference Period       | Start   | End     |
|                        | 06/2009 | 05/2013 |
| Measurement height (m) | 78      |         |
| Mean wind speed (m/s)  | 5.8     |         |
| Weibull k              | 1.9     |         |
| Weibull A (m/s)        | 6.53.8  |         |
| Valid data points      | 207,856 |         |
| Data recovery rate (%) | 99%     |         |

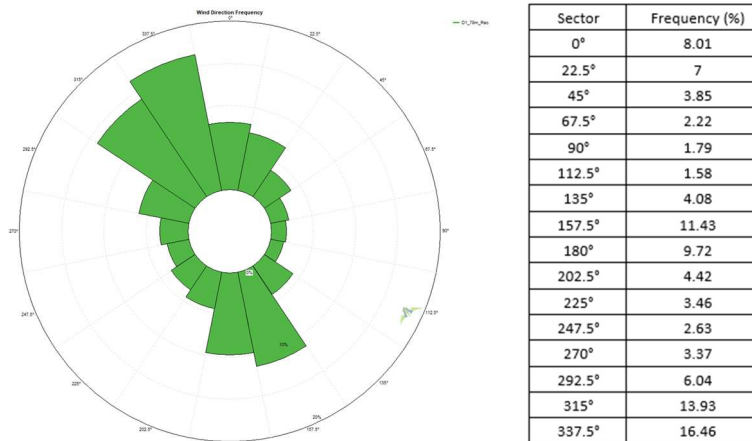
Per la stima di producibilità attesa si è calcolato tramite l'utilizzato del software Vortex ERA5 la velocità media del vento a quota 115 m (altezza al mozzo degli aerogeneratori) durante il periodo di riferimento (2009-2013).

| Met Mast | Measurement Height (m) | V MH [m/s] | Shear | HH (m) | V HH [m/s] |
|----------|------------------------|------------|-------|--------|------------|
| 3202     | 78                     | 5.8        | 0.17  | 115    | 6.1        |

Il calcolo della produzione di energia lorda e delle perdite di scia è stato eseguito utilizzando il software Openwind Enterprise con il modello di vento descritto nella sezione precedente. Le perdite di scia sono state calcolate, invece, utilizzando il modello Eddy-viscosity / Deep-Array Wake Model (DAWM).

Quindi è stato possibile determinare le distribuzioni, ad altezza h=115 m sls, dei valori associati ai parametri di input

anemologici implementati nel codice di simulazione, nonché la relativa densità di potenza calcolata per ciascun settore di provenienza del vento.



Come si può constatare dall'osservazione delle distribuzioni dei parametri anemologici, che la risorsa eolica in sito è sostanzialmente concentrata lungo l'asse Nord-Nordovest/Sud-Sudest, con una frequenza di venti di circa il 42% dell'intera risorsa energetica disponibile in sito.

Considerando che la velocità media del vento di tutte le turbine eoliche è di **5,9 m/s** e la singola produzione media lorda è di 16.192 MWh/anno, si ricava che per l'intero impianto, composto da 11 aerogeneratori, con potenza nominale unitaria fino a 6.4 MW e per un totale di 70.4 MW, si stima una producibilità lorda pari a **178.113 MWh/anno P<sub>50</sub>**.

| ID    | WTG                    | UTM Z30 - ETRS89 |           |           | HH (m) | WS ave [m/s] | Gross [MWh/año] | Efficiency (%) | Net [MWh/año] | NEH   |
|-------|------------------------|------------------|-----------|-----------|--------|--------------|-----------------|----------------|---------------|-------|
|       |                        | UTM-X [m]        | UTM-Y [m] | UTM-Z [m] |        |              |                 |                |               |       |
| S3.1  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 642934           | 4510989   | 978       | 115    | 5.9          | 16,197          | 91.3           | 13,292        | 2,077 |
| S3.2  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 643381           | 4510196   | 982       | 115    | 5.9          | 16,197          | 91.7           | 13,344        | 2,085 |
| S3.3  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 644137           | 4510893   | 1,008     | 115    | 5.8          | 15,759          | 96.1           | 13,606        | 2,126 |
| S3.4  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 644219           | 4509797   | 1,038     | 115    | 5.9          | 16,434          | 92.2           | 13,618        | 2,128 |
| S3.5  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 645195           | 4510204   | 1,059     | 115    | 5.9          | 16,322          | 94.4           | 13,841        | 2,163 |
| S3.6  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 645848           | 4509817   | 1,066     | 115    | 5.9          | 16,357          | 89.2           | 13,107        | 2,048 |
| S3.7  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 645858           | 4510727   | 1,088     | 115    | 5.9          | 16,208          | 95.9           | 13,962        | 2,182 |
| S3.8  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 646850           | 4508707   | 1,094     | 115    | 6.0          | 16,586          | 93.7           | 13,959        | 2,181 |
| S3.9  | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 646830           | 4510535   | 1,114     | 115    | 5.8          | 16,015          | 97.1           | 13,966        | 2,182 |
| S3.10 | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 647730           | 4510308   | 1,131     | 115    | 5.8          | 16,106          | 97.4           | 14,094        | 2,202 |
| S3.11 | SG6.6-170 (AM-2,6.4MW) | 642369           | 4511259   | 972       | 115    | 5.8          | 15,932          | 97.7           | 13,985        | 2,185 |

Ottenuto tale valore, si è stimata la resa energetica per le turbine al netto delle perdite per scia e decurtandola delle perdite fisse aggiuntive legate a fattori indipendenti dalle potenzialità eoliche del sito e dalle caratteristiche di performance del modello di turbina adottato, ottenendo valori medi di efficienza pari a 94,2%.

| Configurazione     | Aerogeneratore tipo            | Potenza installabile [MW] | AEP netta, LP (P50) [GWh/anno] | Ore Equivalenti [MWh/MW/anno] |
|--------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-------------------------------|
| n° 11 wtg x 6.4 MW | <b>SG6.6-170 mod. AM-2_6.4</b> | <b>70,4</b>               | <b>150,775</b>                 | <b>2.142</b>                  |

Inoltre la dislocazione ottimale delle turbine dovrà seguire, compatibilmente con i vincoli territoriali, schiere direttrici lungo gli assi normali a quelli delle direzioni prevalenti del vento.



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

### 6.1.7. Analisi acustica

Come riportato nello specifico studio specialistico "Valutazione previsionale di impatto acustico e piano di monitoraggio di un parco eolico denominato Santeramo con potenza pari a 70,4 mw", al quale si rimanda per maggiori dettagli, le schede tecniche del fornitore riportano che la modalità di funzionamento degli aerogeneratori, **SIEMENS GAMESA SG6.6-170 in modalità AM-2**, più gravosa dal punto di vista acustico sia quella caratterizzata da una velocità del vento all'hub (115 metri) pari a 9 m/s, come evidenziato nella seguente tabella a partire da:

| Wind speed [m/s] | 3           | 4           | 5           | 6           | 7            | 8            | 9            | 10           | 11           | 12           | Up to cut-out |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| AM 0             | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.7        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0         |
| AM-1             | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.7        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0         |
| <b>AM-2</b>      | <b>92.0</b> | <b>92.0</b> | <b>94.5</b> | <b>98.4</b> | <b>101.8</b> | <b>104.7</b> | <b>106.0</b> | <b>106.0</b> | <b>106.0</b> | <b>106.0</b> | <b>106.0</b>  |
| AM-3             | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.7        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0         |
| AM-4             | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.7        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0         |
| AM-5             | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.7        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0         |
| AM-6             | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.7        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0        | 106.0         |
| N1               | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.7        | 105.5        | 105.5        | 105.5        | 105.5        | 105.5         |
| N2               | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 104.5        | 104.5        | 104.5        | 104.5        | 104.5        | 104.5         |
| N3               | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 103.0        | 103.0        | 103.0        | 103.0        | 103.0        | 103.0         |
| N4               | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.8        | 102.0        | 102.0        | 102.0        | 102.0        | 102.0        | 102.0         |
| N5               | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 101.0        | 101.0        | 101.0        | 101.0        | 101.0        | 101.0        | 101.0         |
| N6               | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0        | 100.0         |
| N7               | 92.0        | 92.0        | 94.5        | 98.4        | 99.0         | 99.0         | 99.0         | 99.0         | 99.0         | 99.0         | 99.0          |

Si precisa che il documento sopra citato fornisce i livelli spettrali di potenza sonora solo alla velocità 12 m/s. Tale spettro è stato adottato, opportunamente scalato in funzione del livello globale, per determinare i livelli spettrali in corrispondenza di tutte le altre velocità.

| Siemens Gamesa SG-6.6-170 (AM-2 a 6.4MW) |   |        |        |        |         |         |         |         |           |
|--|---|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|-----------|
| v_HUB [m/s]                              | Livello di potenza sonora in bande d'ottava LwA,f [dBA] |        |        |        |         |         |         |         | LwA [dBA] |
|  | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1000 Hz | 2000 Hz | 4000 Hz | 8000 Hz |           |
| 3  | 72.5  | 79.4   | 82.1   | 83.9   | 87.8    | 85.9    | 79.3    | 69.0    | 92.0      |
| 4  | 72.5  | 79.4   | 82.1   | 83.9   | 87.8    | 85.9    | 79.3    | 69.0    | 92.0      |
| 5  | 75.0  | 81.9   | 84.6   | 86.4   | 90.3    | 88.4    | 81.8    | 71.5    | 94.5      |
| 6  | 78.9  | 85.8   | 88.5   | 90.3   | 94.2    | 92.3    | 85.7    | 75.4    | 98.4      |
| 7  | 82.3  | 89.2   | 91.9   | 93.7   | 97.6    | 95.7    | 89.1    | 78.8    | 101.8     |
| 8  | 85.2  | 92.1   | 94.8   | 96.6   | 100.5   | 98.6    | 92.0    | 81.7    | 104.7     |
| 9  | 86.5  | 93.4   | 96.1   | 97.9   | 101.8   | 99.9    | 93.3    | 83.0    | 106.0     |

Per sua natura il funzionamento di un parco eolico è possibile solo con presenza di vento nel sito di installazione in tutti i 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 e 3, comma 1, lettera c) della legge 447 sono indicati nella tabella B del DPCM 14/11/97 e dipendono dalle classi di destinazione d'uso del territorio. È necessario che, per la loro applicabilità, i comuni abbiano provveduto alla zonizzazione acustica del proprio territorio.

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

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

|  |
|--|
| <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                        |

I comuni direttamente o indirettamente interessati dalla realizzazione del parco eolico in fase di esercizio sono i seguenti:

- Comune di Santeramo in Colle – aerogeneratori e ricettori;



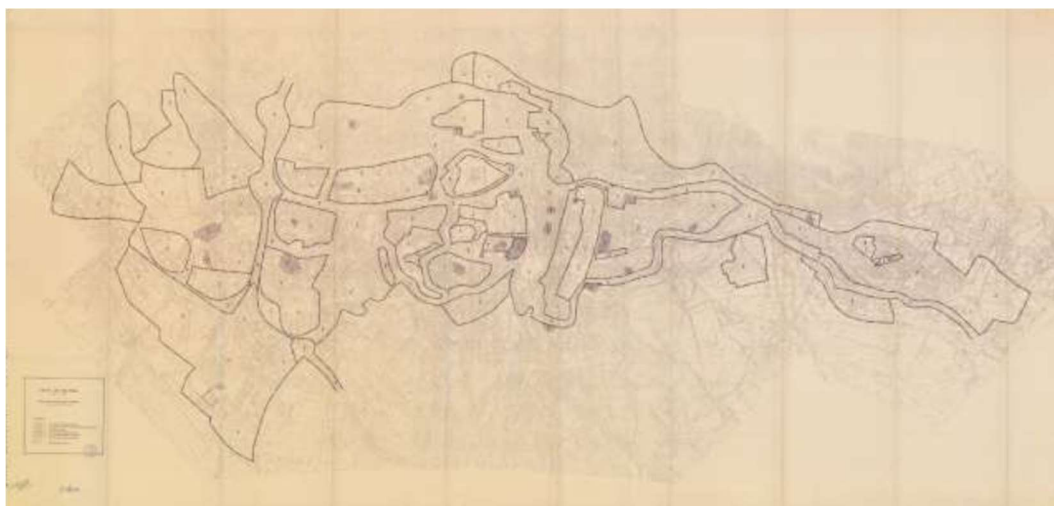
- Comune di Matera – sottostazione elettrica e ricettori;
- Comune di Laterza – ricettori.

I Comuni di Santeramo e Laterza non sono dotati 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:

| <i>"In attesa della suddivisione del territorio comunale nelle zone di cui alla tabella 1, si applicano per le sorgenti sonore fisse i seguenti limiti di accettabilità:"</i> | Limite diurno<br>Leq (A) | Limite notturno<br>Leq (A) |
|---|--------------------------|----------------------------|
| Tutto il territorio nazionale   | 70                       | 60                         |
| Zona A (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)  | 65                       | 55                         |
| Zona B (decreto ministeriale n. 1444/68) (*)  | 60                       | 50                         |
| Zona esclusivamente industriale   | 70                       | 70                         |

Nel caso del Comune di Matera, esso è dotato di un Piano di Classificazione Acustica, approvato con Deliberazione del Consiglio Comunale N. 31 del 23/5/1996.

Da come si evince dalla documentazione cartografica, le restrizioni acustiche sono limitate esclusivamente alla parte urbana del Comune escludendo pertanto l'area in cui sono distribuiti i ricettori oggetto di misurazioni.



**Figura 11** – Piano di Classificazione Acustica del Comune di Matera

Inoltre, nel verbale della stessa delibera sono state indicate le classi da assegnare alle aree del territorio comunale non incluse nella documentazione cartografica:

**“Classe I:** area ricadente nel piano quadro dell'altopiano murgico, area del Cimitero di C.Da Pantanello compresa

*un'area di rispetto tutt'intorno per un raggio di 200m dal confine della stessa; area di insediamento del nuovo ospedale (c.da Chiancalata), aree boscate di Timmari, Serra Pizzuta, Picciano e l'area dell'Oasi faunistica di San Giuliano;*

***Classe IV:** le unità territoriali, per una fascia di 30m prospicienti le linee ferroviarie e le strade primarie di scorrimento, le tangenziali, le strade di penetrazione, le strade di comunicazione atte a distribuire il traffico di scambio fra il territorio urbano ed extraurbano. Le unità territoriali comprendenti esclusivamente attività commerciali oltre alla fascia perimetrale di rispetto tutt'intorno di 50m;*

***Classe V:** le unità territoriali in cui insistono le attività produttive derivanti da insediamenti zootecnici o da trasformazione del prodotto agricolo; le unità territoriali che contengono al loro interno insediamenti prevalentemente produttivi ivi compresa l'area che corre intorno al loro perimetro per una fascia di 50m;*

***Classe VI:** l'area industriale di La Martella, area industriale di Jesce, le unità territoriali che contengono al loro interno esclusivamente insediamenti produttivi, le unità territoriali in cui esistono gli impianti comunali di depurazione dei reflui. Appartengono alla stessa classe le unità territoriali prospicienti le aree menzionate per una fascia di 50m lungo il loro perimetro."*

Pertanto considerando la vocazione dell'area in cui ricadono i ricettori, trattandosi di opifici industriali, alcuni ricadrebbero in classe VI e altri in classe V, quindi per omogeneità e per un approccio cautelativo si ritiene attribuire a tutti i ricettori ricadenti nel Comune di Matera i limiti della Classe V:

- **limite assoluto di immissione 70 dB(A) nel tempo diurno e 60 dB(A) nel tempo notturno;**
- **limite differenziale di immissione 5 dB(A) nel tempo diurno e 3 dB(A) nel tempo notturno.**

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 11 aerogeneratori in progetto.

Nell'aria di influenza sono presenti fabbricati abitativi e produttivi ad uso agricolo o zootecnico, numerosi edifici rurali non abitabili dedicati al deposito di attrezzi agricoli e scorte per i fondi. Per ognuno di loro sono state indicate le informazioni relative a: posizione geografica, quota, dati catastali, tipologia edificio, distanza dalla turbina più vicina.

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






| Ricettori | Coordinate WGS84 UTM 33 N |            | H terreno s.lm. [m] | COMUNE             | FOGLIO | P.LLA | CAT. CATASTALE  | DIST. MIN. DA TURBINA [m] | TURBINA PIU' VICINA |
|-----------|---------------------------|------------|---------------------|--------------------|--------|-------|-----------------|---------------------------|---------------------|
| R8        | 643789.8                  | 4511502.25 | 372.4               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 96    | A03/D10         | 709                       | S03                 |
| R9        | 643816.58                 | 4511432.72 | 371.0               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 103   | A03/D10         | 636                       | S03                 |
| R10       | 643840.58                 | 4511438.62 | 371.7               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 117   | A07/D10         | 629                       | S03                 |
| R11       | 643548.39                 | 4511057.2  | 381.9               | SANTERAMO IN COLLE | 103    | 470   | A02/D10/F05/D01 | 619                       | S03                 |
| R15       | 642936.14                 | 4510384.44 | 388.6               | SANTERAMO IN COLLE | 103    | 480   | D01             | 483                       | S02                 |
| R16       | 642952.36                 | 4510284.66 | 388.7               | SANTERAMO IN COLLE | 103    | 480   | D01             | 438                       | S02                 |
| R20       | 642497.25                 | 4510265.75 | 389.7               | MATERA             | 19     | 251   | D01             | 824                       | S01                 |
| R24       | 642409.25                 | 4510107.07 | 390.2               | MATERA             | 19     | 151   | SC              | 976                       | S02                 |
| R25       | 642429.38                 | 4510120.45 | 390.6               | MATERA             | 19     | 149   | SC              | 955                       | S02                 |
| R27       | 642288.63                 | 4510315.66 | 389.0               | MATERA             | 19     | 6     | D01             | 911                       | S01                 |
| R28       | 642035.81                 | 4510120.3  | 391.5               | MATERA             | 19     | 202   | SC              | 1186                      | S11                 |
| R43       | 641452.94                 | 4510910.57 | 388.9               | MATERA             | 8      | 711   | SC              | 980                       | S11                 |
| R44       | 641152.49                 | 4510467.1  | 394.0               | MATERA             | 8      | 526   | D07             | 1452                      | S11                 |
| R45       | 641020.64                 | 4510576.96 | 391.9               | MATERA             | 8      | 1109  | D01             | 1511                      | S11                 |
| R46       | 641236.45                 | 4510644.83 | 391.3               | MATERA             | 8      | 459   | D07             | 1288                      | S11                 |
| R47       | 641122.34                 | 4510800.89 | 391.8               | MATERA             | 8      | 496   | D07/A03/D01     | 1328                      | S11                 |
| R48       | 641321.62                 | 4510806.18 | 390.1               | MATERA             | 8      | 72    | D01/D07/F01     | 1141                      | S11                 |
| R49       | 641335.28                 | 4510978.4  | 387.7               | MATERA             | 8      | 493   | D01/F03         | 1071                      | S11                 |
| R50       | 641291.37                 | 4511010.46 | 387.7               | MATERA             | 8      | 716   | D01             | 1106                      | S11                 |
| R51       | 641152.34                 | 4511290.01 | 388.8               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 156   | SC              | 1217                      | S11                 |
| R52       | 641063.49                 | 4511118.92 | 389.6               | MATERA             | 8      | 525   | D07/D01         | 1313                      | S11                 |
| R53       | 640911.23                 | 4511010.24 | 389.9               | MATERA             | 8      | 1111  | D01             | 1479                      | S11                 |
| R54       | 640940.97                 | 4511129.21 | 389.9               | MATERA             | 8      | 1132  | D07             | 1434                      | S11                 |
| R55       | 640873.09                 | 4511086.61 | 389.9               | MATERA             | 8      | 1101  | D01             | 1506                      | S11                 |
| R56       | 640997.95                 | 4511223.17 | 389.7               | MATERA             | 8      | 64    | D07/D01         | 1372                      | S11                 |
| R57       | 640898.48                 | 4511279.12 | 389.5               | MATERA             | 8      | 279   | D07             | 1471                      | S11                 |
| R58       | 641122.06                 | 4511235.55 | 388.9               | MATERA             | 8      | 704   | SC              | 1247                      | S11                 |
| R61       | 640971.62                 | 4511346.49 | 389.3               | MATERA             | 8      | 1082  | C01/E03         | 1400                      | S11                 |
| R62       | 640923.17                 | 4511478.5  | 388.8               | SANTERAMO IN COLLE | 84     | 419   | D07             | 1462                      | S11                 |
| R63       | 640989.69                 | 4511427.22 | 386.7               | SANTERAMO IN COLLE | 84     | 75    | SC              | 1390                      | S11                 |
| R64       | 641007.2                  | 4511435.71 | 385.4               | SANTERAMO IN COLLE | 84     | 479   | SC              | 1373                      | S11                 |
| R65       | 641183.67                 | 4511062.3  | 387.9               | MATERA             | 8      | 791   | D01/F01         | 1202                      | S11                 |
| R66       | 641169.65                 | 4511292.42 | 389.5               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 310   | A03             | 1200                      | S11                 |
| R67       | 641174.69                 | 4511308.41 | 389.5               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 317   | A03/D01         | 1195                      | S11                 |
| R68       | 641222.41                 | 4511316.36 | 388.9               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 311   | A03/D10         | 1148                      | S11                 |
| R69       | 641176.86                 | 4511332.22 | 389.3               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 316   | A03/D10         | 1194                      | S11                 |
| R70       | 641199.79                 | 4511400.72 | 387.8               | SANTERAMO IN COLLE | 84     | 912   | D10/A04         | 1178                      | S11                 |
| R71       | 641006.15                 | 4511519.29 | 387.8               | SANTERAMO IN COLLE | 84     | 418   | D07             | 1387                      | S11                 |
| R73       | 641869.74                 | 4511417.2  | 377.7               | SANTERAMO IN COLLE | 103    | 415   | D01             | 524                       | S11                 |
| R75       | 641509.5                  | 4511998    | 380.6               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 325   | A04/C02         | 1134                      | S11                 |
| R76       | 641544.77                 | 4512006.02 | 379.9               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 274   | A02/F02         | 1112                      | S11                 |
| R81       | 641858.27                 | 4512091.85 | 383.2               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 275   | D10             | 977                       | S11                 |
| R83       | 641987.58                 | 4512087.93 | 382.1               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 251   | D10             | 912                       | S11                 |
| R84       | 642046.51                 | 4512091.26 | 382.0               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 260   | A07/C02         | 893                       | S11                 |
| R85       | 642061.2                  | 4512108.96 | 381.8               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 261   | D10             | 904                       | S11                 |
| R87       | 642112.14                 | 4512462.28 | 380.4               | SANTERAMO IN COLLE | 85     | 323   | D10             | 1230                      | S11                 |
| R90       | 643744.66                 | 4512028.58 | 376.6               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 9     | D10/C06/F01/F03 | 1209                      | S03                 |
| R91       | 643775.15                 | 4512008.03 | 376.6               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 45    | A03             | 1180                      | S03                 |
| R95       | 643977.91                 | 4511501.63 | 368.8               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 123   | A02/D10         | 636                       | S03                 |
| R96       | 643915.37                 | 4511431.87 | 371.0               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 122   | D10             | 590                       | S03                 |
| R109      | 642599.04                 | 4509082.51 | 391.6               | MATERA             | 20     | 1     | SC              | 1361                      | S02                 |
| R110      | 643006.01                 | 4509008.42 | 392.7               | MATERA             | 20     | 367   | D10/A03         | 1245                      | S02                 |
| R112      | 643315.79                 | 4508817.99 | 396.2               | MATERA             | 20     | 380   | C02/A02         | 1322                      | S04                 |
| R113      | 643340.67                 | 4508746.74 | 396.2               | MATERA             | 20     | 388   | D10             | 1359                      | S04                 |
| R114      | 643369.22                 | 4508703.29 | 396.3               | MATERA             | 20     | 338   | A04             | 1374                      | S04                 |
| R123      | 644141.73                 | 4509128.03 | 389.3               | MATERA             | 20     | 414   | D10             | 656                       | S04                 |
| R125      | 644221.07                 | 4509101.85 | 388.9               | MATERA             | 20     | 422   | D01             | 677                       | S04                 |
| R138      | 644938.03                 | 4510759.16 | 373.6               | SANTERAMO IN COLLE | 104    | 212   | A07             | 612                       | S05                 |
| R139      | 645011.2                  | 4510745.52 | 373.3               | SANTERAMO IN COLLE | 104    | 213   | D10             | 572                       | S05                 |
| R143      | 645074.7                  | 4511327.04 | 371.5               | SANTERAMO IN COLLE | 98     | 101   | A03/D10         | 987                       | S07                 |
| R145      | 644756.38                 | 4511552.18 | 376.4               | SANTERAMO IN COLLE | 98     | 92    | A03/D10         | 904                       | S03                 |
| R147      | 644243.03                 | 4511841.2  | 378.5               | SANTERAMO IN COLLE | 97     | 102   | A03/D10         | 959                       | S03                 |



|      |           |            |       |                    |     |     |                     |      |     |
|------|-----------|------------|-------|--------------------|-----|-----|---------------------|------|-----|
| R148 | 643319.82 | 4508671.86 | 395.4 | MATERA             | 20  | 467 | D10                 | 1429 | S04 |
| R149 | 643379.45 | 4508650.03 | 396.1 | MATERA             | 20  | 340 | A03/D10             | 1410 | S04 |
| R151 | 643425.15 | 4508650.57 | 396.2 | MATERA             | 20  | 117 | D10                 | 1382 | S04 |
| R152 | 643414.42 | 4508617.66 | 395.6 | MATERA             | 20  | 469 | A04/D10             | 1416 | S04 |
| R153 | 643420.5  | 4508606.04 | 394.9 | MATERA             | 20  | 426 | D10                 | 1422 | S04 |
| R154 | 643428.11 | 4508583.08 | 393.9 | MATERA             | 20  | 455 | C02/D10             | 1436 | S04 |
| R160 | 644571.06 | 4509210.05 | 386.3 | SANTERAMO IN COLLE | 104 | 202 | A07/C02/C06         | 666  | S04 |
| R161 | 644622.34 | 4509235.08 | 384.7 | SANTERAMO IN COLLE | 104 | 201 | F03                 | 674  | S04 |
| R164 | 645122.83 | 4508965.02 | 386.7 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 247 | A04/D10             | 1144 | S06 |
| R165 | 645102.32 | 4508886.5  | 387.1 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 389 | A04/D01             | 1217 | S06 |
| R166 | 645205.98 | 4508899.95 | 385.5 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 367 | D10/F03             | 1142 | S06 |
| R167 | 645232.06 | 4508856.86 | 385.6 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 328 | A03/D10/F03         | 1162 | S06 |
| R170 | 645411.48 | 4509310.06 | 381.5 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 368 | D10                 | 694  | S06 |
| R178 | 645911.99 | 4509148.09 | 376.9 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 393 | A04/C02             | 674  | S06 |
| R181 | 645782.09 | 4509492    | 375.6 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 422 | SC                  | 344  | S06 |
| R190 | 645987.41 | 4510146.66 | 367.4 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 362 | D10                 | 342  | S06 |
| R198 | 645830.24 | 4511136.82 | 363.5 | SANTERAMO IN COLLE | 104 | 204 | D10                 | 411  | S07 |
| R200 | 645727.43 | 4508565.17 | 383.2 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 415 | F06                 | 1125 | S08 |
| R201 | 646073.26 | 4508596.72 | 381.3 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 413 | F06                 | 779  | S08 |
| R205 | 646220.79 | 4508844.48 | 377.4 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 396 | D10                 | 630  | S08 |
| R212 | 646691.94 | 4509480.91 | 367.2 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 586 | A07                 | 765  | S08 |
| R215 | 647119.05 | 4509637.58 | 363.1 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 721 | D10                 | 924  | S10 |
| R216 | 647069.5  | 4509671.63 | 362.5 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 731 | D10                 | 896  | S09 |
| R217 | 647308.13 | 4509780.8  | 359.5 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 705 | D10                 | 692  | S10 |
| R219 | 647158.35 | 4510056.27 | 359.1 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 758 | A04/C02/C06/F01/F02 | 581  | S09 |
| R232 | 646592    | 4511834.69 | 370.1 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 262 | A04/D10             | 1321 | S09 |
| R233 | 646929.59 | 4511776.32 | 366.9 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 214 | A03/D10             | 1245 | S09 |
| R234 | 646700.05 | 4511965.29 | 376.5 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 200 | SC                  | 1436 | S09 |
| R235 | 646554.77 | 4511870.2  | 372.0 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 212 | A07/C02             | 1339 | S07 |
| R236 | 646628.2  | 4511984.35 | 381.8 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 201 | A03/D10             | 1463 | S09 |
| R240 | 646499.09 | 4511981.07 | 378.2 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 276 | C02/C06/A03         | 1408 | S07 |
| R241 | 646442.74 | 4511912.89 | 372.4 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 231 | A03/C02             | 1322 | S07 |
| R243 | 646469.36 | 4511866.29 | 370.6 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 46  | SC                  | 1293 | S07 |
| R245 | 646108.66 | 4511975.13 | 377.0 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 181 | A07/C02             | 1273 | S07 |
| R248 | 646138.37 | 4511721.94 | 368.8 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 177 | F03                 | 1034 | S07 |
| R249 | 646107.49 | 4511726.11 | 368.6 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 178 | D10                 | 1030 | S07 |
| R251 | 646084.37 | 4511734.76 | 368.6 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 195 | A04                 | 1033 | S07 |
| R256 | 645815.79 | 4512136.28 | 380.0 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 188 | D10/A03             | 1410 | S07 |
| R257 | 645795.11 | 4512110.74 | 378.7 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 202 | C02/F03             | 1385 | S07 |
| R259 | 645779.65 | 4512133.62 | 379.5 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 196 | D10                 | 1409 | S07 |
| R260 | 645792.78 | 4512088.98 | 377.3 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 197 | D10                 | 1364 | S07 |
| R261 | 645730.72 | 4512127.02 | 377.6 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 192 | A07                 | 1406 | S07 |
| R262 | 645633.84 | 4511978.53 | 372.0 | SANTERAMO IN COLLE | 99  | 16  | SC                  | 1271 | S07 |
| R264 | 645765.22 | 4507872.43 | 382.2 | LATERZA            | 1   | 250 | D10                 | 1376 | S08 |
| R265 | 645836.18 | 4507870.64 | 381.7 | LATERZA            | 1   | 298 | D01                 | 1322 | S08 |
| R269 | 646220.83 | 4507816.59 | 376.8 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 338 | FABBR RURALE        | 1104 | S08 |
| R271 | 646288.03 | 4507873.73 | 375.5 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 377 | A03/C06             | 1020 | S08 |
| R272 | 646261.99 | 4507897.27 | 375.5 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 381 | A03/C06             | 1014 | S08 |
| R273 | 646354.15 | 4507994.74 | 374.7 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 384 | D10/A03             | 882  | S08 |
| R274 | 646326.77 | 4508058.89 | 375.5 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 395 | SC                  | 846  | S08 |
| R275 | 646432.74 | 4508188.57 | 377.5 | SANTERAMO IN COLLE | 107 | 405 | A02/D10/F02         | 678  | S08 |
| R279 | 646618.74 | 4508104.56 | 376.0 | LATERZA            | 3   | 166 | A07                 | 664  | S08 |
| R285 | 646870.02 | 4507882.67 | 374.9 | LATERZA            | 2   | 79  | D10/A03/F02         | 848  | S08 |
| R286 | 646883.99 | 4507839.34 | 374.7 | LATERZA            | 2   | 80  | D10/F02             | 892  | S08 |
| R287 | 646932.29 | 4507952.03 | 374.6 | LATERZA            | 3   | 169 | C02/A03             | 784  | S08 |
| R290 | 646991.04 | 4507955.14 | 374.6 | LATERZA            | 3   | 174 | A03                 | 790  | S08 |
| R297 | 647611.58 | 4507563.26 | 379.1 | LATERZA            | 3   | 185 | C02/A04             | 1399 | S08 |
| R313 | 647910.81 | 4508253.19 | 372.0 | LATERZA            | 4   | 10  | SC                  | 1172 | S08 |
| R314 | 648021.97 | 4508435.43 | 371.0 | LATERZA            | 4   | 18  | SC                  | 1218 | S08 |
| R323 | 647600.4  | 4509250.37 | 368.5 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 765 | A03/D08             | 921  | S08 |
| R324 | 647663.29 | 4509319.7  | 367.3 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 738 | D10                 | 1002 | S10 |
| R326 | 647962.45 | 4509207.24 | 368.8 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 671 | A06/C02/C06         | 1133 | S10 |
| R328 | 647960.13 | 4510022.76 | 359.5 | SANTERAMO IN COLLE | 108 | 707 | D10                 | 367  | S10 |
| R354 | 647999.41 | 4511166.39 | 359.3 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 211 | D10                 | 885  | S10 |



|      |           |            |       |                    |     |     |               |      |     |
|------|-----------|------------|-------|--------------------|-----|-----|---------------|------|-----|
| R355 | 647781.98 | 4511380.11 | 362.7 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 241 | A03/D10       | 1062 | S10 |
| R356 | 647408.41 | 4511467.59 | 361.5 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 219 | D10/A02       | 1097 | S09 |
| R357 | 647621.02 | 4511535.01 | 366.9 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 257 | F06           | 1222 | S10 |
| R360 | 647510.42 | 4511772.46 | 397.5 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 207 | D10/A04       | 1412 | S09 |
| R362 | 648430.3  | 4509442.37 | 364.0 | SANTERAMO IN COLLE | 109 | 158 | SC            | 1114 | S10 |
| R363 | 648420.36 | 4509466.31 | 364.1 | SANTERAMO IN COLLE | 109 | 161 | A04/D10       | 1089 | S10 |
| R365 | 648914.93 | 4509393.7  | 361.0 | LATERZA            | 4   | 28  | SC            | 1493 | S10 |
| R366 | 648936.2  | 4509517.5  | 359.0 | LATERZA            | 4   | 36  | FABBR. RURALE | 1437 | S10 |
| R367 | 648248.33 | 4509876.29 | 358.7 | SANTERAMO IN COLLE | 109 | 165 | D10           | 672  | S10 |
| R368 | 648443.88 | 4509872.41 | 358.4 | SANTERAMO IN COLLE | 109 | 162 | D10           | 831  | S10 |
| R372 | 649404.24 | 4510018.89 | 354.4 | SANTERAMO IN COLLE | 110 | 216 | D10           | 1688 | S10 |
| R386 | 649131.15 | 4510690.4  | 361.1 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 165 | SC            | 1437 | S10 |
| R387 | 649086.03 | 4510759.13 | 363.4 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 286 | A03/D10       | 1413 | S10 |
| R388 | 649031.98 | 4510751.97 | 361.8 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 271 | A07/D10       | 1360 | S10 |
| R390 | 648877.44 | 4510891.24 | 362.5 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 275 | A07/C02       | 1271 | S10 |
| R391 | 648847.7  | 4510974.94 | 363.0 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 295 | A03/D10       | 1285 | S10 |
| R396 | 648465.66 | 4510961.04 | 362.7 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 258 | A02/C06       | 967  | S10 |
| R397 | 648447.21 | 4510993.19 | 363.9 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 256 | D10           | 975  | S10 |
| R398 | 648342.4  | 4510982.32 | 361.5 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 244 | A03           | 894  | S10 |
| R399 | 648285.29 | 4510963.54 | 359.8 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 246 | D10           | 842  | S10 |
| R400 | 648206.07 | 4511156.55 | 362.6 | SANTERAMO IN COLLE | 105 | 251 | A04/C02/C06   | 957  | S10 |
| R401 | 648919.14 | 4511221.4  | 367.8 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 222 | A03/D10       | 1482 | S10 |
| R402 | 648933.68 | 4511210.98 | 367.2 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 267 | C06/C02/A04   | 1488 | S10 |
| R403 | 648502.52 | 4511372.3  | 372.9 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 227 | D10           | 1299 | S10 |
| R404 | 648462.99 | 4511391.26 | 375.4 | SANTERAMO IN COLLE | 100 | 228 | A02/D10       | 1292 | S10 |
| R410 | 647126.04 | 4507874.94 | 374.6 | LATERZA            | 3   | 195 | A04 C02 C06   | 902  | S08 |

|   |   |
|---|---|
|   | Fabbricati residenziali                                   |
|  | Fabbricati produttivi                                     |
|  | Fabbricati senza classificazione catastale                |
|  | Fabbricati rurali   |
|  | Fabbr. in corso di costruzione/in attesa di dichiarazione |

Per caratterizzare il clima acustico esistente si è proceduto ad eseguire un monitoraggio dell'area interessata dal progetto; dopo un sopralluogo conoscitivo, indispensabile ad acquisire tutte le informazioni che possono condizionare la scelta del metodo, dei tempi e dei punti di misura, sono state individuate **n. 4 posizioni**, concentrando le misure nelle vicinanze dei fabbricati residenziali.

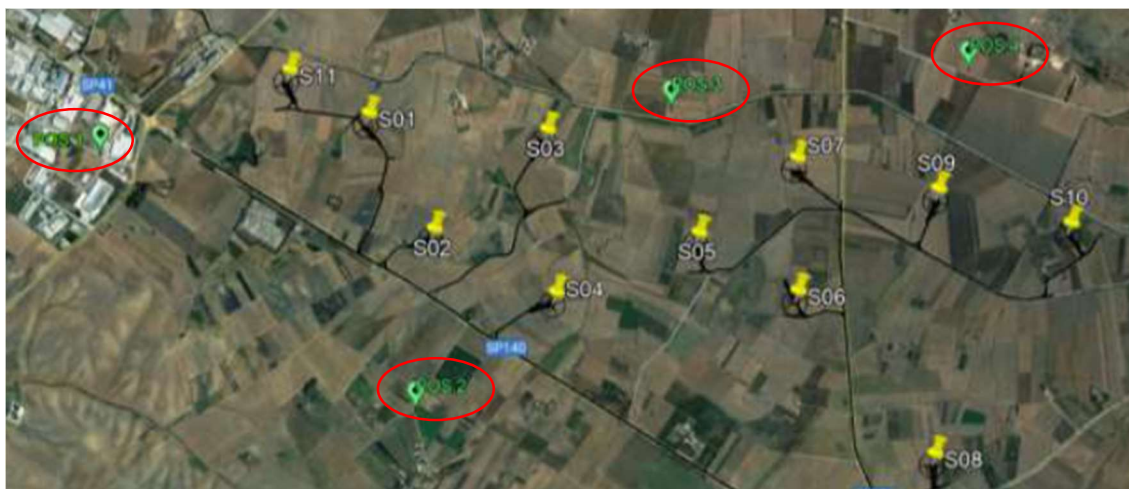


Figura 12 – Posizionamento stazioni di misura

Si riportano di seguito gli esiti delle misurazioni:

|             | 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    | 29/09/2022<br>Ore 11.15-11.30      | Rumore provenienti dalle attività industriali+Cicalio continuo da opificio vicino+vento | 48.9                    | 48.2                   | 46.6                   | POS.1_diurno       |
|             | 2_diurno    | 29/09/2022<br>Ore 11.48-12.03      | Mezzo agricolo in lontananza  | 40.2                    | 38.9                   | 33.6                   | POS.2_diurno       |
|             | 3_diurno    | 29/09/2022<br>Ore 12.17-12.29      | Vento-Fogliame-Mezzo agricolo in lontananza   | 44.6                    | 44.3                   | 41.3                   | POS.3_diurno       |
|             | 4_diurno    | 29/09/2022<br>Ore 12.37-12.49      | Vento-Fogliame  | 39.9                    | 37.8                   | 33.1                   | POS.4_diurno       |
| TR NOTTURNO | 1_notturmo  | 2/10/2022<br>Ore 22.29-22.50       | Rumore provenienti dalle attività industriali+Cicalio continuo da opificio vicino       | 40.3                    | 37.6                   | 34.5                   | POS.1_notturmo     |
|             | 2_notturmo  | 2/10/2022<br>Ore 22.59-23.10       | Grilli+Transiti in lontananza su S.P.140  | 39.7                    | 35.9                   | 29.7                   | POS.2_notturmo     |
|             | 3_notturmo  | 2/10/2022<br>Ore 23.21-23.31       | Grilli+Vento+Fogliame   | 36.3                    | 35.1                   | 33.3                   | POS.3_notturmo     |
|             | 4_notturmo  | 2/10/2022<br>Ore 23.46-23.55       | Grilli+Vento+Fogliame   | 37.1                    | 33.8                   | 31.4                   | POS.4_notturmo     |

Sulla base degli studi condotti da TECNICOOP e ISPRA, è stato determinato il livello di rumore residuo, in condizioni di ventosità diverse, riproponendo le stesse condizioni in cui sarà simulato il rumore emesso dalle turbine:

| V vento [m/s] -h115m | V vento [m/s] -h 1,5 m | TECNICOOP-diurno-rel. 1 [dB(A)] | TECNICOOP-diurno-rel. 2 [dB(A)] | TECNICOOP-notturno-rel. 1 [dB(A)] | TECNICOOP-notturno-rel. 2 [dB(A)] | ISPRA [dB(A)] |
|----------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 3.0                  | 1.6                    | 33.7                            | 36.0                            | 35.4                              | 40.1                              | 23.2          |
| 5.0                  | 2.8                    | 36.2                            | 37.7                            | 38.7                              | 41.6                              | 34.4          |
| 6.0                  | 3.2                    | 37.1                            | 38.3                            | 39.9                              | 42.1                              | 37.3          |
| 7.0                  | 3.8                    | 38.3                            | 39.0                            | 41.5                              | 42.8                              | 40.4          |
| 8.0                  | 4.3                    | 39.5                            | 39.8                            | 43.1                              | 43.5                              | 43.1          |

| V vento [m/s] -h115m | V vento [m/s] -h 5.0 m | TECNICOOP-diurno-rel. 1 [dB(A)] | TECNICOOP-diurno-rel. 2 [dB(A)] | TECNICOOP-notturno-rel. 1 [dB(A)] | TECNICOOP-notturno-rel. 2 [dB(A)] | ISPRA [dB(A)] |
|----------------------|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------|
| 3.0                  | 1.9                    | 34.4                            | 36.5                            | 36.2                              | 40.5                              | 26.7          |
| 5.0                  | 3.2                    | 37.1                            | 38.2                            | 39.8                              | 42.1                              | 37.1          |
| 6.0                  | 3.8                    | 38.5                            | 39.1                            | 41.7                              | 42.9                              | 40.8          |
| 7.0                  | 4.5                    | 39.9                            | 40.0                            | 43.6                              | 43.7                              | 43.9          |
| 8.0                  | 5.1                    | 41.3                            | 40.9                            | 45.6                              | 44.5                              | 46.6          |

Determinato tale valore 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).

Dalla simulazione ottenuta che su tutti i ricettori indagati, 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.

Per ulteriori dettagli su tali valori si rimanda alla tabella 9-12 dell'elaborato C22011S05-VA-RT-07 "Valutazione previsionale di impatto acustico e piano di monitoraggio di un parco eolico denominato Santeramo con potenza pari a 70,4 MW".

L'alterazione acustica dell'area durante la costruzione dell'opera 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:

| FASE 01 - ALLESTIMENTO AREA DI CANTIERE |                   |       |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |     |     |     |     | LwA   |
|---|-------------------|-------|----------|---|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Automezzi / Attrezzature                | N.                | % T_O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1Kz | 2Kz | 4Kz | 8Kz | [dBA] |
| Autocarro con Gru                       | 2                 | 100%  | SI       | 109   | 106    | 104    | 102    | 100 | 97  | 92  | 84  | 105   |
| Minipala cingolata                      | 3                 | 100%  | SI       | 103   | 98     | 96     | 97     | 91  | 89  | 86  | 79  | 98    |
| Pala gommata                            | 1                 | 100%  | NO       | 115   | 108    | 105    | 100    | 97  | 96  | 92  | 88  | 104   |
| Ruspa cingolata                         | 1                 | 100%  | NO       | 117   | 118    | 109    | 101    | 102 | 98  | 96  | 92  | 108   |
| Autocarro 4 assi (20 mc)                | 2                 | 100%  | SI       | 108   | 99     | 94     | 96     | 98  | 97  | 96  | 93  | 103   |
| Gruppo elettrogeno diesel               | 1                 | 100%  | SI       | 103   | 100    | 104    | 98     | 97  | 93  | 84  | 75  | 102   |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)     |                   |       |          | 115   | 111    | 110    | 108    | 106 | 104 | 101 | 97  | 111   |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)     | Autocarro con Gru |       |          | 112   | 109    | 107    | 105    | 103 | 100 | 95  | 87  | 108   |

| FASE 02 - ADEGUAMENTO VIABILITA' INTERNA E PIAZZOLE |                    |       |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |     |     |     |     | LwA   |
|---|--------------------|-------|----------|---|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Automezzi / Attrezzature                            | N.                 | % T_O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1Kz | 2Kz | 4Kz | 8Kz | [dBA] |
| Pala gommata  | 2                  | 100%  | SI       | 115   | 108    | 105    | 100    | 97  | 96  | 92  | 88  | 104   |
| Ruspa cingolata                                     | 2                  | 100%  | SI       | 117   | 118    | 109    | 101    | 102 | 98  | 96  | 92  | 108   |
| Autocarro 4 assi (20 mc)                            | 4                  | 100%  | SI       | 108   | 99     | 94     | 96     | 98  | 97  | 96  | 93  | 103   |
| Escavatore (140 q)                                  | 2                  | 100%  | SI       | 105   | 93     | 95     | 95     | 91  | 89  | 85  | 75  | 97    |
| Rullo compattatore                                  | 1                  | 100%  | NO       | 119   | 111    | 112    | 110    | 109 | 105 | 100 | 92  | 113   |
| Minipala cingolata                                  | 2                  | 100%  | NO       | 103   | 98     | 96     | 97     | 91  | 89  | 86  | 79  | 98    |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE)                 |                    |       |          | 123   | 122    | 114    | 108    | 109 | 106 | 104 | 101 | 114   |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)                 | Rullo compattatore |       |          | 119   | 111    | 112    | 110    | 109 | 105 | 100 | 92  | 113   |



| FASE 03 - ADEGUAMENTO VIABILITA' ESTERNA (mobile) |    |       |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |     |     |     |     | LwA   |     |
|---|----|-------|----------|---|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Automezzi / Attrezzature                          | N. | % T_O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1Kz | 2Kz | 4Kz | 8Kz | [dBA] |     |
| Pala Gommata                                      | 2  | 100%  | SI       | 115   | 108    | 105    | 100    | 97  | 96  | 92  | 88  | 104   |     |
| Ruspa Cingolata                                   | 2  | 100%  | SI       | 117   | 118    | 109    | 101    | 102 | 98  | 96  | 92  | 108   |     |
| Autocarro 4 assi (20 mc)                          | 4  | 100%  | SI       | 108   | 99     | 94     | 96     | 98  | 97  | 96  | 93  | 103   |     |
| Escavatore (245 q)                                | 2  | 100%  | SI       | 123   | 112    | 107    | 101    | 98  | 96  | 92  | 85  | 105   |     |
| Rullo compattatore                                | 1  | 100%  | NO       | 119   | 111    | 112    | 110    | 109 | 105 | 100 | 92  | 113   |     |
| Minipala cingolata                                | 2  | 100%  | NO       | 103   | 98     | 96     | 97     | 91  | 89  | 86  | 79  | 98    |     |
| Scarificatrice                                    | 1  | 100%  | NO       | 109   | 118    | 113    | 110    | 109 | 107 | 103 | 96  | 114   |     |
| Vibrofinitrice                                    | 1  | 100%  | NO       | 106   | 11     | 109    | 104    | 102 | 99  | 94  | 86  | 107   |     |
| Martello demolitore                               | 2  | 100%  | SI       | 93  | 92     | 94     | 99     | 103 | 101 | 100 | 106 | 110   |     |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE )              |    |       |          | 128   | 122    | 115    | 110    | 111 | 109 | 107 | 110 | 117   |     |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)               |    |       |          | Scarificatrice  | 109    | 118    | 113    | 110 | 109 | 107 | 103 | 96    | 114 |

| FASE 04 - RIPRISTINO ANTE OPERAM VIABILITA' ESTERNA (mobile) |    |       |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |       |       |       |       | LwA   |     |
|--|----|-------|----------|---|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| Automezzi / Attrezzature                                     | N. | % T_O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1Kz   | 2Kz   | 4Kz   | 8Kz   | [dBA] |     |
| Pala gommata   | 2  | 100%  | SI       | 115   | 108    | 105    | 100    | 97    | 96    | 92    | 88    | 104   |     |
| Ruspa cingolata  | 2  | 100%  | SI       | 117   | 118    | 109    | 101    | 102   | 98    | 96    | 92    | 108   |     |
| Autocarro 4 assi (20 mc)                                     | 6  | 100%  | SI       | 108   | 99     | 94     | 96     | 98    | 97    | 96    | 93    | 103   |     |
| Escavatore (245 q)   | 2  | 100%  | SI       | 123   | 112    | 107    | 101    | 98    | 96    | 92    | 85    | 105   |     |
| Rullo compattatore   | 1  | 100%  | NO       | 119   | 111    | 112    | 110    | 109   | 105   | 100   | 92    | 113   |     |
| Minipala cingolata   | 2  | 100%  | NO       | 103   | 98     | 96     | 97     | 91    | 89    | 86    | 79    | 98    |     |
| Scarificatrice   | 1  | 100%  | NO       | 109   | 118    | 113    | 110    | 109   | 107   | 103   | 96    | 114   |     |
| Vibrofinitrice   | 1  | 100%  | NO       | 106   | 11     | 109    | 104    | 102   | 99    | 94    | 86    | 107   |     |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE )                         |    |       |          | 127.8   | 122.4  | 115.3  | 109.6  | 109.7 | 107.6 | 105.5 | 102.2 | 116   |     |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)                          |    |       |          | Scarificatrice  | 109    | 118    | 113    | 110   | 109   | 107   | 103   | 96    | 114 |

| FASE 05 - CAVIDOTTI E CAVI (mobile)  |    |       |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |       |       |       |      | LwA   |     |
|--------------------------------------|----|-------|----------|---|--------|--------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-----|
| Automezzi / Attrezzature             | N. | % T_O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1Kz   | 2Kz   | 4Kz   | 8Kz  | [dBA] |     |
| Pala gommata                         | 1  | 100%  | SI       | 115   | 108    | 105    | 100    | 97    | 96    | 92    | 88   | 104   |     |
| Escavatore (140 q)                   | 2  | 100%  | SI       | 105   | 93     | 95     | 95     | 91    | 89    | 85    | 75   | 97    |     |
| Autocarro 4 assi (20 mc)             | 2  | 100%  | SI       | 108   | 99     | 94     | 96     | 98    | 97    | 96    | 93   | 103   |     |
| Autocarro leggero                    | 3  | 100%  | NO       | 106   | 97     | 97     | 97     | 97    | 94    | 90    | 86   | 101   |     |
| Muletto                              | 2  | 100%  | NO       | 108   | 105    | 102    | 102    | 102   | 99    | 93    | 91   | 106   |     |
| Impianto di frantumazione            | 1  | 100%  | SI       | 121   | 114    | 107    | 109    | 103   | 99    | 94    | 87   | 110   |     |
| Autocarro con gru                    | 2  | 100%  | NO       | 109   | 106    | 104    | 102    | 100   | 97    | 92    | 84   | 105   |     |
| Minipala gommata                     | 2  | 100%  | SI       | 103   | 98     | 96     | 97     | 91    | 89    | 86    | 79   | 98    |     |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE ) |    |       |          | 122.5   | 115.4  | 110.1  | 110.5  | 106.3 | 104.0 | 101.0 | 97.1 | 113   |     |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)  |    |       |          | Impianto di frantumazione                             | 121    | 114    | 107    | 109   | 103   | 99    | 94   | 87    | 110 |

| FASE 06 - FONDAZIONI                 |    |       |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |     |     |     |     | LwA   |     |
|--------------------------------------|----|-------|----------|---|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Automezzi / Attrezzature             | N. | % T_O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1Kz | 2Kz | 4Kz | 8Kz | [dBA] |     |
| Escavatore (400 q)                   | 4  | 100%  | SI       | 113   | 106    | 105    | 105    | 101 | 99  | 96  | 91  | 107   |     |
| Autocarro 4 assi (20 mc)             | 6  | 100%  | SI       | 108   | 99     | 94     | 96     | 98  | 97  | 96  | 93  | 103   |     |
| Ruspa cingolata                      | 1  | 100%  | SI       | 117   | 118    | 109    | 101    | 102 | 98  | 96  | 92  | 108   |     |
| Impianto di frantumazione            | 1  | 100%  | SI       | 121   | 114    | 107    | 109    | 103 | 99  | 94  | 87  | 110   |     |
| Autobetoniera (scarico)              | 1  | 100%  | NO       | 108   | 97     | 94     | 98     | 99  | 97  | 92  | 86  | 103   |     |
| Autobetoniera (in attesa)            | 3  | 100%  | NO       | 105   | 99     | 93     | 93     | 94  | 94  | 88  | 79  | 99    |     |
| Autopompa per calcestruzzo           | 2  | 100%  | NO       | 111   | 105    | 103    | 103    | 102 | 103 | 95  | 91  | 108   |     |
| Minipala gommata                     | 2  | 100%  | NO       | 103   | 98     | 96     | 97     | 91  | 89  | 86  | 79  | 98    |     |
| Muletto                              | 1  | 100%  | NO       | 108   | 105    | 102    | 102    | 102 | 99  | 93  | 91  | 106   |     |
| Autocarro con gru                    | 2  | 100%  | NO       | 109   | 106    | 104    | 102    | 100 | 97  | 92  | 84  | 105   |     |
| Martello demolitore                  | 4  | 100%  | SI       | 93  | 92     | 94     | 99     | 103 | 101 | 100 | 106 | 110   |     |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE ) |    |       |          | 125   | 120    | 114    | 114    | 113 | 111 | 109 | 113 | 119   |     |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA)  |    |       |          | Martello demolitore                                   | 99     | 98     | 100    | 105 | 109 | 107 | 106 | 112   | 116 |



| FASE 07 - MONTAGGIO AEROGENERATORI  |    |        |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |     |     |     |     | LwA   |     |
|-------------------------------------|----|--------|----------|---|--------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|-------|-----|
| Automezzi / Attrezzature            | N. | % T. O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1Kz | 2Kz | 4Kz | 8Kz | [dBA] |     |
| Main Crane                          | 1  | 100%   | SI       | 108   | 107    | 101    | 102    | 101 | 101 | 92  | 83  | 106   |     |
| Assist Crane                        | 3  | 100%   | SI       | 115   | 110    | 106    | 102    | 99  | 95  | 88  | 80  | 105   |     |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE) |    |        |          | 120   | 115    | 111    | 108    | 106 | 103 | 95  | 87  | 111   |     |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA) |    |        |          | Assist Crane  | 120    | 115    | 111    | 107 | 104 | 100 | 93  | 85    | 110 |

| FASE 08 - AREA CONSEGNA UTENTE      |    |        |          | Livello di potenza sonora in bande d'ottava Lw,f [dB] |        |        |        |      |      |      |      | LwA   |     |
|-------------------------------------|----|--------|----------|---|--------|--------|--------|------|------|------|------|-------|-----|
| Automezzi / Attrezzature            | N. | % T. O | Contemp. | 63 Hz   | 125 Hz | 250 Hz | 500 Hz | 1KHz | 2KHz | 4KHz | 8KHz | [dBA] |     |
| Pala gommata                        | 1  | 100%   | SI       | 115   | 108    | 105    | 100    | 97   | 96   | 92   | 88   | 104   |     |
| Ruspa cingolata                     | 1  | 100%   | SI       | 117   | 118    | 109    | 101    | 102  | 98   | 96   | 92   | 108   |     |
| Autocarro 4 assi (20 mc)            | 4  | 100%   | SI       | 108   | 99     | 94     | 96     | 98   | 97   | 96   | 93   | 103   |     |
| Escavatore (140 g)                  | 1  | 100%   | SI       | 105   | 93     | 95     | 95     | 91   | 89   | 85   | 75   | 97    |     |
| rullo compattatore                  | 1  | 100%   | NO       | 119   | 111    | 112    | 110    | 109  | 105  | 100  | 92   | 113   |     |
| Minipala cingolata                  | 2  | 100%   | NO       | 103   | 98     | 96     | 97     | 91   | 89   | 86   | 79   | 98    |     |
| Martello demolitore                 | 2  | 100%   | SI       | 93  | 92     | 94     | 99     | 103  | 101  | 100  | 106  | 110   |     |
| Autobetoniera (scarico)             | 1  | 100%   | NO       | 108   | 97     | 94     | 98     | 99   | 97   | 92   | 86   | 103   |     |
| Autopompa per calcestruzzo          | 1  | 100%   | NO       | 111   | 105    | 103    | 103    | 102  | 103  | 95   | 91   | 108   |     |
| LAVORAZIONI CONTEMPORANEE (GLOBALE) |    |        |          | 120   | 119    | 111    | 107    | 109  | 108  | 106  | 110  | 116   |     |
| LAVORAZIONE SINGOLA (PIU' RUMOROSA) |    |        |          | rullo compattatore                                    | 119    | 111    | 112    | 110  | 109  | 105  | 100  | 92    | 113 |

Alla luce delle ipotesi sin qui illustrate sono stati calcolati i livelli di emissione in facciata dei fabbricati individuati. I calcoli sono stati condotti in corrispondenza di tutti i ricettori abitativi entro un raggio di 250 m dalla sorgente (cantiere), perché si è ritenuto che oltre tale distanza le sorgenti fossero poco impattante rispetto ai limiti previsti per le attività temporanee.

Pertanto dalle simulazioni condotte è risultato che la fase di lavorazione più impattante è la Fase mobile 05 "Cavidotti e cavi", in cui, tra le posizioni individuate come quelle acusticamente più sfavorevoli, si raggiunge un livello massimo di pressione sonora pari a **69.4 dB(A)** in corrispondenza del ricettore **R275**. Tra le fasi fisse, quella più impattante è la Fase 03 "Adeguamento della viabilità esistente", in cui si raggiunge un livello massimo di pressione sonora contenuto, pari a **56.9 dB(A)** in corrispondenza del ricettore **R181**. Dai risultati sin qui riportati si evince che il limite di emissione (pari a 70dB(A)) non viene mai superato.

## 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 SSEU 33/150 kW è articolato su n.4 distinte linee elettriche a 33 kV. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 33 kV, di sezione pari al massimo a 400 mm<sup>2</sup>.

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 33 kV, di sezione pari a crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore.

| Linea MT 1 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente) |               |        |               |                 |            |             |               |              |                |
|---|---------------|--------|---------------|-----------------|------------|-------------|---------------|--------------|----------------|
| N° WTG  | TRATTA        | In [A] | Lunghezza [m] | Sez. cavo [mmq] | C.d.t. [V] | C.d.t. [%]  | Ploss [kW]    | Ploss [%]    | Posa           |
| 1   | S10>>S09      | 124,41 | 2128          | 120             | 108,9      | 0,330       | 19,4          | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 2   | S09>>SSEU     | 248,82 | 9123          | 185             | 675,7      | 2,048       | 216,9         | 0,002        | ST - Trifoglio |
|   | <b>TOTALE</b> |        | <b>11251</b>  |                 | <b>785</b> | <b>2,38</b> | <b>236,27</b> | <b>0,002</b> |                |
| Linea MT 2 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente) |               |        |               |                 |            |             |               |              |                |
| N° WTG  | TRATTA        | In [A] | Lunghezza [m] | Sez. cavo [mmq] | C.d.t. [V] | C.d.t. [%]  | Ploss [kW]    | Ploss [%]    | Posa           |
| 1   | S07>>S05      | 124,41 | 1914          | 120             | 97,9       | 0,297       | 17,4          | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 2   | S05>>S06      | 248,82 | 2588          | 185             | 191,7      | 0,581       | 61,5          | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 3   | S06>>SSEU     | 373,24 | 7871          | 400             | 536,1      | 1,625       | 209,9         | 0,001        | ST - Trifoglio |
|   | <b>TOTALE</b> |        | <b>12373</b>  |                 | <b>826</b> | <b>2,50</b> | <b>288,81</b> | <b>0,002</b> |                |
| Linea MT 3 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente) |               |        |               |                 |            |             |               |              |                |
| N° WTG  | TRATTA        | In [A] | Lunghezza [m] | Sez. cavo [mmq] | C.d.t. [V] | C.d.t. [%]  | Ploss [kW]    | Ploss [%]    | Posa           |
| 1   | S08>>S04      | 124,41 | 4772          | 120             | 244,1      | 0,740       | 43,4          | 0,001        | ST - Trifoglio |
| 2   | S04>>S03      | 248,82 | 2745          | 185             | 203,3      | 0,616       | 65,3          | 0,001        | ST - Trifoglio |
| 3   | S03>>SSEU     | 373,24 | 3695          | 400             | 251,7      | 0,763       | 98,5          | 0,001        | ST - Trifoglio |
|   | <b>TOTALE</b> |        | <b>11212</b>  |                 | <b>699</b> | <b>2,12</b> | <b>207,21</b> | <b>0,002</b> |                |
| Linea MT 4 - in cavo unipolare posato a trifoglio (Impianto Utente) |               |        |               |                 |            |             |               |              |                |
| N° WTG  | TRATTA        | In [A] | Lunghezza [m] | Sez. cavo [mmq] | C.d.t. [V] | C.d.t. [%]  | Ploss [kW]    | Ploss [%]    | Posa           |
| 1   | S11>>S01      | 124,41 | 907           | 120             | 46,4       | 0,141       | 8,3           | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 2   | S01>>S02      | 248,82 | 1794          | 185             | 132,9      | 0,403       | 42,7          | 0,000        | ST - Trifoglio |
| 3   | S02>>SSEU     | 373,24 | 2195          | 400             | 149,5      | 0,453       | 58,5          | 0,000        | ST - Trifoglio |
|   | <b>TOTALE</b> |        | <b>4896</b>   |                 | <b>329</b> | <b>1,00</b> | <b>109,43</b> | <b>0,001</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

Sono stati adottati cavi in alluminio **ARP1H5(AR) - 18/30KV - Umax 36KV**. 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 massime 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. I cavi utilizzati saranno strutturati nel seguente modo, dall'interno verso l'esterno:

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

**ARP1H5(AR)E** Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV  
**ARP1H5(AR)EX** Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV



Figura 13 – -Cavi MT tipo

**ARP1H5(AR)E** *P-Laser* **AIR BAG™**  
CABLE SYSTEM

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV  
Single core 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)E

| sezione nominale        | diametro conduttore | diametro sull'isolante   | diametro esterno nominale | peso del cavo | raggio minimo di curvatura |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|
| conductor cross-section | conductor diameter  | diameter over insulation | nominal outer diameter    | weight        | minimum bending radius     |
| (mm <sup>2</sup> )      | (mm)                | (mm)                     | (mm)                      | (kg/km)       | (mm)                       |

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

|     |      |      |    |      |     |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50  | 8,2  | 18,0 | 31 | 720  | 440 |
| 70  | 9,7  | 19,1 | 32 | 810  | 450 |
| 95  | 11,4 | 20,6 | 34 | 920  | 480 |
| 120 | 12,9 | 22,1 | 35 | 1040 | 490 |
| 150 | 14,0 | 23,4 | 37 | 1150 | 520 |
| 185 | 15,8 | 25,6 | 39 | 1330 | 550 |
| 240 | 18,2 | 27,8 | 41 | 1570 | 580 |
| 300 | 20,8 | 31,0 | 45 | 1840 | 630 |
| 400 | 23,8 | 34,9 | 49 | 2310 | 690 |
| 500 | 26,7 | 37,1 | 52 | 2720 | 730 |
| 630 | 30,5 | 41,5 | 57 | 3300 | 800 |

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

|     |      |      |    |      |     |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50  | 8,2  | 24,8 | 38 | 1060 | 540 |
| 70  | 9,7  | 25,1 | 38 | 1110 | 550 |
| 95  | 11,4 | 26,0 | 39 | 1200 | 560 |
| 120 | 12,9 | 26,9 | 40 | 1300 | 580 |
| 150 | 14,0 | 27,6 | 41 | 1390 | 580 |
| 185 | 15,8 | 29,0 | 42 | 1540 | 610 |
| 240 | 18,2 | 31,4 | 45 | 1790 | 630 |
| 300 | 20,8 | 34,6 | 49 | 2160 | 690 |
| 400 | 23,8 | 37,8 | 53 | 2570 | 750 |
| 500 | 26,7 | 40,9 | 56 | 3020 | 790 |
| 630 | 30,5 | 45,5 | 61 | 3640 | 860 |

**ARP1H5(AR)EX** *P-Laser* **AIR BAG™**  
CABLE SYSTEM

Elica visibile 12/20 kV e 18/30 kV  
Triplex 12/20 kV and 18/30 kV

Conduttore di alluminio / Aluminium conductor - ARP1H5(AR)EX

| sezione nominale        | diametro conduttore | diametro sull'isolante   | diametro esterno nominale | peso del cavo | raggio minimo di curvatura |
|-------------------------|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------|----------------------------|
| conductor cross-section | conductor diameter  | diameter over insulation | nominal outer diameter    | weight        | minimum bending radius     |
| (mm <sup>2</sup> )      | (mm)                | (mm)                     | (mm)                      | (kg/km)       | (mm)                       |

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

|     |      |      |    |      |     |
|-----|------|------|----|------|-----|
| 50  | 8,2  | 18,0 | 31 | 2150 | 660 |
| 70  | 9,7  | 19,1 | 32 | 2420 | 680 |
| 95  | 11,4 | 20,6 | 34 | 2760 | 720 |
| 120 | 12,9 | 22,1 | 35 | 3130 | 740 |
| 150 | 14,0 | 23,4 | 37 | 3460 | 780 |
| 185 | 15,8 | 25,6 | 39 | 3990 | 820 |
| 240 | 18,2 | 27,8 | 41 | 4700 | 870 |
| 300 | 20,8 | 31,0 | 45 | 5520 | 950 |

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

|     |      |      |    |      |      |
|-----|------|------|----|------|------|
| 50  | 8,2  | 24,8 | 38 | 3180 | 800  |
| 70  | 9,7  | 25,1 | 38 | 3340 | 800  |
| 95  | 11,4 | 26,0 | 39 | 3610 | 820  |
| 120 | 12,9 | 26,9 | 40 | 3900 | 840  |
| 150 | 14,0 | 27,6 | 41 | 4180 | 870  |
| 185 | 15,8 | 29,0 | 42 | 4620 | 890  |
| 240 | 18,2 | 31,4 | 45 | 5380 | 950  |
| 300 | 20,8 | 34,6 | 49 | 6500 | 1030 |

Figura 14 – Caratteristiche tecniche ed elettriche dei cavi MT utilizzati

### 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 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);



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

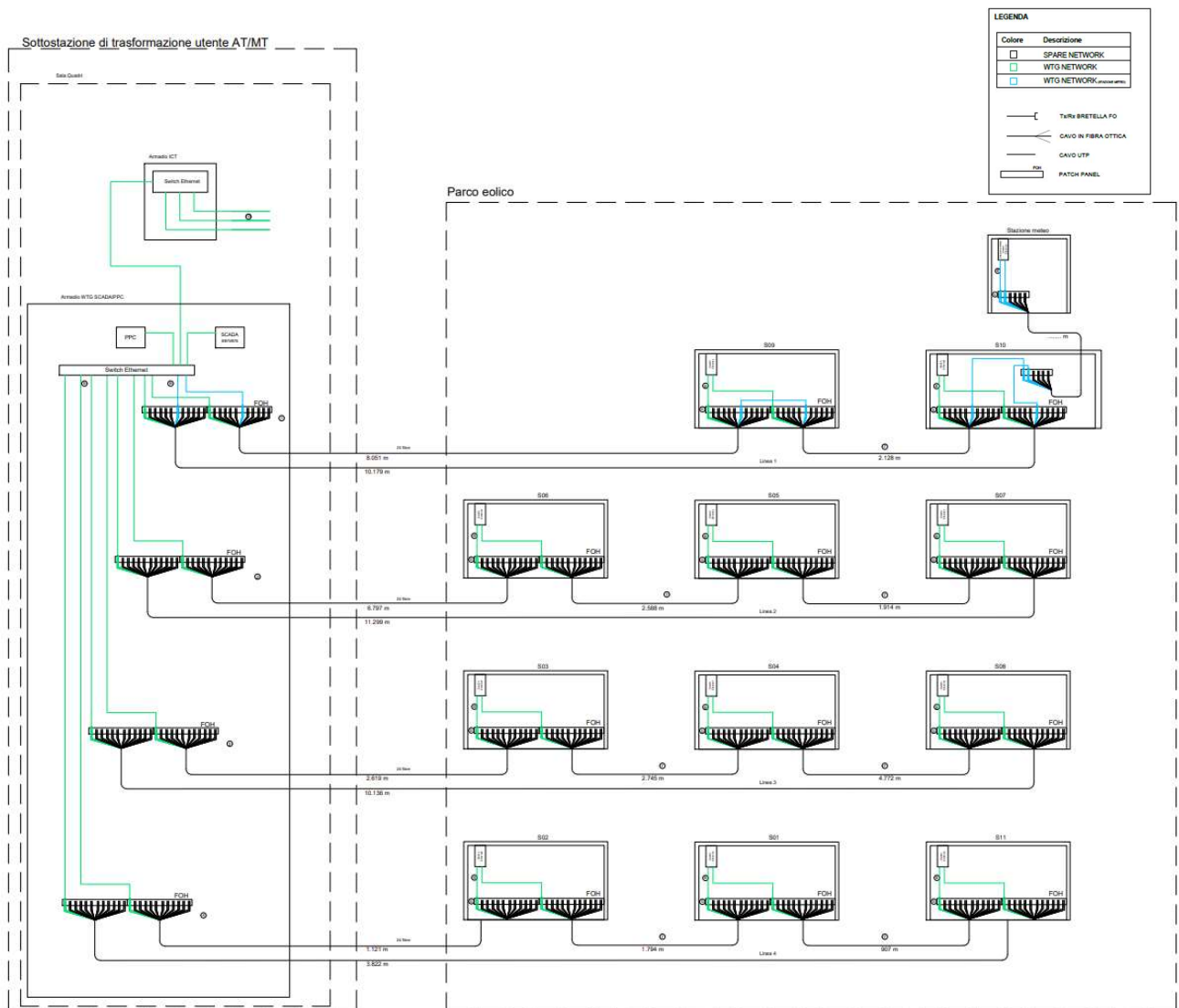


Figura 15 – Schema rete fibra ottica

### 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.16 e Fig. 17*).

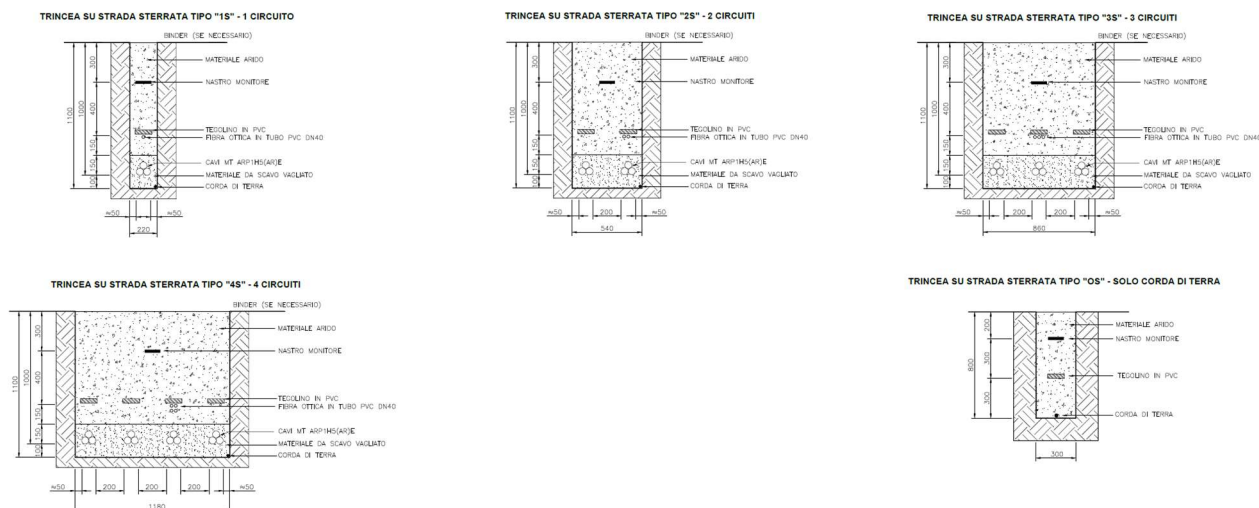


Figura 16 – Sezioni trincee per posa cavidotti MT su strada sterrata

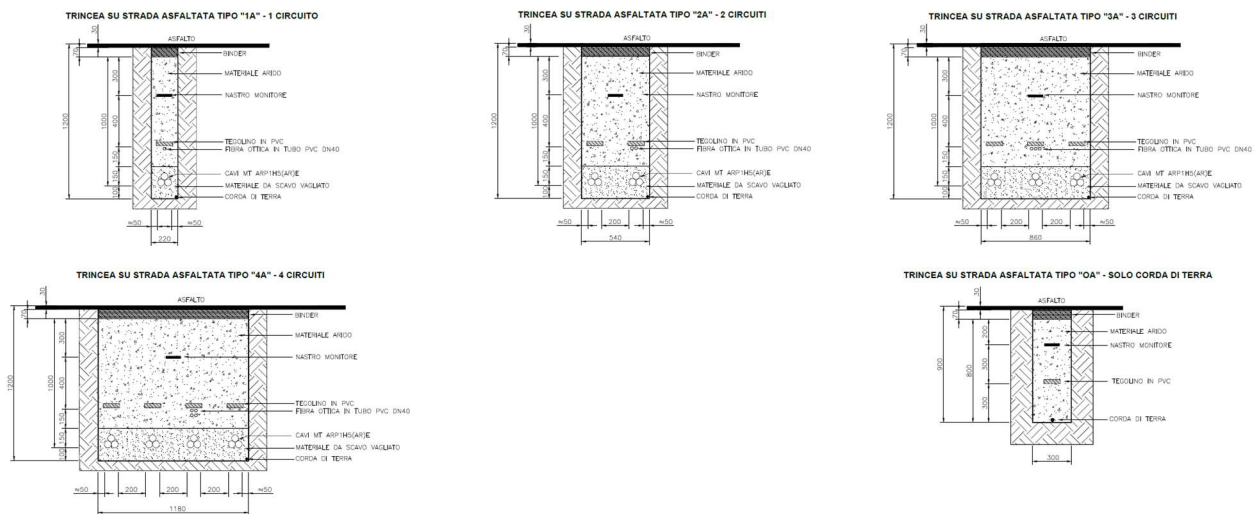


Figura 17 – Sezioni trincee per posa cavidotti MT su strada asfaltata

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. Stazione di Utenza

La stazione di trasformazione utente riceverà l'energia proveniente dall'impianto eolico a 33 kV e la eleverà alla tensione di 150 kV. Tutta l'energia elettrica prodotta verrà ceduta alla rete tramite collegamento in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera", previa condivisione dello stallo in stazione con altri produttori.

Per ulteriori dettagli riguardanti le specifiche tecniche della SSEU la progettazione della stessa sarà a cura della Società capofila "AmbraSolare S.r.l – Powetis".

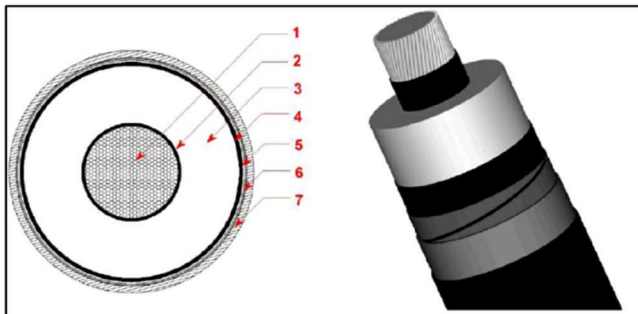
### 6.4. Opere di rete per la connessione alla RTN

La soluzione di connessione alla RTN rilasciata dal Gestore di Rete Terna S.p.A. (di seguito, Terna) e accettata dal proponente (CODICE PRATICA: 202100701), prevede che l'impianto di produzione venga collegato in antenna a 150 kV sul futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata "Matera". Inoltre, al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

Il cavo impiegato, per i collegamenti della nuova linea in AT, sarà del tipo con isolamento estruso; ciascun cavidotto sarà costituito da tre cavi unipolari posti in un unico scavo. Nello stesso scavo sarà pure posato un tubo per il successivo passaggio del cavo di teletrasmissione e/o di un tritubo per cavo ottico dielettrico. secondo le indicazioni che saranno fornite in sede di progetto esecutivo. Nel seguito si riportano le caratteristiche tecniche principali dei cavi AT utilizzati. Tali dati potranno subire adattamenti comunque non essenziali dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di



cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori. Ciascun cavo d'energia a 150 kV sarà costituito da un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa pari a circa 1600 mm<sup>2</sup> tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina in rame longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.



1. Conduttore compatto di Alluminio
2. Schermo del conduttore (Strato semiconduttivo interno)
3. Isolante
4. Schermo dell'isolante (Strato semiconduttivo esterno)
5. Barriera igroscopica
6. Schermo metallico
7. Guaina esterna termoplastica

Il cavidotto sarà costituito da terne di cavi unipolari, con isolamento in XLPE, costituiti da un conduttore in alluminio di sezione pari a 1600 mm<sup>2</sup> per i cavi.

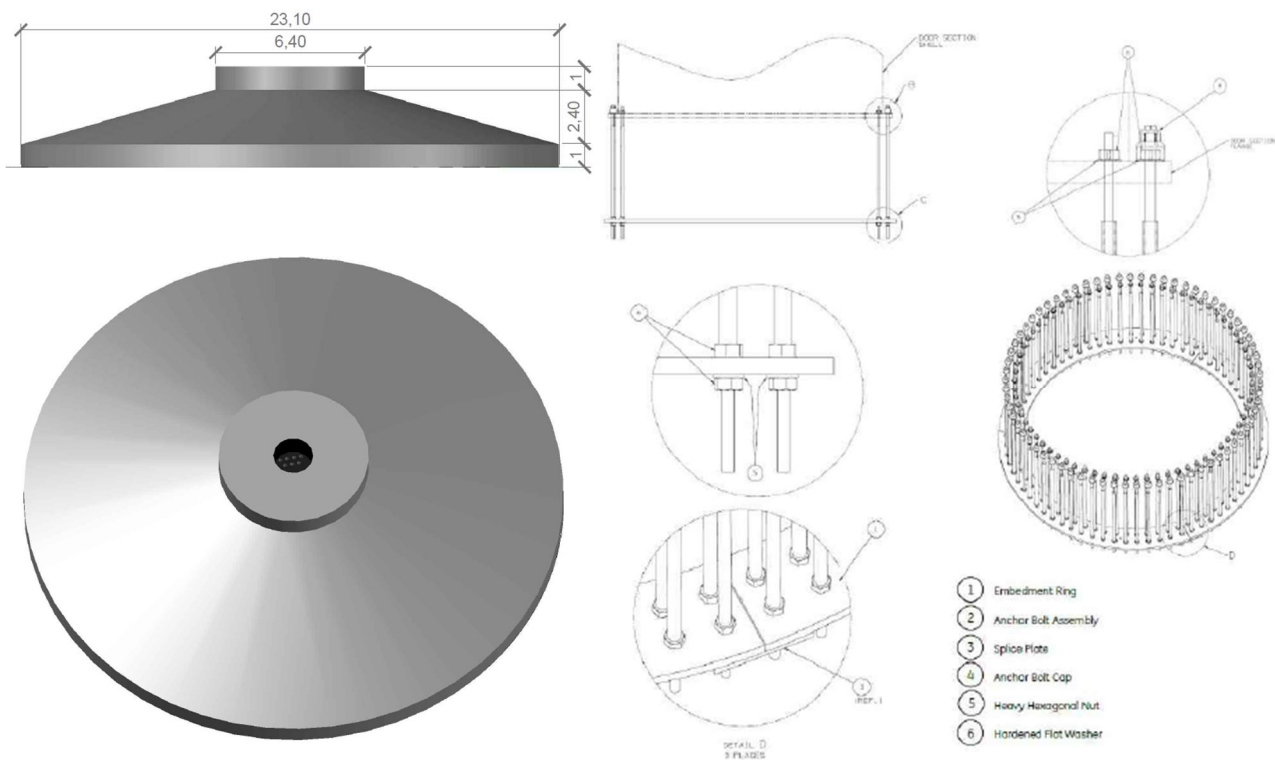
## 7. INFRASTRUTTURE ED OPERE CIVILI

### 7.1. Fondazione Aerogeneratore

Il dimensionamento effettuato in questa fase tiene conto del modello di aerogeneratore, scelto dalla committenza, con diametro rotore pari a 170 m e altezza al mozzo pari a 115 m, con relativa aria spazzata pari a 22.698 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 4,4 m. All'interno del plinto di fondazione sarà annegata una gabbia metallica di forma cilindrica per l'ancoraggio della torre.



**Figura 18** – Fondazione tipo studiata per l'aerogeneratore e con particolare dell'anello di ancoraggio

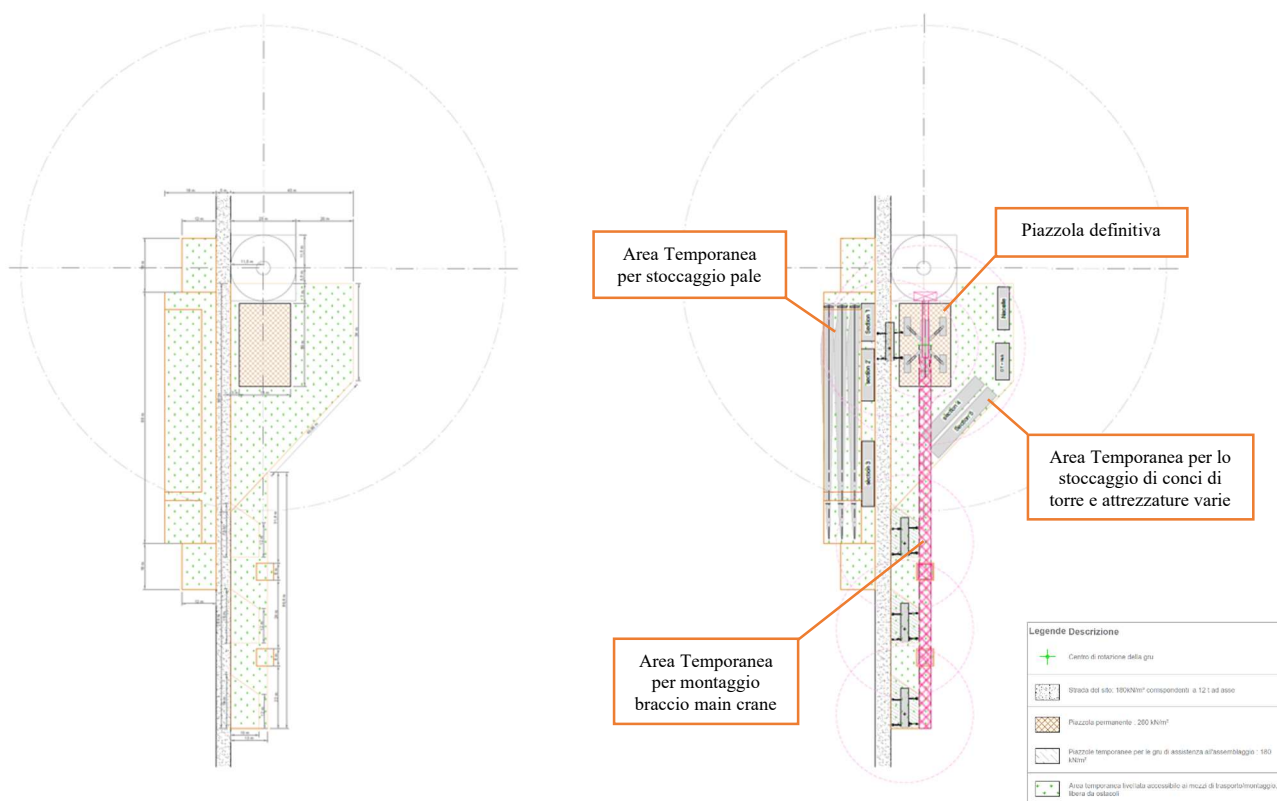
Nella fondazione, oltre al sistema di ancoraggio della torre, saranno posizionate le tubazioni passacavo in PVC corrugato, nonché gli idonei collegamenti alla rete di terra e successivamente, alla fine della realizzazione della fondazione, si provvederà al rinterro della stessa.

### 7.2. Piazzole Aerogeneratori

Per consentire il montaggio dei n.11 aerogeneratori dovrà predisporre, nelle aree subito attorno alla fondazione, o scotico superficiale, la spianatura, il riporto di materiale vagliato e compattazione di una superficie di circa 18x29 m per quanto riguarda l'area della piazzola definitiva che servirà al posizionamento della gru principale e allo stoccaggio di alcune componenti della navicella e alcuni conci di torre in attesa di essere montate. Invece per quanto riguarda le aree

temporanee, necessarie solo per il tempo sufficiente al montaggio della macchina, saranno predisposte un'area temporanea di circa 88x18 m, subito adiacente a quella definitiva, per lo stoccaggio temporaneo delle pale, una di forma trapezoidale delle dimensioni di circa 2.444 m<sup>2</sup> (comprensiva di piazzola definitiva) per lo stoccaggio del resto delle componenti della navicella, dei conchi di torre e di ulteriori componenti e attrezzature necessari al montaggio, infine sarà necessaria un'ulteriore area di circa 89.8x13 m, a prolungamento di quella definitiva, per il montaggio del braccio della gru (main crane) e spazi di manovra e posizionamento delle gru di assistenza alla principale, le quali prevedono uno scotico superficiale e un livellamento solo se necessario. A montaggio ultimato le piazzole temporanee, ad eccezione della piazzola definitiva, verranno riportate allo stato ante-operam prevedendo il riporto di terreno vegetale per favorire la crescita di vegetazione spontanea.

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.

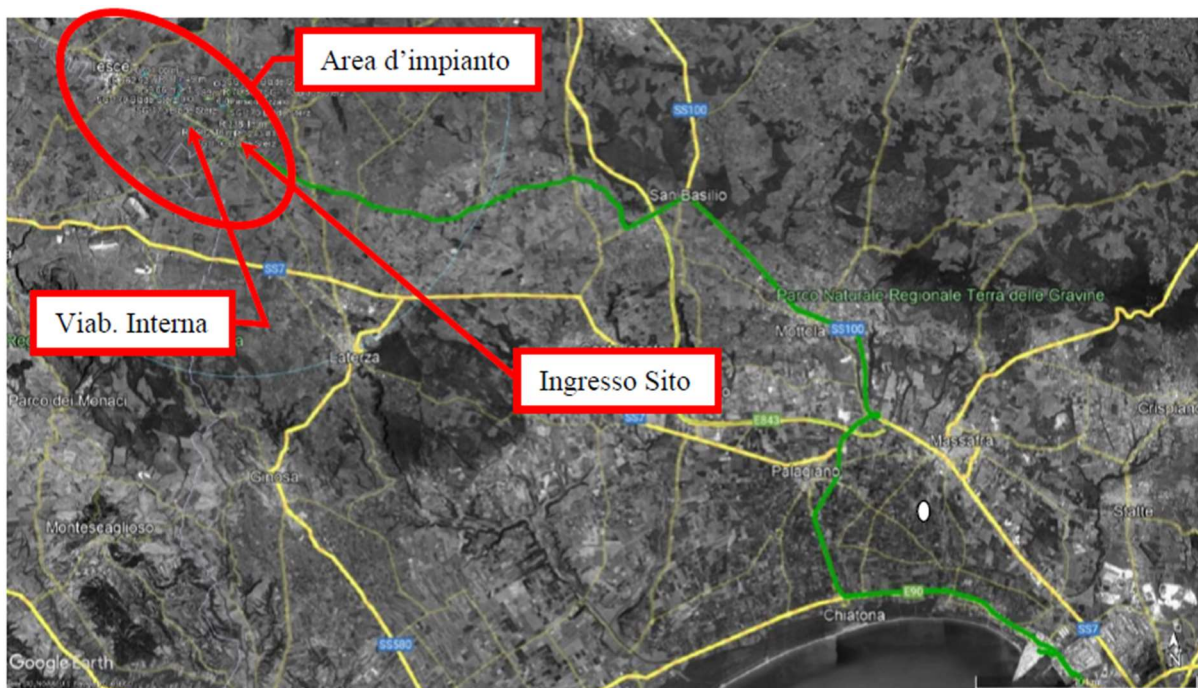


**Figura 19** – Tipico piazzola aerogeneratore durante la fase di montaggio con indicazione delle aree definitive (in marrone) e temporanee (in verde) e posizionamento indicativo delle componenti necessarie al montaggio (a sinistra)

### 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 Taranto. Dal porto si procederà alla consegna a destinazione, in agro dei Comuni di Santeramo in Colle 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 20** Inquadramento viabilità dal porto di Taranto al sito.

Per quanto riguarda la viabilità esterna non si sono rilevate particolari problematiche e in questa fase progettuale non verrà trattata in quanto l'effettivo tragitto sarà deciso in una fase successiva di progettazione e di concerto sia con il trasportatore sia con il fornitore delle componenti gli aerogeneratori.

La parte di viabilità esterna anche se non è stata analizzata nello specifico per i motivi di cui sopra, è caratterizzata da ampi raggi di curvatura e spazi necessari alle varie manovre di cambio direzione con una sufficiente larghezza di carreggiata, potrà essere percorsa con mezzi con carrelli ribassati così da poter superare senza particolari difficoltà eventuali ostacoli che necessitano di mezzi di trasporto con altezze regolamentari previste dal codice della strada, come ad esempio il sottopassaggio di ponti stradali, ma di contro caratterizzati da notevoli dimensioni in lunghezza. La parte di viabilità interna che va dalla Statale SP22 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 cui sono stati studiati degli appositi



tragitti e spazi di manovra.

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.21) o "RBTS" ("Rotor Blade Transport System" o più conosciuto come "DOLL System, Fig.22), nel secondo tratto si utilizzerà invece il sistema carrello con "Blade Lifter Trailer" (Fig. 23), 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 21** – Esempio di trasporto con SWC (Super Wing Carrier)



**Figura 22** – Esempio di trasporto con "RBTS" (Rotor Blade Transport System)



**Figura 23** – 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 conchi di torre, navicella e DT/Hub.



**Figura 24** – Esempio di trasporto con convogli a pianale allungabile per conchi di torre



**Figura 25** – Esempio di trasporto "Navicella"

Naturalmente, visto l'utilizzo di mezzi diversi per percorrere le due tratte, è necessario prevedere una "Transhipment

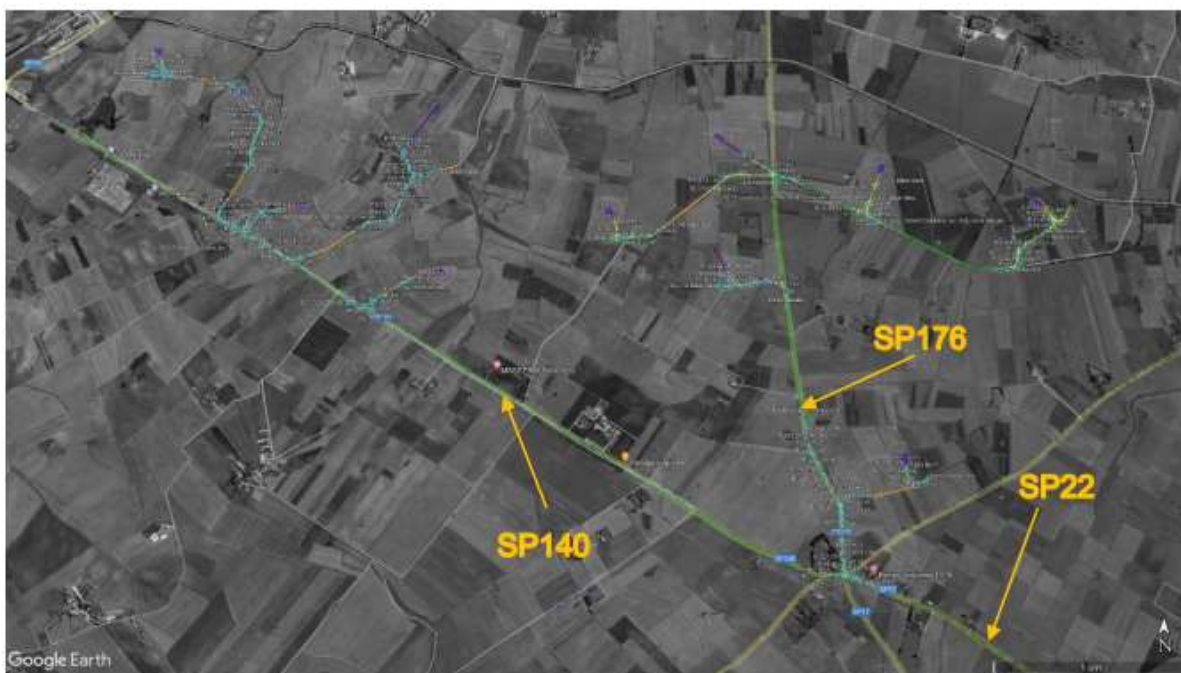


### 7.3.2. Viabilità di Servizio

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.

La viabilità del parco si estende per circa 14 km su strade pubbliche, strade interpoderali, private e, solo per brevi tratti, su viabilità di nuova costruzione. La viabilità esistente utilizzata per l'accesso al parco è la SP22 e da questa si dirama in direzione della SP140 (per le turbine S04, S03, S02, S01 e S11), e in direzione SP176 (per le turbine S08, S06, S05, S07, S09 e S10) per poi diramarsi su strade secondarie s.n. e di natura interpoderale, comunale o privata.



**Figura 26** – Viabilità interna al sito

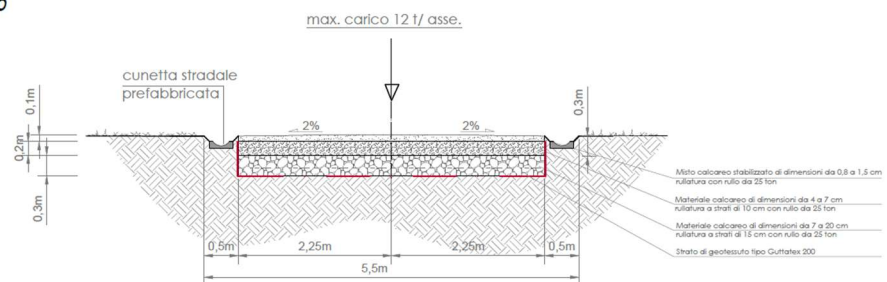
Complessivamente gli assi stradali interni al sito sommano a 14.444 m di cui oggetto di intervento circa 8.853 m, a loro volta suddivisi in 5.562 m riguardanti la viabilità esistente da adeguare e solamente 3.291 m riguardanti nuova viabilità da realizzare; dunque nel complesso per una potenza di 70,4 MW di nuovo impianto occorrerà realizzare solamente 3.291,00 m di nuove strade sterrate pari a circa il 20% di tutta la viabilità presente di progetto. Queste ultime, ove possibile, saranno realizzate in modo tale da interessare marginalmente i fondi agricoli; essi avranno lunghezze e pendenze delle livellette tali da seguire la morfologia propria del territorio evitando eccessive opere di scavo e riporto, e tali da rispettare

i valori limiti imposti dalle specifiche tecniche fornite dal committente, ossia un valore massimo di pendenza longitudinale pari al 13% e di pendenza trasversale pari al 2%. La carreggiata avrà un'ampiezza di 5,50 m per il rettilo, mentre si arriverà ai 8,00 m circa per curve dai 10° ad oltre i 50° considerando un raggio di curvatura interno che, a seconda della curva, varia tra i 70 e gli 80 m.

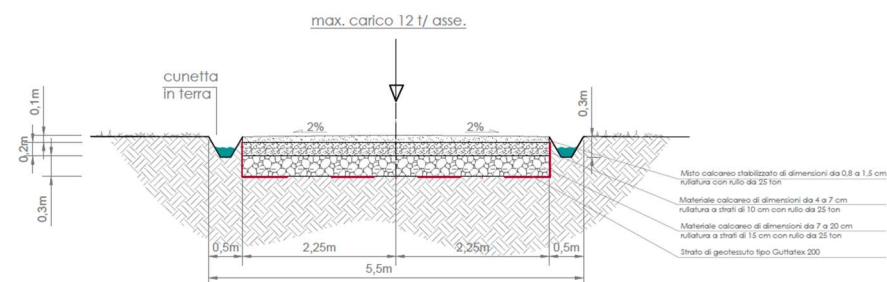
Le pendenze raggiungibili dagli assi stradali saranno comunque inferiori a 10%. La sezione stradale sarà realizzata in massiciata composta da uno strato di fondazione in misto calcareo di 30 cm, eventualmente steso su geotessile disteso alla base del cassonetto stradale a diretto contatto con il terreno,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

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

*Soluzione progettuale cunetta in cemento*



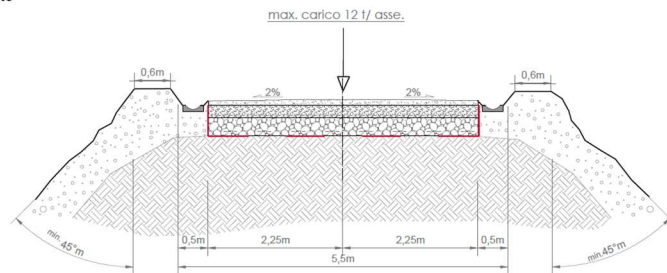
*Soluzione progettuale cunetta in terra*



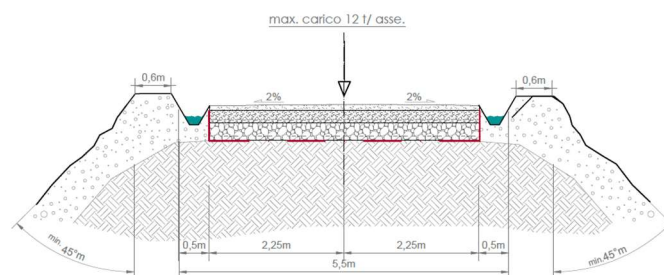
**Figura 27 – Sezione stradale tipo in piano**



*Soluzione progettuale cunetta in cemento*

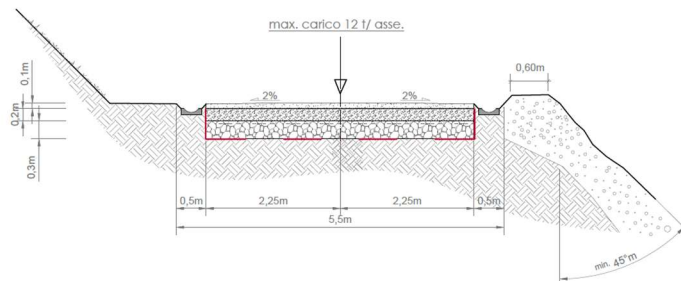


*Soluzione progettuale cunetta in terra*

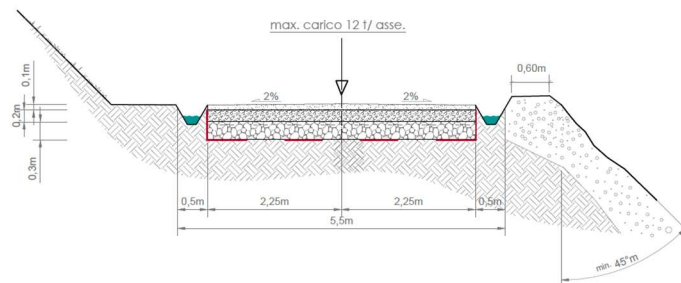


**Figura 28 – Sezione stradale tipo in rilevato**

*Soluzione progettuale cunetta in cemento*

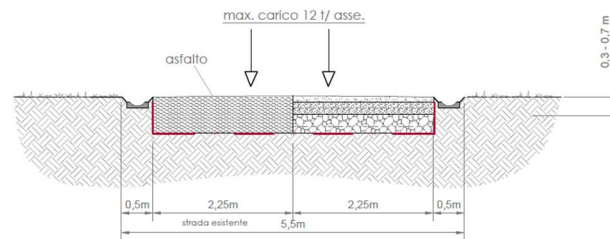


*Soluzione progettuale cunetta in terra*

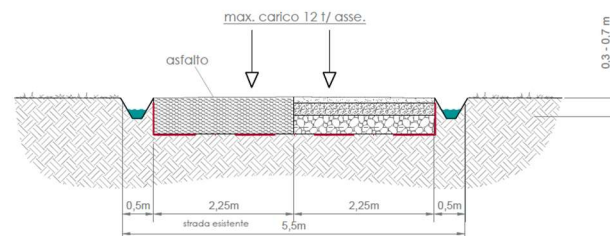


**Figura 29 – Sezione stradale tipo a mezza costa**

*Soluzione progettuale cunetta in cemento*



*Soluzione progettuale cunetta in terra*



**Figura 30 – 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<br>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 ≤ 35% |       |      |             |       |       | Terre limo-argillose<br>Frazione passante allo staccio 0,075 UNI 2332 > 35% |      |      |      | Torbe e terre organiche palustri |       |
|---|--|-------|------|-------------|-------|-------|---|------|------|------|----------------------------------|-------|
|   | A1   |       | A3   | A2          |       |       | A4  | A5   | A6   | A7   |                                  | A8    |
| Gruppo  | A 1-a  | A 1-b |      | A 2-4       | A 2-5 | A 2-6 | A 2-7   |      |      |      | A 7-5                            | A 7-6 |
| 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  |
| Caratteristiche della frazione passante allo staccio 0,4 UNI 2332 |  |       |      |             |       |       |   |      |      |      |                                  |       |
| Limite liquido  | -  | -     | ≤ 40 | > 40        | > 40  | ≤ 40  | > 40  | ≤ 40 | > 40 | ≤ 40 | > 40                             | > 40  |
| Indice di plasticità  | ≤ 6  | N.P.  | ≤ 10 | ≤ 10<br>max | ≤ 10  | > 10  | > 10  | ≤ 10 | ≤ 10 | > 10 | > 10                             | > 10  |
| Indice di gruppo  | 0  | 0     | 0    | 0           | ≤ 4   | ≤ 4   | ≤ 4   | ≤ 8  | ≤ 12 | ≤ 16 | ≤ 20                             | ≤ 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 innaffiamento se il terreno è secco, in modo da ottenere, in ogni caso, una umidità prossima a quella ottima predeterminata in laboratorio (prova A.A.S.H.T.O. Mod.), la quale dovrà risultare sempre inferiore al limite di ritiro.

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

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

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

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

I piani di posa in corrispondenza di piazzole o sedi stradali ottenuti per sbancamento ed atti a ricevere la soprastruttura, allorché il terreno di imposta non raggiunge nella costipazione il valore di  $M_r$  pari a 30 N/mm<sup>2</sup>, 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  $M_d > 100 \text{ N/mm}^2$ .

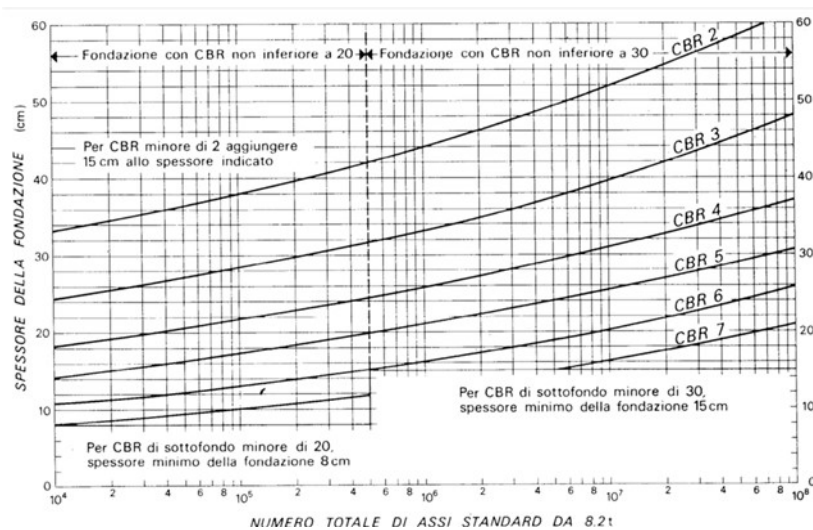
#### 7.5. Verifica Geotecnica della Fondazione Stradale

##### 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 31** – 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.

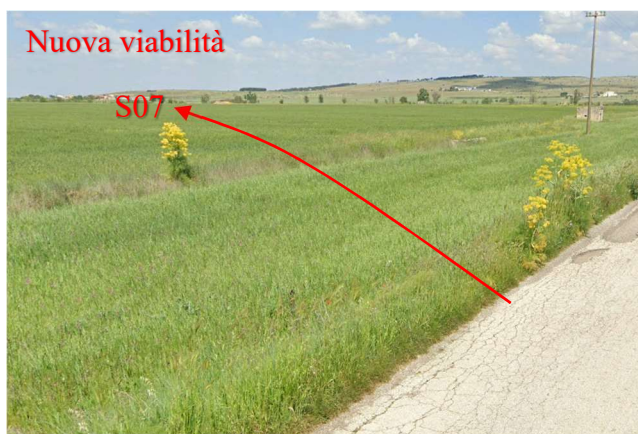
L'area, dal punto di vista geomorfologico, è definita da dossi collinari di entità variabile. I deflussi sono comunque assenti per gran parte dell'anno, anche perché strettamente connessi all'intensità e persistenza delle precipitazioni meteoriche e fortemente condizionati dall'elevata permeabilità dei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





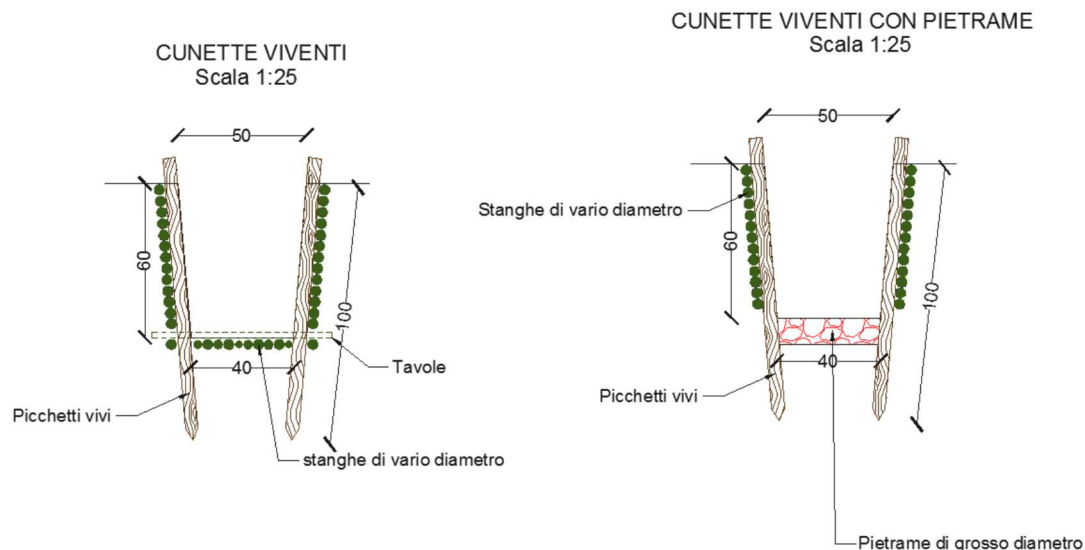
**Figura 32** – Alcune foto rappresentative della viabilità interna al parco eolico. In alto: viabilità esistente che può essere utilizzata così com'è; al centro: viabilità esistente da adeguare per essere percorsa dai mezzi; in basso: viabilità di nuova realizzazione.

## 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.

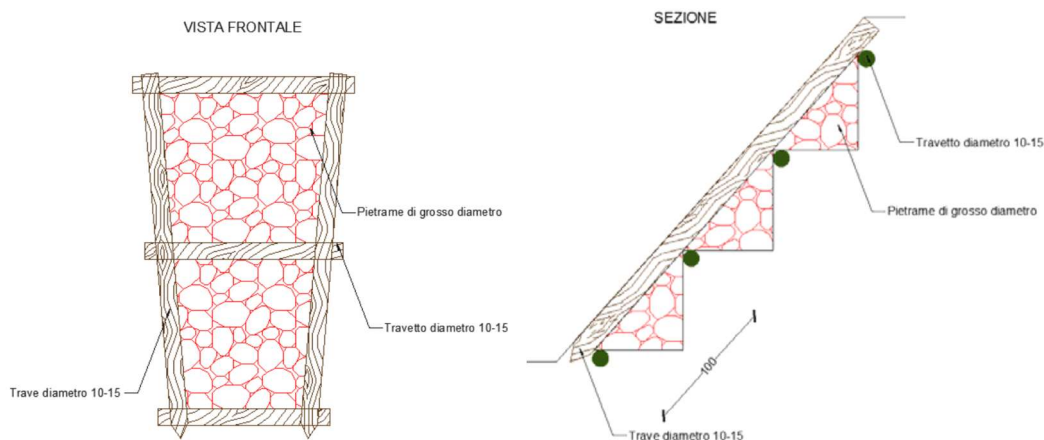


Descrizione dell'attività:

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 abbinare 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 33 – 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.





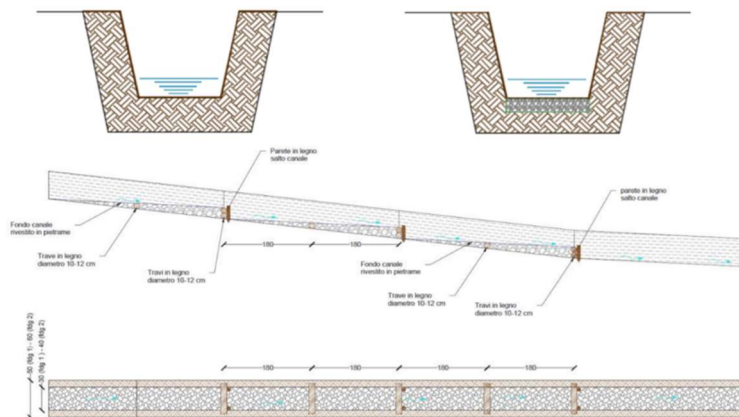
## 9. OPERE IDRAULICHE

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 34 – 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.