

TITOLARE DEL DOCUMENTO:

## **AREN Green S.r.l.**

Società soggetta alla direzione e coordinamento di AREN Electric Power S.p.A.

Sede legale e amministrativa: Via dell'Arrigoni n. 308 | 47522 Cesena (FC) | Ph. +39 0547 415245

Iscritta nel Registro delle Imprese della Romagna – Forlì-Cesena e Rimini | REA 326908 | C.F./P.Iva 04032170401

COMUNE DI FORENZA E PALAZZO SAN GERVASIO (PZ)  
LOCALITA' "TUFAROLI"

# PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI **IMPIANTO EOLICO** **"TUFAROLI"**

REDAZIONE / PROGETTISTA:



**AREN Electric Power S.p.A.**  
Società per Azioni con Unico Socio  
Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC)  
Ph. +39 0547 415245 - Fax +39 0547 415274  
Web: [www.aren-ep.com](http://www.aren-ep.com)

TIMBRO E FIRMA PROGETTISTA:

Ing. Samuele Ulivi Ordine degli Ingegneri  
di Forlì-Cesena – matr. 2866

TITOLO ELABORATO:

**RELAZIONE TECNICA IMPIANTO**

CODICE ELABORATO:

**TUFDG\_GENR00300\_00**

FORMATO:

**A4**

Nr. EL:

**/**

FASE:

**PROGETTO  
DEFINITIVO**

REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	Prima emissione	09/11/2023	E. Teodorani	A.Lazar	S.Ulivi
01					
02					
03					
04					

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>1 di 35</b>

## Sommario

1	Premessa.....	3
2	Descrizione del progetto.....	5
2.1	Caratteristiche anemometriche e scelta del sito .....	5
2.2	Stima della producibilità attesa.....	6
2.3	Obiettivi del progetto .....	7
2.4	Norme di riferimento .....	7
2.4.1	Normativa nazionale.....	7
2.4.2	Normativa regionale.....	9
2.4.3	Normativa elettrica.....	9
2.5	Criteri generali di progettazione .....	10
3	Caratteristiche tecniche del progetto.....	10
3.1	Aerogeneratori.....	10
3.1.1	Generalità.....	10
3.1.2	Torre di sostegno.....	12
3.1.3	Rotore e pale .....	12
3.1.4	Navicella.....	12
3.1.5	Generatore.....	13
3.1.6	Inverter.....	13
3.1.7	Trasformatore .....	13
3.1.8	Frenatura.....	13
3.2	Opere civili.....	14
3.2.1	Fondazioni.....	14
3.2.2	Strade e piazzole .....	15
3.2.3	Viabilità esterna.....	17
3.2.4	Riepilogo scavi e rinterri.....	18
3.3	Opere Elettriche.....	18
3.3.1	Scelta del punto di connessione .....	18
3.3.2	Descrizione di dettaglio del cavo AT .....	21
3.3.3	Dimensionamento Cavi AT.....	21
3.3.4	Tratti di cavidotto in progetto .....	22
3.3.5	Schede Tecniche cavi AT.....	22
3.3.6	Modalità di posa.....	24
3.3.7	Stazione utente.....	25
4	Fasi principali del progetto .....	31

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>2 di 35</b>

4.1	Fase di costruzione .....	31
4.2	Mezzi d'opera .....	32
4.3	Cronoprogramma.....	32
4.4	Fase di gestione ed esercizio .....	32
4.5	Produzione dei rifiuti.....	33
4.6	Fase di dismissione .....	33
4.7	Ripristino finale dello stato dei luoghi.....	34

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>3 di 35</b>

## 1 Premessa

La presente Relazione si riferisce al Progetto Definitivo di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, denominato "Tufaroli", e sito nei Comuni di Forenza e Palazzo San Gervasio (PZ) (nel seguito: il "Progetto").

La società proponente è Aren Green S.r.l. Unipersonale, con sede in Via dell'Arrigoni 308 – 47522 Cesena (FC), P.IVA 04032170401 (nel seguito: il "Soggetto proponente").

Il Soggetto proponente ha intrapreso l'iniziativa imprenditoriale di realizzare un impianto di produzione di energia elettrica mediante lo sfruttamento del vento, composto da 10 aerogeneratori mod. Vestas V150, ciascuno della potenza di 6,0 MW, per una potenza di immissione complessiva dell'impianto eolico pari a 60,0 MW.

Il tracciato del cavidotto di collegamento alla Stazione utente attraversa i Comuni di Forenza e Palazzo San Gervasio (PZ).

L'impianto sarà allacciato alla Stazione Elettrica Terna di nuova realizzazione, denominata "Palazzo San Gervasio", tramite connessione a 36 kV.

Nella seguente tabella si elencano le posizioni degli aerogeneratori che costituiscono il Progetto, espresse in coordinate WGS 84, fuso UTM 33:

<b>WTG</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
<b>TU1</b>	570500	4526780
<b>TU2</b>	570721	4525822
<b>TU3</b>	571341	4524997
<b>TU4</b>	571774	4525669
<b>TU5</b>	572448	4524903
<b>TU6</b>	573480	4525559
<b>TU7</b>	574158	4525765
<b>TU8</b>	574602	4526207
<b>TU9</b>	574529	4527132
<b>TU10</b>	575084	4527089

**Tabella 1:** Posizione aerogeneratori (WGS 84 UTM 33)

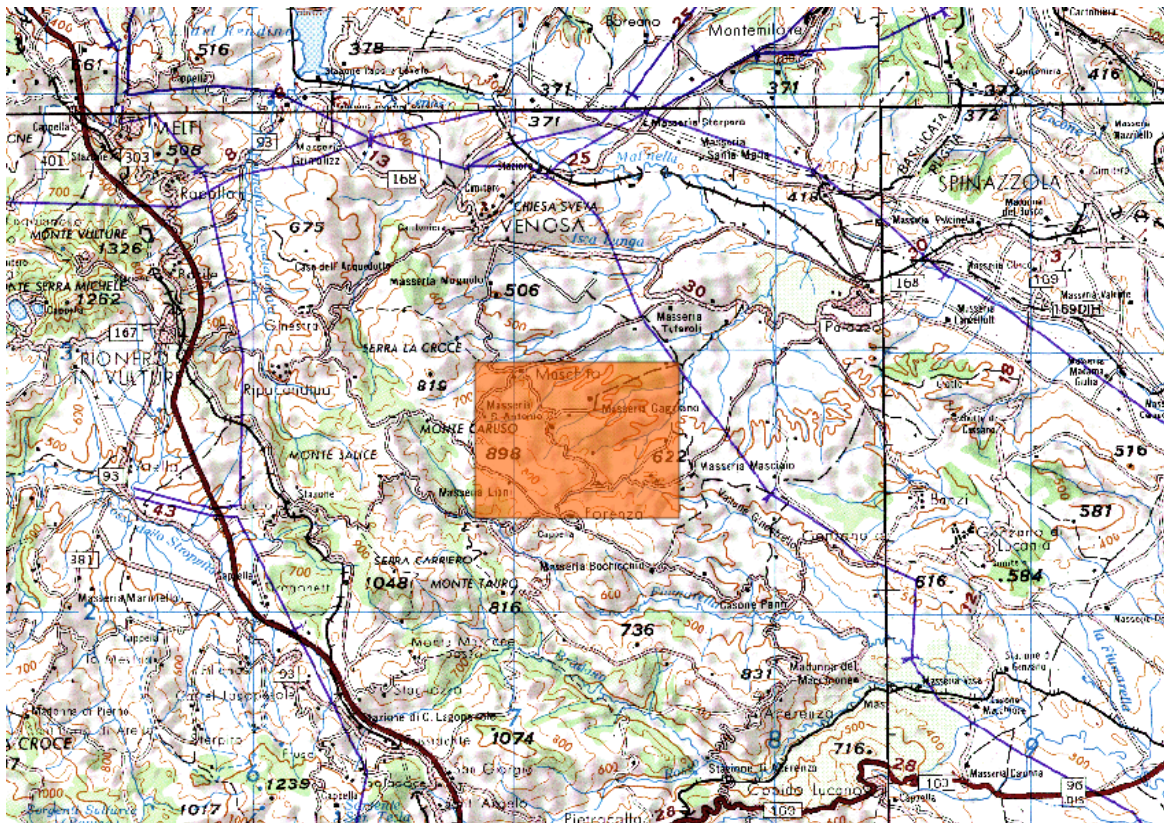
I 14 aerogeneratori si trovano ubicati, al Catasto terreni, ai seguenti Fogli:

<b>WTG</b>	<b>Comune</b>	<b>Foglio</b>
<b>TU1</b>	Forenza	5
<b>TU2</b>	Forenza	16
<b>TU3</b>	Forenza	28
<b>TU4</b>	Forenza	28
<b>TU5</b>	Forenza	29
<b>TU6</b>	Forenza	30
<b>TU7</b>	Forenza	22
<b>TU8</b>	Forenza	22
<b>TU9</b>	Forenza	21
<b>TU10</b>	Forenza	21

**Tabella 2:** Inquadramento catastale aerogeneratori

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>4 di 35</b>

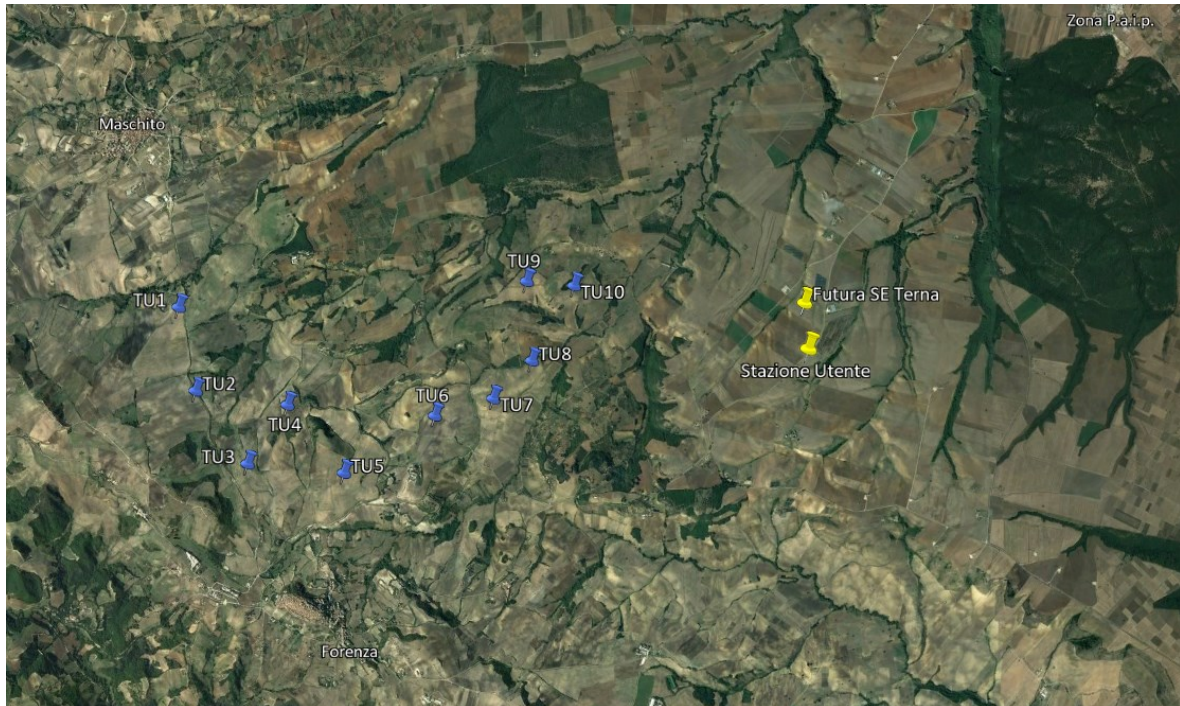
In **Figura 1** e **Figura 2** è mostrato un inquadramento territoriale del progetto.



**Figura 1 - Inquadramento territoriale del progetto (1/2)**



<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>5 di 35</b>



**Figura 2** – Inquadramento territoriale del progetto (2/2)

Gli aerogeneratori si possono ricomprendere, dal punto di vista della posizione, in un unico gruppo. Sono infatti tutti ubicati nei territori del comune di Forenza, a 2 km a sud dal centro abitato del comune di Maschito e a 2km a nord dal centro abitato del comune di Forenza, lungo la parte alta del bacino idrografico della Fiumara di Venosa affluente in destra idrografica del fiume Ofanto, con quote variabili tra i 450 e i 750 metri sul livello del mare.

Il posizionamento degli aerogeneratori è stato effettuato tenendo conto, principalmente, delle condizioni di ventosità dell'area. In particolare, si sono raccolti dati sulla direzione, sull'intensità, sulla durata e sulla continuità del vento. Si è poi tenuto conto della natura geologica del terreno, nonché del suo andamento plano-altimetrico.

L'intera area è ad uso generalmente agricolo e di pascolo, con prevalenza di seminativi; sono presenti aree boscate, soprattutto in corrispondenza delle aste torrentizie, e qualche sparso insediamento umano.

## 2 Descrizione del progetto

### 2.1 Caratteristiche anemometriche e scelta del sito

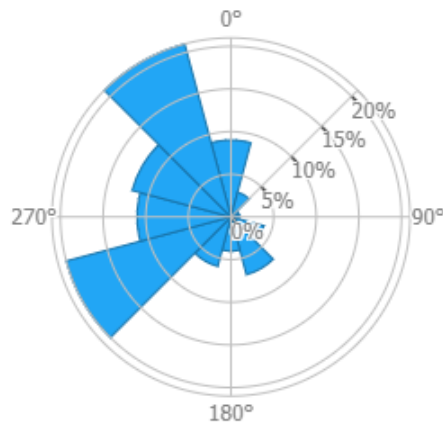
Il parametro fondamentale, relativamente all'impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile eolica, è costituito dal regime anemometrico dell'area in cui esso si andrà ad inserire.

È infatti su di quest'ultimo che si basano i criteri stessi di individuazione del sito e la progettazione del parco eolico nella sua interezza. La caratteristica di un sito di essere capace di ospitare un impianto eolico è intrinsecamente legata a tre fattori distinti:

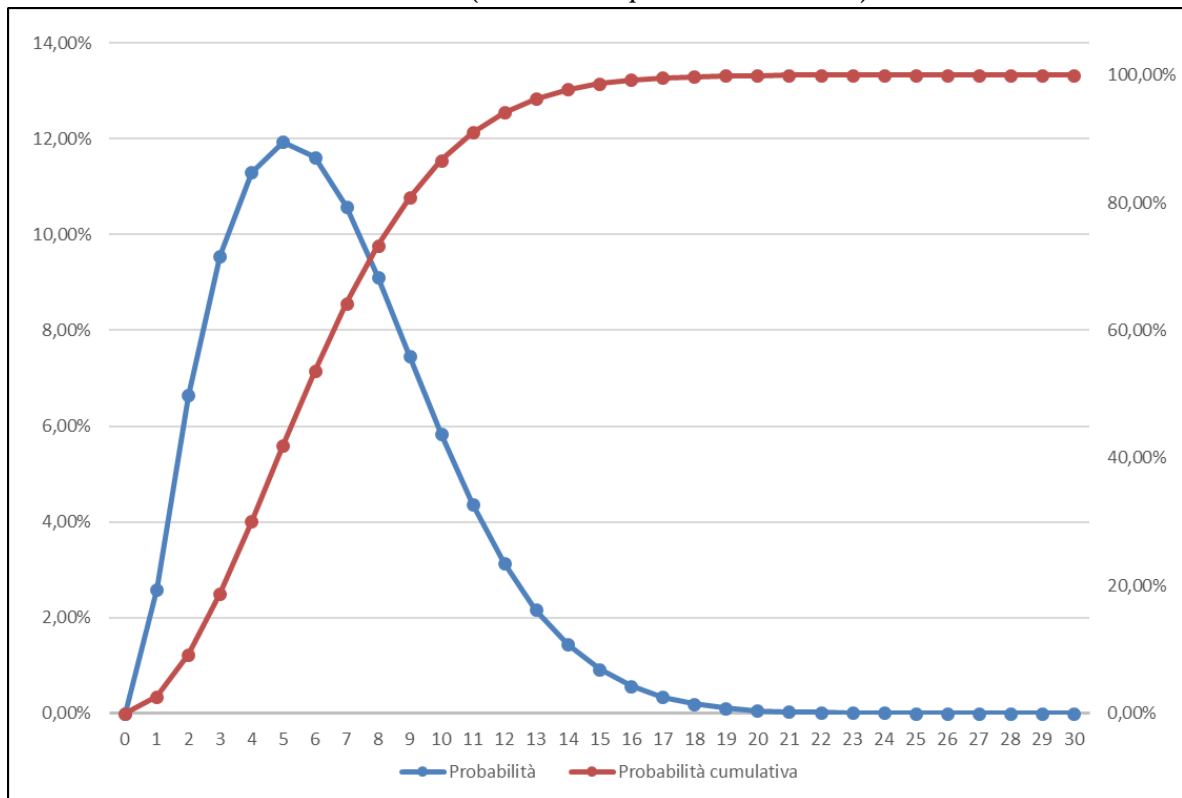
- 1) Ventosità del sito di installazione sia in termini di numero di ore/anno equivalenti che di energia cinetica specifica trasferibile agli aerogeneratori;
- 2) Corretta ubicazione degli aerogeneratori rispetto all'orografia del sito ed altri eventuali ostacoli;
- 3) Scelta degli aerogeneratori più performanti ed affidabili per le caratteristiche del moto del vento nella zona prescelta.

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Data: <b>09/11/2023</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>6 di 35</b>

Nelle due figure di seguito vengono mostrati i principali dati anemometrici del sito in oggetto.



Rosa dei venti (velocità media per settore di direzione)



Distribuzione normale delle velocità dei venti per il sito in esame

## 2.2 Stima della producibilità attesa

Per stimare la produzione energetica attesa del parco eolico “Tufaroli” si è fatto riferimento ai dati di ventosità disponibili per l’area in interesse e si sono calcolate le probabilità di verificarsi per ogni velocità del vento. Si è poi calcolata la produzione energetica annua in base all’aerogeneratore scelto, tenendo conto di alcuni importanti variabili, quali la disponibilità delle torri, la densità dell’aria e le possibili perdite di energia. Si è inoltre tenuto conto dei parametri di incertezza della produzione annua di energia, calcolando così una produzione energetica attesa annua nelle diverse condizioni di incertezza.

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>7 di 35</b>

La produzione annuale prevista per il parco eolico "Tufaroli" si è così attestata su un valore di riferimento pari a 124'682 MWh, considerando un fattore di disponibilità totale di 94%, una densità dell'aria pari a 1,20 kg/m<sup>3</sup> ed una probabilità del 90% di superamento del regime di moto del vento considerato nel calcolo.

Una più approfondita analisi della ventosità dell'impianto è stata svolta utilizzando i dati provenienti da una stazione anemometrica posta nelle vicinanze, e per essa si rimanda al documento **TUFDG\_GENR00200\_00\_Studio di producibilità**. Nella seguente tabella si mostra la produzione attesa annua di energia, tratta dal documento citato (considerando un fattore di disponibilità del 94%).

Produzione media attesa	Energia [MWh/anno]		
	Densità aria 1,15 kg/m <sup>3</sup>	Densità aria 1,2 kg/m <sup>3</sup>	Densità aria 1,25 kg/m <sup>3</sup>
<b>P10</b>	189429	194697	199809
<b>P25</b>	173302	178122	182798
<b>P50</b>	155369	159689	163882
<b>P75</b>	137436	141257	144966
<b>P90</b>	121309	124682	127956
<b>P99</b>	93572	96174	98699

**Tabella 3:** Riassunto dell'energia producibile (fattore di disponibilità pari a 94%)

## 2.3 Obiettivi del progetto

All'atto dell'entrata in esercizio dell'impianto eolico "Tufaroli", si potranno considerare conseguiti i seguenti risultati:

- immissione nella RTN dell'energia prodotta da fonti rinnovabili, nello specifico l'energia eolica;
- impatto ambientale relativo all'emissioni atmosferiche locale nullo, in relazione alla totale assenza di emissioni inquinanti, contribuendo così alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti in accordo con quanto ratificato a livello nazionale all'interno dell'Accordo di Parigi sul clima;
- sensibilità della committenza sia ai problemi ambientali che all'utilizzo di nuove tecnologie ecocompatibili;
- miglioramento della qualità ambientale e paesaggistica del contesto territoriale su cui ricade il progetto.

## 2.4 Norme di riferimento

### 2.4.1 Normativa nazionale

Si riportano nel seguito le principali normative applicabili, riferite al settore degli impianti di produzione di energia da fonte rinnovabile, e che riguardano tra gli altri gli aspetti autorizzativi e legati all'incentivazione.

- Deliberazione CIP 34/1990 – Modificazioni al provvedimento CIP 15/1989 concernente l'energia elettrica prodotta da fonti rinnovabili, da cogenerazione e da altre fonti assimilate, i prezzi di cessione all'ENEL ed i contributi di incentivazione alla nuova produzione;
- Legge 9/1991 – Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali;
- Legge 10/1991 – Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;



<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>8 di 35</b>

- Deliberazione CIP 6/1992 – Prezzi dell'energia elettrica relativi a cessione, vettoriamento e produzione per conto dell'ENEL, parametri relativi allo scambio e condizioni tecniche generali per l'assimilabilità a fonte rinnovabile;
- Decreto 4/8/1994 – Modificazioni ed integrazioni al provvedimento CIP n° 6/1992 in materia di prezzi di cessione dell'energia elettrica;
- DPR 12/4/1996 – Atto di indirizzo e coordinamento per l'attuazione dell'art. 40, comma 1, della legge n. 146/1994, concernente: disposizioni in materia di valutazione di impatto ambientale;
- DLgs 112/1998 – Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti Locali, in attuazione del Capo I della Legge 15 marzo 1997, n. 59;
- DLgs 79/1999 – Attuazione della direttiva 96/92/CE recante norme comuni per il mercato interno dell'energia elettrica (c.d. Decreto Bersani);
- Decreto 11/11/1999 – Direttive per l'attuazione delle norme in materia di energia elettrica da fonti rinnovabili di cui ai commi 1, 2 e 3 dell'articolo 11 del decreto legislativo 16 marzo 1999, n° 79 (c.d. decreto Certificati Verdi);
- Direttiva Europea 2001/77/CE sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili;
- DLgs 387/2003 – Recepisce la direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità. Prevede fra l'altro misure di razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative per impianti per la produzione di energia da fonte rinnovabile;
- DLgs 152/2006 – Norme in materia ambientale;
- DLgs 115/2008 – Attuazione della Direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della Direttiva 93/76/CE;
- Direttiva Europea 2009/28/CE – Piano di azione nazionale per le energie rinnovabili, approvato dal Ministero dello Sviluppo Economico in data 11 giugno 2010;
- Decreto MISE 10/9/2010 – Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili;
- DLgs 28/2011 – Definisce strumenti, meccanismi, incentivi e quadro istituzionale, finanziario e giuridico, necessari per il raggiungimento degli obiettivi fino al 2020 in materia di energia da fonti rinnovabili, in attuazione della direttiva 2009/28/CE e nel rispetto dei criteri stabiliti dalla legge 4 giugno 2010 n. 96;
- Decreto MISE e MINAMB 10/11/2017 – Strategia Energetica Nazionale 2017;
- Decreto 31/5/2021 - Governance del Piano nazionale di ripresa e resilienza e prime misure di rafforzamento delle strutture amministrative e di accelerazione e snellimento delle procedure;
- DLgs 199/2021 - Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili;
- Decreto 27/1/2022 - Misure urgenti in materia di sostegno alle imprese e agli operatori economici, di lavoro, salute e servizi territoriali, connesse all'emergenza da COVID-19, nonché per il contenimento degli effetti degli aumenti dei prezzi nel settore elettrico;
- Decreto 1/3/2022 – Misure urgenti per il contenimento dei costi dell'energia elettrica e del gas naturale, per lo sviluppo delle energie rinnovabili e per il rilancio delle politiche industriali – Stralcio – Disposizioni in materia di sorveglianza radiometrica.
- Decreto 9/8/2022 - Misure urgenti in materia di energia, emergenza idrica, politiche sociali e industriali

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>9 di 35</b>

Per quanto riguarda la disciplina della VIA si rimanda ulteriormente al cap.2 del SIA.

#### 2.4.2 Normativa regionale

I principali riferimenti normativi, regolamentari e di pianificazione regionali, riguardanti gli aspetti autorizzativi, di gestione territoriale e di impatto ambientale, vigenti nella Regione Basilicata e dei quali si è tenuto conto nell'elaborazione del Progetto, sono i seguenti:

- D.G.R. Basilicata n. 741 del 17 settembre 2021 "Piano Paesaggistico Regionale in applicazione dell'art. 143 del D.Lgs. n. 42/2004 e del Protocollo di Intesa tra Regione, MIC e MASE." Approvazione attività validate dal CTP nella seduta del 22 luglio 2021.
- Legge Regionale Basilicata. n. 1 del 19 Gennaio 2010 "Norme in materia di energia e Piano di Indirizzo Energetico Ambientale Regionale. D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 L.R. n. 9/2007"
- Provincia di Potenza: D.C.P. n. 56 del 27 Novembre 2013 "Legge Regionale n. 23/1999, art. 36 – Approvazione del Piano Strutturale Provinciale (PSP) ed azioni conseguenti
- Legge Regionale Basilicata 14 dicembre 1998, n. 47 e ss.mm.ii.;
- Legge Regionale Basilicata 26 aprile 2012, n. 8 "Disposizioni in materia di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili";
- Legge Regionale Basilicata 30 dicembre 2015, n. 54 "Recepimento dei criteri per il corretto inserimento nel paesaggio e sul territorio degli impianti da fonti di energia rinnovabili ai sensi del D.M. 10 settembre 2010;
- Regione Basilicata: D.G.R. 41 del 19 gennaio 2016 "Modifiche ed integrazioni al Disciplinare approvato con DGR 2260/2010 in attuazione degli artt. 8, 14 e 15 della L.R. n. 8/2012 come modificata dalla L.R. n.17/2012";
- Legge Regionale Basilicata del 11/09/2017, n. 21 "Modifiche ed integrazioni alle Leggi Regionali 19gennaio 2010, n. 1 "Norme in materia di energia e piano di indirizzo energetico ambientale regionale - D.Lgs. n. 152 del 3 aprile 2006 - Legge Regionale n. 9/2007".

#### 2.4.3 Normativa elettrica

Le principali norme a cui fa riferimento la progettazione e realizzazione delle opere elettriche descritte nella presente relazione, sono:

- CEI 20-66: Cavi energia con isolamento estruso e loro accessori per tensioni nominali superiori a 36 kV (Um = 42 kV) fino a 150 kV (Um =170 kV);
- CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- CEI 11-32; V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a.;
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico “Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>10 di 35</b>

- Codice di Rete di Terna ed i suoi Allegati, in particolar modo: Allegato A2, A17, A64, A69.

## 2.5 Criteri generali di progettazione

In riferimento alla progettazione degli aerogeneratori, è prassi consolidata far riferimento alla normativa internazionale IEC 61400-1 “Design requirements”. Questa norma fornisce prescrizioni per la progettazione degli aerogeneratori col fine di assicurarne l'integrità tecnica e, quindi, un adeguato livello di protezione di persone, animali e cose contro tutti i pericoli di danneggiamento che possono accadere nel corso del ciclo di vita degli stessi. Si deve sottolineare che tutte le prescrizioni della serie di norme IEC 61400 non sono obbligatorie; è chiaro, d'altro canto, che i modelli di aerogeneratori che vengono prodotti secondo gli standard in essa contenuti possono ben definirsi come quelli più sicuri sul mercato.

Per quanto attiene alla progettazione e le verifiche delle strutture facenti parte del progetto in oggetto, queste sono effettuate ai sensi del D.M. 17 gennaio 2018 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 20 febbraio 2018 n. 8 - Suppl. Ord.) “Norme tecniche per le Costruzioni” (di seguito NTC2018) e della Circolare 21 gennaio 2019 n. 7 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 11 febbraio 2019 n.5–Suppl.Ord.) “Istruzioni per l'applicazione dell' Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni” di cui al D.M. 17 gennaio 2018”, come previsto dalla normativa italiana vigente.

Infine, relativamente alla progettazione degli impianti elettrici atti a realizzare la connessione del parco eolico in oggetto alla rete di trasmissione nazionale RTN, i riferimenti principali vengono fatti al Codice di Rete di Terna, alle norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano CEI.

## 3 Caratteristiche tecniche del progetto

### 3.1 Aerogeneratori

#### 3.1.1 Generalità

Per il campo eolico di progetto si farà ricorso alla turbina Vestas V150 – 6 MW basata sulle più moderne tecnologie disponibili.

La configurazione di un aerogeneratore ad asse orizzontale è costituita da una torre di sostegno tubolare, che porta alla sua sommità la navicella; quest'ultima contiene l'albero di trasmissione lento, il moltiplicatore di giri, l'albero veloce, il generatore elettrico ed i dispositivi ausiliari.

All'interno della torre/navicella sono inoltre presenti il trasformatore, il quadro AT ed il sistema di controllo della macchina.

L'energia meccanica del rotore mosso dal vento è trasformata in energia elettrica dal generatore, quest'ultima viene trasportata in cavo sino al trasformatore, che innalza il livello di tensione del generatore ad un livello di alta tensione pari a 36 kV.

Il sistema di controllo dell'aerogeneratore consente alla macchina di effettuare in automatico la partenza e l'arresto in diverse condizioni di vento.

L'aerogeneratore eroga energia alla rete elettrica quando è presente in sito una velocità minima del vento (3 m/s) mentre viene arrestato per motivi di sicurezza per venti estremi superiori a 25,0 m/s. Il sistema di controllo ottimizza costantemente la produzione attraverso i comandi di rotazione delle pale attorno al loro asse (controllo del passo) sia comandando la rotazione della navicella.

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>11 di 35</b>



**Figura 3** – Aerogeneratore Vestas V150

I n.14 aerogeneratori che costituiranno il Progetto saranno di marca Vestas, modello V150-6.0. Sono costituiti da:

- Rotore, comprendente:
  - Mozzo
  - n.3 pale
- Navicella, comprendente a sua volta:
  - Trasmissione meccanica (albero lento, moltiplicatore di giri, albero veloce)
  - Generatore e relativi sistemi di accoppiamento alla struttura
  - Inverter
  - Trasformatore
  - Sistema di frenatura
  - Sistemi di controllo e gestione dell’aerogeneratore
- Torre
- Fondazioni

Le caratteristiche tecniche principali dell’aerogeneratore del tipo prescelto sono brevemente riassunte di seguito:

#### **Regolazione di potenza**

- passo a velocità variabile, Optispeed

#### **Dati di funzionamento**

- Potenza nominale: 6000 kW
- Velocità minima del vento: 3 m/s
- Velocità massima del vento: 25 m/s
- Classe di vento: IEC S
- Altitudine massima: 2000 m

#### **AREN Green S.r.l.**

Sede legale: Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC), Italia

Ph. +39 0547 415245 - email: rpastr@legalmail.it

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Forlì – Cesena Part. Iva 04032170401

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>12 di 35</b>

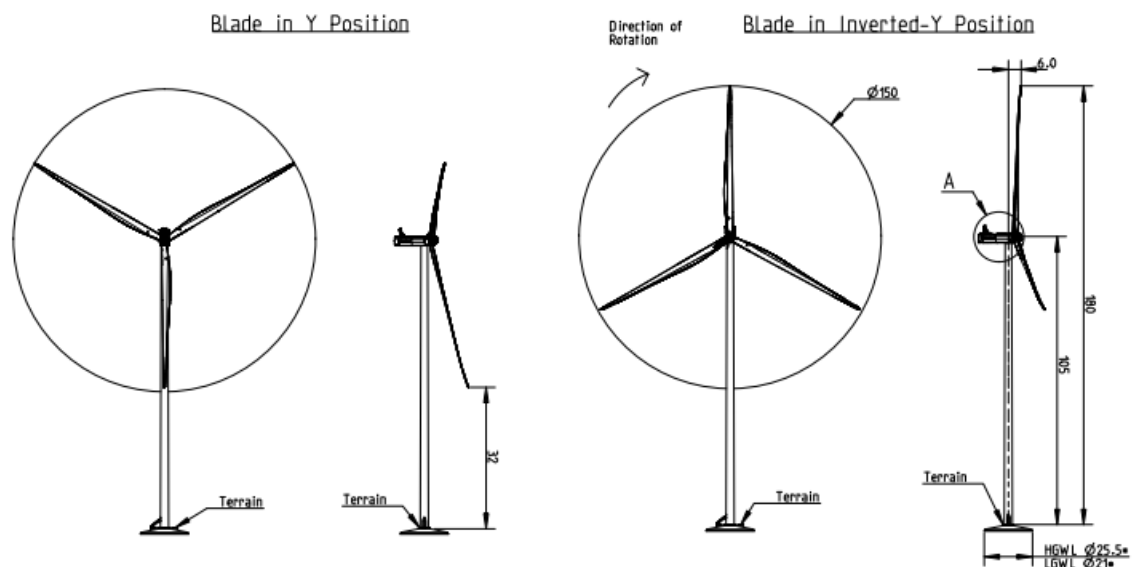
- Gamma di temperature di funzionamento standard: da -20°C a 45°C opzione basse temperature da -30°C a 45°C.

#### Emissioni acustiche (modalità operativa normale) all'altezza della navicella.

- 7 m/s: 99,9 dB(A)
- 8 m/s: 102,7 dB(A)
- 9 m/s: 104,6 dB(A)

#### Emissioni acustiche (modalità operativa "Sound Optimized Mode") all'altezza della navicella.

- 7 m/s: 100,0 dB(A)
- 8 m/s: 102,6 dB(A)
- 9 m/s: 103,7 dB(A)



### 3.1.2 Torre di sostegno

L'aerogeneratore è alloggiato su una torre metallica tubolare tronco conica d'acciaio alta 105 m zincata e verniciata.

### 3.1.3 Rotore e pale

Gli aerogeneratori sono muniti di rotori a tre pale. Le pale sono controllate dal sistema di microprocessori OptiTip che analizza le condizioni di ventosità e regola in maniera ottimale l'angolo d'inclinazione delle pale.

Il diametro del rotore per la Vestas V150 da 6 MW è di 150 metri, la superficie "spazzata" dalle pale dell'aerogeneratore è pari a 17'671 m<sup>2</sup>.

Le pale sono costituite in fibra di vetro epossidica rinforzata (GRE) e plastica fibro-rinforzata al carbonio (CRP) e la lunghezza di ogni singola pala è di 73,65 metri.

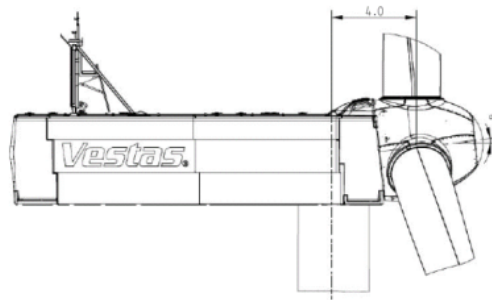
### 3.1.4 Navicella

La navicella sostiene il mozzo del rotore e contiene al proprio interno l'albero di trasmissione, il generatore elettrico e i sistemi di controllo. La navicella ha anche il compito di proteggere l'apparato elettrico e meccanico dai fenomeni



<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>13 di 35</b>

atmosferici e di ridurre la rumorosità in fase di esercizio. La navicella è adagiata su un cuscinetto ed è progettata per ruotare orizzontalmente di 360°, consentendo al rotore di allinearsi con la direzione del vento. L'accesso alla navicella avviene tramite una porta posta nella parte inferiore. La torre viene costruita in sezioni che vengono unite tramite flangia interna.



### 3.1.5 Generatore

Il generatore, in grado di convertire la potenza meccanica del rotore in potenza elettrica, è di tipo trifase a magneti permanenti, con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale 6000 kVA
- Numero poli 36
- Tensione nominale 800 V trifase (alla velocità nominale)
- Velocità di rotazione funzionamento 0-460 rpm

Il valore della tensione in uscita può variare, in ragione della velocità di rotazione. Per questo è previsto l'inserimento di un inverter, per stabilizzarne il valore prima dell'elevazione BT/AT.

### 3.1.6 Inverter

All'uscita del generatore è presente un sistema di n.4 inverter AC/AC in parallelo, gestiti da un unico sistema di regolazione e controllo, che hanno la funzione di ridurre la tensione dell'energia elettrica prodotta dal generatore, dal valore di 0,8 kV al valore di 0,72 kV, prima dell'ingresso al trasformatore. Lo scopo è quello di stabilizzare la tensione, la quale potrebbe subire delle momentanee alterazioni per via delle variazioni di velocità angolare del generatore.

### 3.1.7 Trasformatore

Il trasformatore BT/AT ha la funzione di innalzare la tensione da 0,72 kV, in uscita dall'inverter, fino alla tensione di 36 kV (AT), alla quale l'energia elettrica prodotta viene trasmessa dagli aerogeneratori fino al punto di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale.

Il trasformatore è collocato in un apposito ambiente separato, posto sul retro della navicella.

### 3.1.8 Frenatura

Il sistema di frenatura delle pale è azionato dal sistema di controllo, e consiste nel posizionare le superfici aerodinamiche delle pale stesse in modo parallelo alla direzione del vento. Il sistema agisce in modo indipendente su ciascuna delle tre pale. È presente un accumulatore idraulico, in grado di azionare il sistema oleodinamico di frenatura anche in mancanza di tensione.

Esiste anche un freno meccanico, di tipo a disco, il quale agisce bloccando il movimento relativo degli organi del moltiplicatore di giri. Tuttavia, tale dispositivo è utilizzato solamente in caso di emergenza.

#### AREN Green S.r.l.

Sede legale: Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC), Italia

Ph. +39 0547 415245 - email: rpastr@legalmail.it

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Forlì - Cesena Part. Iva 04032170401

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>14 di 35</b>

## 3.2 Opere civili

### 3.2.1 Fondazioni

Si prevede di installare gli aerogeneratori selezionati per il Progetto su fondazioni di tipo indiretto con plinto su pali. Il plinto sarà completamente interrato, a parte la porzione superiore che resterà in vista avente un diametro di 5,50 metri circa.

Le caratteristiche geometriche principali dei plinti di fondazione sono le seguenti:

- Diametro 25,50 metri;
- Altezza massima centrale 3,60 metri;
- Altezza ai bordi 1,80 metri.

Le dimensioni indicate potranno subire modifiche nel corso dello sviluppo del progetto esecutivo in funzione delle informazioni ed analisi di dettaglio disponibili.

Per le opere oggetto della presente relazione si prevede l'utilizzo dei seguenti materiali:

#### **Calcestruzzo per opere di fondazione**

Classe di esposizione	XC4
Classe di resistenza	C35/45
Resist, caratteristica a compressione cilindrica	$f_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a compressione cubica	$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 34077 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a compressione	$f_{cd} = 19,83 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a trazione	$f_{ctk} = 2,25 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione	$f_{ctd} = 1,50 \text{ N/mm}^2$
Resist, caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctfk} = 2,89 \text{ N/mm}^2$
Resist, di calcolo a trazione per flessione	$f_{ctfd} = 1,93 \text{ N/mm}^2$
Rapporto acqua/cemento max	0,50
Contenuto cemento min	340 kg/m <sup>3</sup>
Diametro inerte max	32 mm
Classe di consistenza	S4

#### **Acciaio per armature c.a.**

Acciaio per armatura tipo	B450C
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ N/mm}^2$

#### **AREN Green S.r.l.**

Sede legale: Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC), Italia

Ph. +39 0547 415245 - email: rpastr@legalmail.it

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Forlì - Cesena Part. Iva 04032170401



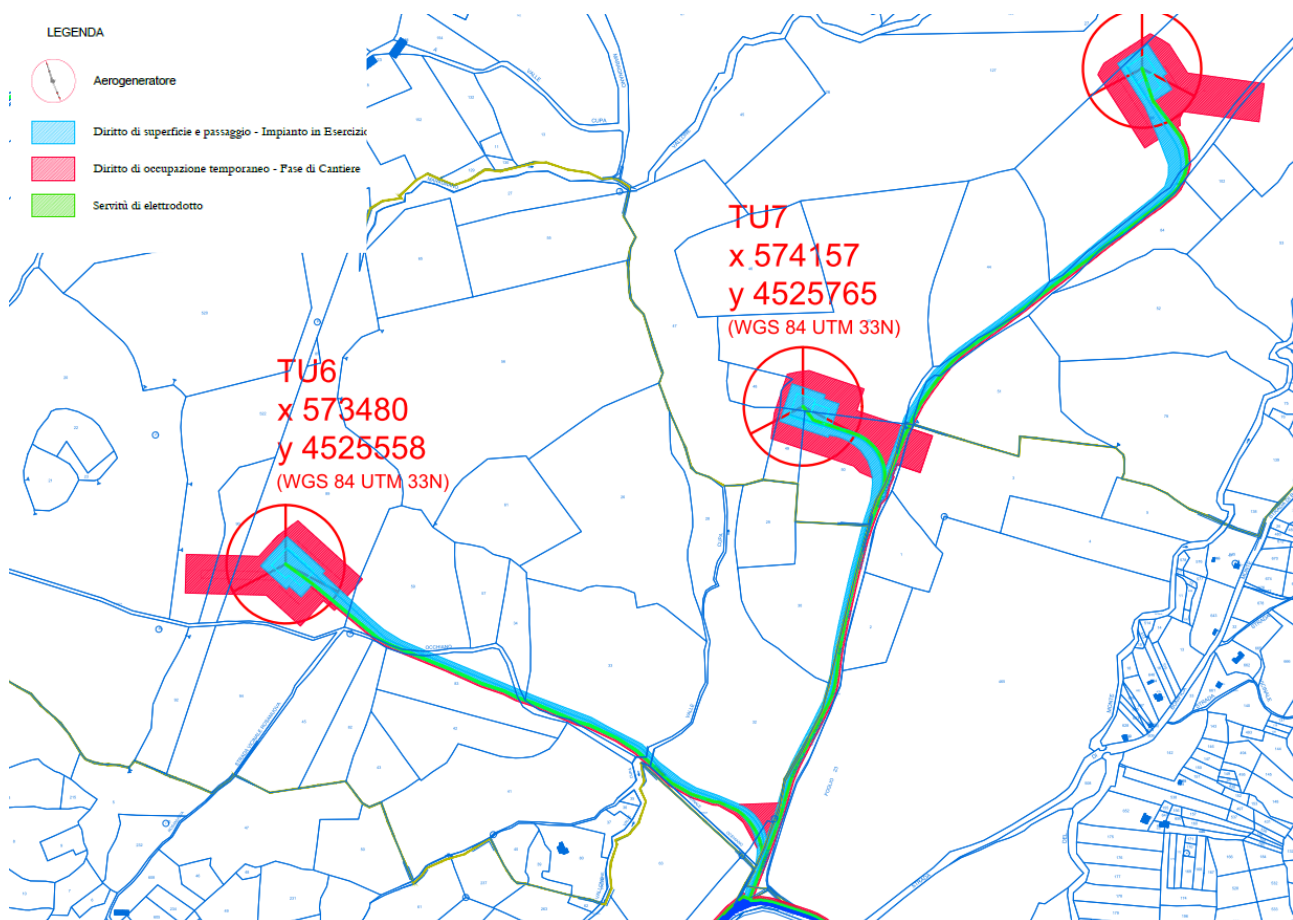
<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>15 di 35</b>

Le opere di fondazione degli aerogeneratori sono descritte nel dettaglio nell'elaborato denominato **TUFDS\_F00T00200\_00 Elaborati strutturali fondazione\_Pianta e sezioni.**

### 3.2.2 Strade e piazzole

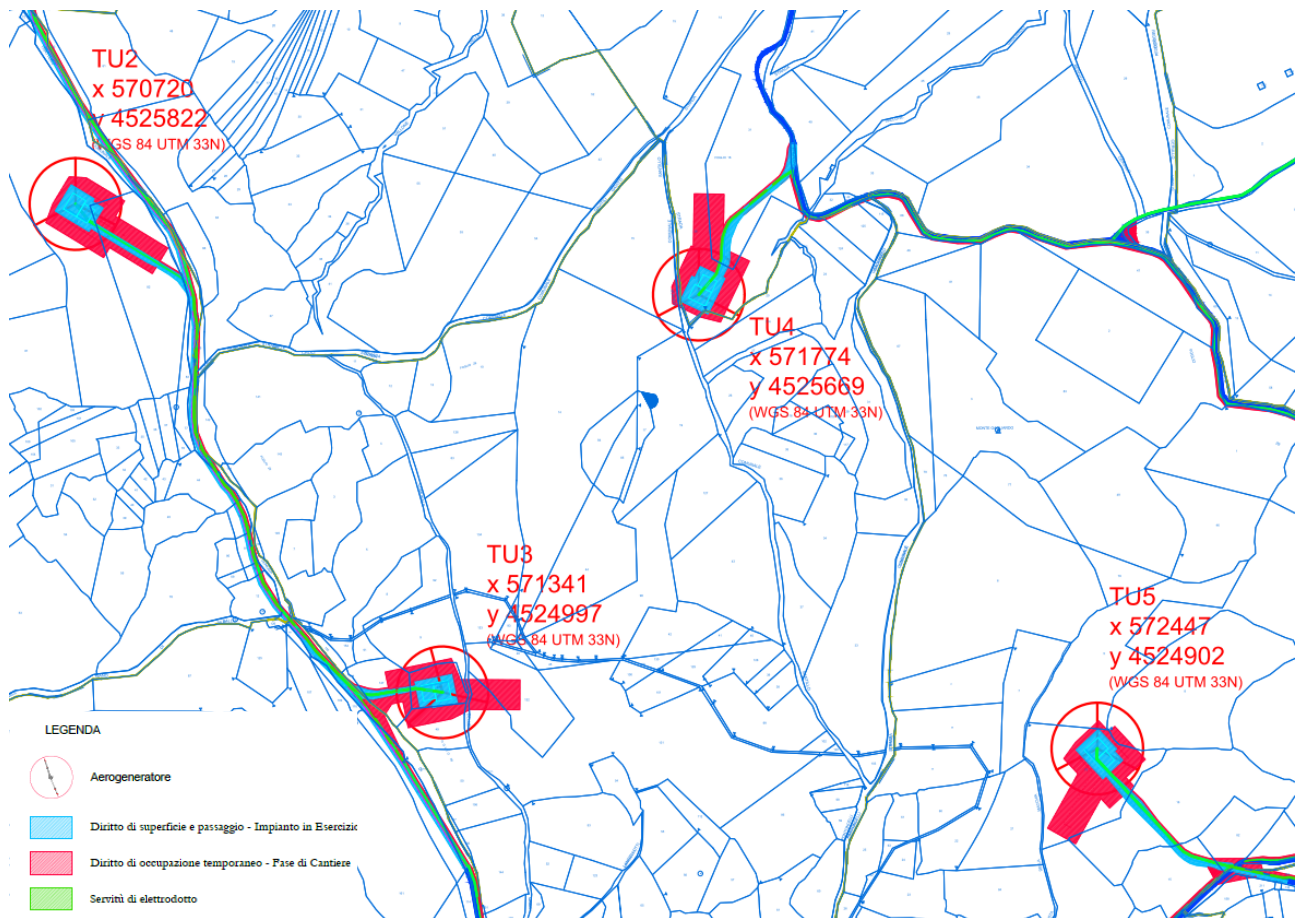
#### 3.2.2.1 Viabilità esistente, provvisoria e definitiva

In **Figura 4** e **Figura 5** (estratti dall'elaborato **TUFDT\_GENT03700\_00 Inquadramento generale strade ed aree definitive e temporanee**) è riportata una rappresentazione generale dei tracciati lineari delle fasce di occupazione degli assi stradali di nuova realizzazione, sia definitivi (che rimarranno a servizio dell'impianto in fase di esercizio) che provvisori (il cui sedime sarà ripristinato alla fine delle operazioni di cantiere). Tali tracciati stradali saranno da realizzare a integrazione della viabilità esistente.



**Figura 4 – Rappresentazione grafica generale aree di occupazione e servitù (1/2)**

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>16 di 35</b>

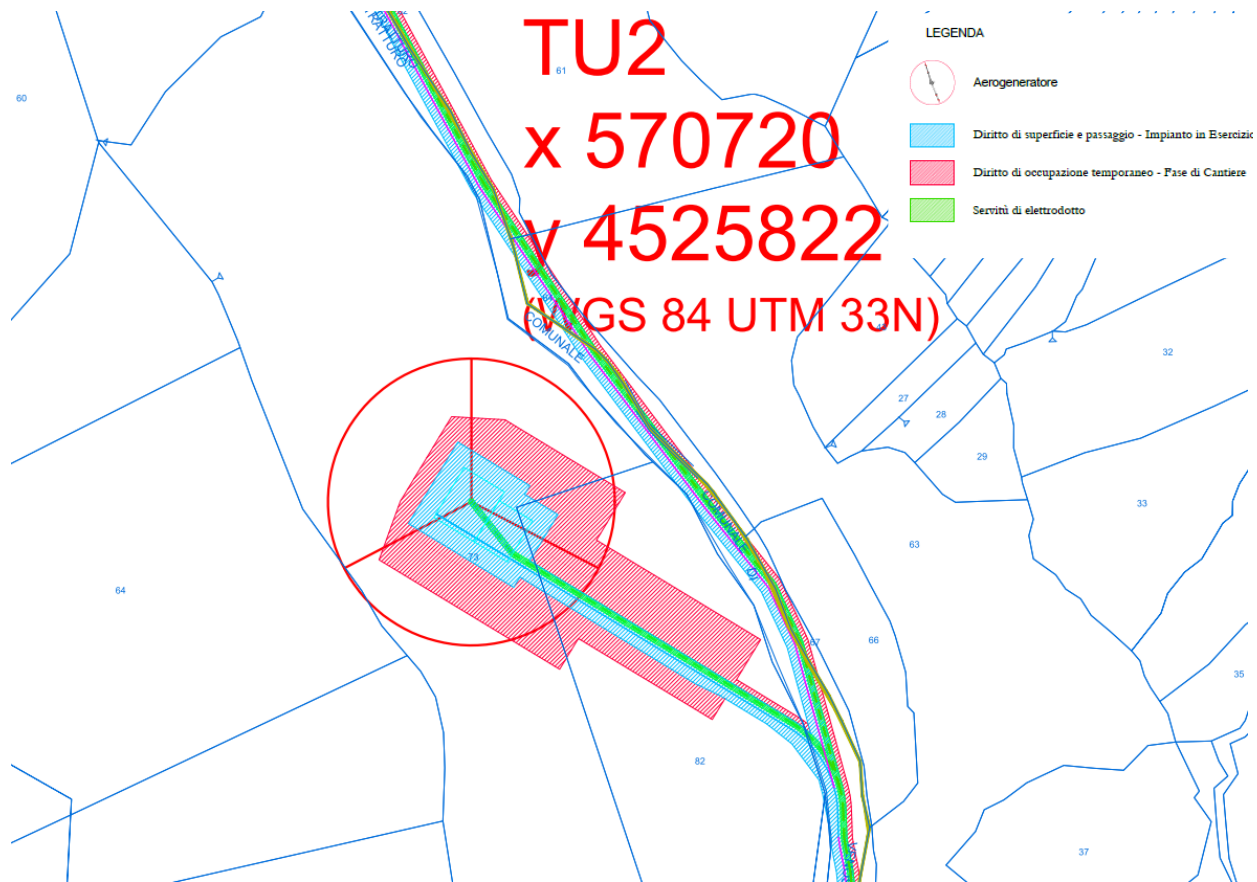


**Figura 5** – Rappresentazione grafica generale aree di occupazione e servitù (2/2)

### 3.2.2.2 Dettaglio piazzole

La **Figura 6** mostra in maniera più dettagliata un esempio di occupazione delle piazzole provvisorie e definitive per l'aerogeneratore TU2.

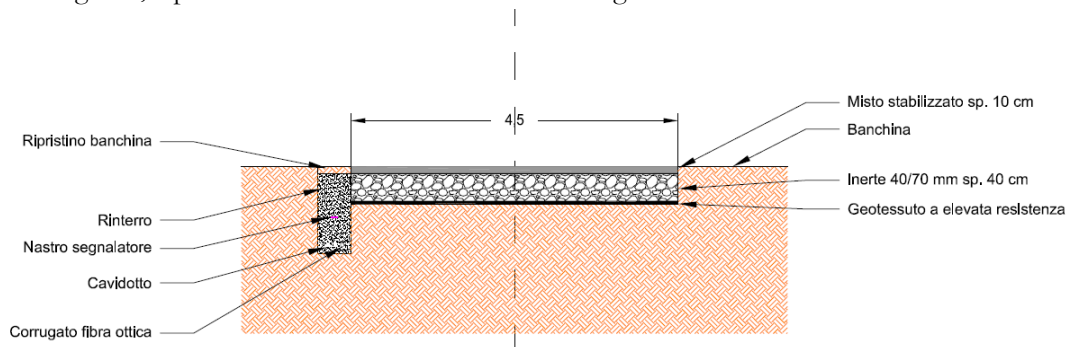
<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Data: <b>09/11/2023</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>17 di 35</b>



**Figura 6** – Dettaglio strade di accesso-aree provvisorie e definitive

### 3.2.2.3 Sezione tipo

Nella seguente **Figura 7** viene riportato un esempio di sezione stradale di nuova realizzazione. Si sottolinea che le caratteristiche costruttive di dettaglio (spessori, tipologia di inerti, ecc...) possono variare localmente in funzione di particolari esigenze, e potranno essere adattate in sede di Progettazione Esecutiva.



**Figura 7** – Sezione tipo strade e piazzole

### 3.2.3 Viabilità esterna

Nella **Figura 8** è rappresentato il tracciato della SP83-SP51, della SS401 e Via Pozzo Vetere, che sono le principali arterie che consentono l'accesso alla zona del Progetto. Da esse si può raggiungere la viabilità locale che conduce ai siti di installazione degli aerogeneratori, e che è idonea per l'accesso da parte dei mezzi di trasporto e mezzi d'opera, inclusi quelli necessari al trasporto delle componenti degli aerogeneratori.



<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>18 di 35</b>



**Figura 8 - Viabilità principale di accesso**

### 3.2.4 Riepilogo scavi e rinterri

La realizzazione del parco eolico in oggetto prevede movimenti terra principalmente correlati all'esecuzione delle fondazioni degli aerogeneratori ed alle strade e piazzole per l'installazione e l'esercizio degli stessi. Alcune lavorazioni avranno carattere di intervento temporaneo mentre altri saranno definitivi. Allo stesso modo alcuni movimenti terra saranno di sbancamento mentre altri di rinterro.

Durante lo sviluppo del Progetto definitivo è stato possibile valutare per l'esecuzione delle fondazioni degli aerogeneratori un volume di scavo pari a circa 24'700 m<sup>3</sup> ed un volume di rinterro di circa 8'300 m<sup>3</sup>. Similmente, per l'insieme delle strade e piazzole definitive di Progetto, il totale degli scavi è di circa 34'600 m<sup>3</sup> e dei volumi in rilevato di circa 15'100 m<sup>3</sup>.

I volumi indicati potranno subire modifiche nel corso dello sviluppo del Progetto Esecutivo, in funzione delle informazioni ed analisi di dettaglio disponibili. Per il dettaglio delle voci che compongono quantità sopra definite, si veda il documento **TUFDG\_GENR00400\_00\_Piano preliminare di riutilizzo in sito del materiale di scavo**.

## 3.3 Opere Elettriche

### 3.3.1 Scelta del punto di connessione

Come definito dalla STMG ricevuta da Terna, l'impianto di produzione sarà collegato in antenna a 36 kV sulla nuova Stazione Elettrica (SE) di Terna, denominata "Palazzo San Gervasio".

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
		Data: <b>09/11/2023</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>19 di 35</b>

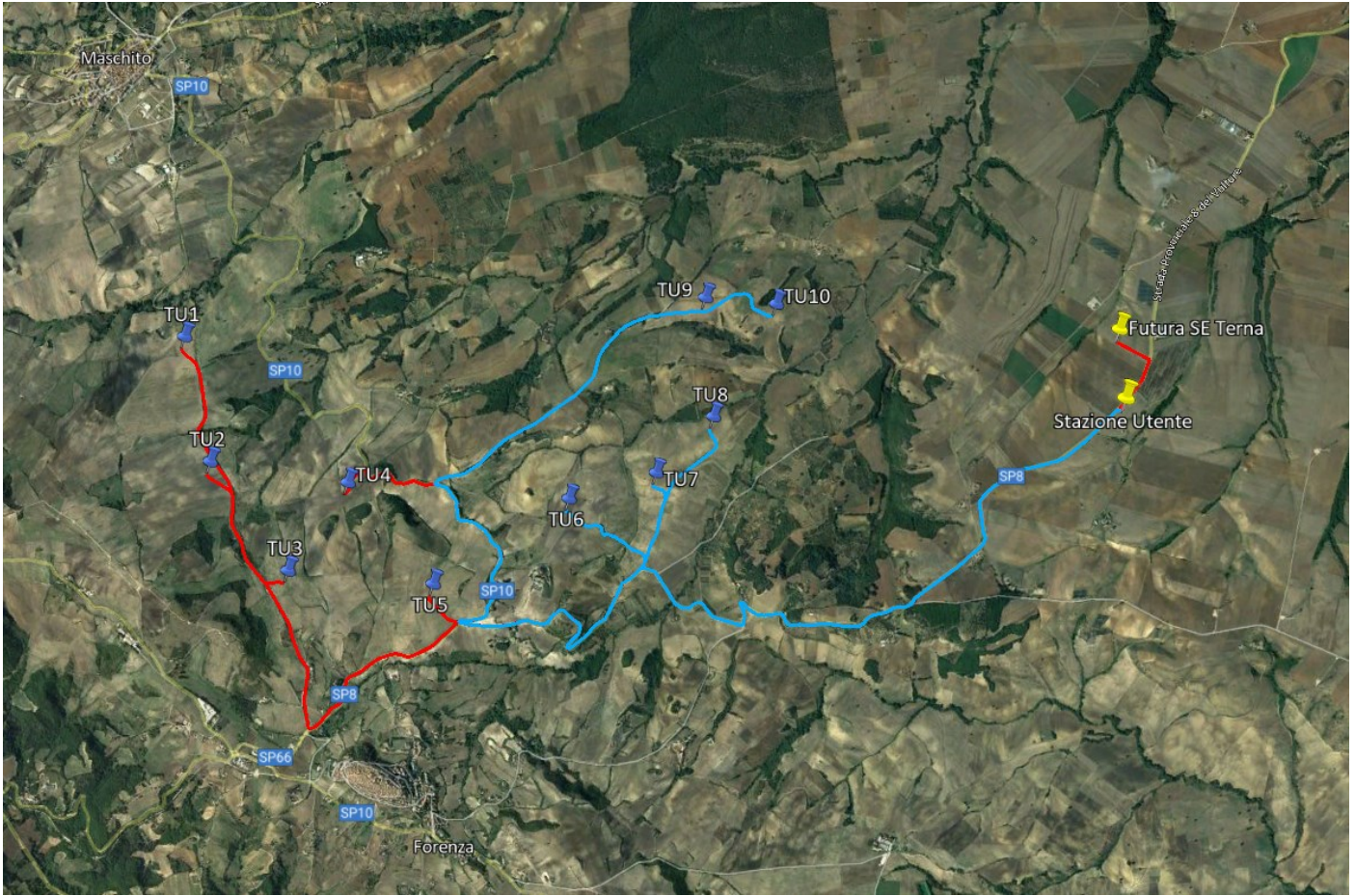
Come indicato anche nella norma CEI 0-16:2019, sono definiti sistemi di Alta Tensione quelli con una tensione nominale tra le fasi maggiore di 35 kV. Per tale motivo, tutti i cavidotti a 36 kV del progetto in oggetto ed i quadri ad essi collegati, saranno, da norma, definiti come sistemi di Alta Tensione.

Essendo l'impianto di 60 MW, lo stallo della sottostazione Terna ad esso dedicato al fine del collegamento, sarà unico.

In **Figura 9** viene riportato il percorso del cavidotto di progetto.



<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00100_00</b>
	<b>Relazione Tecnica Impianto</b>	Data: <b>09/11/2023</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>20 di 35</b>



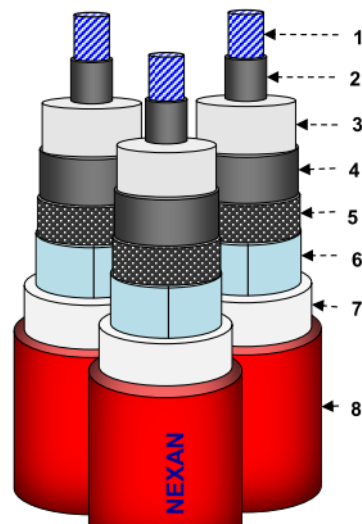
**Figura 9** – Rappresentazione grafica generale del cavidotto

### 3.3.2 Descrizione di dettaglio del cavo AT

Essendo stata proposta da Terna ed accettata la soluzione di connessione a 36 kV, il cavo scelto per il collegamento degli aerogeneratori in entra-esce ed il collegamento del parco eolico agli stalli della SE Terna è il ARE4H5EEX 20,8/36 kV, un tipo di cavo con conduttore in alluminio e cordato ad elica.

Il cavo ARE4H5EEX dimensionato per tensioni 20,8/36 kV è quindi in grado di lavorare a tensioni nominali di 36 kV. Esso è costituito da:

1. Anima: conduttore a corda rotonda compatta in alluminio;
2. Semiconduttivo interno: elastomerico estruso;
3. Isolante: polietilene reticolato (XLPE);
4. Semiconduttivo esterno: elastomerico estruso;
5. Strato semiconduttivo acquabloccante;
6. Schermatura: nastri di alluminio;
7. 1° Guaina: PE estruso;
8. 2° Guaina: PE di colore rosso.



Il cavo è adatto a posa direttamente interrata.

### 3.3.3 Dimensionamento Cavi AT

Il primo dimensionamento dei cavi è stato effettuato sulla base del limite termico di portata degli stessi, in base alle condizioni ambientali e di posa, confrontando tali valori con la corrente nominale passante in ogni tratta di cavidotto.

Le sezioni di cavo precedentemente determinate non vanno però a considerare le cadute di tensione e le perdite che si potrebbero generare lungo i vari tratti di cavidotto.

Di norma, quando le tratte di cavi diventano importanti (nell'ordine di chilometri per cavi a tali valori di tensione), si vanno quindi a dimensionare le varie tratte non solo considerando la portata al limite termico dei cavi, ma anche che la caduta di tensione nei tratti di cavo ed a fondo cavidotto sia inferiore ad un certo valore percentuale; normalmente si considera sufficiente che la caduta di tensione sia inferiore al 4%, ma, considerando il fatto che l'impianto in considerazione è un impianto di produzione e perdite significherebbero anche mancata produzione, si vuole che la caduta di tensione a fine di ogni sottocampo sia nell'ordine di massimo il 2%.

Per tale dimensionamento si è utilizzato il programma di progettazione elettrica "Ampere professional" di Electro Graphics srl, il quale va a calcolare le cadute di tensione alla temperatura di esercizio; quindi, dovuta alla temperatura ambiente ed alla corrente che nominalmente attraversa i cavi.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato **TUFDE\_GENR00600\_00\_Relazione calcoli preliminari impianti elettrici**.

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>22 di 35</b>

### 3.3.4 Tratti di cavidotto in progetto

Relativamente ai cavidotti AT in entra esce dagli aerogeneratori, sono previsti due sottocampi, disposti e collegati col seguente schema e cavi:

- 1) Collegamento AT-36 kV delle *SU-TU5-TU3-TU2-TU1-TU4*, costituendo il sottocampo eolico 1 da 30 MW:

- cavidotto di collegamento **SU – TU5**, circa 7550 m, 3x1x630 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU5 – TU3**, circa 3210 m, 3x1x300 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU3 – TU2**, circa 1170 m, 3x1x120 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU2 – TU1**, circa 1530 m, 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU5 – TU4**, circa 2510 m, 3x1x95 mm<sup>2</sup>.

- 2) Collegamento AT-36 kV delle *SU-TU7-TU6-TU9-TU10-TU8*, costituendo il sottocampo eolico 2 da 30 MW:

- cavidotto di collegamento **SU – TU7**, circa 5840 m, 3x1x630 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU7 – TU6**, circa 1490 m, 3x1x300 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU6 – TU9**, circa 7180 m, 3x1x120 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU9 – TU10**, circa 700 m, 3x1x95 mm<sup>2</sup>;
- cavidotto di collegamento **TU7 – TU8**, circa 920 m, 3x1x95 mm<sup>2</sup>.

Per tutti i tratti di cavidotto verrà utilizzato il cavo ARE4H5EEX 20,8/36 kV, interrato a 1,2 m, con le sezioni sopra indicate e posato a trifoglio.

Relativamente al cavidotto AT a 36 kV per il collegamento in Antenna dell'impianto di produzione con lo stallo 36 kV della Stazione Terna, esso sarà costituito:


- **Terna 1 - SU**: circa 800 m, interrato a 1,2 m – 2x(3x1x630) mm<sup>2</sup>;

### 3.3.5 Schede Tecniche cavi AT

Si riporta in **Figura 10** una scheda tecnica proveniente da un produttore, che illustra le caratteristiche di un cavo della tipologia prevista.



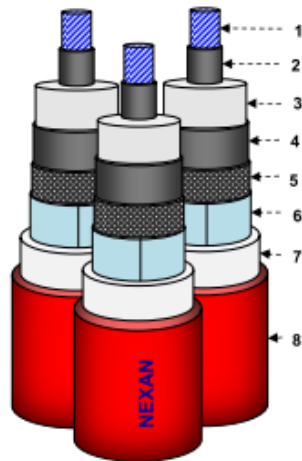
<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>23 di 35</b>



**ARE4H5EEX**  
**20,8/36 kV**  
**3x1x... SK2**

**HIGH VOLTAGE CABLE**  
**THREE SINGLE CORE CABLES IN TRIPLEX FORMATION WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALUMINIUM TAPE SCREEN AND DOUBLE PE SHEATH, SHOCK RESISTANT.**

**APPLICATIONS AND CHARACTERISTICS**  
In HV energy distribution networks for voltage systems **up to 42kV**. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.  
**SHOCK PROOF SK2** has a very good shock resistance characteristics. The two special outer sheaths provide an excellent protection against impact and mechanical abuse during the lifetime of the cable.  
**Shock Proof SK2** cable performances has been evaluated against mechanical protection by the abrasion test and the impact test included in CEI 20-68 standard.  
**This type of cable can be directly buried without additional protections because it is comparable to an armoured cable.**



**FUNCTIONAL CHARACTERISTICS**

Rated voltage $U_0/U$ :	<b>20,8/36 kV</b>
Maximum voltage $U_m$ :	<b>42 kV</b>
Test voltage:	<b>2,5 U<sub>0</sub></b>
Max operating temperature of conductor:	<b>90 °C</b>
Max short-circuit temperature:	<b>250 °C (for max 5 s)</b>
Max short-circuit temperature (screen):	<b>150 °C</b>


**CONSTRUCTION**

- 1. Conductor**  
*stranded, compacted, round, aluminium - class 2 acc. to IEC 60228*
- 2. Conductor screen**  
*extruded semiconducting compound*
- 3. Insulation**  
*extruded cross-linked polyethylene (XLPE) compound*
- 4. Insulation screen**  
*extruded semiconducting compound - fully bonded*
- 5. Longitudinal watertightness**  
*semiconducting water blocking tape*
- 6. Metallic screen and radial water barrier**  
*aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)*
- 7. First sheath - 1**  
*extruded PE compound*
- 8. Second sheath - 2**  
*extruded PE compound - colour: red with improved impact resistance*


**STANDARDS**

IEC 60840 where applicable (*testing*)  
Nexans Design  
HD 620 where applicable (*materials*)  
CEI 20-68 where applicable (*impact test*)


**MARKING** by ink of the following legend:  
**On PHASE 1 : "NEXANS B <Year> ARE4H5EEX 20,8/36kV 3x1x <S> SK2 FASE 1 <meter marking>"**  
**On PHASE 2 : "FASE 2"**  
**On PHASE 3 : "FASE 3"**  
<YEAR> = Year of manufacturing  
<S> = Section of the conductor




Mechanical resistance to impacts: **very good** (CEI 20-68)




Longitudinal waterproof




Radial waterproof



Max operating temp. of conductor: **90 °C**



Max short-circuit temperature: **250 °C**



Minimum installation temperature: **-25 °C**

**Figura 10 – Scheda tecnica esemplificativa tipologia di cavi previsti**

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>24 di 35</b>

### 3.3.6 Modalità di posa

La posa dei cavi avverrà di norma secondo quanto descritto nel successivo **par.3.3.6.1**, ad eccezione dei tratti in cui sarà necessario utilizzare la tecnologia TOC (anche ai sensi delle eventuali prescrizioni ricevute), per i quali si rimanda al **par. 3.3.6.2**

In generale, i tracciati sono stati scelti in modo tale da minimizzare l'impatto delle opere di scavo sulle colture esistenti. Per quanto possibile, si è scelto di far coincidere i percorsi dei cavidotti con quelle dei tratti di viabilità di nuova realizzazione, a servizio dei singoli aerogeneratori, o comunque dei tratti degli stradelli esistenti dei quali si è previsto l'adeguamento. In questo modo, si è cercato di limitare la lunghezza degli scavi esterni alle opere stradali, e di privilegiare, per il cavidotto, i percorsi lungo i confini delle particelle catastali piuttosto che quelli che intersecano le singole particelle. In questo modo si sono ridotti gli impatti, e i rischi futuri di interferenza, sulle attività agricole.

La lunghezza complessiva del cavidotto è di 21,6 km, comprensivi dei tratti costituiti da più linee in parallelo.

#### 3.3.6.1 Tipologia di posa standard

Il cavidotto AT verrà posato direttamente interrato, senza l'utilizzo di corrugati di protezione, seguendo le modalità di posa riportate nella norma CEI 11-17, e le seguenti caratteristiche geometriche:

- Profondità di scavo      1,20 m
- Larghezza di scavo      0,45 m / 0,75 m
- Profondità di posa      1,20 m

Per la realizzazione del rinterro, verrà utilizzato lo stesso materiale di risulta dello scavo, avendo cura di verificare, pur essendo cavi idonei alla posa direttamente interrata, l'assenza di trovanti o altri elementi che potrebbero danneggiare l'integrità del cavo stesso, nel caso venissero a contatto con esso.

I cavi verranno posati direttamente sul letto dello scavo, e ricoperti da un ulteriore strato di almeno 40 cm, anch'esso in materiale di risulta. Allo stesso livello del cavo AT verrà posato un corrugato in PEHD, che ospiterà la fibra ottica, la quale consentirà l'intercomunicazione fra gli aerogeneratori e il sistema di controllo. Verrà quindi completato il rinterro dello scavo, sempre con materiale di risulta, prevedendo la posa di un nastro segnalatore con su scritto “Cavi Elettrici” a circa 70 cm dal piano campagna.

Nel caso in cui il tracciato degli elettrodotti intersechi tratti di viabilità in cui è presente una pavimentazione, questa verrà ripristinata alle condizioni originarie, secondo le indicazioni degli enti competenti.

Per i dettagli costruttivi e le sezioni tipo del cavidotto, si veda l'elaborato specifico **TUFDE\_CAVT00800\_00\_Dettagli costruttivi cavidotto AT**.

#### 3.3.6.2 Posa con metodo TOC

Il metodo della Trivellazione Orizzontale Controllata (di seguito TOC) ha lo scopo, in particolare, di facilitare l'attraversamento, da parte del cavidotto stesso, di tratti di infrastrutture lineari, quali cavidotti, gasdotti, fossi, canali. Tale metodo permette di accelerare le tempistiche di esecuzione, senza necessità di rimuovere e poi ricostituire l'infrastruttura che causa interferenza.

Per quanto riguarda i fossi, nei punti di incrocio del loro percorso con il cavidotto AT, va evitato che il fondo di ciascun fosso si trovi ad essere costituito dai materiali di riempimento dello scavo, con la possibile conseguenza di facilitare i fenomeni erosivi, con pregiudizio della sicurezza della linea elettrica e rischio di alterazione della funzionalità dell'opera idraulica. In questi tratti, qualora prescritto dagli enti coinvolti o ritenuto necessario in sede di Progettazione Esecutiva, è ipotizzabile utilizzare la tecnica di posa mediante TOC, che prevede quanto segue:

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>25 di 35</b>

- Esecuzione di un foro pilota, mediante utensile fresante, posto alla sommità di una serie di aste metalliche modulari, e la cui posizione è verificata e regolata per mezzo di un sistema di localizzazione.
- Allargamento del foro pilota mediante la collocazione di un'alesatrice in testa alla serie di aste metalliche, e andamento a ritroso lungo il tracciato del foro pilota, a partire dall'estremità finale e procedendo a ritroso fino all'estremità iniziale.
- Tiro del cavidotto di cui è prevista la posa da un'estremità all'altra del foro, mediante collegamento dell'estremità del cavidotto stesso alle aste metalliche.

La geometria del foro di attraversamento, in ciascuno dei casi indicati negli elaborati allegati, verrà determinata in modo tale da mantenere sempre una profondità minima di 2.0 m al di sotto del punto a minima quota dell'infrastruttura lineare attraversata. Nel caso di attraversamenti di fossi, le estremità terminali di ciascun tratto di linea posata con metodo TOC saranno determinate in modo tale da mantenersi esterne all'area soggetta ad allagamento con tempo di ritorno 200 anni, in funzione delle caratteristiche del reticolo idrografico locale.

### 3.3.7 Stazione utente

#### 3.3.7.1 Descrizione generale

In vicinanza della Stazione Elettrica Terna "Palazzo S. Gervasio" verrà realizzata una Stazione Utente. Essa sarà realizzata in opera ed avrà una lunghezza pari a 23 m ed una larghezza pari a 6 m. Sarà suddivisa in tre locali principali:

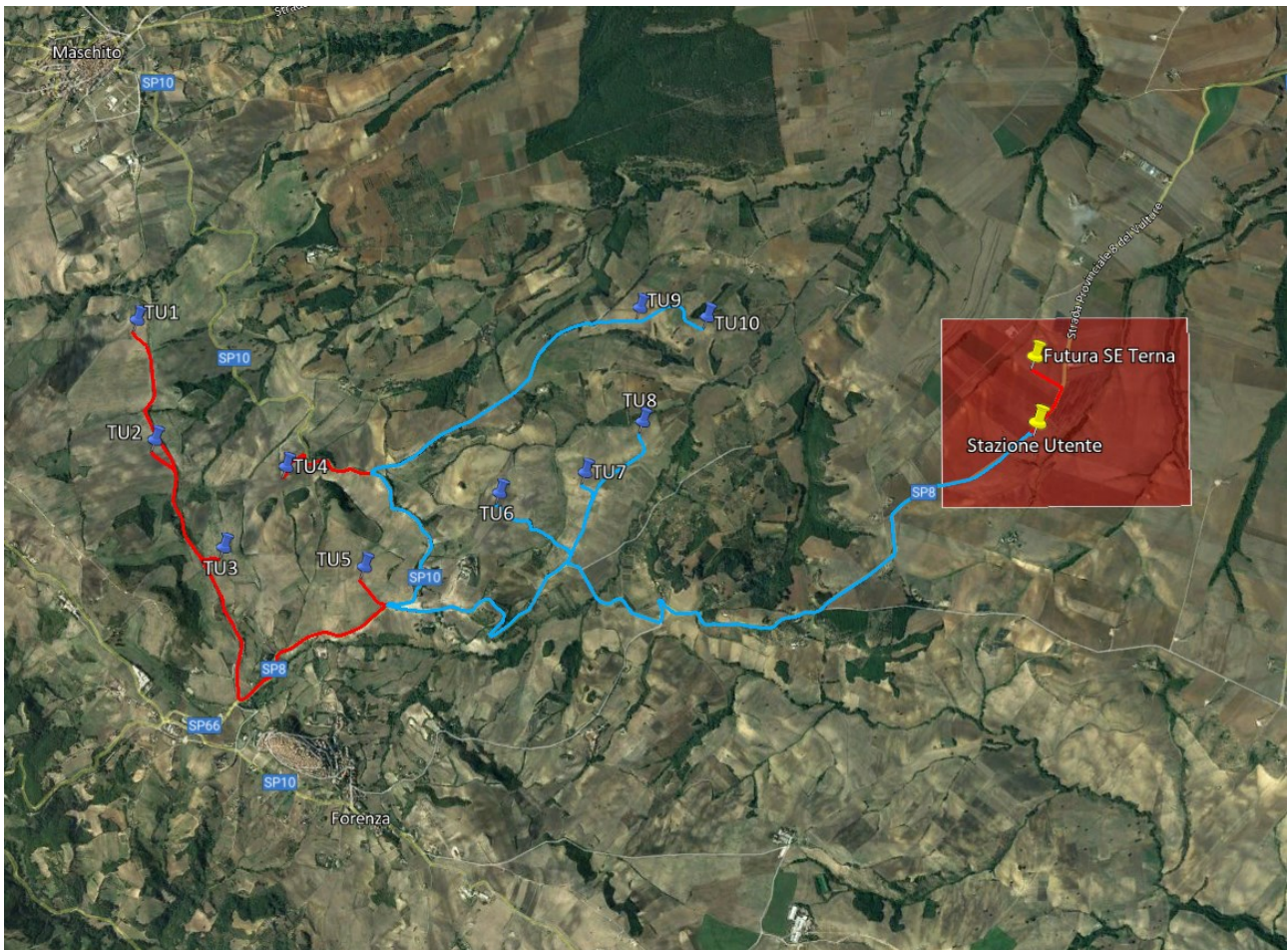
- Locale di Controllo: dove saranno presenti quadri di controllo degli aerogeneratori, Scada Utente ed aerogeneratori, quadri ausiliari BT, centrali impianti speciali (videosorveglianza, antintrusione...);
- Locale GE: dove sarà ubicato il gruppo elettrogeno da 20 kVA – 400 V per sopperire alle eventuali mancanze di alimentazione;
- Locale AT: dove saranno installati i quadri di Alta Tensione (36 kV). Sono stati previsti quadri Schneider della serie F400 – 1250 A, i quali vengono prodotti anche con tensioni massime fino a 40,5 kV. Vi saranno due sistemi di quadri AT composti entrambi da due celle per l'arrivo da due sottocampi eolici, una cella misure con TV ed una cella partenza per il collegamento alla Sottostazione Terna. Vi sarà installato anche il trasformatore ausiliario 36/0,4 kV-50kVA-Dyn11 per l'alimentazione di tutti i sistemi ausiliari della Stazione Utente.

La stazione sarà circondata da un cordolo in cemento che fungerà da marciapiede. Per un'area intorno ad essa di dimensioni 30 x 25 m sarà realizzata una recinzione e nella zona interna sarà depositato uno strato di ghiaia per permettere una miglior percorribilità con mezzi.

#### 3.3.7.2 Localizzazione

La localizzazione della Stazione Utente nell'ambito del parco eolico in Progetto è illustrata nelle figure seguenti:

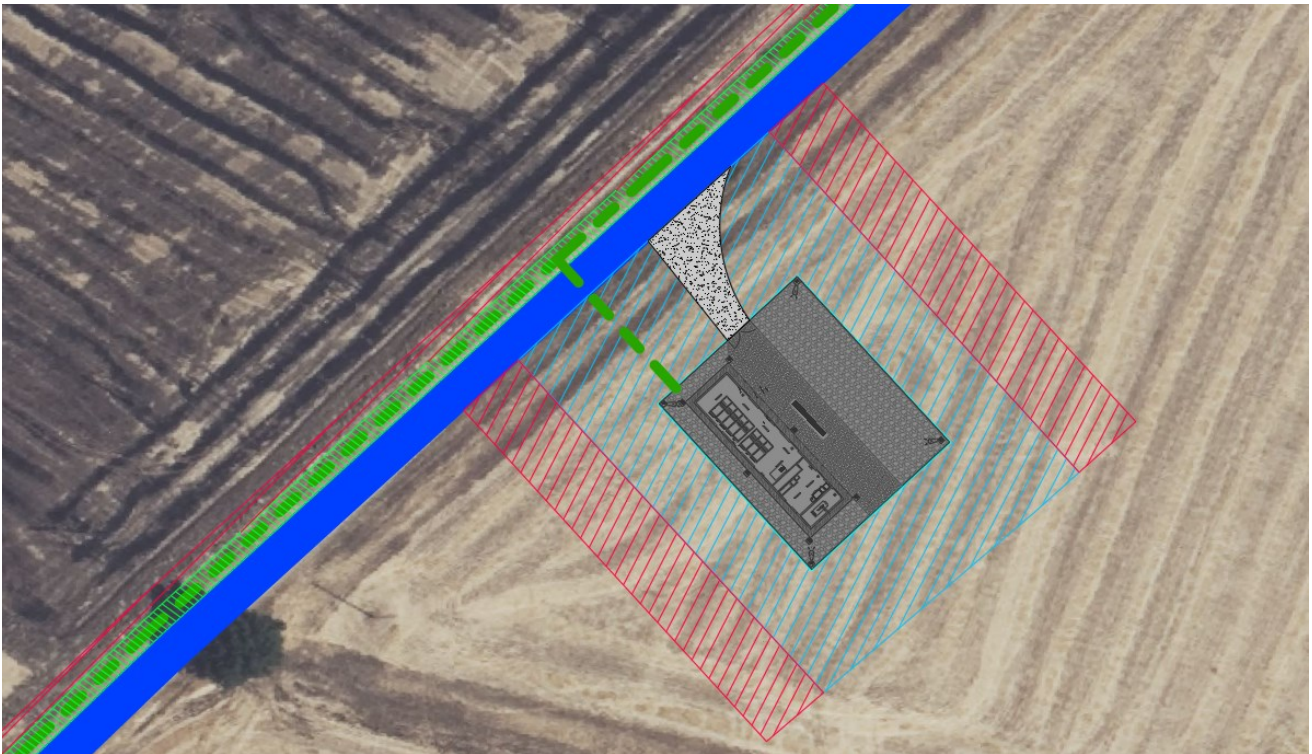
<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>26 di 35</b>



**Figura 11 – Localizzazione della Stazione utente (1/2)**  
 Coordinate WGS84 UTM33 Stazione Utente: 577830 E; 4526367 N



<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>27 di 35</b>



**Figura 12** – Localizzazione della Stazione utente (2/2)

### 3.3.7.3 Opere civili previste

La costruzione della Stazione Utente potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile, oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a.v., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna con intonaci al quarzo). La copertura sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato preverniciato.

Prima della realizzazione della Stazione Utente, al di sotto di esso sarà realizzata in opera una vasca di fondazione di altezza pari ad 1 m, per il passaggio dei cavi AT, ausiliari BT e di segnale.

Maggiori dettagli sono descritti negli elaborati allegati.

### 3.3.7.4 Recinzione

Intorno all'area della Stazione Utente sarà realizzata una recinzione metallica, per un'area di 30 x 25 m, della tipologia “orsogrill” con le seguenti caratteristiche o equivalenti:

- Interasse profili verticali: 62 mm;
- Interasse collegamenti orizzontali: 132 mm;
- Profilo verticale: 25x2,5 mm;
- Diametro collegamento orizzontale: 5 mm;
- Cornice: 25x4 mm;
- Sporgenza alettata di attacco: 64,5 mm;
- Bullone di sicurezza.

Sarà inoltre presente un cancello motorizzato di larghezza pari a 4 m per permettere l'ingresso di veicoli atti alla manutenzione.

#### **AREN Green S.r.l.**

Sede legale: Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC), Italia

Ph. +39 0547 415245 - email: rpastr@legalmail.it

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Forlì – Cesena Part. Iva 04032170401



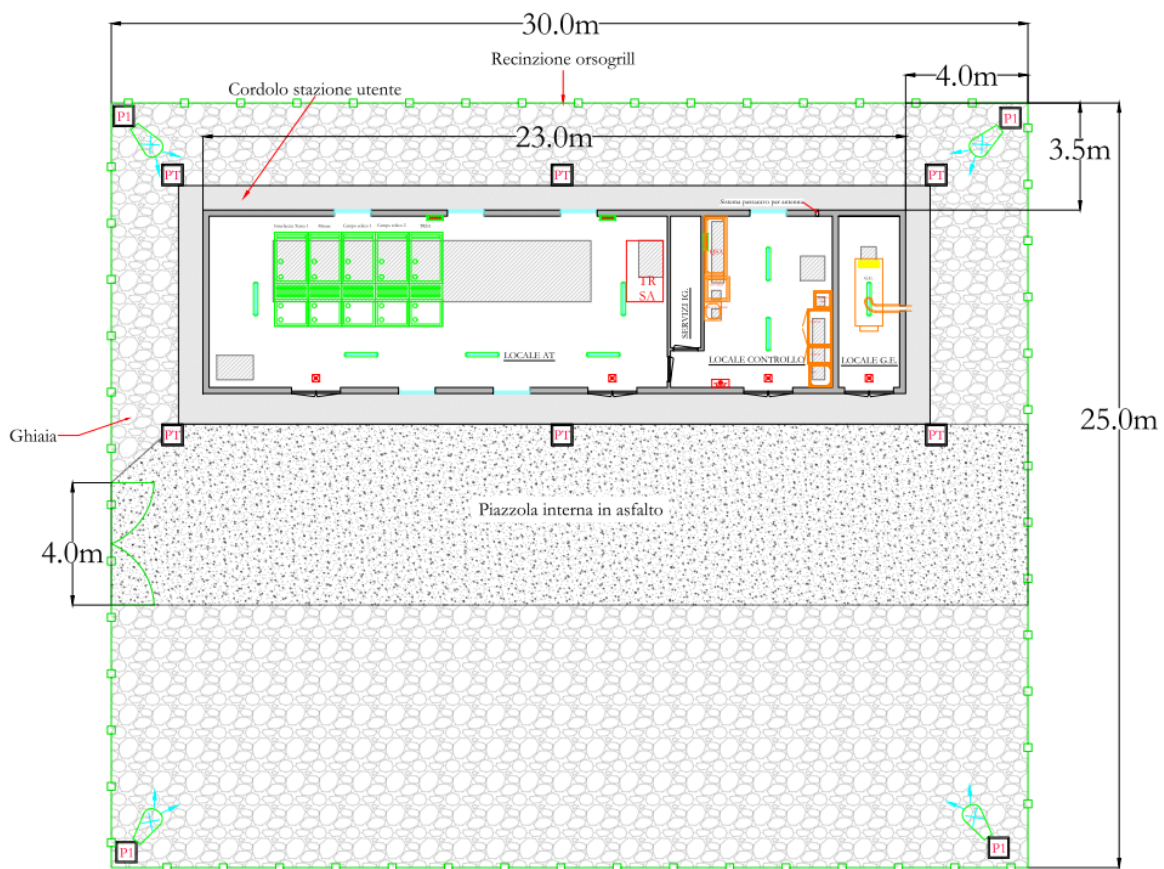
<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>28 di 35</b>

### 3.3.7.5 Strade e piazzole a servizio del manufatto

L'interno dell'area recintata della Stazione Utente sarà caratterizzato da uno strato omogeneo di stabilizzato e ghiaia opportunamente compattati.

Per un tratto di larghezza pari a 6 m e lunghezza pari a 30 m, davanti al cancello di ingresso ed in direzione parallela della Stazione Utente, è previsto anche la posa di uno strato di asfalto per permettere un più agevole ingresso dei mezzi di manutenzione.

Di seguito uno stralcio della planimetria della Stazione Utente e dell'area interna alla recinzione intorno ad esso.



**Figura 13** - Planimetria della Stazione Utente

### 3.3.7.6 Componenti elettromeccaniche

Per la raccolta dell'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori, sono stati previsti quadri Schneider della serie F400 – 1250 A, o equivalenti, i quali vengono realizzati con tensioni massime fino a 40,5 kV. Vi sarà un sistema di quadri AT composto da una cella per l'arrivo dall'unico sottocampo eolico, una cella misure con TV, una cella partenza per il collegamento alla Sottostazione Terna e la partenza per l'alimentazione del trasformatore ausiliario 36/0,4 kV-50 kVA-Dyn11 per l'alimentazione di tutti i sistemi ausiliari della Stazione Utente, anch'esso installato all'interno del Locale AT della Stazione Utente.

I quadri della serie F400 sono caratterizzati da:

- Isolamento in aria;

#### **AREN Green S.r.l.**

Sede legale: Via dell'Arrigoni n. 308 - 47522 Cesena (FC), Italia

Ph. +39 0547 415245 - email: rpastr@legalmail.it

Codice Fiscale, P. IVA e numero di iscrizione al Registro delle Imprese di Forlì – Cesena Part. Iva 04032170401



<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>29 di 35</b>

- Interruttore in SF6 per tensioni fino a 40,5 kV;
- Corrente nominale: 1250 A;
- Corrente di cortocircuito: 31,5 kA – 1s;
- Indicatori di presenza di tensione;
- Indicatori di posizione degli organi di manovra;
- Temperatura di funzionamento: -5 a +40 °C.

Ogni cella sarà dotata di relè di protezione, TA, TO e TV, per la rilevazione e protezione dell'impianto, con le funzionalità previste dal Codice di Rete di Terna.

Nella cella di partenza per il campo eolico e nella cella di partenza per Terna, verranno installati e collegati anche i contatori di produzione, immissione e prelievo per la contabilizzazione dell'energia elettrica prodotta, immessa e prelevata in e dalla rete elettrica nazionale.

#### 3.3.7.7 Criteri progettuali della Stazione Utente

La Stazione Utente è stata progettata avendo attenzione a minimizzare gli impatti sul territorio, scegliendo una localizzazione compatibile con le prescrizioni urbanistiche e ambientali locali. La posizione è "a valle" del parco eolico rispetto al punto di interconnessione, in quanto la funzione del locale è di raccogliere le varie linee di trasporto dell'energia elettrica prodotta, realizzandone il parallelo, costituendo il punto di partenza dell'elettrodotto che collega l'impianto alla rete di trasmissione nazionale. Inoltre, la posizione è stata scelta anche in stretta prossimità a un tratto stradale di nuova realizzazione, per facilitarne la costruzione e i futuri accessi a scopo manutentivo.

#### 3.3.7.8 Sistemi di protezione

L'impianto di produzione sarà protetto da Relè di protezione, a livello AT in Stazione Utente e negli aerogeneratori, ed a livello BT sempre negli aerogeneratori.

La cella "Partenza Terna" sarà protetta con relè in grado di eseguire le seguenti funzioni:

- 50/51: massima corrente di fase;
- 51N: massima corrente omopolare;
- 67N: direzionale di terra;
- 27: minima tensione rete;
- 59: massima tensione rete;
- 59N: massima tensione omopolare rete;
- 81><: massima e minima frequenza rete.

La cella AT "Campo eolico" e le linee AT ad essa collegate saranno protette con relè in grado di eseguire le seguenti funzioni:

- 50/51: massima corrente di fase;
- 51N: massima corrente omopolare;
- 67N: direzionale di terra.

Le celle AT presenti all'interno degli aerogeneratori e la linea AT che si collega al trasformatore AT/BT in navicella, saranno protette con relè in grado di eseguire le seguenti funzioni:

- 50/51: massima corrente di fase;
- 51N: massima corrente omopolare.

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>30 di 35</b>

Il generatore eolico sarà infine protetto con relè in grado di eseguire le seguenti funzioni:

- 50/51: massima corrente di fase;
- 51N: massima corrente omopolare;
- 27G: minima tensione aerogeneratore;
- 59G: massima tensione aerogeneratore;
- 81G><: massima e minima frequenza aerogeneratore.

### 3.3.7.9 Sistemi di monitoraggio

Il parco eolico sarà monitorato con due sistemi distinti.

Il primo sistema di monitoraggio sarà un sistema Scada Utente, realizzato dal produttore per il controllo e comando dei sistemi installati all'interno della Stazione Utente:

- Comando interruttori quadri AT;
- Visualizzazione stato interruttori AT e BT;
- Allarmistica proveniente dalle protezioni AT e dai sistemi BT;
- Visualizzazione misure elettriche AT e BT per la rilevazione dell'energia prodotta.

Il secondo sistema di monitoraggio sarà costituito da uno Scada progettato e realizzato dal fornitore degli aerogeneratori, Vestas, in grado di:

- Monitorare la produzione dei singoli aerogeneratori;
- Monitorare lo stato di eventuali anomalie negli aerogeneratori;
- Allarmistica proveniente dagli aerogeneratori;
- Comando dell'energia prodotta dagli aerogeneratori.

I due sistemi saranno interfacciati per l'interscambio di informazioni e comandi e saranno interfacciati coi sistemi di protezione e monitoraggio di Terna Spa (RTU ed UPDM).

### 3.3.7.10 Servizi ausiliari BT

Per l'alimentazione dei sistemi ausiliari della Stazione Utente il progetto prevede l'installazione di un trasformatore 36/0,4 kV-50 kVA-Dyn11 all'interno del "Locale AT" dell'edificio. Esso sarà collegato lato AT al quadro AT installato nello stesso locale attraverso una cella AT ad esso dedicato. L'uscita BT sarà poi collegata ad un quadro BT, chiamato QSA, installato nel "Locale Controllo", dedicato all'alimentazione dei diversi sistemi ausiliari, costituiti da:

- Illuminazione interna alla Stazione Utente;
- Illuminazione esterna alla Stazione Utente;
- Prese di forza motrice interne edificio;
- Condizionamento dell'aria per mantenere la temperatura dei locali nel range di temperatura di corretto funzionamento degli apparati elettrici ed elettronici.

All'interno del "Locale Controllo" saranno installati anche il quadro inverter ed un pacco batteria, alimentati dal quadro QSA, per realizzare quindi una rete di alimentazione privilegiata, sia AC che DC. I carichi privilegiati saranno costituiti da:

- Scada Utente;
- Scada Aerogeneratori;

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>31 di 35</b>

- Relè di protezione dei quadri AT;
- Ausiliari dei quadri AT (bobine di apertura, bobine di chiusura, scaldiglie...);
- Sistema di interfaccia con Terna (RTU, UPDM)
- Contatori di energia prodotta, immessa, prelevata;
- Sistema di video sorveglianza interno ed esterno alla Stazione Utente;
- Sistema di antintrusione interno ed esterno alla Stazione Utente;
- Sistema di connessione dati e di rete LAN interna al parco eolico.

Anche all'interno degli aerogeneratori saranno presenti i diversi ausiliari alimentati atti al corretto funzionamento dello stesso. Sarà poi resa disponibile dal fornitore alla base dell'aerogeneratore.

#### 3.3.7.11 Rete di Terra

L'impianto di terra della Stazione Utente, dopo valutazioni descritte nella "Relazione calcoli preliminari impianti elettrici", sarà costituito dai seguenti elementi:

- Anello perimetrale esterno rettangolare, di corda in rame di sezione minima pari a 50 mm<sup>2</sup>, di lati pari a 25,0 m e 8,5 m posato ad una profondità di 70 cm;
- 6 picchetti perimetrali di lunghezza pari 3 m;

L'impianto di terra di ogni singolo aerogeneratore sarà realizzato invece con:

- Anello circolare esterno alla fondazione, di corda in rame di sezione minima pari a 50 mm<sup>2</sup>, di raggio pari a 15 m e profondità di posa pari a 2 m.

Maggiori dettagli sono descritti negli elaborati allegati.

## 4 Fasi principali del progetto

### 4.1 Fase di costruzione

La prima attività consiste nell'allestimento del cantiere con l'identificazione e delimitazione delle aree in cui insisteranno gli aerogeneratori, seguita da pulizia del terreno da piante e cumuli erbosi e scotico delle stesse, e definizione della viabilità interna per consentire l'inizio vero e proprio della costruzione del parco eolico. Nel dettaglio si procede dunque con l'adeguamento delle strade esistenti e la realizzazione di nuove strade, anche temporanee, per il passaggio dei mezzi speciali, la realizzazione delle piazzole di montaggio degli aerogeneratori, la realizzazione delle fondazioni con successivi rinterrati.

Esaurite le principali opere civili si procede con il trasporto degli aerogeneratori ed il loro successivo montaggio, la realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici e della fibra ottica, la realizzazione della Stazione utente per l'alloggiamento dei quadri AT di convogliamento verso la stazione di elevazione Terna, del sistema di bassa tensione e del sistema di controllo del parco eolico. Si procede infine all'installazione dei sistemi di illuminazione, sorveglianza e monitoraggio del parco eolico.

Al completamento dei montaggi elettromeccanici del parco eolico si procede infine alla sistemazione della viabilità finale provvedendo all'eliminazione di tutte le strade e piazzole temporanee e con il ripristino dei luoghi.

Infine, l'ultima fase del cantiere prevede la messa in esercizio del parco eolico con la verifica del corretto funzionamento di tutti i sistemi, dell'interfaccia con la rete di trasmissione nazionale RTN di Terna e dell'affidabilità del nuovo sistema di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile con un collaudo dedicato ed una prova di durata.

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Data: <b>09/11/20223</b>
		Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>32 di 35</b>

Al termine dell'installazione e, più in generale, della fase di cantiere, saranno raccolti tutti gli imballaggi dei materiali utilizzati, applicando criteri di separazione tipologica delle merci, con riferimento al D. Lgs 152 del 3/04/2006, in modo da garantire il corretto recupero o smaltimento in idonei impianti.

### 4.2 Mezzi d'opera

Durante lo svolgimento delle lavorazioni ed attività nelle diverse fasi di vita del parco eolico, descritte nei capitoli precedenti, verranno impiegati diversi mezzi d'opera differenti, ciò anche in funzione dei sottosistemi presenti nelle aree di cui il parco stesso è composto. I principali mezzi d'opera che saranno impiegati, a titolo indicativo e non esaustivo, vengono di seguito listati:

- 1) Gru gommate e/o cingolate per i sollevamenti in quota;
- 2) Autobotti per la consegna in sito dei conglomerati cementizi;
- 3) Palificatrici;
- 4) Automezzi dotati di gru per la consegna/prelievo di materiali e componentistica;
- 5) Pale escavatrici, per l'esecuzione di scavi a sezione obbligatoria;
- 6) Pale meccaniche, per movimenti terra ed operazioni di carico/scarico di materiali dismessi;
- 7) Autocarri a più assi, per la consegna di materiali in sito o l'allontanamento dei materiali di risulta.

### 4.3 Cronoprogramma

Nella seguente tabella si illustrano le tempistiche stimate di esecuzione del Progetto.

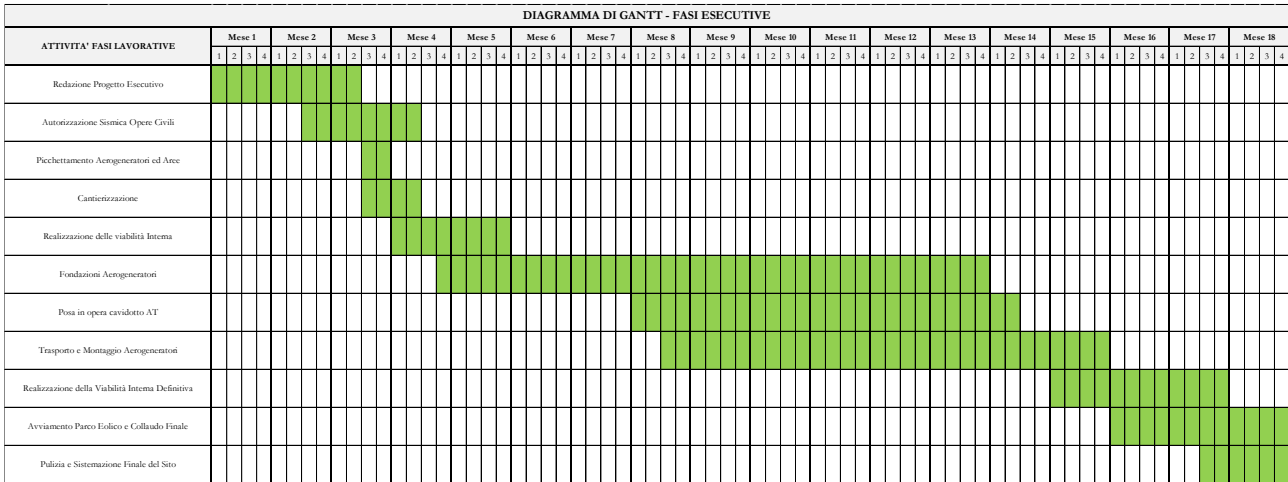


Figura 14 – Cronoprogramma stimato di esecuzione del Progetto

### 4.4 Fase di gestione ed esercizio

Una peculiarità degli impianti eolici è quella di non richiedere, di per sé, il presidio da parte di personale preposto durante il normale funzionamento.

Il parco eolico in oggetto quindi verrà esercito, a regime, mediante il sistema di supervisione che consentirà di rilevare le condizioni di funzionamento e di effettuare comandi sulle macchine ed apparecchiature da remoto o, in caso di necessità, di rilevare eventi che richiedano l'intervento di squadre specialistiche.

Nel periodo di esercizio dell'impianto, la cui durata è indicativamente di almeno 30 anni, non sono previsti ulteriori interventi, fatta eccezione per quelli di controllo e manutenzione, riconducibili alla verifica periodica del corretto



<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>33 di 35</b>

funzionamento, con visite preventive e/o interventi di sostituzione delle eventuali parti danneggiate e con verifica dei dati registrati.

Le visite di manutenzione preventiva sono finalizzate a verificare le impostazioni e prestazioni standard dei dispositivi e si provvederà, nel caso di eventuali guasti, a riparare gli stessi nel corso della visita od in un momento successivo quando è necessario reperire le componenti da sostituire.

Durante la fase di esercizio dell'impianto la produzione di rifiuti sarà limitata ai rifiuti derivanti dalle attività di manutenzione.

#### 4.5 Produzione dei rifiuti

Il processo di generazione di energia elettrica mediante impianti eolici non comporta la produzione di rifiuti. In fase di cantiere, trattandosi di materiali pre-assemblati, si avrà una quantità minima di scarti (metalli di scarto, piccole quantità di inerti, materiale di imballaggio quali carta e cartone, plastica) che saranno conferiti a discariche autorizzate secondo la normativa vigente. L'impianto eolico, in fase di esercizio, non determina alcuna produzione di rifiuti (salvo quelli di entità trascurabile legati alle attività di manutenzione). Una volta concluso il ciclo di vita dell'impianto, gli aerogeneratori saranno smaltiti secondo le procedure stabilite dalle normative vigenti al momento. In fase di dismissione si prevede di produrre una quota limitata di rifiuti, legata allo smantellamento degli aerogeneratori e dei manufatti (recinzione, strutture di sostegno), che in gran parte potranno essere riciclati e per la quota rimanente saranno conferiti in idonei impianti.

#### 4.6 Fase di dismissione

Si stima per il parco eolico in oggetto un periodo di attività di 30 anni circa, al termine dei quali sarà possibile, dopo una attenta revisione di tutti i componenti dell'impianto, prolungarne ulteriormente l'attività e conseguentemente la produzione di energia elettrica. In ogni caso, una delle caratteristiche dell'energia eolica che contribuiscono a caratterizzare questa fonte come effettivamente "sostenibile" è la quasi totale reversibilità degli interventi di modifica del territorio necessari a realizzare gli impianti di produzione. Una volta esaurita la vita utile del parco eolico, è cioè possibile programmare lo smantellamento dell'intero impianto e la riqualificazione del sito di progetto, che può essere ricondotto alle condizioni ante operam.

Come descritto nei precedenti capitoli, il parco eolico in questione è costituito da principalmente dai seguenti manufatti e componenti distribuiti su diverse aree: aerogeneratori e relative fondazioni, viabilità interna e piazzole, cavidotto AT e rete dati, Stazione utente per l'alloggiamento dei punti nevralgici del sistema AT e del sistema di controllo.

Pertanto, le principali attività necessarie alla dismissione del parco eolico sono:

- Smontaggio degli aerogeneratori e delle apparecchiature tecnologiche elettromeccaniche in tutte le loro componenti conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore;
- Dismissione delle fondazioni degli aerogeneratori;
- Dismissione delle piazzole degli aerogeneratori;
- Dismissione della viabilità di servizio;
- Dismissione dei cavidotti AT e della rete in fibra ottica conferendo il materiale di risulta agli impianti all'uopo deputati dalla normativa di settore;
- Dismissione della Stazione utente;
- Riciclo e smaltimento dei materiali;

<b>Aren Green Srl</b> <b>Impianto Eolico</b> <b>“Tufaroli”</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>34 di 35</b>

- Ripristino dello stato dei luoghi mediante la rimozione delle opere, il rimodellamento del terreno allo stato originario ed il ripristino della vegetazione, ove necessario, avendo cura di:
  - a) ripristinare la coltre vegetale assicurando il ricarico con lo stesso manto di terreno vegetale evidenziato dai rilievi eseguiti in sede di redazione della relazione geologica;
  - b) rimuovere i tratti stradali della viabilità di servizio rimuovendo la fondazione stradale e tutte le relative opere d'arte avendo cura di mantenere la viabilità rurale eventualmente presente prima dell'insediamento del parco eolico;
  - c) utilizzare per i ripristini della vegetazione essenze erbacee, arbustive ed arboree autoctone di ecotipi locali di provenienza regionale;
  - d) utilizzare tecniche di ingegneria naturalistica per i ripristini geomorfologici;
  - e) Comunicare agli Uffici regionali competenti la conclusione delle operazioni di dismissione dell'impianto.

Relativamente alle esigenze di bonifica dell'area, si sottolinea che l'impianto, in tutte le sue strutture che lo compongono, non prevede l'uso di prodotti inquinanti o di scorie, che possano danneggiare suolo e sottosuolo.

L'organizzazione funzionale dell'impianto, quindi, fa sì che l'impianto in oggetto non presenti necessità di bonifica o di altri particolari trattamenti di risanamento. Inoltre, tutti i materiali ottenuti sono riutilizzabili e riciclabili in larga misura. Si calcola che oltre il 90% dei materiali dismessi possa essere riutilizzato in altre comuni applicazioni industriali. Durante la fase di dismissione, così come durante la fase di costruzione, si dovrà porre particolare attenzione alla produzione di polveri derivanti dalla movimentazione delle terre, dalla circolazione dei mezzi e dalla manipolazione di materiali polverulenti o friabili. Durante le varie fasi lavorative a tal fine, si dovranno prendere in considerazione tutte le misure di prevenzione, sia nei confronti degli operatori sia dell'ambiente circostante; tali misure consisteranno principalmente nell'utilizzo di utensili a bassa velocità, nella bagnatura dei materiali, e nell'adozione di dispositivi di protezione individuale. Si precisa che, alla fine del ciclo produttivo dell'impianto, il parco eolico potrà essere smesso secondo il progetto approvato o, in alternativa, potrebbe prevedersi l'adeguamento produttivo dello stesso.

In generale si stima di realizzare la dismissione dell'impianto e di ripristinare lo stato dei luoghi anche con la messa a dimora di nuove essenze vegetali ed arboree autoctone in circa 12 mesi.

#### 4.7 Ripristino finale dello stato dei luoghi

Concluse le operazioni relative alla dismissione dei componenti dell'impianto eolico si dovrà procedere alla restituzione dei suoli alle condizioni ante-operam. Le operazioni per il completo ripristino morfologico e vegetazionale dell'area saranno di fondamentale importanza perché ciò farà in modo che l'area sulla quale sorgeva l'impianto possa essere restituita agli originari usi agricoli.

La sistemazione delle aree per l'uso agricolo costituisce un importante elemento di completamento della dismissione dell'impianto e consente nuovamente il raccordo con il paesaggio circostante. La scelta delle essenze arboree e arbustive autoctone, nel rispetto delle formazioni presenti sul territorio, è dettata da una serie di fattori quali la consistenza vegetativa ed il loro consolidato uso in interventi di valorizzazione paesaggistica. Successivamente alla rimozione delle parti costitutive l'impianto eolico è previsto il rinterro delle superfici oramai prive delle opere che le occupavano. In particolare, laddove erano presenti gli aerogeneratori verrà riempito il volume precedentemente occupato dalla platea di fondazione mediante l'immissione di materiale compatibile con la stratigrafia del sito. Tale materiale costituirà la struttura portante del terreno vegetale che sarà distribuito sull'area con lo stesso spessore che aveva originariamente e che sarà individuato dai sondaggi geognostici che verranno effettuati in maniera puntuale sotto ogni aerogeneratore prima di procedere alla fase esecutiva. È indispensabile

<b>Aren Green Srl Impianto Eolico "Tufaroli"</b>	<b>Progetto Definitivo</b>	Codice Elaborato: <b>TUFDG_GENR00300_00</b>
		Data: <b>09/11/20223</b>
	<b>Relazione tecnica impianto</b>	Revisione: <b>00</b>
		Pagina: <b>35 di 35</b>

garantire un idoneo strato di terreno vegetale per assicurare l'attecchimento delle specie vegetali. In tal modo, anche lasciando i pali di fondazione negli strati più profondi sarà possibile il recupero delle condizioni naturali originali. Per quanto riguarda il ripristino delle aree che sono state interessate dalle piazzole, dalla viabilità dell'impianto e dalle cabine, i riempimenti da effettuare saranno di minore entità rispetto a quelli relativi alle aree occupate dagli aerogeneratori. Le aree dalle quali verranno rimosse le cabine e la viabilità verranno ricoperte di terreno vegetale ripristinando la morfologia originaria del terreno. La sistemazione finale del sito verrà ottenuta mediante piantumazione di vegetazione in analogia a quanto presente ai margini dell'area. Per garantire una maggiore attenzione progettuale al ripristino dello stato dei luoghi originario si potranno utilizzare anche tecniche di ingegneria naturalistica per la rinaturalizzazione degli ambienti modificati dalla presenza dell'impianto eolico. Tale rinaturalizzazione verrà effettuata con l'ausilio di idonee specie vegetali autoctone.

Le tecniche di Ingegneria Naturalistica, infatti, possono qualificarsi come uno strumento idoneo per interventi destinati alla creazione (neo-ecosistemi) o all'ampliamento di habitat preesistenti all'intervento dell'uomo, o in ogni caso alla salvaguardia di habitat di notevole interesse floristico e/o faunistico. La realizzazione di neo-ecosistemi ha oggi un ruolo fondamentale legato non solo ad aspetti di conservazione naturalistica (habitat di specie rare o minacciate, unità di flusso per materia ed energia, corridoi ecologici, ecc.) ma anche al loro potenziale valore economico-sociale.

I principali interventi di recupero ambientale con tecniche di Ingegneria Naturalistica che verranno effettuati sul sito che ha ospitato l'impianto eolico sono costituiti prevalentemente da:

- semine (a spaglio, idrosemina o con coltre protettiva);
- semina di leguminose;
- scelta delle colture in successione;
- sovesci adeguati;
- incorporazione al terreno di materiale organico, preferibilmente compostato, anche in superficie;
- piantumazione di specie arboree/arbustive autoctone;
- concimazione organica finalizzata all'incremento di humus ed all'attività biologica.

Gli interventi di riqualificazione di aree che hanno subito delle trasformazioni, mediante l'utilizzo delle tecniche di Ingegneria Naturalistica, possono quindi raggiungere l'obiettivo di ricostituire habitat e di creare o ampliare i corridoi ecologici, unendo quindi l'Ingegneria Naturalistica all'Ecologia del Paesaggio.