

# REGIONE MARCHE

Comune di Caldarola (MC)

## PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI 60,0 MW integrato con un sistema di accumulo della potenza di 20,0 MW e delle relative opere di connessione alla RTN sito nei comuni di Caldarola e Camerino (MC)

TITOLO

Relazione tecnica impianti elettrici

PROGETTAZIONE	PROPONENTE	
 SR International S.r.l. C.so Vittorio Emanuele II, 282-284 - 00186 Roma Tel. 06 8079555 - Fax 06 80693106 C.F e P.IVA 13457211004 	 Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l. Viale Castro Pretorio, 122 - 00185 Roma C.F e P.IVA 15604711000	

Revisione	Data	Elaborato	Verificato	Approvato	Descrizione
01	15/12/2023	Lauretti	Bartolazzi	F.O. Renewables	Emissione per integrazione MASE
00	14/11/2022	Lauretti	Bartolazzi	F.O. Renewables	

N° DOCUMENTO

FLS-CLD-RTI

SCALA

FORMATO

A4

## INDICE

INDICE DELLE FIGURE.....	3
INDICE DELLE TABELLE .....	3
1. PREMESSA .....	4
1.2 Oggetto e valenza dell’iniziativa .....	5
1.2.1 Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN .....	5
1.2.1.1 Impianti di utente e di rete per la connessione .....	5
2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO .....	6
3. LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI E DELLE OPERE DI RETE .....	10
4. IMPIANTO EOLICO .....	10
4.1 DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO EOLICO.....	12
4.1.1 AEROGENERATORI .....	12
4.1.1.1 CARATTERISTICHE DELL’AEROGENERATORE .....	12
4.1.1.2 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO DELL’ AEROGENERATORE .....	15
4.1.1.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI DELL’ AEROGENERATORE .....	15
4.1.1.4 UNITA’ DI CONTROLLO E DI POTENZA .....	17
4.1.1.5 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE .....	18
4.1.1.6 RETE DI TERRA .....	18
4.1.2 CABINA DI RACCOLTA .....	18
4.1.2.1 DIMENSIONI E COMPONENTI ELETTRICI .....	19
4.1.2.3 CARICHI DI PROGETTO .....	20
4.1.2.4 IMPIANTO ELETTRICO .....	20
4.1.2.5 IMPIANTO DI MESSA A TERRA.....	20
4.1.2.6 PARTICOLARI COSTRUTTIVI.....	21
4.1.3 CAVIDOTTI INTERRATI IN MT-30 KV .....	23
4.1.3.1 CARATTERISTICHE DEI CAVI IN MT .....	23
4.1.3.2 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI .....	25
4.1.3.3 TIPOLOGIA DI CAVIDOTTO INTERRATO IN MT .....	26
4.1.3.4 MODALITÀ DI POSA .....	26
4.1.3.5 GIUNZIONI, TERMINAZIONI E SEGNALAZIONI .....	32
▪ GIUNZIONI DEI CAVI MT: .....	32
▪ TERMINAZIONI E ATTESTAZIONI DEI CAVI MT .....	32
▪ SEGNALAZIONE PRESENZA CAVI .....	33
4.1.3.6 INTERFERENZE ED ATTRAVERSAMENTI TIPICI .....	33
4.1.3.7 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI .....	34
▪ INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE .....	34
▪ COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAMENTO ....	35
▪ COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI, SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI .....	35
▪ SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI .....	36
4.1.3.8 CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	36

4.1.3.9	FIBRA OTTICA .....	36
4.1.3.10	RUMORE.....	37
4.1.3.11	AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO .....	37
4.1.4	ELETTRODOTTO IN CAVO IN AT-132 KV.....	37
4.1.4.6	CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	42
4.1.4.7	RUMORE .....	42
4.1.4.8	AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO .....	42
4.1.5	STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT-30/132 KV (SEU).....	43
4.1.5.1	OPERE CIVILI .....	46
▪	EDIFICIO QUADRI UTENTE .....	46
▪	STRADE E PIAZZOLE .....	46
▪	FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI .....	46
▪	INGRESSO E RECINZIONE.....	46
▪	SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE E FOGNARIE .....	47
▪	VASCA DI RACCOLTA OLIO .....	47
▪	ISOLAMENTO IN AT E CC .....	47
4.1.5.9	SISTEMA DI TELECONTROLLO .....	50
4.1.5.10	RETE DI TERRA .....	50
5.	OPERE DI RETE-132 KV .....	52
6.	IMPIANTO DI ACCUMULO O BESS .....	52
7.	SICUREZZA NEI CANTIERI .....	53
8.	RISPARMIO DI COMPOSTIBILE ED EMISSIONI VIETATE IN ATMOSFERA.....	53
8.1	ATMOSFERA .....	53

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Stralcio dell’ ortofoto con indicazione delle posizione delle trubine.....	11
Figura 2 –Stralcio dell’ ortofoto con indicazione delle aree d’ impianto, del cavidotto di connessione, dell’ impianto di accumulo, della SEU e della SE.....	11
Figura 1 – Specifiche tecniche dell’ aerogeneratore V150.....	13
Figura 4 – Specifiche elettriche dell’ aerogeneratore V150.....	14
Figura 5 - Spaccato aerogeneratore tipo, modello V150 .....	15
Figura 2 – Pianta della cabina di raccolta CR.....	19
Figura 7 – Caratteristiche de trasformatore aux BT/MT .....	20
Figura 8 – Sezione tipo del cavo in MT - 30kV – ARP1H5(AR)EX.....	24
Figura 9 – Sezione tipo del cavo in MT - 30kV – ARP1H5(AR)E.....	24
Figura 10 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.4 terne di cavi su strada asfaltata .....	29
Figura 11 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.4 terne di cavi su strada sterrata .....	29
Figura 12 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.4 terne di cavi su terreno .....	30
Figura 13 – Attraversamento tipo mediante tecnica TOC dei fossi.....	34
Figura 14 – Caratteristiche tecniche del cavo in AT a 132 kV .....	39
Figura 15 – Specifiche tecniche del cavo in AT a 132 kV.....	40
Figura 16 – Sezioni tipiche di scavo e di posa per il cavo in AT a 132 kV .....	41
Figura 17 – Caratteristiche del cavo in F.O. ....	42
Figura 18 – Stralcio su ortofoto aree: SEU, BESS, SE, raccordi aerei e cavidotto AT ....	44
Figura 19 – Planimetria della stazione utente di trasformazione MT/AT condivisa .....	45

## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco. ....	26
Tabella 2 – Dimensione degli scavi del parco eolico .....	31
Tabella 3 – Profondità minime di posa dei cavi in AT.....	42

## **1. PREMESSA**

Il presente progetto ha come obiettivo la realizzazione di una centrale per la produzione di energia da fonte rinnovabile tramite l'impiego di tecnologia eolica. La realizzazione dell'opera prevede l'installazione di n.12 aerogeneratori, modello Vestas V150-6,0, della potenza unitaria di 6,0 MW depotenziati a 5,0 MW per una potenza totale di 60,0 MW. A questi, si aggiunge un sistema di accumulo di energia elettrica di capacità pari a 20,0 MW e delle opere di connessione alla nuova Stazione di Smistamento della RTN (SE) a 132 kV, da inserire in entra - esce alle linee a 132 kV RTN "Valcimarra - Camerino" e "Valcimarra - Cappuccini" esistenti, da potenziare. Tuttavia non si esclude la possibilità di ricorrere ad alcune varianti progettuali per incrementare la produttività dell'impianto, anche in funzione dei futuri sviluppi di mercato.

Soggetto responsabile del parco eolico, denominato "Energia Caldarola", è la società *Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l.* che ha come attività principali lo sviluppo, la progettazione, l'installazione, la commercializzazione, la gestione e la vendita di energia elettrica generata da fonti rinnovabili. La società ha sede a Roma, in Viale Castro Pretorio n. 122 - CAP 00185, C.F. e P.IVA 15604711000.

*SR International S.r.l.* è una società di consulenza e progettazione operante nel settore delle fonti di energia rinnovabili, in particolare solare ed eolica. Per la realizzazione del progetto in esame essa funge da soggetto di riferimento per il supporto tecnico-progettuale.

L'impianto in progetto comporta un significativo contributo alla produzione di energia rinnovabile; l'energia prodotta sarà immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale di proprietà della società Terna S.p.A.

## 1.2 Oggetto e valenza dell'iniziativa

Il presente documento costituisce la relazione tecnica degli impianti elettrici del progetto definitivo, relativi ad un impianto eolico con potenza di picco pari a circa 60,0 [MW], integrato da un sistema di accumulo con potenza pari a circa 20,0 [MW]. La potenza richiesta ai fini della connessione è pari a 80 [MW] in immissione e 20 [MW] in prelievo (come da STMG).

Si evidenzia che la realizzazione del progetto consentirà di:

- produrre energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti;
- risparmiare combustibili fossili in misura significativa;
- adottare soluzioni di progettazione compatibili con le esigenze di tutela paesaggistico-ambientale;
- ottenere ricadute positive dal punto di vista socio-occupazionale.

### 1.2.1 Soluzione Tecnica Minima Generale di connessione alla RTN

Nel preventivo di connessione inviato dalla Società Terna SpA alla Società Fred. Olsen Renewables Italy S.r.l., (codice pratica 202102245), a cui la stessa faceva richiesta di connessione per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (eolico) integrato da un sistema di accumulo, con una potenza in immissione alla rete di circa 80,0 MW e circa 20 MW in prelievo, è riportata la soluzione tecnica minima generale. Tale soluzione prevede che l'impianto eolico sia collegato in antenna a 132 kV su una nuova stazione elettrica (SE) di smistamento a 132 kV della RTN, da inserire in doppio entra - esce alla linea a 132 kV RTN "Valcimarra - Camerino" e "Valcimarra - Cappuccini", previa realizzazione:

- degli interventi previsti nell'area di cui al Piano di Sviluppo di Terna (421-P);
- potenziamento/rifacimento dell'elettrodotto 132 kV "Valcimarra - Camerino";
- potenziamento/rifacimento dell'elettrodotto 132 kV "Valcimarra - Cappuccini".

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto in antenna a 132 kV per il collegamento della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 132 kV nella suddetta stazione costituisce l'impianto di rete per la connessione.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione.

#### 1.2.1.1 Impianti di utente e di rete per la connessione

L'energia elettrica prodotta dal parco eolico e accumulata dall'impianto di Storage, sarà elevata alla tensione di 132 kV mediante un trasformatore della potenza di 60/80 MVA, ONAN/ONAF, posizionato all'interno di una Stazione Elettrica di Trasformazione Utente MT/AT-30/132 kV (SEU), prima di essere immessa in rete. Tale Stazione in progetto, sarà costituita da n.3 stalli indipendenti, ciascuno per ogni produttore, aventi un proprio

trasformatore MT/AT per l'immissione in rete dell'energia elettrica prodotta dal relativo impianto di produzione da fonti rinnovabili.

Lo stallo condiviso in AT sarà collegato ad un sistema di sbarre, anch'esso condiviso, con isolamento in aria. Mediante un elettrodotto in cavo interrato a 132 kV, comune a tutti i produttori, avente una sezione minima di 1600 mmq, si conetterà in antenna al futuro stallo assegnato a 132 kV della futura Stazione Elettrica di Smistamento della RTN (SE). Nella progettazione dell'opera di rete è stato sviluppato un layout che tenesse conto anche dei possibili sviluppi futuri di impianti alimentati da fonti rinnovabili, da realizzarsi nella zona d'impianto.

Per quanto concerne le linee elettriche ed i raccordi con la nuova Stazione Elettrica (SE), dalla verifica delle caratteristiche tecniche degli elettrodotti esistenti, così come comunicate da Terna, è risultato che i conduttori delle linee aeree esistenti, non sono idonei per la portata richiesta né sono idonei i sostegni e gli armamenti. Pertanto, anche in ragione dei numerosi vincoli ambientali e geologici nelle aree interessate dai tracciati delle suddette linee, si è reso necessario progettare il rifacimento totale delle linee "Valcimarra-Camerino" e "Valcimarra-Cappucini", con conseguente demolizione delle linee attualmente in esercizio, e studiare nuovi tracciati.

## **2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-13: Protezione contro i contatti elettrici-aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature;
- CEI 0-16: Regole tecnica di riferimento per la connessione degli utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 99-2: (Ex CEI 11-1) Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.;
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione;
- CEI 11-17 Impianti di produzione trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica- Linee in cavo;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";
- CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III cat.;
- CEI 11-32; V1: Impianti di produzione eolica;
- CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1kV";
- CEI 13-45: Sistemi di misura dell'energia elettrica;
- CEI 14-13/14 Trasformatori trifase per distribuzione a raffreddamento naturale in olio, di potenza 50-2500 kVA;

- CEI 17-5: Apparecchiature in bassa tensione parte 2: interruttori automatici;
- CEI 17-11: Apparecchiature in bassa tensione parte 3: interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e unità combinate con fusibili;
- CEI 17-13: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra in BT;
- CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1-30 kV;
- CEI 20-14: Cavi isolati in PVC per tensioni nominali da 1-3 kV;
- CEI 20-20: Guida per l'uso di cavi a BT;
- CEI 20-40: Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV;
- CEI 23-3-1 Interruttori automatici per la protezione da sovracorrenti e similari;
- CEI 23-46 Sistemi di canalizzazione per cavi – Sistemi di tubi;
- CEI 23-49 Involucri per apparecchi per installazioni fisse per uso domestico e similare. Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile;
- CEI 23-80 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche;
- CEI 23-81 Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- CEI 32-1 Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua – parte 1 prescrizioni generali;
- CEI 32-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1.500V in corrente continua;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art.6)
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 50 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01;
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche. Identificazione dei rischi e limiti di interferenza;
- CEI EN 61000: Compatibilità elettromagnetica;
- CEI UNEL 35027 Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV – Portate di corrente in regime permanente – Posa in aria e interrata;
- CEI EN 60076-11 "Trasformatori di potenza – Parte 11: trasformatori di tipo a secco";

- CEI EN 60439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT);
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60044-1: Trasformatori di corrente
- CEI EN 60044-2: Trasformatori di tensione induttivi;
- CEI EN 60044-5: Trasformatori di tensione capacitivi;
- CEI EN 60076-1/5: Trasformatori di potenza;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometro per reti a corrente alternata;
- CEI EN 60099-5 Scaricatori raccomandazione per la scelta e l'applicazione;
- CEI EN 60137: Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- CEI EN 60694: Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
- CEI EN 60721-3-3/4: Classificazione delle condizioni ambientali;
- CEI EN 62040: Sistemi statici di continuità (UPS);
- CEI EN 61000: Compatibilità elettromagnetica;
- CEI EN 61400: Sistema di generazione a turbina eolica;
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini; serie composta da:
  - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
  - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
  - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparecchi per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62271-100 Interruttori in c.a. in alta tensione;
- CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra in c.a. in alta tensione;
- CEI IEC 62271-200 Organi di manovra e apparecchiature di controllo in involucro metallico da 1 kV a 52 kV compreso;
- CEI EN 62271-106 interruttore di manovra-sezionatori;
- CEI EN 62271-103 sezionatori e sezionatori di terra;
- Guida Terna: Criteri di connessione degli impianti di produzione al sistema di difesa Terna;
- Doc. Sistemi di controllo e protezione delle centrali eoliche (Prescrizioni tecniche per la connessione);
- Allegato A9, Rev. 00 al codice di rete TERNA;

- D.Lgs 387/2003;
- D.Lgs 28/2011;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge in merito alle acque e agli impianti elettrici;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 luglio 2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità";
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi";
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio";
- Decreto Del Presidente Del Consiglio Dei Ministri 12 dicembre 2005 "Verifica Compatibilità Paesaggistica ai sensi dell'art 146 del Codice dei Beni Ambientali e Culturali";
- Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988" Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni;
- Decreto Ministero Ambiente e Tutela del Territorio del 29 maggio 2008 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto;
- Decreto Legislativo 03/04/2006 n.152 - "Norme in materia di difesa ambientale";
- Circolare Ministero LL.PP. n. 11633 del 07/01/1974 "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto";
- Decreto Presidente del Consiglio dei Ministri 04/03/1996 "Disposizioni in materia di risorse idriche".

### 3. LOCALIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI E DELLE OPERE DI RETE

Il sito, ove si prevede di realizzare l'impianto eolico è localizzato nella regione Marche, in provincia di Macerata, all'interno dei territori comunali di Caldarola e Camerino; mentre il sistema di accumulo, verrà realizzato in un'area adiacente la Stazione di Smistamento a Camerino (MC).

### 4. IMPIANTO EOLICO

L'impianto eolico sarà composto da n.12 aerogeneratori aventi ciascuno una potenza nominale di 6 MW, depotenziata a circa 5,0 MW in questa fase, per una potenza complessiva installata di circa 60,0 MW. La scelta di questo modello di macchina di grande taglia è stato concepito al fine di migliorare l'inserimento ambientale e paesaggistico dell'impianto. Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori verranno suddivisi in n.4 gruppi in ciascuno dei quali gli aerogeneratori verranno collegati ai rispettivi quadri MT a 30 kV di parallelo, mediante cavidotti in MT interrati. Ogni gruppo sarà poi connesso elettricamente al proprio quadro MT ubicato in cabina di raccolta (CR), attraverso una linea elettrica interrata. Infine, l'energia prodotta dall'impianto eolico sarà evacuata verso la stazione elettrica di trasformazione utente 30/132 kV (SU) distante dalla CR circa **9,1 km**, in cavo interrato, il cui scavo avverrà prevalentemente su percorso stradale, e andrà sia immessa in rete che ad alimentare il sistema di accumulo nelle ore di carica delle batterie.

La SU, ubicata in un'area adiacente la nuova SE e condivisa con altri produttori, verrà poi collegata in AT a 132 kV mediante un cavidotto interrato avente un cavo con sezione nominale minima pari a 1600 mmq alla SE. Sia la SEU che la SE verranno realizzate nel territorio comunale di Camerino (MC) in località "Arcofiato".

La figura seguente riproduce le posizioni delle turbine eoliche su ortofoto, colorate per gruppo elettrico di appartenenza. Sono anche visibili sia la cabina di raccolta (CR, in azzurro) che i percorsi dei cavidotti interni al parco (in rosso).

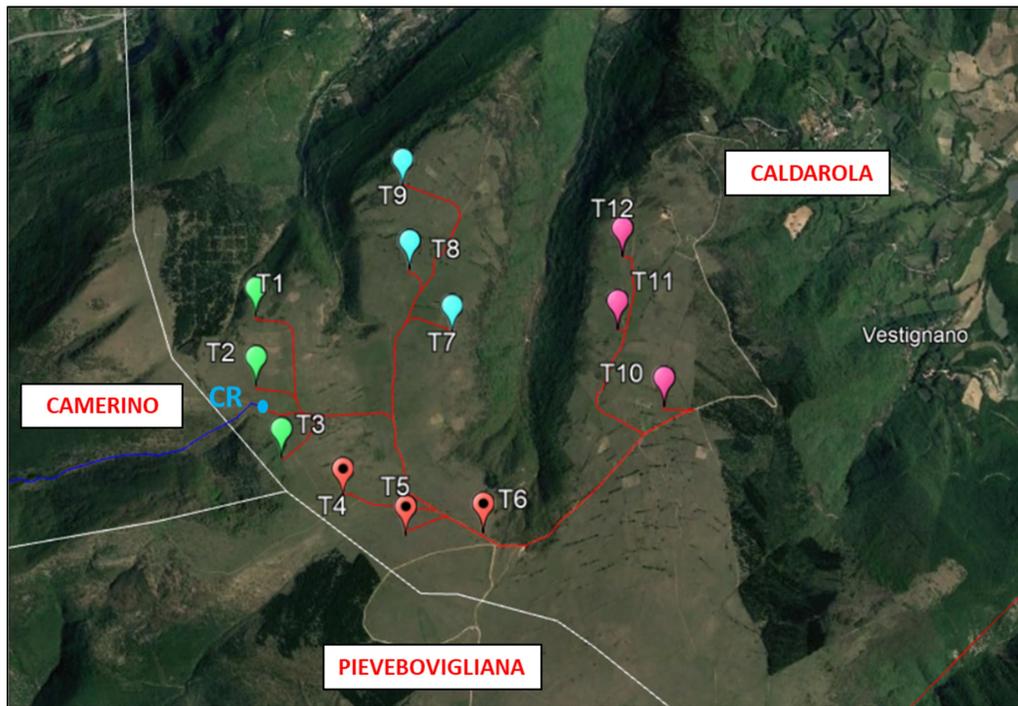


Figura 3 – Stralcio dell' ortofoto con indicazione delle posizione delle trubine

Nella figura successiva invece, è rappresentato anche il cavidotto di collegamento (in blu) tra la CR e la SEU (raffigurata in ciano) composto da n.4 terne di cavi unipolari trifasi aventi ciascuno una sezione di 500 mmq e le aree dell' impianto di accumulo (in rosso) e della Stazione SE (in giallo), nella quale verrà consegnata l'energia elettrica prodotta dal parco eolico.



Figura 4 – Stralcio dell' ortofoto con indicazione delle aree d' impianto, del cavidotto di connessione, dell' impianto di accumulo, della SEU e della SE

I dettagli relativi agli aspetti territoriali, ambientali e naturalistici connessi all'installazione dell'impianto in progetto saranno analizzati nelle rispettive tavole e relazioni di natura ambientale allegate al seguente progetto definitivo.

#### **4.1 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO**

Il parco eolico sarà costituito dai seguenti sistemi elettrici:

- n.12 aerogeneratori aventi ciascuno una potenza nominale di 6,0 MW, depotenziata a 5,0 MW, modello V150 Vestas, con rotore da 150 m, altezza dal mozzo pari a 125 m, per un totale di 200 m dal suolo;
- una cabina elettrica di raccolta (CR);
- cavidotti interrati in MT a 30 kV per il collegamento tra gli aerogeneratori, tra questi e la CR, ed infine tra la CR con la SEU;
- cavidotto interrato in AT a 132 kV, per la connessione tra la SEU condivisa, con la SE di smistamento;
- una SE condivisa con sbarra AT comune alla quale si allacciano gli stalli dei produttori;
- cavidotto interrato in AT a 132 kV, con cavo condiviso che collega la SU con lo stallo dedicato nella SE.

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di cavi e componenti elettrici. Tale scelta sarà comunque effettuata tenendo conto sia della potenza massima installabile e sia che vengano garantite ottime prestazioni di durata e di producibilità dell'impianto.

##### **4.1.1 AEROGENERATORI**

###### **4.1.1.1 CARATTERISTICHE DELL'AEROGENERATORE**

Allo scopo di minimizzare le mutue interazioni tra gli aerogeneratori e garantire allo stesso tempo una buona produttività, le macchine sono state posizionate ad una distanza minima pari tre volte il diametro della circonferenza circonscritta dalla pale dell'aerogeneratore in direzione perpendicolare al vento.

In generale la disposizione delle macchine sul terreno dipende, oltre che da considerazioni basate su criteri di massimo rendimento dei singoli aerogeneratori, dall'orografia del sito d'installazione, dall'esistenza o meno di viabilità o abitazioni, da zone vincolate o aree non idonee e da altri fattori legati all'impatto paesaggistico dell'impianto eolico sul territorio. In base a tali criteri è stato realizzato il layout definitivo, nel quale sono posizionati n.12 aerogeneratori, il tutto coerente con le norme vigenti e con le Linee Guida nazionali e regionali in tema di posizionamento degli aerogeneratori in aree idonee.

Il componente elettromeccanico fondamentale di un parco eolico è l'aerogeneratore, composto da:

- fondazione;
- torre di sostegno;
- navicella con organi di trasmissione, trasformazione e generazione;
- rotore con pale per lo sfruttamento del vento.

Di seguito sono dettagliate le principali caratteristiche tecniche dell'aerogeneratore di cui si prevederà l'impiego, più adatto alla tipologia dell'area ed alla ventosità del sito, nella sua configurazione standard, cioè il modello V150 della Vestas. Tale aerogeneratore sarà depotenziato fino ad arrivare ad una potenza di circa 5,0 MW. Le principali specifiche tecniche ed elettriche dell'aerogeneratore scelto sono riportate nelle figure seguenti:

Rotor		V150	V162
Diameter		150 m	162 m
Swept Area		17671 m <sup>2</sup>	20612 m <sup>2</sup>
Speed, Dynamic Operation Range		4.9 - 12.6 rpm	4.3 - 12.1 rpm
Rotational Direction		Clockwise (front view)	
Orientation		Upwind	
Tilt		6°	
Hub Coning		6°	
No. of Blades		3	
Aerodynamic Brakes		Full feathering	

Blades		V150	V162
Blade Length		73.65 m	79.35 m
Maximum Chord		4.2 m	4.3 m
Chord at 90% blade radius		1.4 m	1.68 m
Type Description		Structural airfoil shell	
Material		Fibreglass reinforced epoxy, carbon fibres and Solid Metal Tip (SMT)	
Blade Connection		Steel roots inserted	
Airfoils		High-lift profile	

Pitch System	
Type	Hydraulic
Number	1 cylinder per blade
Range	-5° to 95°

Gearbox	
Type	2 Planetary stages
Gear House Material	Cast
Lubrication System	Pressure oil lubrication
Total Gear Oil Volume	800-1000 L
Oil Cleanliness Codes	ISO 4406-/15/12

Yaw System	
Type	Plain bearing system
Material	Forged yaw ring heat-treated. Plain bearings PETP
Yaw gear type	Multiple stages planetary gear
Yawing Speed (50 Hz)	Approx. 0.4°/sec.
Yawing Speed (60 Hz)	Approx. 0.5°/sec.

Towers	
Type	Tubular steel towers Larger diameter steel towers Concrete Hybrid Towers

Hydraulic System	
Main Pump	Redundant internal-gear oil pumps
Pressure	Max. 260 bar
Filtration	3 µm (absolute) 40 µm in line

Figura 5 – Specifiche tecniche dell'aerogeneratore V150

Generator	
Type	Permanent Magnet Synchronous generator
Rated Power [P <sub>N</sub> ]	Up to 6450 kW (depending on turbine variant)
Frequency range [f <sub>N</sub> ]	0-138 Hz
Voltage, Stator [U <sub>NS</sub> ]	3 x 800 V (at rated speed)
Number of Poles	36
Winding Type	Form with Vacuum Pressurized Impregnation
Winding Connection	Star
Operational speed range	0-460 rpm
Overspeed Limit (2 minutes)	720 rpm
Temperature Sensors, Stator	PT100 sensors placed in the stator hot spots.
Insulation Class	H
Enclosure	IP54

Converter	
Rated Apparent Power [S <sub>N</sub> ] @ 1.0 p.u. voltage	6750 kVA
Rated Grid Voltage	3 x 720 V
Rated Generator Voltage	3 x 800 V
Rated Grid Current @ 1.0 p.u. voltage	5400 A
Enclosure	IP54

Transformer			
Type description	Eco-design liquid immersed transformer.		
Basic layout	3 phase, 2 winding transformer		
Applied standards	IEC 60076-1, IEC 60076-16, IEC 61936-1 Commission Regulation No 548/2014 Commission Regulation No 2019/1783		
Cooling method	KF/WF		
Rated power	7000 kVA	7300kVA	7500kVA
Expansion system	Open breathing	Sealed	Sealed
Insulation liquid, Type/Fire point	Synthetic ester, biodegradable/ K-class (>300°C)	Natural/Synthetic ester, biodegradable/ K-class (>300°C)	
No-load reactive power	~17 kVAr <sup>1</sup>	~18 kVAr <sup>1</sup>	~19 kVAr <sup>1</sup>
Full load reactive power	~735 kVAr <sup>1</sup>	~810 kVAr <sup>1</sup>	~832 kVAr <sup>1</sup>
No-load current	~ 0.25 % <sup>1</sup>	~ 0.25 % <sup>1</sup>	~ 0.25 % <sup>1</sup>

Transformer			
Positive sequence short-circuit impedance @ rated power, 95°C	9.9 % <sup>2</sup>	10.3 % <sup>2</sup>	10.6 % <sup>2</sup>
Positive sequence short-circuit resistance@ rated power, 95°C	~0.9 % <sup>1</sup>	~0.9 % <sup>1</sup>	~0.9 % <sup>1</sup>
Zero sequence short-circuit impedance@ rated power, 95°C	~9.6 % <sup>1</sup>	~10.0 % <sup>1</sup>	~10.3 % <sup>1</sup>
Zero sequence short-circuit resistance@ rated power, 95°C	~0.9 % <sup>1</sup>	~0.9 % <sup>1</sup>	~0.9 % <sup>1</sup>
Rated voltage, turbine side	U <sub>m</sub> 1.1kV 0.720 kV		
Rated voltage, grid side	U <sub>m</sub> 24.0kV 20.0-22.0 kV		
	U <sub>m</sub> 36.0kV 22.1-33.0 kV		
	U <sub>m</sub> 40.5kV 33.1-36.0 kV		
Insulation level AC / LI / LIC	U <sub>m</sub> 1.1kV 3 / - / - kV		
	U <sub>m</sub> 24.0kV 50 / 125 / 138 kV		
	U <sub>m</sub> 36.0kV 70 / 170 / 187 kV		
	U <sub>m</sub> 40.5kV 80 / 200 / 220 kV		
Off-circuit tap changer	None		
Frequency	50 Hz / 60 Hz		
Vector group	Dyn11		
Inrush peak current	<math>8 \times I_n^1</math>		
Half crest time	~ 0.5 s <sup>1</sup>		
Sound power level	≤ 80 dB(A)		
Average winding temperature rise	Class 120 (E) ≤65 K Class 130 (B) ≤75 K		
Max altitude	3500 m		
Insulation system	Hybrid insulation system Winding insulation: 120 (E), Thermally Upgrader Paper 130 (B), High temperature insulation Other materials can have different class.		
Insulation liquid, Amount	≤ 3000 kg		
Corrosion class	C3		
Weight	≤11200 kg		
Overvoltage protection	Plug-in surge arresters on HV bushings		
High voltage bushings	Outer cone, interface C1		

Figura 6 – Specifiche elettriche dell' aerogeneratore V150

La figura 5 successiva mostra la parte interna della navicella dell'aerogeneratore, in cui sono visibili tutti gli elementi principali.

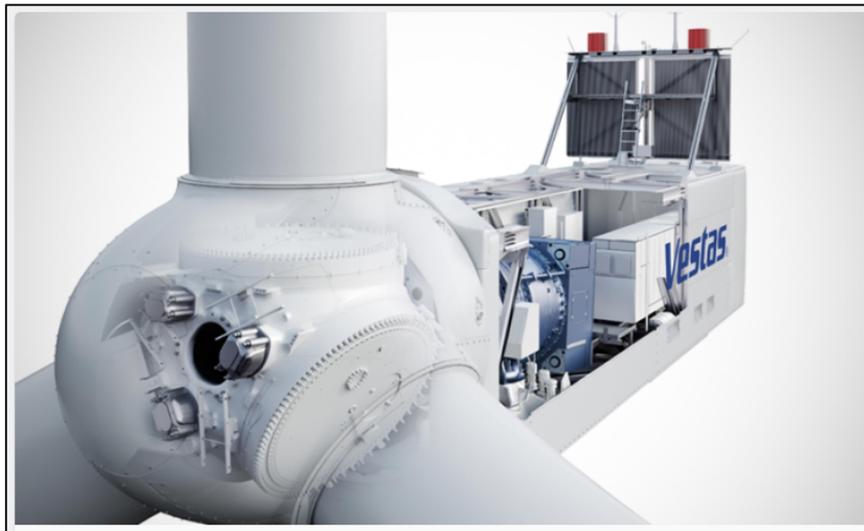


Figura 7 - Spaccato aerogeneratore tipo, modello V150

#### 4.1.1.2 CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO DELL' AEROGENERATORE

Le condizioni di funzionamento dell'aerogeneratore in funzione della velocità del vento sono riportate in tabella:

Wind Climate	IEC S / DIBt S	
	PO6000	SO2, SO3, SO4, SO5, SO6
Cut-In, $V_{in}$	3 m/s	3 m/s
Cut-Out (10 min exponential avg.), $V_{out}$	24 m/s	20 m/s
Re-Cut In (10 min exponential avg.)	22 m/s	18 m/s

#### 4.1.1.3 DESCRIZIONE DEI COMPONENTI PRINCIPALI DELL' AEROGENERATORE

##### Rotore e navicella

Il rotore è un sistema meccanico rotativo costituito da un mozzo a cui vengono collegate le 3 pale, montato sulla navicella della turbina. Lo scopo del rotore è quello di catturare l'energia del vento. La potenza in uscita dalla macchina è controllata dalla regolazione del passo e della coppia del generatore. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza erogata mantenendo opportuni valori di carico e livello di rumorosità.

La navicella è una cabina in cui sono ubicati tutti i componenti dell'aerogeneratore. E' posizionata sulla cima della torre e può ruotare di 180° sul proprio asse, consentendo al rotore di allinearsi con la direzione del vento. La navicella sostiene il mozzo del rotore e contiene al proprio interno l'albero di trasmissione, il generatore

elettrico, i sistemi di controllo ed ha anche il compito di proteggere l'apparato elettrico e meccanico dai fenomeni atmosferici e di ridurre la rumorosità in fase di esercizio. Per assicurare sempre il massimo rendimento dell'aerogeneratore è importante mantenere un allineamento il più continuo possibile tra l'asse del rotore e la direzione del vento, e ciò viene garantito da un servomeccanismo, detto sistema di imbardata, nel quale un sensore, indica lo scostamento dell'asse della direzione del vento e aziona un motore che riallinea la navicella.

#### Pale

Le pale sono costituite da materiali in fibra di vetro e carbonio poltruso. La forma e la dimensione della pala sono progettate per generare una quantità di energia elettrica elevata, proporzionale all'energia cinetica del vento che riescono a catturare, utilizzando un design che sfrutta l'effetto di portanza.

#### Gearbox

Il sistema gearbox della turbina contiene gli ingranaggi meccanici che incrementano la velocità di rotazione del rotore, collegato da una parte all'albero a bassa velocità di rotazione del rotore e dall'altra all'albero ad alta velocità del generatore.

#### Albero principale e cuscinetti

L'albero principale a bassa velocità, trasferisce la coppia del rotore al cambio e i momenti flettenti al telaio tramite dei cuscinetti di banco e gli alloggiamenti dei cuscinetti. L'albero è supportato da due cuscinetti a rulli conici, lubrificati a grasso.

#### Generatore

Il generatore trasforma l'energia meccanica in energia elettrica. I giri al minuto dell'aerogeneratore, e quindi la frequenza dell'energia elettrica prodotta, sono molto variabili mantenendo tuttavia la frequenza di rete costante a 50 Hz. In tal modo il generatore è collegato ad un inverter prima di immettere l'energia in rete. Il generatore della turbina è del tipo trifase sincrono a magneti permanenti, collegato a un convertitore di frequenza PWM, con sistema di raffreddato ad aria.

#### Sistema di freno

Aerodinamico: per variazione dell'angolo del passo di ciascuna delle pale in modo indipendente; Meccanico: Freno a disco con pinze idrauliche, per operazioni di manutenzione

#### Sistema di orientazione

Motore con sensore che determina la direzione del vento e con sistema automatico di sbrogliamento dei cavi elettrici.

#### Sistema di controllo

Controllo basato su microprocessore. Sistema di controllo a distanza.

### Torre

Torre tubolare troncoconica con rifinitura superficiale di pittura a base di resina. Scala interna di sicurezza che arriva fino alla navicella, con o senza ascensore di servizio.

#### **4.1.1.4 UNITA' DI CONTROLLO E DI POTENZA**

L'impianto eolico sarà dotato di una propria unità di controllo con funzionamento autonomo. Questa unità ha lo scopo di controllare e supervisionare il funzionamento degli aerogeneratori, attraverso i seguenti parametri:

- velocità e direzione del vento
- temperatura del generatore
- tensione generata
- potenza generata
- fattore di potenza
- gradiente di potenza

L'unità di controllo e di potenza controlla tutte le funzioni critiche dell'aerogeneratore, per ottimizzare costantemente il funzionamento medesimo su tutta la gamma di velocità del vento, e che si può riassumere come segue:

- Sincronizzazione della velocità di rotazione alla potenza nominale, prima della connessione alla rete
- Controllo della velocità
- La connessione alla rete si mantiene attiva anche durante brevi anomalie della rete elettrica, come cadute di tensione, attraverso una specifica unità di controllo
- Regolazione del fattore di potenza a 1, (nessuna potenza reattiva) o generazione di potenza reattiva da introdurre in rete a seconda delle caratteristiche della rete stessa
- Regolazione indipendente dell'angolo di passo di ciascuna delle pale per ottimizzare il funzionamento dell'aerogeneratore conseguendo:
  - o Aggiustamento ottimale della potenza nominale di max 2000 kW
  - o Connessione più sicura del generatore
  - o Avviamento senza consumo di energia
  - o Minori carichi sulla struttura
  - o Arresto del generatore senza utilizzazione del freno meccanico
  - o Ottimizzazione della produzione per qualsiasi condizione di vento

- Vita utile attesa di 25 anni
- Orientazione automatica in funzione della direzione del vento
- Arresto della turbina quando si presenta qualsiasi inconveniente

Tutti gli aerogeneratori del parco saranno collegati attraverso un anello di cavo in fibra ottica costituita da un minimo di 24 fibre ottiche ed avrà un rinforzo centrale in fibra di vetro, gel antiumidità e una doppia spira di protezione. Il cavo sarà posato in tritubo che correrà a fianco ai cavi di potenza nel cavidotto in MT.

#### **4.1.1.5 PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE**

L'aerogeneratore possiede un sistema di protezione integrato contro le scariche elettriche: sulla gondola mediante profilo metallico e con recettori sulla parte superiore così come sulle pale, seguito da un adeguato circuito di messa a terra.

#### **4.1.1.6 RETE DI TERRA**

La rete di terra sarà costituita dai seguenti elementi:

- Anello di rame posato attorno a ciascun aerogeneratore;
- Corda di rame di collegamento tra ciascun anello e la terra del cavidotto in MT (posata nella stessa trincea dei cavi di potenza);

La rete sarà formata da un conduttore nudo in rame di sezione maggiore della sezione minima del conduttore in MT che è pari a 70 mmq.

#### **4.1.2 CABINA DI RACCOLTA**

Per l'impianto in oggetto sarà installata una cabina elettrica di raccolta (CR) nel territorio comunale di Caldarola (MC), le cui coordinate geografiche UTM-WGS 84 sono: lat: 4775295.21 N; long: 350711.02 E. Il manufatto sarà realizzato con elementi componibili prefabbricati in calcestruzzo armato vibrato o a struttura monoblocco, tali da garantire pareti interne lisce senza nervature ed una superficie interna costante lungo tutte le sezioni orizzontali. Il calcestruzzo utilizzato per la realizzazione degli elementi costituenti il box, deve essere additivato con idonei fluidificanti-impermeabilizzanti al fine di ottenere adeguata protezione contro le infiltrazioni d'acqua per capillarità. Il box realizzato deve assicurare verso l'esterno un grado di protezione IP 33 Norme CEI EN 60529. La struttura sarà adibita all'alloggiamento delle apparecchiature elettromeccaniche in BT e MT, complete di organi di manovra e sezionamento, trasformatore, gruppo elettrogeno, apparecchiature per il telecontrollo, automazione e telegestione, e contatori di misura. I quadri elettrici saranno posizionati su un supporto di acciaio utilizzando i supporti distanziatori unificati DS 3055. La planimetria e le sezioni della cabina e il relativo schema unifilare di connessione con la SU, sono riportati negli elaborati tecnici allegati al seguente progetto, FLS-CLD-IE.05 e FLS-CLD-IE.02. Inoltre:

- le aperture devono garantire un grado di protezione IP 33 e una adeguata ventilazione a circolazione naturale di aria;
- le tubazioni di ingresso dei cavi devono essere sigillate onde impedire la propagazione o l'infiltrazione di fluidi liquidi e gassosi;
- la struttura deve essere adeguatamente impermeabilizzata, al fine di evitare allagamenti ed infiltrazioni di acqua.

Nell'immagine seguente è rappresentata la planimetria della CR.

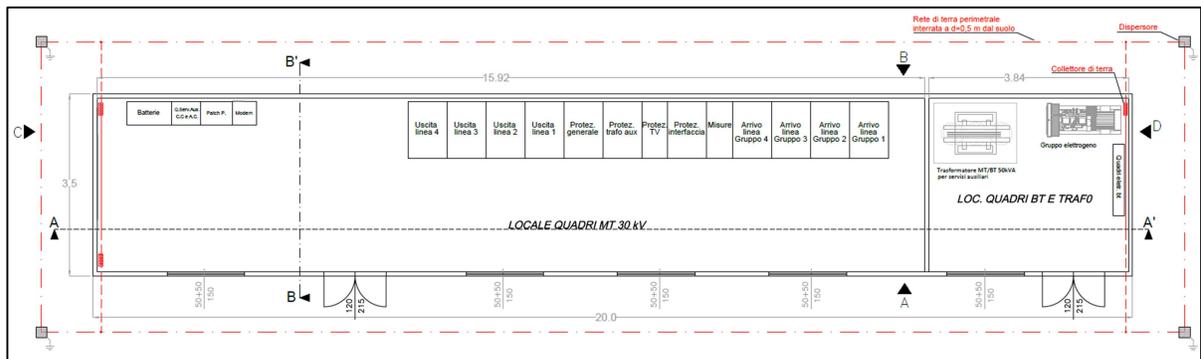


Figura 8 – Pianta della cabina di raccolta CR

#### 4.1.2.1 DIMENSIONI E COMPONENTI ELETTRICI

Nella CR verranno convogliati tutti i cavi provenienti dai n.4 gruppi di aerogeneratori e dalla quale usciranno n.4 cavi MT a 30 kV, che si collegheranno ai quadri elettrici della stazione utente di trasformazione MT/AT distante circa **9,1 km** stradali, ubicata in direzione Ovest rispetto all' impianto eolico.

La CR di dimensioni minime pari a circa 20,0x3,5x2,7 m sarà suddivisa in n.2 locali: locale quadri MT e locale trafo aux e quadri BT. Nel primo locale di dimensioni di circa 16,0x3,5x2,7 m verranno installati i seguenti scomparti:

- n.4 scomparti di protezione linee in arrivo dai gruppi di aerogeneratori muniti di interruttore e sezionatore di linea, sia isolati in aria che in SF6, isolatori capacitivi e lampade a presenza di tensione (sia lato cavi che lato sbarre), tensione d'isolamento massima pari a 36 kV. Tali dispositivi assicurano il sezionamento dei cavi elettrici in caso di guasto o manutenzione, comandati da sistemi di protezione.
- cella di misura;
- cella contenente il DDI che assicura la separazione dell'impianto di produzione dalla rete, comandato dalla protezione d'interfaccia;
- cella di protezione TV per misure;
- cella trasformatore MT/BT servizi aux: sez. tripolare/terna di fusibili/sez. tripolare;
- cella contenente il Dispositivo Generale o DG che assicura la separazione dell'intero impianto dalla rete, comandato dalla protezione generale;
- n.4 celle di protezione delle linee in uscita, munite di sezionatori in aria di tipo rotativo con telaio a cassetto o con isolamento in SF6 ed involucro in acciaio

inox, sarà completo di interblocco con il sezionatore di terra, di blocco a chiave e di contatti di segnalazione o da interruttori tripolari con sezionatori.

Nel secondo locale invece, di dimensioni pari a circa 4,0x3,5x2,7 m saranno ubicati un eventuale gruppo elettrogeno, i quadri in BT ed il trasformatore BT/MT in resina per l'alimentazione dei servizi ausiliari, avente una potenza nominale di 100 (o 50) kVA, le cui caratteristiche tecniche sono riportate nella figura seguente.

Power kVA	Uk *	P <sub>0</sub> W	P <sub>cc</sub> *	I <sub>0</sub> %	LwA dB(A)	LpA dB(A)	A mm	B mm	C mm	D mm	Wheel mm	Weight Kg
50	6	230	1870	1,4	54	41	1260	670	1525	520	125	850
100	6	320	2250	1	56	43	1290	670	1545	520	125	1020
160	6	460	3190	0,88	57	44	1425	670	1545	520	125	1300
200	6	520	3630	0,85	58	44	1500	820	1600	670	125	1490
250	6	590	4180	0,8	59	45	1500	670	1700	520	125	1670
315	6	710	4980	0,79	60	46	1590	820	1750	670	125	1910
400	6	860	6050	0,78	61	47	1590	820	1850	670	125	2010
500	6	1030	7050	0,76	62	48	1620	820	1880	670	125	2200
630	6	1260	8360	0,75	63	49	1680	820	1980	670	125	2470
800	6	1490	8800	0,71	64	49	1710	1050	2150	820	125	2960
1000	6	1780	9900	0,7	65	50	1830	1050	2300	820	125	3590
1250	6	2070	12100	0,69	67	52	1860	1000	2360	820	150	3890
1600	6	2530	14300	0,67	68	53	2010	1050	2500	820	150	4860
2000	6	2990	17600	0,65	72	56	2100	1300	2595	1070	200	5860
2500	6	3560	20900	0,62	73	57	2250	1300	2625	1070	200	7160
3150	6	4370	24200	0,6	76	60	2340	1300	2805	1070	200	8610
4000	7	6300	26900	0,61	84	68	2520	1300	2835	1070	200	9650
5000	8	6900	35000	0,61	86	70	2610	1300	2835	1070	200	10770

\* Dati riferiti a 120°C a tensione nominale / Data referred to 120°C at rated voltage.

Figura 9 – Caratteristiche de trasformatore aux BT/MT

#### 4.1.2.3 CARICHI DI PROGETTO

La cabina di raccolta terrà conto del rispetto dei carichi di progetto quali: pressione del vento, azione del carico di neve sulla copertura, azione sismica, sollevamento e trasporto del box e carichi mobili e permanenti sul pavimento.

#### 4.1.2.4 IMPIANTO ELETTRICO

L'impianto elettrico, del tipo sfilabile, sarà realizzato con cavo unipolare di tipo antifiamma, con tubo in materiale isolante incorporato nel calcestruzzo e consentirà la connessione di tutti gli apparati necessari per il funzionamento della cabina. Tutti i componenti dell'impianto saranno contrassegnati con un marchio attestante la conformità alle norme e l'intero impianto elettrico corredato da dichiarazione di conformità come da DM 22 gennaio 2008, n.37.

#### 4.1.2.5 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

La cabina deve essere dotata di un impianto di terra ad anello perimetrale di protezione dimensionato in base alle prescrizioni di Legge ed alle Norme CEI EN 50522: 2011-03 (CEI 99-3) E CEI EN 61936 -1: 2011-03 (CEI 99-2). Il collegamento interno-esterno della rete di terra sarà realizzato con n. 2 connettori in acciaio inox, annegati nel

calcestruzzo e collegati all'armatura o con analogo sistema che abbia le stesse caratteristiche. L'armatura metallica delle strutture verrà collegata a terra per garantire l'equipotenzialità elettrica. I connettori elettrici saranno dotati di boccole filettate a tenuta stagna, per il collegamento della rete di terra, facenti filo con la superficie interna ed esterna della vasca. Per quanto riguarda l'impianto di terra interno, tutte le masse delle apparecchiature MT e BT che fanno parte dell'impianto elettrico verranno collegate all'impianto di terra interno e messe a terra, in particolare:

- i quadri MT;
- il cassone del trasformatore MT/BT;
- il rack apparecchiature BT;
- il telaio per quadri BT;
- le masse di tutte le apparecchiature BT.

I dispersori orizzontali verranno realizzati in corda nuda di rame con una sezione uguale o superiore a 35 mm<sup>2</sup> e collocati sul fondo di una trincea.

#### **4.1.2.6 PARTICOLARI COSTRUTTIVI**

##### Pareti:

Le pareti saranno realizzate in conglomerato cementizio vibrato, adeguatamente armate di spessore non inferiore a 9 cm. Il dimensionamento dell'armatura dovrà essere quella prevista dal D.M. 14 gennaio 2008. Sulla parete lato finestre verrà fissato un passante in materiale plastico, annegato nel calcestruzzo in fase di getto, per consentire il passaggio di cavi elettrici temporanei. Tale passante deve avere un diametro interno minimo di 150 mm, deve essere dotato di un dispositivo di chiusura/apertura funzionante solo con attrezzi speciali e deve garantire la tenuta anche in assenza di cavi. Sulla parete opposta a quella contenente le porte, in corrispondenza dell'armadio Rack, deve essere previsto un Sistema Passacavo ( $\Phi > 80$  mm) per l'antenna. Nel box devono essere installati:

- n. 2 porte omologate in resina (DS 919) o in acciaio zincato/inox (DS 918) complete di serrature omologate (DS 988);
- n. 5 finestre min. in resina (DS 927) o in acciaio inox (DS 926);

Le porte, il relativo telaio ed ogni altro elemento metallico accessibile dall'esterno devono essere elettricamente isolate dall'impianto di terra (CEI EN 50522:2011-07) e dalla armatura incorporata nel calcestruzzo.

##### Pavimento:

Il pavimento a struttura portante, deve avere uno spessore minimo di 10 cm e dimensionato per sopportare i carichi definiti nel paragrafo precedente.

Sul pavimento sono previste le seguenti aperture:

- apertura minima di dimensioni 650 mm x 2800 mm per gli scomparti MT;
- aperture di dimensioni 300 mm x 150 mm per il trasformatore MT/BT per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi MT;
- apertura di dimensioni 1000 mm x 600 mm completa di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzera di 750 daN;

- apertura di dimensioni 500 mm x 250 mm per i quadri BT per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT;
- apertura di dimensioni 500 mm x 500 mm per il rack dei pannelli elettronici per l'accesso alla vasca di fondazione dei cavi BT;
- apertura di dimensioni 600 mm x 600 mm per il vano misure completa di plotta di copertura removibile in VTR avente un peso inferiore a 25 daN e una capacità portante tale da poter sopportare un carico concentrato in mezzera di 600 daN.

Nel pavimento verrà inglobato un tubo di diametro esterno (De) non inferiore a 60 mm collegante i dispositivi di misura situati nel locale utente con i scomparti MT del locale consegna. In prossimità del foro per il rack devono essere installate n.4 boccole filettate annegate nel cls facenti filo con il pavimento, utili al fissaggio del quadro rack.

#### Copertura:

La copertura, opportunamente ancorata alla struttura, garantirà un coefficiente medio di trasmissione del calore minore di  $3,1 \text{ W/}^\circ\text{C m}^2$ . La copertura sarà a due falde ed avrà un pendenza del 2% su ciascuna falda e dovrà essere dotata per la raccolta e l'allontanamento dell'acqua piovana, sui lati lunghi, di due canalette in VTR di spessore di 3 mm. Inoltre, dovrà essere protetta da un idoneo manto impermeabilizzante prefabbricato costituito da membrana bitume-polimero, flessibilità a freddo  $-10^\circ \text{ C}$ , armata in filo di poliestere e rivestita superiormente con ardesia, spessore 4 mm, sormontato dalla canaletta.

#### Sistema di ventilazione:

La ventilazione all'interno della CR avverrà tramite due aspiratori eolici, in acciaio inox del tipo con cuscinetto a bagno d'olio, installati sulla copertura e le finestre di aerazione in resina o in acciaio (DS 927 – DS 926), posizionate sul lato posteriore della cabina. Gli aspiratori dovranno avere un diametro minimo di 250 mm ed essere dotati di rete antinsetto di protezione removibile maglia 10x10 e di un sistema di bloccaggio antifurto. Ad installazione avvenuta, garantiranno una adeguata protezione contro l'introduzione di corpi estranei e la penetrazione di acqua. L'acciaio inox degli aspiratori deve essere del tipo AISI 304 (acciaio al Cr-Ni austenitico) come da UNI EN 10088-1:2005 e dovranno essere posizionati nella zona intermedia tra i quadri di media tensione e la parete anteriore (porte) in modo da evitare che possibili infiltrazioni d'acqua finiscano sulle apparecchiature elettriche MT o BT. Gli aspiratori eolici devono essere isolati elettricamente dall'impianto di terra (CEI EN 50522:2011-07) e dall'armatura incorporata nel calcestruzzo.

#### Basamento:

Preliminarmente alla posa in opera del box, sul sito prescelto deve essere interrato il basamento d'appoggio prefabbricato in c.a.v., realizzato in monoblocco o ad elementi componibili in modo da creare un vasca stagna sottostante tutto il locale consegna dello spessore netto di almeno 50 cm (compresi eventuali sostegni del pavimento). Esso sarà dotato di fori per il passaggio dei cavi MT e BT, che saranno predisposti di flange a frattura prestabilita verso l'esterno e predisposti per l'installazione dei passacavi (foro cilindrico e superficie interna levigata). Tali passacavi montati dall'interno dovranno garantire i requisiti di tenuta stagna anche in assenza dei cavi.

#### **4.1.3 CAVIDOTTI INTERRATI IN MT-30 KV**

L'impianto eolico è composto da n.12 aerogeneratori aventi ciascuno una potenza di circa 5,0 MW, per una potenza complessiva installata di circa 60,0 MW. La tensione nominale di esercizio dell'impianto è di 30 kV. Il valore di corrente prodotta da ciascun aerogeneratore è pari a circa 107 A e calcolato attraverso la seguente formula:

$$I(A) = \frac{P(kW)}{\sqrt{3} \cdot V_n(kV) \cdot \cos(\varphi)}$$

dove:

- P, è la potenza dell'aerogeneratore;
- V<sub>n</sub>, è la tensione di esercizio di 30 kV;
- cos(φ), è il fattore di potenza, scelto pari a 0,9.

La corrente totale, relativa alla potenza di 60,0 MW del parco eolico che percorre il cavidotto di connessione tra la cabina di raccolta ed i quadri in ingresso in MT della stazione utente di trasformazione, assumerà un valore di circa 1.283 A.

Tutti i collegamenti elettrici in MT avverranno in cavidotti interrati e per il dimensionamento dei cavi è previsto il posizionamento nello scavo ad una profondità minima di 1,2 m dal livello di superficie.

##### **4.1.3.1 CARATTERISTICHE DEI CAVI IN MT**

Gli aerogeneratori del parco eolico saranno suddivisi in n.4 gruppi in ciascuno dei quali le macchine verranno collegate elettricamente tra di loro mediante cavidotti in MT interrati a 30 kV ed infine alla cabina di raccolta. I cavi MT per posa interrata si possono suddividere in tre categorie: unipolari, tripolari a elica visibile (a campo radiale), tripolari cinturati (a campo non radiale).

I cavi in MT cui si prevede l'utilizzo nell'impianto saranno del tipo:

- ARP1H5(AR)EX, cordati tripolari ad elica visibile per sezioni calcolate comprese tra 95 fino a 240 mmq, direttamente interrati nello scavo con protezione meccanica in materiale polimerico (air bag);
- ARP1H5(AR)E unipolari e disposti a trifoglio, aventi sezioni nominali pari a 400 mmq e 500 mmq, del tipo air bag;

il cui dimensionamento è riportato in dettaglio nell'allegato "FLS-CLD-RTCE-Relazione Calcoli Elettrici".

Di seguito le caratteristiche costruttive e tecniche delle due tipologie di cavo adottate nella progettazione:

Cavo ARP1H5(AR)EX:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

**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

<b>Norma di riferimento</b> HD 620/IEC 60502-2	<b>Standard</b> HD 620/IEC 60502-2
<b>Descrizione del cavo</b>	<b>Cable design</b>
<b>Anima</b> Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio	<b>Core</b> Compact stranded aluminium conductor
<b>Semiconduttivo interno</b> Mescola estrusa	<b>Inner semi-conducting layer</b> Extruded compound
<b>Isolante</b> Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)	<b>Insulation</b> Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)
<b>Semiconduttivo esterno</b> Mescola estrusa	<b>Outer semi-conducting layer</b> Extruded compound
<b>Rivestimento protettivo</b> Nastro semiconduttore igroespandente	<b>Protective layer</b> Semiconductive watertight tape
<b>Schermatura</b> Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)	<b>Screen</b> Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)
<b>Protezione meccanica</b> Materiale Polimerico (Air Bag)	<b>Mechanical protection</b> Polymeric material (Air Bag)
<b>Guaina</b> Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)	<b>Sheath</b> Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Figura 10 – Sezione tipo del cavo in MT - 30kV – ARP1H5(AR)EX

Cavo ARP1H5(AR)E:

MEDIA TENSIONE - APPLICAZIONI TERRESTRI E/O EOLICHE / MEDIUM VOLTAGE - GROUND AND/OR WIND FARM APPLICATION

**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

<b>Norma di riferimento</b> HD 620/IEC 60502-2	<b>Standard</b> HD 620/IEC 60502-2
<b>Descrizione del cavo</b>	<b>Cable design</b>
<b>Anima</b> Conduttore a corda rotonda compatta di alluminio	<b>Core</b> Compact stranded aluminium conductor
<b>Semiconduttivo interno</b> Mescola estrusa	<b>Inner semi-conducting layer</b> Extruded compound
<b>Isolante</b> Mescola in elastomero termoplastico (qualità HPTE)	<b>Insulation</b> Thermoplastic elastomer compound (type HPTE)
<b>Semiconduttivo esterno</b> Mescola estrusa	<b>Outer semi-conducting layer</b> Extruded compound
<b>Rivestimento protettivo</b> Nastro semiconduttore igroespandente	<b>Protective layer</b> Semiconductive watertight tape
<b>Schermatura</b> Nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale (Rmax 3Ω/Km)	<b>Screen</b> Aluminium tape longitudinally applied (Rmax 3Ω/Km)
<b>Protezione meccanica</b> Materiale Polimerico (Air Bag)	<b>Mechanical protection</b> Polymeric material (Air Bag)
<b>Guaina</b> Polietilene: colore rosso (qualità DMP 2)	<b>Sheath</b> Polyethylene: red colour (DMP 2 type)

Figura 11 – Sezione tipo del cavo in MT - 30kV – ARP1H5(AR)E

Questi tipi di cavi possiedono un sistema di protezione situato al di sotto della guaina esterna, che garantisce una elevata protezione meccanica, assorbendo gli urti e riducendo il rischio di deformazioni o danneggiamenti degli strati sensibili sottostanti, come l'isolante o lo schermo metallico. Questo sistema "air-bag" fa sì che il cavo possa essere posato direttamente nel terreno senza l'utilizzo di una protezione meccanica esterna.

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di cavi elettrici. Tale sostituzione avverrà con componenti di pari prestazioni.

#### **4.1.3.2 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEI CAVI**

Per il calcolo della sezione dei cavi bisogna tener conto sia delle perdite di potenza che delle cadute di tensione sulle linee elettriche dell'impianto, per i seguenti collegamenti tra:

- *gli aerogeneratori appartenenti allo stesso gruppo*
- *l'ultimo aerogeneratore con la cabina di raccolta*
- *la cabina di raccolta e la stazione utente di trasformazione*

La sezione dei cavi di ciascun collegamento di linea sarà determinata in modo da minimizzare le perdite di potenza per effetto joule ed essere adeguata ai carichi da trasportare nelle condizioni di massima produzione di tutti gli aerogeneratori. Bisogna fare in modo cioè, che il sistema eolico abbia un rendimento massimo e che la temperatura del conduttore del cavo in esame non superi mai una soglia limite, garantendo altresì il giusto valore di tensione per tutti i dispositivi dell'impianto, fino al punto di consegna dell'energia elettrica.

Si possono utilizzare due metodi di calcolo per la scelta della sezioni dei cavi (descritti in dettaglio nell' allegato "Relazione calcoli elettrici") e, una volta determinata la sezione commerciale del cavo, si effettua poi una verifica utilizzando l'altro metodo di calcolo. I metodi sono i seguenti:

- *Metodo della massima caduta di tensione (c.d.t.) ammissibile*
- *Metodo del bilancio termico*

Inoltre, sulla rete elettrica precedentemente modellata con i cavi che rispettano tutti i vincoli imposti, bisogna tener conto del corto circuito, seguendo le indicazioni contenute nella norma IEC 60909 (equivalente alla norma CEI 11-25), verificando se tutti i cavi precedentemente scelti, sono in grado di sostenere la corrente presunta di corto circuito per un secondo. Se si verifica che una data linea non è in grado di sostenere il corto circuito, si aumenta la sezione e si procede di nuovo alla verifica, il tutto fino a quando i risultati sono coerenti.

Nella tabella riassuntiva seguente sono rappresentate le varie sezioni dei cavi scelti nel progetto con le rispettive lunghezze di connessione.

CAVO CORDATO AD ELICA VISIBILE - ARP1H5(AR)EX	
Sezione cavo [mmq]	Lunghezza cavo [m]
3x95	3635
3x240	2897

CAVO UNIPOLARE - ARP1H5(AR)E	
Sezione cavo [mmq]	Lunghezza terna di cavi [m]
3x(1x400)	7162
3x(1x500)	36520

*Tabella 1 – Lunghezze e sezioni dei cavi MT da utilizzare nel circuito elettrico del parco.*

#### **4.1.3.3 TIPOLOGIA DI CAVIDOTTO INTERRATO IN MT**

Le connessioni elettriche in MT precedentemente descritte avvengono in cavidotti interrati posati in trincea a sezione rettangolare secondo quanto descritto dalle modalità previste dalle norme CEI 11-17, le quali indicano che la protezione meccanica può essere intrinseca al cavo stesso oppure supplementare, a seconda del tipo di cavo e della profondità di posa. Nel caso specifico di posa dei cavi in trincea a cielo aperto, non è previsto l’inserimento di una protezione meccanica aggiuntiva in quanto il cavo utilizzato può essere installato direttamente nello scavo. Qualora si volesse aggiungere un’ulteriore protezione meccanica, si può disporre un apposito tegolino sopra i cavi o un tubo in PVC di opportuno diametro. Infine, è comunque prevista la giusta apposizione di un nastro di segnalazione ad almeno 20 cm rispetto al cavo stesso.

Per maggiori approfondimenti si rimanda agli elaborati grafici d’inquadramento ed alle relative relazioni tecniche allegate al progetto. Il tracciato dei cavidotti interni ed esterni al parco eolico, riportati anch’essi negli elaborati cartografici allegati, si sviluppano sia su strade pubbliche che su terreni privati.

#### **4.1.3.4 MODALITÀ DI POSA**

Tutti i cavi saranno interrati alla profondità di circa 1,20 m dal piano di campagna, all’interno di uno strato di materiale sabbioso, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento ‘mortar’, con disposizione delle fasi a trifoglio. Nello stesso scavo della trincea, a distanza minima di 20 cm dai cavi di energia, si prevede la posa di un cavo a fibre ottiche per trasmissione dati. Tutto il percorso dei cavi sarà opportunamente segnalato con nastro monitore per indicare la presenza negli eventuali scavi e con l’infissione periodica (ogni 50-100 metri circa) di cartelli metallici, esternamente lungo il percorso del cavidotto, indicanti l’esistenza dei cavi in MT. Tali cartelli potranno essere eventualmente sostituiti da mattoni collocati a filo superiore dello scavo e riportanti le indicazioni relative ai cavi sottostanti (profondità di posa, tensione di esercizio).

La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. La posa dei conduttori si articolerà essenzialmente nelle seguenti attività:

- scavo a sezione obbligata della larghezza e della profondità indicata nel documento di progetto allegato;
- posa dei conduttori, fibre ottiche e rete di terra. Ciascuno scavo dovrà contenere una corda di rame nuda collegata a ciascun anello di torre presente nella centrale eolica e cavi in fibra ottica, opportunamente posizionati e distanziati dai cavi di potenza. Particolare attenzione dovrà essere fatta per l'interramento della corda di rame che costituisce il dispersore di terra dell'impianto, infatti questa dovrà essere interrata in uno strato di terreno vegetale di spessore non inferiore a 20 cm nelle posizioni indicate dal documento di progetto;
- reinterro parziale con sabbia vagliata;
- reinterro con terreno di scavo;
- inserimento nastro per segnalazione tracciato.

Le larghezze minime delle sezioni di scavo riferite al seguente progetto avranno le dimensioni riportate nel seguito:

- 60 cm nel caso di posa di n.1 e n.2 terne;
- 70 cm nel caso di posa di n.3 terne;
- 90 cm per la posa di n.4 terne.

Qualora si volessero disporre i cavi su più strati sarà necessario realizzare uno scavo di profondità minima pari a 1,50 m, riducendone la larghezza a parità di cavi disposti orizzontalmente. La posa dovrà essere eseguita a regola d'arte nel rispetto delle normative vigenti.

Nella posa degli stessi cavi dovranno essere rispettati alcuni criteri particolari per l'esecuzione delle opere secondo la regola dell'arte come di seguito indicati:

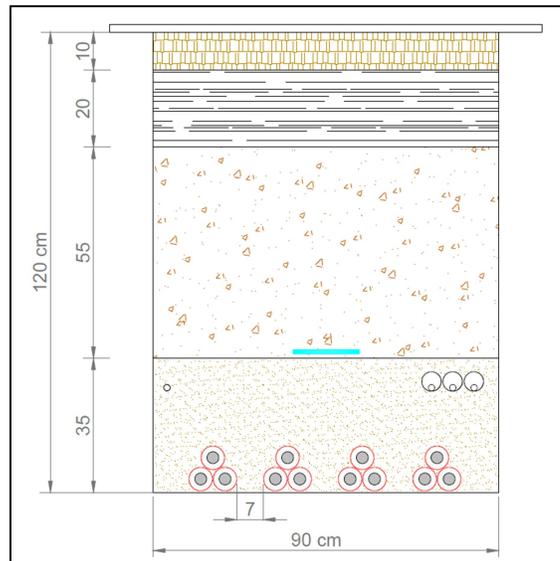
- *Tracciato delle linee*: il tracciato delle linee di media tensione dovrà seguire il più fedelmente possibile la linea guida indicata nella planimetria generale d'impianto. In particolare il tracciato dovrà essere il più breve possibile e parallelo al fronte dei fabbricati dove presenti.
- *Posa diretta in trincea*: la posa del cavo può essere effettuata secondo i due metodi seguenti:
  - A bobina fissa: da adottare quando il percorso in trincea a cielo aperto è intercalato con percorsi in tubazioni e quando il percorso è prevalentemente rettilineo o con ampi raggi di curvatura. La bobina deve essere posta sull'apposito alzabobine, con l'asse di rotazione perpendicolare all'asse mediano della trincea e in modo che si svolga dal basso. Sul fondo della trincea devono essere collocati, ad intervalli variabili in dipendenza del diametro e della rigidità del cavo, i rulli di scorrimento. Tale distanza non deve comunque superare i 3 metri.
  - A bobina mobile: da adottare quando il percorso si svolge tutto in trincea a cielo aperto. Il cavo deve essere steso percorrendo con il carro portabobine il bordo della trincea e quindi calato manualmente nello scavo. L'asse del cavo posato nella trincea deve scostarsi dall'asse della stessa di qualche centimetro a destra e a sinistra seguendo una linea sinuosa, al fine di evitare dannose sollecitazioni dovute all'assestamento del terreno.

- *Temperatura di posa*: per tutto il tempo di installazione dei cavi, la temperatura degli stessi non deve essere inferiore a 0°C.
- *Sforzi di tiro per la posa*: le prescrizioni contenute nella norma CEI 11-17 Ed.III art. 4.3.4 riportano le regole da rispettare durante l'attività di posa del cavo. Esse definiscono che le sollecitazioni di trazione da imporre al cavo durante la posa, devono essere applicate non ai rivestimenti protettivi di cui è dotato il cavo stesso, bensì unicamente ai conduttori. Per un conduttore in alluminio, lo sforzo di trazione massimo consentito non deve essere superiore a 50 N/mm<sup>2</sup>, dunque pari a 27750 N, ad esempio per un conduttore 3x1x185 mm<sup>2</sup>. Pertanto quando la posa del cavo viene eseguita mediante un argano idraulico occorrerà prevedere l'utilizzo di un dispositivo dinamometrico per l'impostazione ed il controllo del tiro, nonché un freno ad intervento automatico. Inoltre durante l'applicazione di tale sollecitazione di trazione, occorre prevedere l'utilizzo di sistemi che possano impedire rotazioni del cavo intorno al proprio asse. In definitiva per realizzare la posa conformemente a tale prescrizione, occorrerà interporre tra la testa del conduttore del cavo e la fune di tiro, un dispositivo d'ancoraggio realizzato attraverso un giunto snodabile, indispensabile per evitare che sul cavo si trasmetta la sollecitazione di torsione che si sviluppa sulla fune traente.
- *Raggi di curvatura*: l'articolo 4.3.3 della norma CEI 11-17 Ed.III, riporta il valore dei raggi di curvatura minimi da rispettare nella posa del cavo, per impedire l'insorgere di deformazioni permanenti al cavo stesso che possano compromettere l'affidabilità in esercizio. Indicato con D=diametro esterno del cavo, il valore minimo del raggio di curvatura misurato sulla generatrice interna dei cavi da rispettare nella posa, è pari a 14 volte il diametro del cavo (D). Nel caso di cavi multipolari costituiti da più cavi unipolari cordati ad elica visibile il diametro D da prendere in considerazione è quello pari a 1,5 volte il diametro esterno del cavo unipolare di maggiore diametro.
- *Messa a terra degli schermi metallici*: lo schermo metallico dei singoli spezzoni di cavo dovrà essere messo a terra da entrambe le estremità della linea.

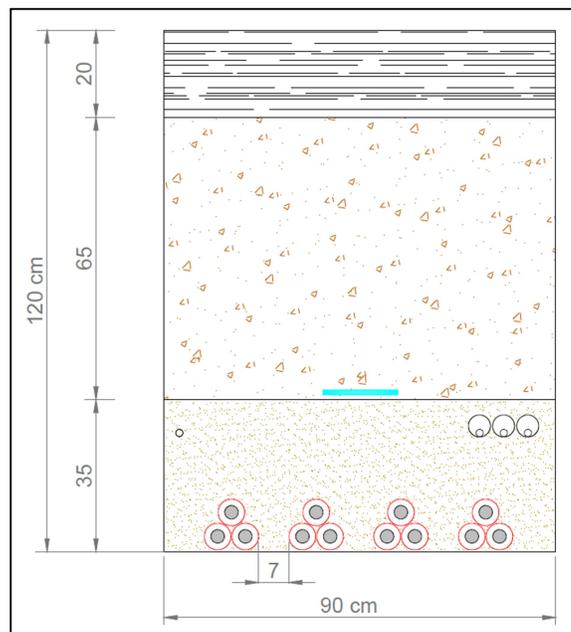
La tipologia di posa dei cavi dovrà essere curata in modo che possa essere assicurata una netta separazione tra i cavi di potenza e quelli dedicati alla trasmissione di segnali e comandi. Prima della messa in servizio dovranno essere eseguite le prove di isolamento prescritte dalla Norma CEI 11-7. Nella progettazione del parco eolico sono stati definiti sia i percorsi dei cavidotti di collegamento tra le turbine e la CR e tra quest'ultima con la SU e sia le tipologie di scavo adatte ad ospitare tali cavi. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni.

Al fine di facilitare la posa dei cavi di potenza, nei tratti rettilinei si installeranno alcuni pozzetti ispezionabili, ad una distanza di circa 200-300 m. Questa distanza potrebbe variare ragionevolmente, in funzione delle derivazioni e dei cambiamenti di direzione. Le dimensioni di questi pozzetti dipenderanno dal numero dei cavi nello scavo e saranno progettati per garantire il corretto abbinamento del riquadro e nel chiusino. La profondità del singolo pozzetto sarà di almeno 120 cm, e le dimensioni interne minime saranno di 50x50 cm.

Nella tavola "FLS-CLD-IE.09-Planimetrie reti elettriche-impianto eolico" e nella figura seguente, è riportata la sezione tipo dello scavo tipo in MT, contenente n.4 terne di cavi in MT per le tre tipologie di percorso possibili. La stessa tavola riporta anche il percorso dei cavidotti ed il numero di cavi per ogni scavo dell'impianto.



*Figura 12 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.4 terne di cavi su strada asfaltata*



*Figura 13 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.4 terne di cavi su strada sterrata*

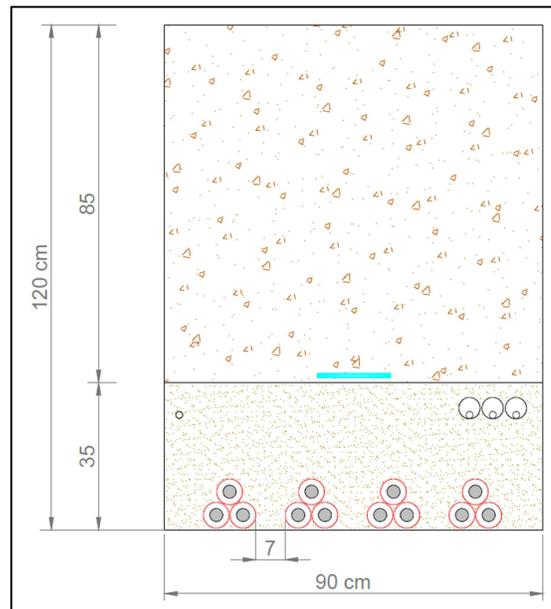
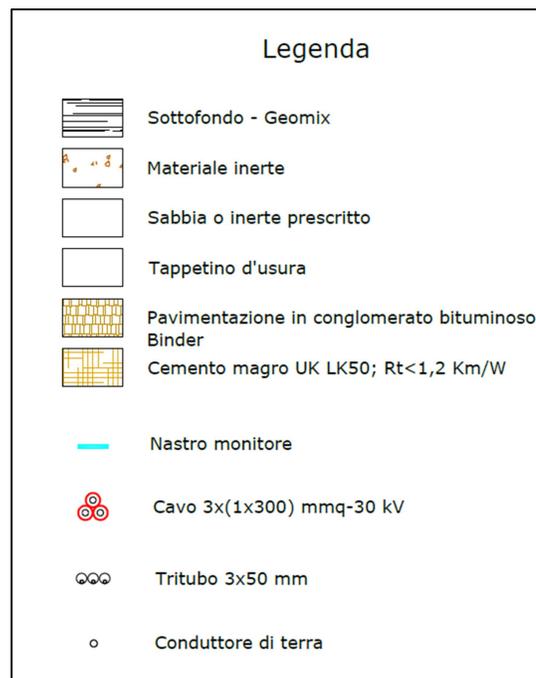


Figura 14 – Sezione tipo del cavidotto interrato MT composto da n.4 terne di cavi su terreno



Di seguito è riportata una tabella riepilogativa con le dimensioni degli scavi in MT interni ed esterni al parco eolico, in relazione al numero ed alle dimensioni dei cavi in esso alloggiati. Le lettere nella colonna "Collegamento" fanno riferimento ai punti d'incrocio stradali su cui passa il cavidotto, i quali sono visibili nella tavola allegata FLS-CLD-IE.09.

Tratti di scavo del cavidotto in MT	SCAVI					
	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	Volume [mc]	N° cavi per scavo	Sezioni dei cavi [mmq]
T1-A	615	0,6	1,2	442,8	1	3x95
A-T2	260	0,7	1,2	218,4	3	3x95 3x95 3x400
A-B	75	0,6	1,2	54	2	3x95 3x400
B-CR	240	0,9	1,2	259,2	4	3x400 3x400 3x400 3x400
B-C	110	0,9	1,2	118,8	4	3x95 3x400 3x400 3x400
C-T3	240	0,6	1,2	172,8	1	3x95
C-D	365	0,7	1,2	306,6	3	3x400 3x400 3x400
D-E	570	0,6	1,2	410,4	2	3x400 3x400
T4-E	515	0,6	1,2	370,8	2	3x240 3x400
E-F	100	0,6	1,2	72	2	3x240 3x400
T5-F	280	0,6	1,2	201,6	2	3x95 3x240
F-T6	190	0,6	1,2	136,8	2	3x95 3x400
T6-G	1110	0,6	1,2	799,2	1	3x400
G-T10	477	0,6	1,2	343,44	2	3x240 3x400
G-T11	770	0,6	1,2	554,4	1	3x240
T11-T12	450	0,6	1,2	324	1	3x95
D-H	490	0,6	1,2	352,8	1	3x400
T7-H	300	0,6	1,2	216	2	3x240 3x400
H-I	210	0,6	1,2	151,2	1	3x240
I-T8	155	0,6	1,2	111,6	2	3x95 3x240
I-T9	850	0,6	1,2	612	1	3x95
CR-SEU	9100	0,9	1,2	9828	4	4x(3x1x500)
<b>TOTALE SCAVI:</b>	<b>17472</b>			<b>16056,84</b>		

*Tabella 2 – Dimensione degli scavi del parco eolico*

#### **4.1.3.5 GIUNZIONI, TERMINAZIONI E SEGNALAZIONI**

##### ▪ GIUNZIONI DEI CAVI MT:

Per le tratte non coperte interamente dalle pezzature di cavo MT disponibile, si dovrà provvedere alla giunzione di due spezzoni.

Convenzionalmente si definisce "giunzione" una connessione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo, pertanto ogni giunzione si intende costituita da tre terminali unipolari (connettore di interconnessione) e tre corredi per terminazione unipolare.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti e dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-62 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti. L'esecuzione delle giunzioni deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della confezione e l'eventuale presenza di umidità
- non interrompere mai il montaggio del giunto o del terminale
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione

Ad operazione conclusa devono essere applicate sul giunto delle targhe identificatrici (o consegnate delle schede) per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'appaltatore, l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione. Ciascun giunto sarà segnalato esternamente mediante un cippo di segnalazione.

##### ▪ TERMINAZIONI E ATTESTAZIONI DEI CAVI MT

Tutti i cavi MT posati negli scavi dovranno essere terminati da entrambe le estremità. L'esecuzione delle terminazioni deve essere eseguita esclusivamente da personale specializzato seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dalle ditte costruttrici in merito sia alle modalità sia alle attrezzature necessarie.

Convenzionalmente si definiscono "terminazioni" e "attestazioni" la terminazione ed attestazione tripolare dei tre conduttori di fase più schermo.

Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri, l'appaltatore deve realizzare il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione completo di relativa bulloneria per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto.

Ogni terminazione deve essere dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta a identificare: appaltatore, esecutore, data e modalità di esecuzione nonché l'indicazione della fase (R, S o T). La maggior parte dei cavi per l'impianto di media tensione a 30 kV saranno in alluminio, di tipo unipolare, schermati e armati. Oltre alla messa a terra dello schermo sopra detta, si dovrà prevedere anche la messa a terra dell'armatura del cavo in uno dei seguenti modi:

- tramite la saldatura delle due bande di alluminio della codetta del cavo di rame;
- tramite una fascetta (di acciaio inossidabile o di rame) che stringa all'armatura la codetta di un cavo di rame;
- tramite morsetti a compressione in rame (previo attorcigliamento delle bande di alluminio componenti l'armatura ed unione alla codetta del cavo di rame).

#### ▪ SEGNALAZIONE PRESENZA CAVI

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, un nastro di segnalazione in polietilene. Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica.

Su viabilità pubblica si dovranno apporre in superficie opportune paline segnaletiche con l'indicazione della tensione di esercizio e con i riferimenti della Società responsabile dell'esercizio della rete MT. Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le norme CEI 11-17. La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danni agli stessi. Le condizioni ambientali (temperatura, umidità) durante la posa dei cavi dovranno essere nel range fissato dal fabbricante dei cavi. Per quanto riguarda le minime profondità di posa tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo si terrà conto di quanto segue:

- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 0 e 1: 0,5 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 2: 0,6 o 0,8 m;
- per cavi appartenenti a sistemi di Categoria 3: 1,0 o 1,2 m.

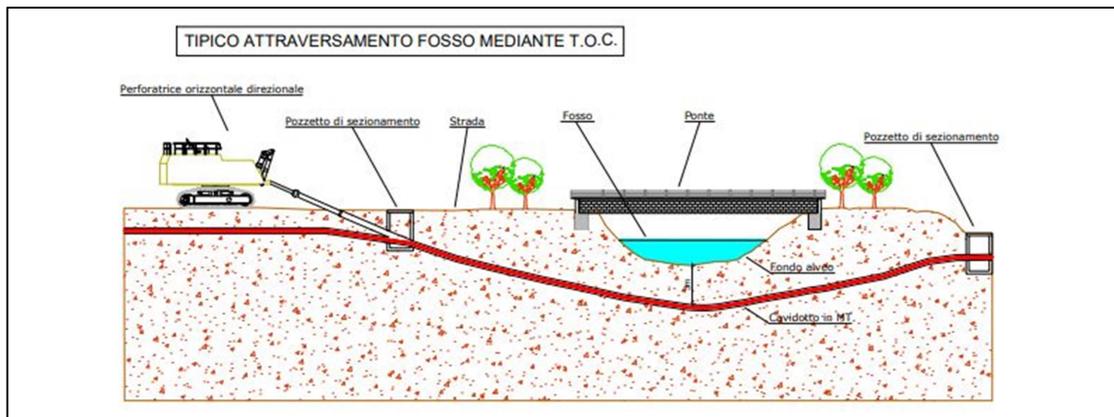
Nei tratti in cui si attraverseranno terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non potranno essere rispettate le profondità minime sopra indicate, dovranno essere predisposte adeguate protezioni. In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

#### **4.1.3.6 INTERFERENZE ED ATTRAVERSAMENTI TIPICI**

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17. Lungo i tracciati dei cavidotti interni ed esterni al parco eolico, si incontreranno dei corsi d'acqua o fossi, un metanodotto ed un acquedotto. Nel caso dei corsi d'acqua, l'attraversamento del cavidotto potrà avvenire in due modi: o posando il cavidotto entro una canalina metallita agganciata meccanicamente ad uno dei lati del ponte, oppure in sub alveo (al di sotto dell'alveo del corso d'acqua), eseguito con la tecnica della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). Tale tecnica permette di alloggiare il cavidotto nel sottosuolo, lasciando del tutto inalterate sia le sponde che il fondo dell'alveo. Per la realizzazione della T.O.C. dovranno in particolar modo essere seguite le indicazioni della Provincia di Macerata, per l'attraversamento in sub alveo dei corsi d'acqua demaniali. Tutti gli attraversamenti saranno realizzati con direzione ortogonale all'asse, per limitarne la porzione interessata dai lavori di scavo e ripristino. Le quote di interrimento del cavidotto saranno raccordate nei tratti in prossimità delle sponde, per garantire la giusta immersione del cavidotto al di sotto del fondo dell'alveo.

La distanza tra la generatrice superiore del cavidotto e il fondo alveo sarà superiore a 2 m. Con tali soluzioni si evita qualsiasi tipo di interferenza dei cavidotti con la sezione di deflusso dei fossi, e in ogni caso sarà garantita la non interferenza con le condizioni di officiosità e funzionalità idraulica dei corsi d'acqua attraversati, e non sarà minimamente alterato né perturbato il regime idraulico. Analogamente, tale soluzione progettuale risulta pienamente compatibile con i vincoli paesaggistici, tra i quali anche quello della fascia di rispetto delle acque pubbliche e della tutela delle visuali dei percorsi panoramici, in quanto non comporta alcuna alterazione visibile dello stato dei luoghi.

Con la stessa tecnica precedentemente descritta, potrà essere realizzato qualsiasi tipo di attraversamento di sedi stradali o autostradali intercettati dai percorsi dei cavidotti. Nella figura 13 successiva è riportata la soluzione tipo T.O.C. per la realizzazione degli attraversamenti dei corsi d'acqua. Ovviamente, la soluzione adottata andrà contestualizzata nei singoli casi, prevedendo variazioni dimensionali opportune che saranno valutate all'atto della realizzazione.



*Figura 15 – Attraversamento tipo mediante tecnica TOC dei fossi*

Nel caso dei gasdotti e acquedotti invece, dopo aver valutato la tipologia di attraversamento più opportuna, si determinerà la profondità di posa dei cavi nonché la distanza minima di rispetto dalla condotta da concordare con la Società proprietaria o concessionaria dell'opera. Si rimanda al capitolo successivo che descrive in maniera dettagliata le modalità di attraversamento delle interferenze.

#### **4.1.3.7 COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA ED ALTRI SERVIZI**

##### ▪ INCROCI E PARALLELISMI CON CAVI DI TELECOMUNICAZIONE

Quando entrambi i cavi sono direttamente interrati, saranno osservate le seguenti prescrizioni:

- il cavo di energia deve essere situato inferiormente al cavo di telecomunicazione;
- la distanza tra i due cavi non deve essere inferiore a 30 cm;
- il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, con uno dei dispositivi, qualora la distanza tra i cavi sia inferiore di 30 cm.

Detti dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo dove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettata la distanza minima della linea precedente, sarà applicata su entrambi i cavi la protezione suddetta. Quando almeno uno dei cavi sarà posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi, non è necessario osservare le prescrizioni sopraelencate.

Nei percorsi paralleli, i cavi di energia ed i cavi di telecomunicazione verranno, di regola, posati alla maggiore possibile distanza tra loro; nel caso per es. di posa lungo la stessa strada, possibilmente ai lati opposti di questa.

▪ COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA E CAVI DI COMANDO E SEGNALAMENTO

I circuiti di comando e segnalamento potrebbero essere oggetto di disturbi, tali da alterarne il regolare funzionamento, causati da fenomeni dovuti a transitori sui circuiti di energia accoppiati con i circuiti di comando e segnalamento stessi. Per ciò che attiene alla mutua influenza dovuta a interferenze elettromagnetiche tra cavi di energia e cavi di comando e segnalamento, valgono le prescrizioni contenute nelle norme CEI 304; per le interferenze di tipo elettrico o meccanico, qualora gli esercenti di questi cavi sono diversi e non esistano tra loro particolari accordi, valgono le prescrizioni precedenti.

▪ COESISTENZA TRA CAVI DI ENERGIA CON TUBAZIONI, SERBATOI METALLICI E GASDOTTI INTERRATI

I cavidotti nei loro percorsi incroceranno un metanodotto ed un acquedotto. Gli incroci fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili) non dovrà effettuarsi sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni metalliche stesse. Non si dovranno avere giunti sui cavi di energia a distanza inferiore a 1 m dal punto di incrocio, a meno che non siano attuati i provvedimenti descritti nel seguito. Nessuna particolare prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazione metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a 0,5 m. Tale distanza sarà ridotta fino ad un minimo di 0,30 m, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 m per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (per es. lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido). Questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 m di larghezza ad essa periferica.

Per quanto riguarda i parallelismi fra cavi di energia e le tubazioni metalliche saranno posati alla maggiore distanza possibile fra loro. In nessun tratto la distanza, misurata in proiezione orizzontale fra le superfici esterne di essi o di eventuali loro manufatti di protezione, deve risultare inferiore a 0,30 m. Si può tuttavia derogare alla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti:

a) quando la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 m;

b) quando tale differenza è compresa tra 0,30 m e 0,50 m, ma si interpongano fra le strutture elementari separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non saranno mai disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni per altro uso. Tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra gli Enti interessati, purchè il cavo di energia e le tubazioni non saranno posti a diretto contatto fra loro.

La coesistenza tra gasdotti interrati e cavi di energia posati in cunicoli od altri manufatti, è regolamentata dal D.M. 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8". Pertanto, nel caso di incroci e parallelismi tra cavi di energia e tubazioni convoglianti gas naturali, le modalità di posa ed i provvedimenti da adottare al fine di ottemperare a quanto disposto dal detto D.M. 24.11.1984, saranno definiti con gli Enti proprietari o Concessionari del gasdotto.

▪ SERBATOI DI LIQUIDI E GAS INFIAMMABILI

Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili.

#### **4.1.3.8 CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Si rimanda alla relazione d'impatto elettromagnetico allegata al seguente progetto (FLS-CLD-RIE) per il calcolo del campo magnetico generato dai cavi in MT ed AT **ed al documento FLS-CLD-IE.24, nel quale viene riportata un'analisi dettagliata delle fasce di rispetto e delle DPA di tutte le sorgenti del CEM dell'impianto. In sintesi, la ricerca ha evidenziato che l'implementazione di una o più soluzioni tecniche per schermare i cavi dal Campo Elettromagnetico (CEM) su determinati ricettori ,elimina qualsiasi potenziale rischio per la salute umana, assicurando al contempo la conformità ai limiti di legge.**

#### **4.1.3.9 FIBRA OTTICA**

Sarà previsto un collegamento in cavo fibra ottica tra la C.R. e la SU alloggiato nello stesso scavo del cavidotto in MT, all'interno di un tritubo. Le caratteristiche dei collegamenti in fibra ottica devono rispondere ai seguenti criteri per le linee interrate:

- utilizzo di cavo ottico dielettrico a 24 fibre ottiche per posa in tubazione rispondente alle caratteristiche previste dalla norma ITU-T/G.652, tabella di unificazione E-Distribuzione DCFO02 (sigla TOS4 24 4(6SMR) T/EKE avente matricola E-DISTRIBUZIONE 359051 e unificazione DC4677) e comprensiva di certificati di collaudo. Il cavo in fibra ottica deve essere posato in canalizzazione realizzata sul tracciato del cavo elettrico mediante l'impiego di tritubo in PEHD (generalmente con Ø 50 mm, Tabella E-Distribuzione DY FO 03) e, dove necessario, di pozzetti in cls per consentire il tiro ed il cambio di direzione del cavo e l'alloggiamento dei giunti e della ricchezza di scorta del cavo. Le giunzioni interrate sul cavo in fibra ottica devono essere conformi alla specifica DM3301.

Agli estremi dei collegamenti, le singole fibre costituenti i cavi di connessione ottica saranno attestate mediante idonei connettori in mini-armadi di terminazione da parete

aventi grado di protezione minimo IP55 e dimensioni LxHxD rispettivamente non superiori a 230x400x130 mm. I connettori da utilizzare per collegare le singole fibre ottiche ad apparati di trasmissione o di misura dovranno essere di tipo SC-PC (DM-3300).

#### **4.1.3.10 RUMORE**

Le linee in cavo interrato non costituiscono sorgente di rumore.

#### **4.1.3.11 AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO**

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, le aree impegnate, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto in cavo. Sui fondi di terreno privati interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 4 m a destra e a sinistra dell'asse del cavidotto.

Nella tavola relativa alla planimetria catastale, viene riportato l'asse indicativo del tracciato e le aree potenzialmente impegnate, sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto. I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (e aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nell'elenco allegato, come desunti dal catasto.

In fase di progetto esecutivo dell'opera si procederà alla delimitazione delle aree potenzialmente impegnate dalla stessa con conseguente riduzioni di porzioni di territorio soggette ad asservimento.

#### **4.1.4 ELETTRDOTTO IN CAVO IN AT-132 KV**

La connessione tra la sazione utente di trasformazione condivisa con altri operatori e la SE di Terna, avverrà mediante un cavidotto interrato alla tensione nominale di 132 kV.

##### **4.1.4.1 TRACCIATO**

La connessione tra la Stazione di trasformazione 30/132 kV utente e la stazione di smistamento RTN sarà realizzato tramite cavidotto interrato, con cavo avente una sezione nominale pari a 1600 mmq, alla tensione nominale di 132 kV, per una lunghezza dello scavo di circa **230 m**.

Il tracciato del cavidotto, visibile sulle tavole cartografiche allegate nonché sul paricellare d'esproprio, si sviluppa:

- all'interno dell'area della stazione SEU, per circa 6 m;
- su terreno privato per circa 214 m;
- all'interno dell'area della stazione SE, per circa 10 m.

#### **4.1.4.2 CARATTERISTICHE TECNICHE DEL CAVO IN AT**

Il cavo che si prevede di utilizzare per la connessione della stazione utente di trasformazione allo stallo nella SST è del tipo ARE4H1H5E (o similari) unipolare conforme alle specifiche IEC e CENELEC, i cui cavi unipolari verranno posati in orizzontale nello scavo, opportunamente distanziati tra di loro. Ciascun cavo d'energia sarà formato da:

- un conduttore in alluminio compatto di sezione indicativa calcolata pari a 1600 mmq;
- schermo semiconduttivo sul conduttore;
- isolamento in polietilene reticolato (XLPE);
- schermo semiconduttivo sull'isolamento;
- nastri in materiale igroespandente;
- schermo metallico in rame;
- foglio metallico in alluminio o rame;
- rivestimento in polietilene con grafitatura esterna (PE).

Dal punto di vista costruttivo tale conduttore in alluminio è generalmente tamponato per evitare la accidentale propagazione longitudinale dell'acqua. Sopra il conduttore viene applicato prima uno strato semiconduttivo estruso, poi l'isolamento XLPE e successivamente un nuovo semiconduttivo estruso; su quest'ultimo viene avvolto un nastro semiconduttivo igroespandente, anche in questo caso per evitare la propagazione longitudinale dell'acqua. Gli schermi metallici intorno ai conduttori di fase dei cavi con isolamento estruso hanno la funzione principale di fornire una via di circolazione a bassa impedenza alle correnti di guasto in caso di cedimento di isolamento. Pertanto essi saranno dimensionati in modo da sostenere le massime correnti di corto circuito che si possono presentare. Sopra lo schermo di alluminio viene applicata la guaina aderente di polietilene nera e grafitata avente funzione di protezione anticorrosiva ed infine la protezione esterna meccanica. 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.

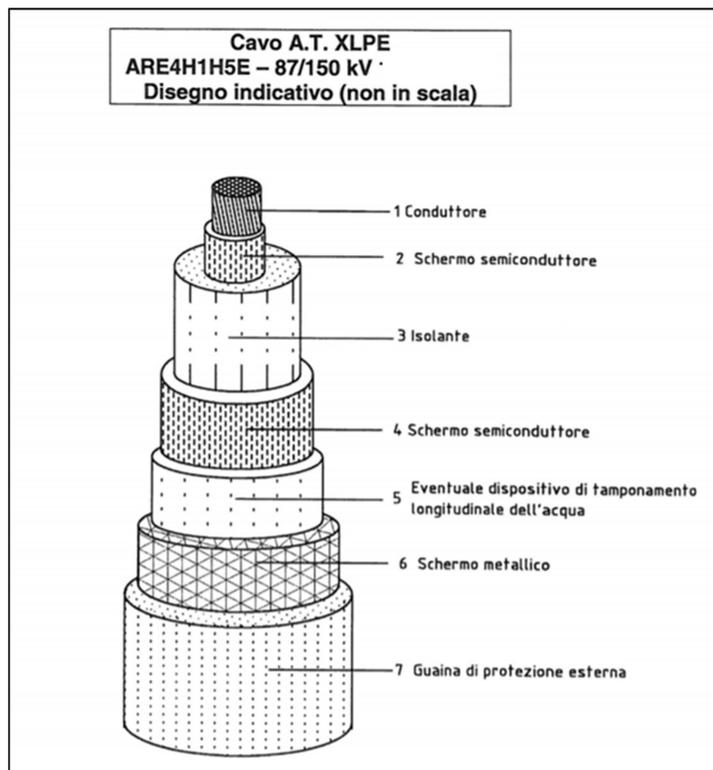


Figura 16 – Caratteristiche tecniche del cavo in AT a 132 kV

#### 4.1.4.3 DIMENSIONAMENTO DEL CAVO IN AT

Il calcolo della sezione del cavo è riportato in dettaglio nella relazione "Calcoli elettrici" allegata al seguente progetto. E' stata scelta una sezione di 1600 mmq, in relazione alla potenza transitante e alla modalità di posa del cavo nello scavo, ad una profondità minima di 1,6 m.

Si riportano di seguito le specifiche elettriche e tecniche del cavo scelto in AT:

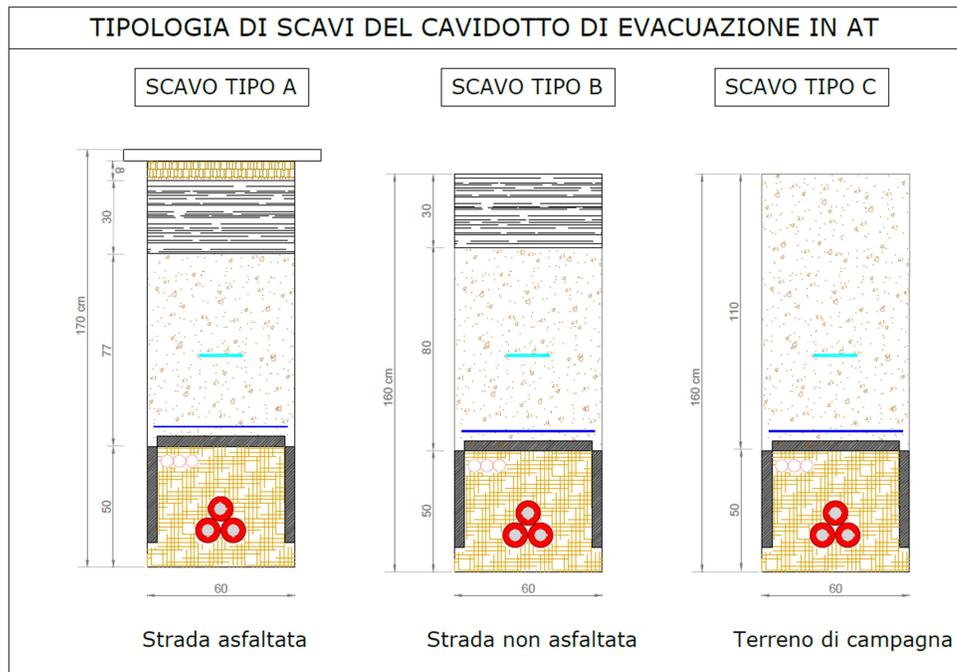
Nominal section area mm <sup>2</sup>	Laying conditions : Trefoil formation				Laying conditions : Flat formation				Nominal section area mm <sup>2</sup>		
	Earthing conditions induced current in the metallic screen $\rho_T$ en K.m/W	Direct burial		In air, in gallery		Earthing conditions induced current in the metallic screen $\rho_T$ en K.m/W	Direct burial			In air, in gallery	
		$\rho_T = 1,0$ T = 20°C	$\rho_T = 1,2$ T = 30°C	T = 30°C	T = 50°C		$\rho_T = 1,0$ T = 20°C	$\rho_T = 1,2$ T = 30°C		T = 30°C	T = 50°C
400 R	With circulating currents	515	445	665	530	Without circulating current	555	480	755	605	400 R
500 R		580	500	765	610		635	550	880	705	500 R
630 R		690	595	920	730		730	630	1 035	830	630 R
800 R		780	670	1065	845		835	715	1225	980	800 R
1000 R	Without circulating current	865	745	1 195	950		930	800	1 375	1 100	1000 R
1200 R		935	800	1 300	1 035		1 010	865	1 515	1 210	1200 S
1600 S		1 130	970	1 630	1 295		1 225	1 050	1 895	1 515	1600 S
2000 S		1 255	1 075	1 845	1 460		1 375	1 175	2 170	1 735	2000 S

Figura 17 – Specifiche tecniche del cavo in AT a 132 kV

#### 4.1.4.4 MODALITÀ DI POSA DEL CAVO IN AT

Il cavo sarà interrato ed installato normalmente in una trincea della profondità minima di 1,6 m, con disposizione delle fasi in orizzontale sullo stesso piano e distanziate tra di loro di due diametri di lunghezza. Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche e/o telefoniche per trasmissione dati. Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'. I cavi saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici. Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. In tal caso la sezione di posa potrà differire da quella normale sia per quanto attiene il posizionamento dei cavi che per le modalità di progetto delle protezioni. Qualora ci siano degli attraversamenti delle opere interferenti, saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17. Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scolarari, corsi d'acqua, ecc.), potrà essere utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC) o di perforazione mediante sistema Microtunneling.

Tra le possibili modalità di collegamento degli schermi metallici sarà utilizzata la cosiddetta modalità del cross bonding, in cui il collegamento in cavo viene suddiviso in tre tratte elementari (o multipli di tre) di uguale lunghezza, generalmente corrispondenti con le pezzature di posa.



*Figura 18 – Sezioni tipiche di scavo e di posa per il cavo in AT a 132 kV*

#### 4.1.4.5 SISTEMI DI TELECOMUNICAZIONI E GIUNTI

Data la lunghezza del collegamento, al fine di migliorare l'affidabilità della connessione, non si prevede l'installazione di giunti. Il sistema di telecomunicazioni per la trasmissione dati tra le stazioni elettriche per:

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

sarà realizzato mediante un cavo con 24 o 48 fibre ottiche. Nella figura 18 seguente è riportato lo schema del cavo f.o. che potrà essere utilizzato per il sistema di telecomunicazioni

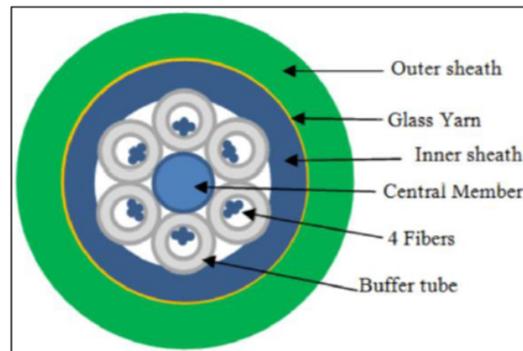


Figura 19 – Caratteristiche del cavo in F.O.

#### 4.1.4.6 CAMPI ELETTROMAGNETICI

Si rimanda alla consultazione dell'elaborato "Relazione campi elettromagnetici".

#### 4.1.4.7 RUMORE

Le linee in cavo in AT interrato non costituiscono sorgente di rumore.

#### 4.1.4.8 AREE IMPEGNATE E FASCE DI RISPETTO

Sui fondi di terreno privati (ivi comprese le strade vicinali), interessati dal tracciato del cavidotto in oggetto, verrà apposta una servitù di elettrodotto per una fascia di 5 m a destra e sinistra dell'asse del cavidotto. Nella tabella sottostante sono riportate le profondità di posa minime prescritte su strade urbane, extraurbane, in terreno agricolo ed in roccia in funzione del livello di tensione e della disposizione impiantistica. La profondità di posa "d" tra la superficie del suolo e la generatrice inferiore dei cavi non deve essere inferiore alle profondità riportate in tabella:

Profondità di posa dei cavi "d" (m)						
Tipologia di posa	Tensione massima					
	170 kV		245 kV		420 kV	
	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio
Posa in terreno agricolo	Non prevista	1,60	1,50	1,60	1,50	Non prevista
Posa su strade urbane ed extraurbane	Non prevista	1,50	1,40	1,50	1,40	Non prevista
Posa in roccia	Non prevista	1,30	1,30	1,30	1,30	Non prevista

Tabella 3 – Profondità minime di posa dei cavi in AT

- A1 – Posa in terreno agricolo – cavo 132 kV in piano:

viene realizzata con scavo della profondità di 160 cm e larghezza 70 cm, con letto di posa in cemento magro a resistività termica controllata, scheda tecnica TERNA UX LK50, dello spessore di 10cm. Posato il cavo vengono posate le lastre di protezione in cemento armato, scheda tecnica UX LK20/3 sui 2 lati ed UX LK20/1 superiormente, previo riempimento per 40cm di cemento magro a resistività controllata. Come ulteriore elemento di segnalazione va applicata, immediatamente sopra la lastra di protezione, la rete in PVC arancione del tipo delimitazione cantieri che può essere sostituita da lastre di ferro striato 4+2 mm. Nella fase di riempimento con materiale inerte o altro materiale idoneo bisogna posare a circa 40 cm di profondità il nastro in PVC di segnalazione rosso;

- B1 – Posa su strade urbane ed extraurbane – cavo 132 kV in piano:

viene realizzata con scavo della profondità di 170 cm e larghezza 70 cm, con letto di posa in cemento magro a resistività termica controllata, scheda tecnica TERNA UX LK50, dello spessore di 10cm. Posato il cavo vengono posate le lastre di protezione in cemento armato, scheda tecnica UX LK20/3 sui 2 lati ed UX LK20/1 superiormente, previo riempimento per 40 cm di cemento magro a resistività controllata. Come ulteriore elemento di segnalazione va applicata, immediatamente sopra la lastra di protezione, la rete in PVC arancione del tipo delimitazione cantieri che può essere sostituita da lastre di ferro striato 4+2 mm. Nella fase di riempimento con materiale inerte o altro materiale idoneo bisogna posare a circa 40cm di profondità il nastro in PVC di segnalazione rosso, nonché i ripristini stradali.

#### **4.1.5 STAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE MT/AT-30/132 KV (SEU)**

Verrà realizzata una nuova stazione utente di trasformazione MT/AT 30/132 kV condivisa con altri produttori, ciascuno avente un proprio stallo in AT collegato in parallelo alla sbarra comune, condividendo uno stallo in uscita ed il cavo in AT interrato per la connessione alla nuova stazione di smistamento della RTN, SE. La nuova stazione utente condivisa sarà ubicata nel Comune di Camerino (MC) in località "Arcofiato", su un terreno adiacente la nuova SE, **nel Foglio 63 e Particella 49. In particolare la SEU interesserà un'area totale di circa 3.085 mq.** La posizione è stata individuata tenendo conto delle esigenze tecniche, economiche e dell'opportunità ambientale di minimizzare la lunghezza delle connessioni con la Stazione SE, le quali saranno realizzate mediante cavo interrato in AT a 132 kV. Nella tavola allegata FLS-CLD-IE.07 sono riportate sia la planimetria elettromeccanica che le sezioni della stazione utente MT/AT con i relativi raccordi e lo stallo dedicato all'interno della Stazione RTN.

**Nella figura sottostante sono riportate: la posizione della stazione utente di trasformazione MT/AT, della nuova Stazione della RTN, del cavidotto in AT interrato di connessione condiviso con altri produttori. Sono inoltre visibili sia l'impianto storage che i nuovi raccordi in entra-esce (in rosso e in verde).**



Figura 20 – Stralcio su ortofoto aree: SEU, BESS, SE, raccordi aerei e cavidotto AT

Di seguito sono riportati i componenti elettrici che compongono lo stallo della stazione utente di trasformazione relativa al progetto:

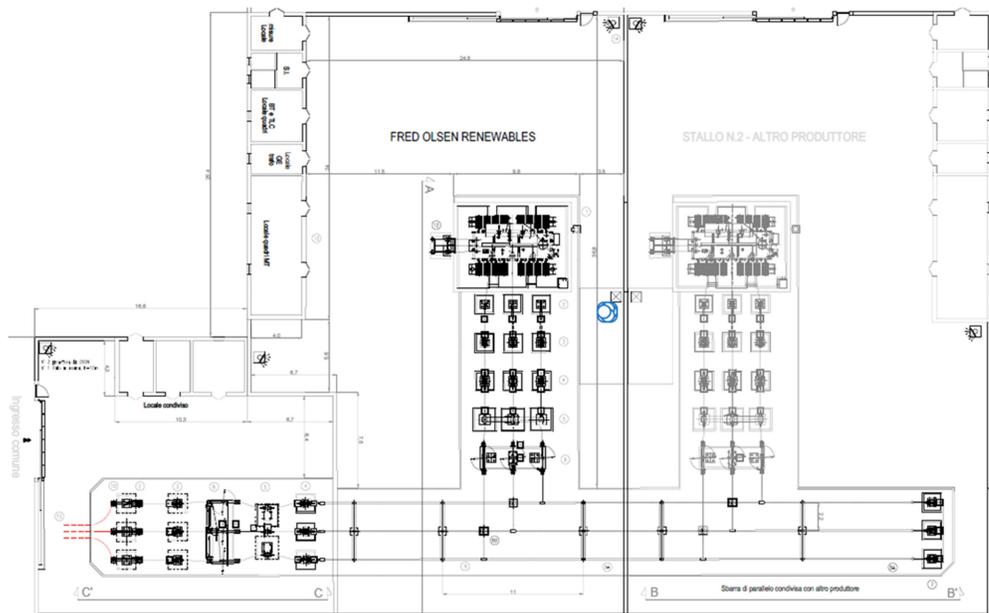
- N°1 montante di linea/trasformazione MT/AT, 30/132 KV composto dai seguenti dispositivi elettrici:
  - N° 1 trasformatore trifase di potenza pari a circa 60/80 MVA, 132/30 kV, ONAN/ONAF, gruppo vettoriale YNd11, provvisto di commutatore sotto carico lato AT (132 ±10x1,25%/30 kV), con cassonetto di contenimento cavi MT e dimensioni circa: 6.8x4.6x5.5 m;
  - N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco;170 kV completi di conta scariche, installati sia a protezione del trasformatore
  - N° 1 terna di trasformatori di tensione induttivi TVI per esterno, con rapporto 132000: √3 - 100: √3 V, 10 VA cl. 0.2;
  - N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA- 5P20, 20 VA-5P20;
  - N° 1 interruttore tripolare, 170 kV;
  - N° 1 sezionatore tripolare orizzontale 170 kV;
- N°1 stallo di parallelo condiviso con altr produttori;

- N° 1 sbarra di parallelo AT con stallo di uscita condiviso.

Lo stallo di parallelo condiviso sarà così composto:

- N° 1 terna di trasformatori di tensione capacitivi TVC per esterno collegati sulle sbarre di parallelo, con rapporto  $150000: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3} - 100: \sqrt{3} - 100:3$  V, 50 VA-Cl.0.5, 50 VA-Cl.0.5, 50 VA-3P;
- N° 3 trasformatori di corrente TA; 200-400/5-1-1-1 A, 20 VA-0.2, 20 VA-0.5, 30 VA-5P20, 20 VA-5P20;
- N°1 interruttore tripolare, 170 kV;
- N° 1 sezionatore tripolare 170 kV;
- N° 1 terna di trasformatori di tensione, 170 kV
- N° 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno ad ossido di zinco, 170 kV completi di conta scariche;
- N°1 terna di terminali cavo 170 kV.

Nella figura seguente è rappresentata la planimetria della nuova Stazione utente di trasformazione MT/AT 30/132 kV condivisa con altri produttori:



**Figura 21 – Planimetria della stazione utente di trasformazione MT/AT condivisa**

Nella tavola allegata FLS-CLD-IE.03 è rappresentato lo schema elettrico unifilare di connessione della Stazione utente di trasformazione allo stallo dedicato all'interno della Stazione RTN.

#### **4.1.5.1 OPERE CIVILI**

##### ▪ EDIFICIO QUADRI UTENTE

Nella stazione è previsto un edificio, ubicato in corrispondenza dell'ingresso del quale si riportano pianta sezioni e prospetti nella tavola allegata FLS-CLD-IE.06, avente le dimensioni di circa di circa 24,0x4,6 m con altezza di circa 3,0 m suddiviso in diversi locali, contenenti i quadri MT e BT, i sistemi di misura, di telecomunicazione, il trafo aux, i servizi igienici. La superficie coperta dell'edificio è di circa 110,4 mq e la cubatura riferita al piano piazzale è di circa 331,2 mc. Il suddetto fabbricato sarà realizzato con struttura portante in c.a. e con tamponatura esterna in mattoni semiforati intonacati con serramenti metallici. La copertura verrà realizzata con tetti piani di caratteristiche simili a quelle adoperate in zona.

##### ▪ STRADE E PIAZZOLE

Sarà prevista una strada d'accesso alla stazione utente condivisa, dalla strada vicinale "di Arcofiato", di larghezza non inferiore a 3 m e tale da consentire il transito di mezzi da cantiere, che si svilupperà perimetralmente all' area della stazione consentendo l'accesso ai vari stalli dei produttori. Verrà inoltre realizzata una fascia di servizio perimetrale, esternamente alla recinzione della stazione, per eventuali opere di stabilizzazione e regimazione delle acque e per manutenzione.

La pavimentazione stradale interna all'area della stazione, verrà realizzata in conglomerato bituminoso artificiale. Le piazzole per l'installazione delle apparecchiature saranno ricoperte con adeguato strato di ghiaione stabilizzato; tali finiture superficiali contribuiranno a ridurre i valori di tensione di contatto e di passo effettive in caso di guasto a terra sul sistema AT.

##### ▪ FONDAZIONI E CUNICOLI CAVI

Le fondazioni dei sostegni sbarre, delle apparecchiature e degli ingressi di linea in stazione, sono realizzate in calcestruzzo armato gettato in opera; per le sbarre e per le apparecchiature, con l'esclusione degli interruttori, potranno essere realizzate anche fondazioni di tipo prefabbricato con caratteristiche, comunque, uguali o superiori a quelle delle fondazioni gettate in opera. Le caratteristiche delle fondazioni sono riportate nei disegni allegati. Le coperture dei pozzetti e dei cunicoli facenti parte delle suddette fondazioni, saranno in PRFV con resistenza di 2000 daN. I cunicoli per cavetteria saranno realizzati in calcestruzzo armato gettato in opera, oppure prefabbricati; le coperture in PRFV saranno carrabili con resistenza di 5000 daN.

##### ▪ INGRESSO E RECINZIONE

Per l'ingresso alla stazione di trasformazione del parco eolico in oggetto, è previsto un cancello carrabile largo almeno 7,0 m inserito fra pilastri e ature in conglomerato cementizio armato. La recinzione perimetrale sarà realizzata in calcestruzzo ed avrà un'altezza minima da terra di circa 2,5 m ed un larghezza di circa 0,3 m e dovrà essere conforme alla norma CEI 99-2.

#### ▪ SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE E FOGNARIE

Per la raccolta delle acque meteoriche sarà realizzato un sistema di drenaggio superficiale che convoglierà la totalità delle acque raccolte dalle strade e dai piazzali in appositi collettori (tubi, vasche di prima pioggia, pozzi perdenti, ecc.). Lo smaltimento delle acque meteoriche, è regolamentato dagli enti locali; pertanto, a seconda delle norme vigenti, si dovrà realizzare il sistema di smaltimento più idoneo, che potrà essere in semplice tubo, da collegare alla rete fognaria mediante sifone o pozzetti ispezionabili, da un pozzo perdente, da un sistema di sub-irrigazione o altro.

#### ▪ VASCA DI RACCOLTA OLIO

Il trasformatore sarà alloggiato sopra una vasca di raccolta olio opportunamente dimensionata destinata a raccogliere il liquido isolante del trasformatore in caso di perdita (Norma CEI 99-2), oltre all'acqua piovana. La vasca sarà collegata ad un impianto disoleatore al fine di separare le acque meteoriche dagli oli. Nella tavola allegata FLS-CLD-IE.08 è rappresentata la planimetria della vasca.

#### ▪ ISOLAMENTO IN AT E CC

I livelli di isolamento prescritti per la sottostazione 150/30 kV, in funzione dei valori normali di tensione massima dei dispositivi sono:

- 750 kVcr a impulso atmosferico e di 325 kV a f.i. con distanze minime di isolamento in aria fase-terra e fase-fase di 1,5 m, per l'isolamento esterno;
- 650 kVcr a impulso atmosferico e di 275 kV a f.i. per gli isolamenti interni.

L'impianto elettrico in stazione dovrà essere progettato in modo da sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da correnti di corto circuito, in conformità a quanto previsto nelle vigenti Norme CEI. Il valore della corrente di corto circuito trifase per il dimensionamento della sezione a 132 kV previsto dalle prescrizioni (potere interruzione interruttori, corrente di breve durata dei sezionatori e TA, caratteristiche meccaniche degli isolatori portanti, sbarre e collegamenti) è pari 31,5 kA. Le correnti previste circolanti sul sistema sbarre saranno di circa 2000 A, mentre per gli stalli di trasformazione, di circa 1250 A. caratteristiche dei dispositivi in MT

- Tensione di esercizio del sistema 30 Kv
- Tensione massima 36 Kv
- Tensione di tenuta a frequenza industriale 70 kV
- Tensione di tenuta ad impulso atmosferico 170 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale sulle sbarre principali 1250 A
- Corrente nominale sbarre di derivazione 630 A
- Potere di interruzione degli interruttori 20 kA
- Corrente nominale di picco 40 kA
- Corrente nominale di breve durata 16 kA x 1 s

#### **4.1.5.2 TRASFORMATORE MT/AT 30/132 KV**

Il trasformatore trifase in olio per la trasformazione da media ad alta tensione, avrà una potenza nominale pari a circa 60/80 MVA (ONAN/ONAF), con tensione primaria 132 kV e secondaria 30 kV, e sarà costruito secondo le norme CEI 14-4, con nuclei magnetici a

lamierini al Fe e Si a cristalli orientati a bassa cifra di perdita ed elevata permeabilità. Gli avvolgimenti verranno tutti realizzati con conduttori in rame elettrolitico E Cu 99.9%, ricotto o ad incrudimento controllato, con isolamento in carta di pura cellulosa. Allo scopo di mantenere costante la tensione dell'avvolgimento secondario al variare Lo smaltimento dell'energia termica prodotta nel trasformatore per effetto delle perdite nel circuito magnetico e negli avvolgimenti elettrici sarà del tipo ONAN/ONAF (circolazione naturale dell'olio e dell'aria/circolazione naturale dell'olio e forzata dell'aria). Le casse d'olio saranno in acciaio elettrosaldato con conservatore e radiatori, gli isolatori passanti in porcellana ed il riempimento con olio minerale esente da PCB o, a richiesta, con fluido isolante siliconico ininfiammabile. Il trasformatore sarà inoltre dotato di una valvola di svuotamento dell'olio a fondo cassa, una valvola di scarico delle sovrappressioni sul conservatore d'olio, livello olio, pozzetto termometrico, morsetti per la messa a terra della cassa, golfari di sollevamento, rulli di scorrimento orientabili. Il peso complessivo del trasformatore è stimabile attorno alle 50 t.

Di seguito le caratteristiche costruttive del trasformatore:

- Tipo immerso in olio
- Tipo di servizio continuo
- Raffreddamento ONAN/ONAF
- Potenza nominale 60/80 MVA
- Temperatura ambiente 40 °C
- Classe di isolamento A
- Tensioni a vuoto
  
- Primario 132kV  $\pm 10 \times 1,25\%$
- Secondario 30 kV
  
- Frequenza 50 Hz
- Connessione Stella + n/triangolo
- Gruppo di connessione YNd11

#### 4.1.5.3 SERVIZI AUSILIARI

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata, composti dalle utenze della stazione per le quali sarà necessario garantire il funzionamento normale, avverrà tramite un trasformatore ausiliario. Sarebbe opportuno prevedere una seconda alimentazione (di emergenza), tramite un gruppo elettrogeno per l'alimentazione delle utenze principali compresa l'illuminazione dell'area.

L'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua (110 V) deve avere un campo di variazione compreso tra +10% -15%. Lo schema di alimentazione dei servizi ausiliari in c.c. sarà composto da un complesso raddrizzatore/batteria in tampone, dimensionato in modo tale da poter alimentare l'intero carico dell'impianto. Il raddrizzatore dovrà essere dimensionato per erogare la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di mantenimento che di carica), quest' ultima deve essere in

grado di assicurare la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di almeno 12 ore.

#### **4.1.5.4 GRUPPO ELETTROGENO**

E' prevista l'installazione di un gruppo elettrogeno (GE) per l'alimentazione di emergenza inserito sulla sbarra principale del quadro BT in c.a. in caso di mancanza dell'alimentazione principale, avente una potenza minima di 15 kW. Il GE sarà inserito in modo automatico tramite l'automatismo alloggiato all'interno dell'apposito quadro a seguito dello stesso GE.

#### **4.1.5.5 CONTATORE DI ENERGIA ELETTRICA**

All'interno del locale misure deve essere installato in un apposito pannello a parete in poliestere, un dispositivo di misura per la misura fiscale e commerciale dell'energia elettrica prodotta e/o assorbita dall'impianto di produzione nel punto di scambio AT, che deve essere composto da:

- un contatore bidirezionale di energia attiva (classe 0,2s) e reattiva (classe 0,5s);
- un modem GSM con antenna dual band per l'installazione all'esterno;
- software per l'interfacciamento e la tele lettura del contatore da remoto;
- morsettiere di prova per i circuiti voltmetrici e amperometrici in esecuzione sigillabile.

Il complesso misura (contatore, TA e TV) saranno provvisti di relativa certificazione di verifica e taratura per uso Terna/UTF.

#### **4.1.5.6 ILLUMINAZIONE ESTERNA**

L'illuminazione esterna del quadro all'aperto sarà realizzata con n. 3 proiettori montati su pali in fibra di vetro di altezza pari ad almeno 10 metri. I proiettori sono del tipo con corpo in alluminio, grado protezione IP65, con lampade a ioduri metallici 400 W. I pali saranno collocati lungo la recinzione in modo da mantenere le distanze imposte dalla norma CEI 11- 1 verso le parti in tensione. Il valore medio di illuminamento in prossimità delle apparecchiature di manovra sarà di 30 Lux, che sarà verificato in fase esecutiva dal calcolo illuminotecnico, diversamente da quanto previsto nella presente specifica in fase di progettazione esecutiva dovranno essere apportate eventuali modifiche correttive. L'accensione dell'impianto di illuminazione deve essere prevista da una fotocellula esterna in esecuzione stagna IP65 per l'accensione automatica del 50% delle lampade al mancare della luce diurna (illuminazione notturna). Le altre lampade saranno accese manualmente in caso di controlli e manutenzione sulle apparecchiature AT.

#### **4.1.5.7 IMPIANTO ANTINCENDIO**

Nella stazione di trasformazione utente 30/150kV è prevista la realizzazione di un sistema per lo spegnimento di incendi del trasformatore, conforme alle norme UNI EN 12845, UNI 10779 e UNI 11292.

Tale sistema sarà realizzato in prossimità dell'ingresso della stazione e sarà collegato a un sistema di pompe che, convogliando l'acqua in pressione a un'apposita manichetta allocata in prossimità del trasformatore dimensionata per una portata di circa 100 lt/min. L'impianto, di tipo interrato, sarà composto da una riserva idrica (vasca) prefabbricata in cemento armato vibrato, a pianta regolare, ed un locale tecnico.

#### **4.1.5.8 UNITÀ PERIFERICA SISTEMA DI MONITORAGGIO E DIFESA**

Per quanto previsto dal Codice di Rete (Piano di difesa del sistema elettrico) sarà installata l'Unità Periferica del sistema di Distacco e Monitoraggio (UPDM) destinata ad eseguire le funzioni di distacco automatico, telescatto, monitoraggio segnali e misure, così come richiesti dal Centro Remoto di Telecontrollo (CRT) di Terna. L'apparecchiatura UPDM è un sistema di telecontrollo basato su protocollo 60870-5-104 realizzato in accordo con le specifiche di Terna e avente la funzione di difendere e mantenere equilibrata la rete elettrica nazionale. Per realizzare questa funzione si occuperà di acquisire misure e informazioni ausiliarie e di attuare comandi di armamento e di distacco/modulazione di carichi/produttori.

#### **4.1.5.9 SISTEMA DI TELECONTROLLO**

È previsto un sistema di automazione, telecontrollo e teleconduzione della stazione 30/132 kV per la gestione in remoto secondo i requisiti minimi di seguito elencati:

- visualizzazione in locale e in remoto dello stato degli interruttori con possibilità di comando;
- visualizzazione in locale e in remoto di tutte le misure istantanee rilevanti (tensioni, correnti, fattori di potenza, potenze, contatori di energia, velocità e direzione del vento);
- visualizzazione in locale e in remoto di grafici storici delle misure di maggiore rilevanza;
- visualizzazione in locale e in remoto delle oscillografie;
- visualizzazione in locale e in remoto degli allarmi e degli eventi di sottostazione;
- telesegnalazione degli allarmi e degli eventi di sottostazione a mezzo e-mail e/o SMS;
- telesegnalazione periodica dei principali dati di produzione a mezzo e-mail e/o SMS;
- interfacciamento con il sistema di monitoraggio del gestore della rete tramite protocollo IEC 60870-5-104.

#### **4.1.5.10 RETE DI TERRA**

La rete di terra dell'impianto ha lo scopo di:

- avere sufficiente resistenza meccanica e resistenza alla corrosione;
- sopportare, da un punto di vista termico, le più elevate correnti di guasto prevedibili;
- evitare danni a componenti elettrici;
- garantire la sicurezza delle persone contro le tensioni che si manifestano sugli impianti per effetto delle correnti di guasto a terra.

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. Il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni a 132 kV e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto di 31,5 kA per 0,5 sec.

Dal valore delle correnti di guasto a terra, della durata del guasto e da misure della resistività del terreno, sarà possibile verificare la rispondenza dell'impianto di terra alla normativa vigente. Pertanto, la progettazione esecutiva dell'impianto di terra sarà eseguita secondo i dati delle correnti di guasto che Terna metterà a disposizione e da misure della resistività del terreno. In questa fase di progettazione definitiva, non avendo a disposizione tali dati ma avendo conoscenza del sito e dei dati sperimentali, si può ipotizzare che il dispersore sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame di sezione minima pari a 150 mm<sup>2</sup> interrata ad una profondità di circa 1 m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 50522 e CEI EN 61936-1.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante quattro corde di rame con sezione minima di 125 mm<sup>2</sup>.

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati, con raggio di curvatura di almeno 8 m.

Per la messa a terra dell'edificio quadri sarà predisposto un anello perimetrale di collegato alla maglia di terra. A tale collettore verranno collegati i conduttori di messa a terra provenienti dalla struttura del fabbricato e dai dispositivi elettrici, avente una sezione minima tale da garantire la resistenza meccanica e la corrosione, scelta in base a quanto indicato dalla norma CEI 11-1 Allegato A, considerando le dimensioni minime ammissibili.

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI 99-3.

In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra in accordo all'Allegato C della Norma CEI 99-3;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui all'allegato B della Norma CEI 99-3.

Il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$S = \frac{I}{k} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}}}$$

dove:

- S è la sezione minima del conduttore di terra in mmq;
- I è la corrente del conduttore in Ampere, 40 KA;
- t è la durata in secondi del tempo di guasto pari a 0,5 sec;
- K =226 [A · √s/mmq]

β=234,5 °C

θi = 20 °C

θf= 300 °C

Si otterrà una sezione teorica di 145 mmq, con la scelta della sezione commerciale di 150 mmq. In alternativa, tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 120 mm<sup>2</sup>.

## 5. OPERE DI RETE-132 KV

Come indicato nella Soluzione Tecnica Minima Generale di Terna SpA, bisogna realizzare una SE di smistamento a 132 kV e le relative opere di connessione alle linee aeree esistenti. **Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici delle opere di rete allegati al seguente progetto e nello specifico alle relazioni: "FLS-CLD-LAT-LR01-Relazione tecnica illustrativa elettrodotti 132 kV" e "FLS-CLD-LAT-GR01-Relazione tecnica generale", che descrive la planimetria elettromeccanica della nuova SE di smistamento.**

## 6. IMPIANTO DI ACCUMULO O BESS

L'impianto di accumulo verrà realizzato in un' area all' interno del comune di Camerino (MC), adiacente la stazione elettrica di trasformazione MT/AT (SU), a cui verrà connessa in MT e con la quale condividerà lo stallo di trasformazione MT/AT 30/132 kV con l'impianto eolico in progetto.

Il sistema di accumulo in oggetto impiegherà celle elettrochimiche assemblate in moduli e racks e posizionati dentro appositi container metallici denominati Battery Container o BC. Le singole celle saranno collegate elettricamente tra di loro in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli, a loro volta, verranno collegati in serie ed in parallelo tra loro ed assemblati in appositi armadi in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente. Le batterie del sistema di accumulo potranno essere ricaricate direttamente dall' impianto eolico oppure dalla rete elettrica.

Il sistema di accumulo BESS sarà composto dai seguenti principali elementi principali:

- n°14 Battery Container (BC), ognuno costituito da un banco batterie della potenza nominale di 1.428,6 kW da 5.760,0 MWh, per un'energia massima fornita pari a 80,64 MWh;

- n°7 Cabine di trasformazione-inverter o PCS ciascuna con potenza nominale di circa 3,450 MVA, composta da n.1 inverter, un trasformatore BT/MT 0,8/30, quadri BT ed MT;
- n°1 Auxiliary Container;
- n°1 Cabina di Raccolta Storage (CRS);

Dal punto di vista elettrico, il BESS sarà suddiviso in n.2 sottocampi:

- il primo, composto da n.8 BC che verranno connessi in coppia con la rispettiva PCS, le cui n.4 unità, saranno collegate tra di loro mediante cavidotti interrati in MT a 30 kV opportunamente dimensionati ed infine con la cabina di raccolta storage;
- il secondo, costituito da n.6 BC collegati a coppia con la rispettiva PCS. Tutte le n.3 unità PCS verranno connesse tra di loro attraverso cavidotti interrati in MT a 30 kV opportunamente dimensionati ed infine con la cabina di raccolta storage.

Dalla CRS partirà una linea in cavidotto interrato a 30 kV sulla quale verrà trasportata l'energia elettrica dal sistema di accumulo verso i quadri MT (ubicati nella cabina quadri della SU) in fase di scarica delle batterie e viceversa, dai quadri MT verso l'impianto BESS, in fase di ricarica.

Si rimanda, per maggiori dettagli, alla relazione tecnica del sistema di accumulo allegata al seguente progetto: FLS-CLD-RTS.

## **7. SICUREZZA NEI CANTIERI**

I lavori si svolgeranno secondo la normativa vigente in materia, di cui al Testo Unico Sicurezza del D.lgs. 9 Aprile 2008, n. 81 e sue modifiche e integrazioni. Pertanto, ai sensi della predetta normativa, in fase di progettazione esecutiva si provvederà a nominare un coordinatore per la progettazione abilitato che redigerà il Piano di Sicurezza e di Coordinamento e il fascicolo. Successivamente, in fase di realizzazione dell'opera, sarà nominato un coordinatore per l'esecuzione dei lavori, anch'esso abilitato, che vigilerà durante tutta la durata dei lavori sul rispetto da parte delle ditte appaltatrici.

## **8. RISPARMIO DI COMPOSTIBILE ED EMISSIONI VIETATE IN ATMOSFERA**

Lo scopo del presente paragrafo è quello di descrivere la tipologia e l'entità degli impatti sulle diverse componenti ambientali nelle fasi di costruzione, esercizio e dismissione dell'impianto in progetto.

### **8.1 ATMOSFERA**

L'area circostante il sito d'impianto non è interessata da insediamenti antropici significativi o da infrastrutture di carattere tecnologico che possano compromettere la qualità dell'aria, ma destinata quasi esclusivamente ad attività agro-pastorali.

In considerazione del fatto che gli impianti eolici non producono alcuna emissione aeriforme, non sono previste interferenze con il comparto atmosfera in fase di esercizio che, anzi, considerando una scala più ampia, non potrà che beneficiare delle mancate emissioni riconducibili alla generazione di energia tramite questa fonte rinnovabile.

Durante la vita operativa dell'impianto pertanto non si avrà alcuna emissione di inquinanti, salvo quella che potrà derivare dall'occasionale transito di veicoli per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Si considera pertanto che ciascun kWh eolico sia accompagnato da una quantità di emissioni di inquinanti così piccola da poter essere trascurata, se confrontata con la situazione del kWh convenzionale. E' infatti noto che la produzione di energia elettrica mediante l'utilizzo di combustibili fossili comporta l'emissione di gas serra e di sostanze inquinanti in quantità variabili in funzione del combustibile, della tecnologia di combustione e del controllo dei fumi. Tra queste sostanze la più rilevante è la CO<sub>2</sub>, il cui progressivo aumento in atmosfera potrebbe contribuire all'estendersi dell'effetto serra. Altri gas dannosi sia per la salute umana che per il patrimonio storico e naturale sono la SO<sub>2</sub> e gli NO<sub>x</sub> (ossidi di azoto).

Considerando l'intero ciclo di vita (LCA) dei materiali per realizzare gli aerogeneratori e gli impianti fino allo smaltimento dei rifiuti in discarica al termine dell'operatività, il carico totale delle emissioni è di almeno un ordine di grandezza più basso della quantità di emissioni specifiche che accompagnano la produzione dei kWh convenzionali.

Le emissioni prodotte sono essenzialmente concentrate nella fase di realizzazione industriale (realizzazione dei materiali, lavorazione, assemblaggio) ed in quella di montaggio (installazione aerogeneratori, opere civili ed elettriche).

Durante le fasi di costruzione e di smantellamento si realizzeranno movimenti di terra per l'apertura di percorsi, depositi, spianamenti, ecc. Ciò implicherà un aumento della polvere sospesa che comunque rimarrà confinata nella zona circostante in cui è stata emessa. Il traffico di macchinari e veicoli pesanti comporterà inoltre l'emissione in atmosfera di particelle inquinanti (CO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub> e composti organici volatili) ma il numero di camion utilizzati sarà esiguo e, comunque, limitato nel tempo.

Ad ogni modo tale problematica può essere limitata umidificando le aree di lavoro ed i cumuli di materiale, limitando la velocità dei mezzi sulle strade non asfaltate, bagnando le strade non asfaltate nei periodi secchi, predisponendo la telonatura per i mezzi di trasporto di materiali polverulenti.

Nel caso specifico dell'impianto in progetto, con una produzione netta complessiva del parco di circa 158,0 GWh annui, corrispondenti a circa 2634 ore equivalenti alla massima potenza (come riportato all'interno del documento Studio anemologico (FLS-CLD-SA), possono essere calcolate le emissioni evitate in termini di gas inquinanti che verrebbero rilasciati in atmosfera in conseguenza del processo di produzione del medesimo quantitativo di energia utilizzando fonti convenzionali, quali i derivati del petrolio o gas naturali.

Nella tabella seguente vengono riportati i benefici positivi in termini di inquinamento evitato.

<b>DETERMINAZIONE DELL'INQUINAMENTO EVITATO</b>			
Ore funzionamento equiv.	<b>2634</b>		
Produzione annuale (kWh)	<b>15800000</b>		
<b>RISPARMIO ANNUALE DI EMISSIONI DI CO2 (Tn)</b>			
	MAX (Tn)	MIN (Tn)	MEDIA (Tn)
BIOSSIDO DI CARBONIO	197500	118500	158000
<b>RISPARMIO ANNUALE DI EMISSIONI DI ALTRI INQUINANTI (Tn)</b>			
INQUINANTI	MAX (Tn)	MIN (Tn)	MEDIA (Tn)
BIOSSIDO DI ZOLFO	1.264	790	1.027
OSSIDO DI AZOTO	948	474	711
PARTICELLE DI POLVERE	142	63	103
CENERI	11.060	6.320	8.690
TOTALE	13414	7.647	10.531
<b>RISPARMIO ANNUALE TOTALE DI EMISSIONI DI INQUINANTI (Tn)</b>			
<b>TOTALE</b>	<b>210914</b>	<b>126147</b>	<b>168531</b>
<b>TONNELLATE EQUIVALENTI DI PETROLIO RISPARMIATE</b>			<b>13588</b>
<b>BARILI DI PETROLIO RISPARMIATI</b>			<b>99600</b>
<b>METRI CUBICI DI GAS NATURALI RISPARMIATI</b>			<b>15336368</b>

*Tabella 4 - Inquinamento evitato*

In definitiva, il processo di produzione di energia elettrica da fonte eolica è un processo totalmente pulito con assenza di emissioni in atmosfera per cui la qualità dell'area e le condizioni climatiche che ne derivano non verranno alterate dal funzionamento dell'impianto proposto.