

EMILIE WIND SRL

Parco Eolico “EMILIE” sito nel Comune di Casalfiumanese (BO)

Relazione Tecnica Elettrica

Luglio 2023



Committente:

EMILIE Wind srl

EMILIE Wind srl

Via Sardegna, 40

00187 Roma

P.IVA/C.F. 16666851007

Titolo del Progetto:

Parco Eolico "EMILIE" sito nel Comune di Casalfiumanese (BO)

Documento:

Relazione tecnica elettrica

N° Documento:

IT-VesEMI-PGR-ELE-TR-01

Progettista:



Ing. Domenico Teta



Rev	Data Revisione	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
00	Luglio 2023	Prima emissione	P.Concas	C.Ometto	D.Teta

Sommario

1. Premessa	5
2. Normative di riferimento	6
3. Descrizione generale dell'impianto	7
4. Stazione di trasformazione 380/36 kV del produttore	8
4.1. UBICAZIONE ED ACCESSI.....	9
4.2. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE	10
4.3. Principali caratteristiche della stazione	10
4.4. Disposizione elettromeccanica	11
4.5. Servizi ausiliari	11
4.6. Impianto di terra.....	12
4.7. Fabbricati	12
4.8. Sistema spegnimento incendi	13
5. Infrastruttura a 36 kV.....	14
5.1. Profondità di posa e disposizione cavi	15
6. Aereogeneratori.....	16
6.1. Generatore eolico	16
6.2. Convertitore di macchina	16
6.3. Trasformatore di macchina	17
6.4. Quadri 36 kV aerogeneratori	17
6.5. Sistema di controllo (SCADA)	17
7. Descrizione, caratteristiche delle cabine elettriche di smistamento.....	19
7.1. Scomparti a media tensione (36 kV)	19
7.2. Servizi ausiliari in cabina elettrica	20
7.3. Misura energia elettrica	20
7.4. Contatore-registratore elettronico	21
8. Messa a terra	22

Acronimi

AT	Alta tensione
MV	Medio voltaggio
RTN	Rete di trasmissione nazionale
SE	Stazione Elettrica
STMG	Soluzione Tecnica Minima Generale
WTG	Wind Turbine Generator

1. Premessa

La Società Emilie Wind Srl con sede in Roma alla Via Sardegna n.40 intende realizzare un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile (eolico) della potenza di 40,5 MW da localizzare nel Comune di Casalfiumanese (BO) e, pertanto, ha fatto richiesta alla società Terna per il rilascio della Soluzione Tecnica Minima Generale per le modalità di connessione alla RTN.

La Società Terna ha rilasciato la STMG Cod. pratica 202201735 del 21.07.2022 indicando le opere elettriche necessarie per la connessione alla RTN che l'impianto eolico dovrà essere collegato in antenna a 36 kV sulla sezione di una nuova stazione di trasformazione 380/36 kV della RTN inserire entra – esce alla direttrice RTN "Colunga – Calenzano", previa ricostruzione a 380 kV della direttrice stessa come previsto dall'intervento 302-P del Piano di Sviluppo Terna.

Alla nuova stazione RTN 380/36 kV andrà poi ricollegata in doppia antenna a 380 kV l'attuale stazione di San Benedetto del Querceto, previo riclassamento a 380 kV previsto dall'intervento 302-P del Piano di Sviluppo Terna.

Lo scopo del presente lavoro, come richiesto da Terna, è lo studio di un progetto di pre-fattibilità per la localizzazione della nuova stazione 380/36 kV e dei raccordi in linea aerea a 380 kV alla linea in progetto "Colunga-Calenzano".

La descrizione delle opere previste si può rilevare dagli elaborati di progetto allegati alla presente relazione.

2. Normative di riferimento

Nel seguito sono riportate le norme tecniche di riferimento del progetto in questione:

- IEC 60502-2: “Cavi di alimentazione con isolamento estruso e relativi accessori per tensioni nominali da 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) fino a 30 kV ($U_m = 36$ kV) - Parte 2: Cavi per tensioni nominali da 6 kV ($U_m = 7,2$ kV) fino a 30 kV ($U_m = 36$ kV)”;
- IEC 60287: “Electric cables – Calculation of the current rating (12/2006)”;
- 1. Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 – “Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità”;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 – “Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica”;
- Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28 – “Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE”;
- Decreto Legislativo 31 marzo 1998, n. 112 – “Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed agli enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59”;
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 – “Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne”;
- DM 29/05/2008 – “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 – “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- Norma CEI 20-13 ed aggiornamenti: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- CEI EN 61936-1 (Classificazione CEI 99-2): impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- CEI EN 50522 (Classificazione CEI 99-3): Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;

3. Descrizione generale dell'impianto

Il sistema elettrico dell'impianto eolico è costituito da:

- Sottostazione elettrica realizzata secondo prescrizioni STMG Terna;
- Linea interrata a 36 kV per il collegamento della stazione di trasformazione produttore alla cabina B;
- Cavidotti a 36 kV per il collegamento degli aerogeneratori alle cabina A e cabina B di smistamento;
- N° 9 aerogeneratori di potenza nominale pari a 4,5 MW completi di tutte le apparecchiature di comando, controllo e protezione.

4. Stazione di trasformazione 380/36 kV del produttore

L'energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori viene convogliata tramite cavidotti a 36 kV alla stazione di trasformazione 380/36 kV del produttore, dove la tensione viene innalzata da 36 kV a 380 kV. La configurazione della stazione con isolamento in aria indicata da Terna, proprio per le difficoltà nella individuazione del sito, è minima a sette passi di sbarra necessari per i seguenti stalli:

- N.2 stalli per l'entra-esce alla linea "Colunga-Calenzano" in progetto;
- N.2 stalli per il parallelo;
- N. 2 per gli ATR 380/36 kV;
- N. stallo linea 380 kV.

Di seguito si riporta un'immagine del layout della pianta elettromeccanica della stazione ipotizzata, contenente gli elementi minimi indicati da Terna, che si estende per un'area di 210x195 metri pari a 40.950 mq, comprensiva di una fascia di rispetto di 10 metri a partire dalla recinzione.

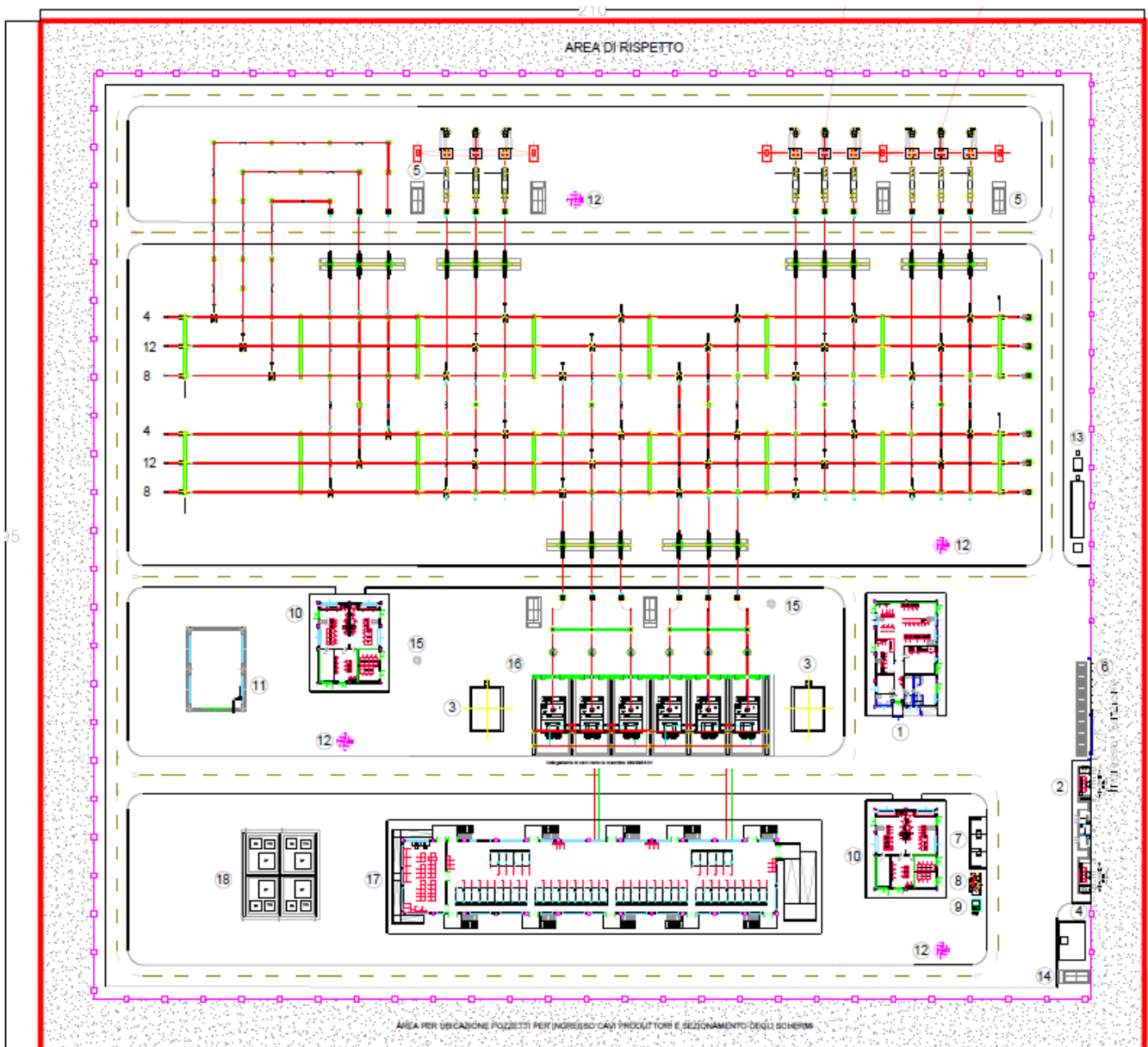


Figura 1 : Layout elettromeccanico

4.1. UBICAZIONE ED ACCESSI

La nuova stazione di trasformazione di Terna 380/36 kV sarà realizzata nel comune di Monterenzio in provincia di Bologna sulle particelle 126, 321 e 90 del foglio di mappa N. 39.

Per l'accesso alla nuova Stazione di trasformazione di Monterenzio sarà predisposto apposito passo carrabile sulla strada comunale denominata via Campagne che diparte dalla SP N.7 (Via Idice) (cfr. elaborato IT-VDEMI-PRG-ELE-PREF-15). Al fine di garantire l'accesso in sicurezza dei mezzi coinvolti

nelle operazioni di costruzione e manutenzione, saranno previsti opportuni interventi di adeguamento della viabilità esistente ed in particolare del Ponte sull'Idice che si sviluppa a all'estremità di Via Campagne che si congiunge alla SP7.

La stazione sarà predisposta con apposito accesso carraio con cancello ed un varco pedonale come da unificazione TERNA.

Nei pressi dell'accesso alla nuova stazione verrà realizzato il punto di consegna per l'alimentazione MT e i servizi di telefonia TLC come richiesto dai Distributori di zona.

Per quanto riguarda la stazione elettrica e i raccordi aerei la stessa non interferisce con altri impianti e/o attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

4.2. DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE OPERE

La nuova Stazione Elettrica di Monterenzio sarà composta da una sezione a 380 kV e una sezione 36 kV; all'interno della stazione saranno installati n. 2 trasformatori 380/36 kV da 250 MVA, come riportato sulla planimetria elettromeccanica.

4.3. Principali caratteristiche della stazione

- Tensione massima sezione 380 kV: 420 kV
- Frequenza nominale: 50 Hz

Correnti limite di funzionamento permanente:

- Stallo TR 380 kV: 2000 A
- Potere di interruzione interruttore 380 kV: 63 kA
- Corrente di breve durata 380 kV: 63 kA
- Condizioni ambientali limite: -25/+40 ° C

Salinità di tenuta superficiale degli isolamenti:

- Elementi 380 kV: 40 g/l
- Tenuta alla corrente di cortocircuito (lato 36 kV): ≥ 20 kA per 1,0 s
- Livello di isolamento apparecchiature 36 kV: $U_r = 40,5$ kV.

4.4. Disposizione elettromeccanica

La sezione a 380 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria a doppio sistema di sbarre e sarà costituita da 7 passi sbarra destinati a:

- N. 3 stalli linea;
- N. 2 stalli TR 380/36KV
- N. 2 stalli parallelo sbarre;

Ogni “montante linea” (o “stallo linea”) sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore SF6, sezionatore di linea orizzontale con lame di terra, TV e TA per protezioni e misure.

Il montante parallelo sbarre sarà equipaggiato con sezionatori di sbarra verticali, interruttore in SF6 e TA per protezione e misure.

Le linee 380 kV afferenti alla stazione si atterranno su sostegni portale di altezza utile pari a 21 m; l'altezza massima delle altre parti d'impianto (sbarre a 380 kV) sarà di 11,80 m.

La Sezione 36 kV del tipo unificato Terna sarà costituita da:

- un edificio quadri diviso in una sala quadri in cui saranno collocati gli scomparti a 36kV completi di tutti gli organi di controllo, protezione e misura e una sala controllo in cui sono localizzate le apparecchiature per i servizi ausiliari in CC e CA;
- Arrivo secondari dei 3 TR 380/36 kV da 250/125/125 MVA Yn/d/d.
- Bobine Petersen di compensazione della corrente di guasto a terra collegate alle sbarre 36kV.
- Celle 36 kV per la connessione delle linee di impianti di utenti. Su ogni cella si potrà connettere un unico utente.

4.5. Servizi ausiliari

Sono previsti due edifici per i Servizi Ausiliari (S.A.), uno per la sezione 380 kV e uno per la sezione 36 kV. Saranno alimentati da trasformatori MT/BT derivati dalla rete MT locale ed integrati da un gruppo elettrogeno di emergenza che assicuri l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza di tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

4.6. Impianto di terra

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto. e dimensionatai termicamente per una corrente di guasto di 63 kA per 0,5 sec. Essa sarà costituita da una maglia realizzata in corda di rame interrata ad una profondità di circa $0,7\pm 0,8$ m composta da maglie regolari di lato adeguato. Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 50522 e CEI EN 61936-1.

4.7. Fabbricati

Nell'impianto sarà prevista la realizzazione dei seguenti edifici:

Edificio Comandi e controllo 380 kV

L'edificio Comandi (vedi elaborato) sarà formato da un corpo di dimensioni in pianta di 20,80 X 12,20 m ed altezza fuori terra di 4,65 m.

L'edificio contiene i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione e i vettori, gli uffici ed i servizi igienici per il personale di manutenzione, nonché un deposito.

Edifici Servizi Ausiliari e Servizi Generali (SA e SG)

Si prevedono N.2 edifici per Servizi Ausiliari e generali. Ciascun edificio, sarà a pianta rettangolare, con dimensioni di 16 x 12,6 m ed altezza fuori terra di 4,65 m. La costruzione sarà dello stesso tipo dell'edificio Comandi ed ospiterà le batterie, i quadri M.T. e B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari ed il gruppo elettrogeno d'emergenza.

Edificio Quadri 36kV

L'edificio quadri 36 kV sarà a pianta rettangolare, con dimensioni di circa 71,30 x 14,40 m ed altezza fuori terra di 7,2 m. L'edificio è composto da una sala quadri 36 kV in cui saranno localizzati gli scomparti 36 kV completi di tutti gli organi di controllo, protezione e misura, e da una sala controllo in cui sono localizzate le apparecchiature per i servizi ausiliari in CC e CA.

Edificio Magazzino

L'edificio magazzino (vedi elaborato sarà a pianta rettangolare, con dimensioni di 16 x 11 m ed altezza fuori terra di 6,5 m.

Punto di consegna MT e TLC

Il punto di consegna sarà destinato ad ospitare i quadri contenenti i Dispositivi Generali ed i quadri arrivo linea e dove si attesteranno le due linee a media tensione di alimentazione dei servizi ausiliari della stazione e le consegne dei sistemi di telecomunicazioni.

Chioschi per apparecchiature elettriche

I chioschi sono destinati ad ospitare i quadri di protezione, comando e controllo periferico.

4.8. Sistema spegnimento incendi

Nella stazione è previsto di realizzare un sistema per lo spegnimento di incendi costituito da una vasca interrata per il contenimento di acqua di idonea capacità, circa 30 mc, da realizzare in prossimità dell'ingresso stazione collegata ad un sistema di pompe che all'occasione convoglieranno l'acqua in pressione ad apposite manichette allocate in prossimità dei trasformatori.

5. Infrastruttura a 36 kV

Cavidotti per l'interconnessione tra i vari aerogeneratori e il collegamento degli stessi al quadro MT 36 kV della stazione di trasformazione 380/36 kV produttore saranno realizzati in cavo tipo ARE4H5E aventi le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale: 20,8/36 kV;
- Temperatura massima di esercizio: 90°C;
- Temperatura minima di esercizio: -15°C;
- Temperatura massima di cortocircuito: 250°C;
- Adatto alla posa interrata anche non protetta, in conformità all'art. 4.3.11 della norma CEI 11-17;
- Conduttore: alluminio;
- Isolamento: miscela di polietilene reticolato (qualità DIX 8);
- Schermo: nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale;
- Guaina: polietilene colore rosso (qualità DMP 2);

Con le seguenti sezioni:

- ARE4H5E 3x1x70mmq
- ARE4H5E 3x1x95mmq
- ARE4H5E 3x1x120mmq
- ARE4H5E 3x1x240mmq
- ARE4H5E 3x1x630mmq

I percorsi saranno realizzati principalmente su strada asfaltata e strada sterata, i cavi verranno protetti in tubo corrugato e posati in un letto di sabbia.

La rete di media tensione a 36 kV sarà composta da tre circuiti con posa completamente interrata. Il tracciato planimetrico della rete è mostrato nel documento 08_IT-VesEMI-PGR-ELE-DW-02- Percorso cavi MT e tracciato cavi di connessione.

Nelle tavole allegate vengono anche riportate le indicazioni della lunghezza dei cavidotti e la sezione corrispondenti ai vari tratti di cavidotti dei tre circuiti della rete MT; di ciascuna sezione viene descritta la modalità e le caratteristiche di posa interrata.

5.1. Profondità di posa e disposizione cavi

I cavi verranno posati con una protezione meccanica (tubo corrugato) ed un nastro segnalatore. Sulle strade pubbliche la profondità di posa dovrà essere comunque non inferiore a 1,20 m previa autorizzazione della Provincia. I cavi verranno posati in una trincea scavata a sezione obbligata.

6. Aereogeneratori

Il parco eolico è composto da N°9 aereogeneratori di potenza nominale pari a 4 , 5 MW completi di tutte le apparecchiature di comando, controllo e protezione.

6.1. Generatore eolico

I generatori eolici (Wind Turbine Generator – WTG) che verranno installati sono caratterizzati da una torre di sostegno tubolare alla cui estremità è collegato il rotore tripala opportunamente accoppiato al gruppo di conversione elettromeccanica ospitato dalla navicella.

Il generatore elettrico che attua la conversione elettromeccanica all'interno della turbina eolica, è un generatore asincrono trifase ad induzione connesso alla rete attraverso un convertitore "full-scale".

Il generatore è caratterizzato da 6 poli con la possibilità di lavorare in un range di frequenze 0-100 Hz e con tensione statorica pari a 3 x 800 V alla velocità nominale.

Il range di velocità operativa è individuato dall'intervallo 1450-1550 rpm.

La struttura dell'alloggiamento del generatore consente la circolazione dell'aria di raffreddamento sia all'interno dello statore che del rotore, inoltre la quota principale di calore generato dalle perdite viene rimosso da uno scambiatore di calore aria-acqua.

6.2. Convertitore di macchina

Prima di immettere l'energia elettrica in rete è necessario che le grandezze elettriche siano coerenti con i valori di esercizio della rete stessa. In particolare la frequenza in uscita dal generatore dipende dalla velocità di rotazione del rotore e dal numero di coppie polari. Per garantire la frequenza lato rete costante, occorre interporre un convertitore che gestisca il generatore e le caratteristiche dell'intera potenza elettrica generata.

Il convertitore è caratterizzato da un primo stadio in cui si convertono le grandezze elettriche in uscita dal generatore che sono a frequenza variabile in grandezze continue e da un secondo stadio in cui le grandezze elettriche continue sono convertite in grandezze alternate a frequenza di rete. Oltre a gestire la frequenza, il convertitore consente di gestire i livelli di potenza attiva e reattiva desiderati (e altri parametri di connessione alla rete) adatti alla rete. Il convertitore associato alle caratteristiche del generatore eolico suddetto è un sistema di conversione su larga scala (full-scale) con potenza nominale apparente 5300 kVA, posizionato nella navicella con tensione nominale di rete 720 V. Invece,

la tensione lato generatore è nominalmente di 800V, ma dipende ovviamente dalla velocità del generatore.

6.3. Trasformatore di macchina

La torre eolica sarà dotata di un trasformatore di macchina BT/MT 720V/36 kV 5300 kVA mediante il quale viene innalzata la tensione al valore di esercizio del sistema in media tensione di 36 kV.

Il tutto fa capo ad un quadro di torre, che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove è ubicato, ha la funzione di “entra-esce” all’interno del sottogruppo di aerogeneratori di cui fanno parte. Inoltre, si prevede un trasformatore per i servizi ausiliari BT/BT 50 kVA 720V/400V, derivato dal primario del trasformatore elevatore.

6.4. Quadri 36 kV aerogeneratori

Per i quadri di media tensione degli aerogeneratori si identificano due configurazioni:

1. Quadro MT terminale che collega l’ultimo aerogeneratore del ramo al relativo circuito di appartenenza.
2. Quadro MT che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove è ubicato, ha la funzione di collegamento dei due aerogeneratori che costituiscono il relativo circuito di appartenenza al quadro MT della stazione 380/36 kV produttore.

6.5. Sistema di controllo (SCADA)

Per controllare l’intero impianto eolico sarà impiegato un sistema SCADA.

Il sistema SCADA massimizza l’energia elettrica prodotta dagli aerogeneratori - nel rispetto dei loro limiti operativi - per mezzo di un controllo e di una diagnostica delle grandezze fisiche del sistema, registrando i dati operativi dell’impianto.

Sarà quindi possibile avere a disposizione tutte le cause di malfunzionamento, lo stato di tutte le apparecchiature, il rapporto tra erogazione della potenza e velocità del vento, stime ecc.

Nel caso di malfunzionamento che causa allarme, sarà immediatamente generato un segnale che sarà inviata a personale preposto al controllo o tramite sms o email.

Il sistema SCADA è costituito essenzialmente da un Personal Computer di tipo industriale che ha la funzione di server dell’impianto eolico collegato agli aerogeneratori tramite cavi in fibra ottica.

Tutti i dati relativi agli aerogeneratori sono quindi memorizzati sul Server e saranno utilizzati per creare report personalizzati e messaggi di avviso per gli operatori.

Si possono quindi visualizzare i report e controllare l'impianto eolico da PC in postazioni remote collegate al Server da una rete locale, da una connessione Internet protetta o da un Modem.

7. Descrizione, caratteristiche delle cabine elettriche di smistamento

Per collegare il parco eolico saranno necessarie due cabine di smistamento che avranno l'obiettivo di collettare e parallelare i 9 aereogeneratori previsti e collegarli alla nuova sottostazione elettrica, maggiori dettagli possono essere recuperati nello schema unifilare generale, documento 07_IT-VesEMI-PGR-ELE-DW-01. Tutti i quadri saranno a tensione unificata 36kV con potere di interruzione a 25kA.

La cabina elettrica A raggruppa 7 generatori ed è posizionata alla base dell'aereogeneratore 7bis e conterrà i seguenti dispositivi principali:

- n°2 scomparti di linea per i generatori;
- n°1 scomparto trasformatore ausiliario;
- n°1 scomparto di partenza;
- n°1 scomparto misura M2;

La cabina elettrica B raggruppa 2 generatori ed è posizionata alla base dell'aereogeneratore 11bis e conterrà i seguenti dispositivi principali:

- n°1 scomparti di linea per i generatori;
- n°1 scomparto trasformatore ausiliari;
- n°1 scomparto di partenza provvisto di Dispositivo Generale , dispositivo di interfaccia e controllore centrale di impianto;
- n°1 scomparto di arrivo dalla cabina A;
- n°1 scomparto misura M1 e M2;
- n°2 scomparti per predisposizione reattanze di compensazione;

7.1. Scomparti a media tensione (36 kV)

Da punto di vista della struttura, queste celle saranno del tipo metallico con isolamento in area o in SF₆, per installazione all'interno.

Le apparecchiature con le quali sarà dotata ogni tipo di cella è la seguente:

- Scomparti trasformatori e linee:
 - Corrente di sbarra: 1250 A – 630 A
 - 1 sezionatore tripolare
 - 1 interruttore automatico
 - Sezionatore di terra

- 3 trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione
 - Scomparto TV sbarre
- 1 sezionatore sottocarico
- Fusibili
- Sezionatore di terra
- 3 trasformatori di tensione

7.2. Servizi ausiliari in cabina elettrica

I servizi ausiliari saranno alimentati da un trasformatore da 100 kVA, installato in apposito armadio, avente le seguenti caratteristiche:

- Trifase isolato in resina
- Potenza nominale: 160 kVA
- Tensioni primaria: $36\pm 2,5\pm 5+7,5\%$ kV
- Tensione secondaria (trifase): 0,420 kV
- Connessioni: Zig-zag / Stella
- Gruppo di connessione: ZNyn11

7.3. Misura energia elettrica

L'energia esportata e importata del parco si misurerà nel punto di connessione con la rete del Gestore. La misura sarà effettuata tramite i tre trasformatori di tensione induttivi dedicati e i tre trasformatori di corrente (dai secondari di classe di precisione 0,2).

Caratteristiche degli apparati di misura:

- Trasformatori di tensione:
 - Prestazione nominale: 50VA
 - Classe di precisione: 0.2
- Trasformatori di corrente: 400/5-5-5-5 A
 - Prestazione nominale: 30VA

7.4. Contatore-registratore elettronico

Tipo: contatore bidirezionale

Precisione di misura: Energia attiva (classe 0.2) / Energia reattiva (classe 0.5)

Entrate: 3 x 100:√3 V e 3 x 5 A

N° Registri: 6 (Attiva + Attiva - Reattiva Induttiva + Reattiva Induttiva - Reattiva Capacitiva + Reattiva Capacitiva)

Comunicazioni: via modem GSM, incorporato nel contatore-registratore.

8. Messa a terra

Tutti gli elementi metallici dell'impianto saranno connessi alla rete di terra, rispettando le prescrizioni nella CEI 99-2.

Si conetteranno a terra (protezione delle persone contro contatto indiretto) tutte le parti metalliche normalmente non sottoposte a tensione, ma che possano esserlo in conseguenza di avaria, incidenti, sovratensione o tensione indotta. Per questo motivo si conetteranno alla rete di terra:

- le carcasse dei trasformatori, motori e altre macchine;
- le carpenterie degli armadi metallici (controllo e celle MT);
- gli schermi metallici dei cavi MT;
- le tubature ed i conduttori metallici.