

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA  
"SAN PANCRAZIO TORREVECCHIA" DI POTENZA PARI A 34,50 MW

REGIONE PUGLIA  
PROVINCIA di BRINDISI

COMUNE di SAN PANCRAZIO SALENTINO

Località: Masserie Corte Finocchio, Torre Vecchia e Campone

OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI: San Pancrazio S. (BR) Erchie (BR) ed Avetrana (TA)

PROGETTO DEFINITIVO  
Id AU H4QPRN5

Tav.:

Titolo:

R04

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE  
ELETTRICHE

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato

N.A.

A4

H4QPRN5\_DocumentazioneSpecialistica\_04

Committente:

STC S.r.l.



Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce  
Tel. +39 0832 1798355  
studiocalcarella@gmail.com - fabio.calcarella@gmail.com

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio CALCARELLA



*Fabio Calcarella*

**TOZZIgreen**

Via Brigata Ebraica, 50 - 48123 Mezzano (RA)  
Tel. +39 0544 525311 - Fax +39 0544 525319  
pec: tozzi.re@legalmail.it - www.tozziholding.com

Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
16 febbraio 2018	Prima emissione	STC	FC	TOZZI GREEN S.p.a.



## **RELAZIONE TECNICA OPERE ELETTROMECCANICHE**

### **Sommario**

1	Generalità .....	2
2	Descrizione generale dell'impianto eolico .....	2
3	Aerogeneratore .....	5
3.1	Quadro MT a base torre .....	5
4	Linee MT .....	7
5	Fibra Ottica .....	8
6	Stazione Elettrica Utente .....	10
6.1	Quadro MT .....	10
6.2	Apparecchiature AT .....	11
6.3	Trasformatore MT/AT .....	11
6.4	Gruppo elettrogeno .....	11
7	Protezioni .....	12
8	Esercizio dell'impianto .....	13
9	Servizi di Sistema .....	14
9.1	Regolazione di Potenza attiva .....	14
9.2	Regolazione di Potenza reattiva .....	14
9.3	Inserimento graduale della potenza immessa in rete .....	14
9.4	Telescatto e Teleriduzione .....	15
10	Controllo dell'impianto di produzione .....	16
11	Misure e loro sistemi di trasmissione - RTU .....	17
11.1	Misura dell'Energia Prodotta .....	17
11.2	Misura dell'energia scambiata con la RTN .....	17
11.3	Misura consumi ausiliari Stazione Utente .....	18
11.4	Teletrasmissione delle misure - RTU .....	18
12	Rete di Terra .....	19
13	Impianto protezione scariche atmosferiche (LPS) .....	20
13.1	Calate .....	20
13.2	Dispersore .....	20
13.3	Ancoraggi e giunzioni .....	20
13.4	LPS interno .....	20
13.4.1	Collegamenti equipotenziali per corpi metallici interni .....	20
13.4.2	Collegamenti equipotenziali per impianti interni .....	21



## 1 Generalità

**Tipologia:** Progetto impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica

**Proprietà:** Tozzigreen S.p.a. con sede in via Brigata Ebraica, 50 – Mezzano (RA), di seguito denominato Utente o Produttore

**Iter autorizzativo:** Procedura di VIA ai sensi della L.R. 11/01 della Regione Puglia e Procedura di Autorizzazione Unica ai sensi del D.lgs 387/03, che dovrà essere sempre rilasciata dalla Regione Puglia.

**Ubicazione:** Comune di San Pancrazio Salentino (BR)

**Potenza:** 34,50 MW (n. 10 aerogeneratori da 3,45 MW)

**Connessione alla RTN:** in antenna alla Stazione Elettrica TERNA ERCHIE

**Nome del progetto di impianto eolico:** San Pancrazio Torrevecchia

**Entrata in esercizio (previsione):** febbraio 2020

## 2 Descrizione generale dell'impianto eolico

Il parco eolico di *San Pancrazio Salentino (BR)* è costituito da 10 aerogeneratori, tipo V136-3.45 MW, 50/60 Hz – Mode 0 – *Blades with serrated trailing edge* con potenza unitaria pari a 3,45 MW, per potenza complessiva installata di 34,50 MW. Gli aerogeneratori saranno installati su torri tubolari di altezza pari a 132 m ed il rotore avrà diametro di 136 m.

L'impianto di generazione è ubicato totalmente nel territorio comunale di San Pancrazio Salentino (BR). Rispetto all'area di impianto gli abitati più vicini sono: 1,5 km a nord-est San Pancrazio Salentino (Zona Ind.le) – BR; 2,4 km a nord-est San Pancrazio Salentino (Centro abitato) – BR; 4,5 km a nord-ovest Erchie (BR); 4,5 km a sud-ovest Avetrana (TA); 9,7 km a sud località Punta Prosciutto nel Comune di Porto Cesareo (LE); 10,5 km a ovest Manduria (TA); 11 km a est Guagnano (LE).

Il Parco Eolico sarà costituito da n. 10 aerogeneratori (suddivisi in 2 sottocampi) elettricamente connessi tra loro secondo la modalità entra-esci. Ciascun generatore eolico produrrà energia elettrica alla tensione di 690 V c.a. All'interno di ciascuna torre sarà installato un trasformatore 0,69/30 kV per la trasformazione di detta corrente alla tensione di 30 kV. Gli aerogeneratori saranno collegati fra loro in entra – esce e tutta l'energia da loro prodotta sarà convogliata, sempre a 30 kV, verso la Sottostazione Elettrica di Trasformazione Utente (SSE).

Nella SSE utente avverrà l'innalzamento di tensione 30/150 kV dell'energia elettrica proveniente (tramite linea MT in cavo interrato) dal Parco Eolico e la successiva consegna (alla RTN) dell'energia prodotta.

Tutti gli impianti in bassa e media tensione saranno realizzati secondo le prescrizioni della norma CEI 11-1, con particolare riferimento alla scelta dei componenti, della disposizione circuitale, degli schemi elettrici, della sicurezza di esercizio, e della segnalazione mediante appositi segnali monitori.

I criteri di esercizio degli impianti saranno conformi alle prescrizioni delle norme CEI EN50110-1 e 50110-2, e concordati con il gestore della rete pubblica.

È previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in corrispondenza del nodo rappresentato dalla SE TERNA di Erchie (in agro di Erchie - BR), nelle immediate vicinanze della quale sarà realizzata una Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di trasformazione e consegna. Il cavidotto in media tensione di connessione Parco Eolico – SSE Utente sarà interrato ed interesserà i territori comunali di San Pancrazio Salentino (BR), Avetrana (TA) ed Erchie (BR). La connessione tra SSE Utente - SE TERNA Erchie avverrà in cavo interrato AT a 150 kV ed avrà una lunghezza di circa 50 m.

In estrema sintesi l'impianto di generazione è costituito da:

- N. 10 Aerogeneratori asincroni trifase Vestas V136-3.45 MW, 50/60 Hz – Mode 0 – *Blades with serrated trailing edge* di potenza nominale pari a 3,45 MW ciascuno, tensione di macchina 690 V, collegati elettricamente fra loro e suddivisi in due sottocampi;



**STC S.r.l.**

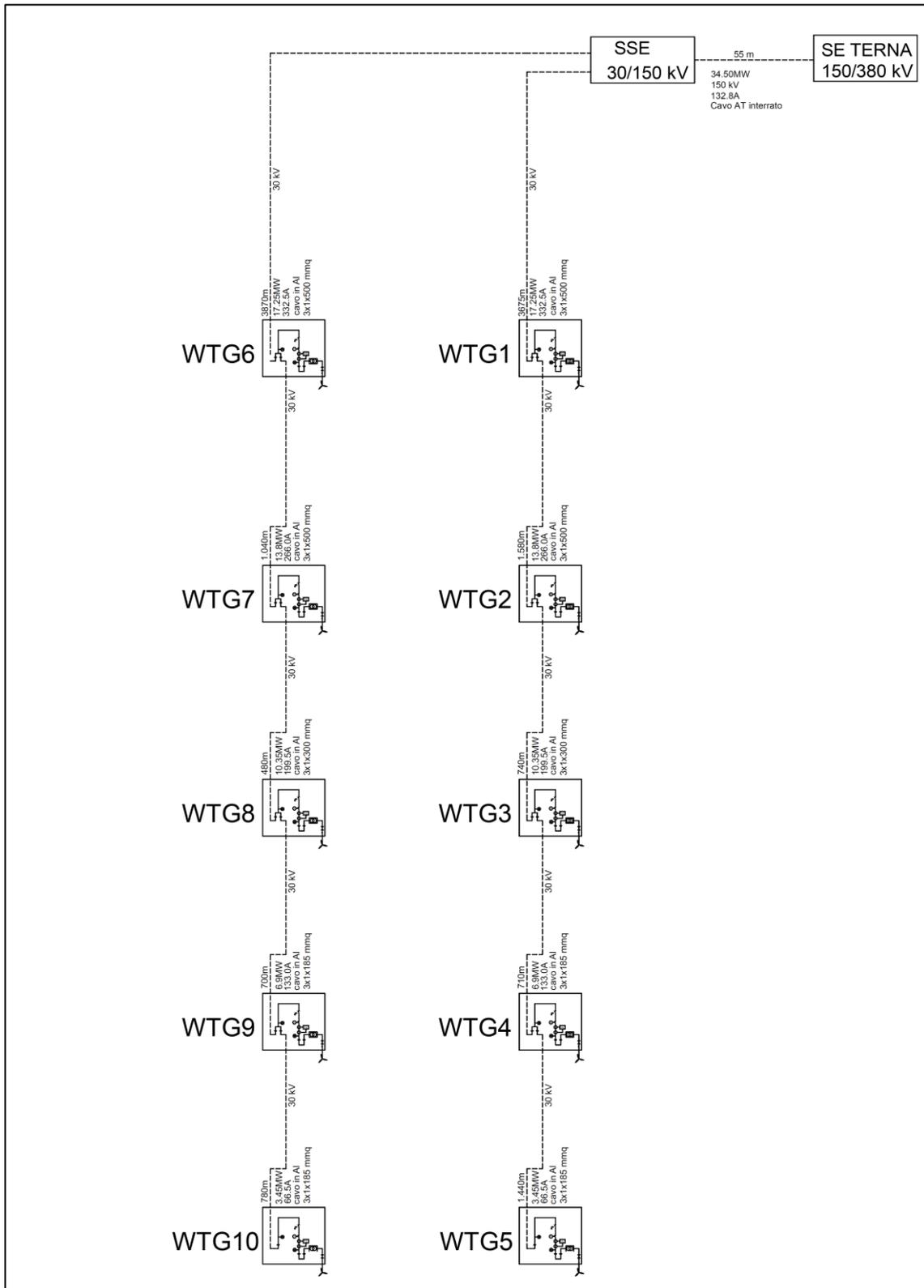
Via V.M. Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

- Un sistema di cavi MT a 30 kV interrati per il collegamento fra gli aerogeneratori e tra questi e la Stazione Elettrica Utente;
- Una Stazione Elettrica Utente in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 30 kV), la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV), in cui è installato un trasformatore elevatore 30/150 kV, potenza minima 40 MW, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra;
- Gruppi di Misura (GdM) dell'energia prodotta, a loro volta costituiti dagli Apparecchi di Misura (AdM) e dai trasduttori di tensione (TV) e di corrente (TA). Particolare rilievo assumono a tal proposito il punto di installazione degli AdM, il punto e le modalità di prelievo di tensione e corrente dei relativi TA e TV, la classe di precisione dei singoli componenti del GdM;
- Apparecchiature elettriche di protezione e controllo BT, MT, AT ed altri impianti e sistemi che rendono possibile il sicuro funzionamento dell'intera installazione e le comunicazioni al suo interno e verso il mondo esterno, in gran parte installati all'interno della SSE Utente.

L'intero impianto eolico di generazione è da considerarsi quale officina elettrica ai sensi dell'art. 54 comma 1 del Testo unico sulle accise (D.lgs 26 ottobre 1995, n. 504 e s.m.i.), di seguito qui richiamato:

*“L'officina è costituita dal complesso degli apparati di produzione, accumulazione, trasformazione e distribuzione dell'energia elettrica esercitati da una medesima ditta, anche quando gli apparati di accumulazione, trasformazione e distribuzione sono collocati in luoghi distinti da quelli in cui si trovano gli apparati di produzione, pur se ubicati in comuni diversi”.*

Di seguito si riporta lo schema a blocchi del Parco Eolico e lo schema di collegamento elettrico fra gli aerogeneratori e la SSE di connessione.



*Schema a blocchi Parco Eolico*



### 3 Aerogeneratore

È prevista, al momento, l'installazione di aerogeneratori Vestas V136-3.45 MW, 50/60 Hz – Mode 0 – *Blades with serrated trailing edge*, con caratteristiche elettriche rispondenti alle specifiche indicate nell'Allegato A17 del Codice di rete.

I generatori eolici che verranno installati saranno caratterizzati, dal punto di vista elettrico, dai seguenti dati tecnici:

AEROGENERATORE	V136-3.45 MW, 50/60 Hz – Mode 0 – <i>Blades with serrated trailing edge</i>
Potenza nominale P <sub>n</sub>	3.450 kW
Potenza apparente nominale S <sub>n</sub>	3.450 kVA
Tensione nominale U <sub>n</sub>	690 V
Frequenza	50 Hz, 60 Hz
Senso di rotazione	Orario
Numero delle pale	3

Il generatore è asincrono a doppia alimentazione a quattro poli. La regolazione di potenza è realizzata attraverso variazioni di velocità del passo.

L'energia meccanica prodotta dal rotore tramite l'albero lento, il moltiplicatore di giri e l'albero veloce viene trasmessa al generatore tripolare asincrono che di fatto converte l'energia meccanica in energia elettrica ad una tensione di 690 V in c.a. Tutte queste apparecchiature sono alloggiare nella navicella, posizionata sulla torre tubolare in acciaio di altezza pari a 132 m.

A valle del generatore, sempre nella navicella, è installato il trasformatore 0,69/30 kV per l'elevazione di tensione. Il collegamento tra generatore e trasformatore (all'interno della navicella) avviene con 6 conduttori per fase della sezione di 300 mmq (0,5/1 kV 15x1x300 mm).

Dal trasformatore un cavo MT flessibile (18/30 kV 3x95mmq), con un percorso verticale (di circa 130 m) all'interno della torre tubolare, si atterra sul sezionatore MT installato alla base della torre (sulla prima piattaforma). Il cavo MT flessibile corre all'interno di una guida, ancorata alla scala verticale interna della torre tubolare.

#### 3.1 Quadro MT a base torre

A seconda della posizione dell'aerogeneratore nel Parco Eolico insieme all'interruttore MT di protezione del trasformatore, sulla piattaforma più bassa, sono installati altri componenti MT a formare un vero e proprio quadro MT. La configurazione del quadro MT a base torre dipende dalla posizione dell'aerogeneratore nello schema unifilare del parco eolico: avremo aerogeneratori in posizione di *Fine Linea*, in posizione *Intermedia* e in posizione di *Diramazione*.

##### Posizione di Fine linea

Quadro MT costituito da sezionatore di linea e interruttore di protezione del trasformatore con relè. Tale configurazione è presente negli aerogeneratori:

- WTG10



- WTG5

*Posizione Intermedia*

Quadro MT costituito da due sezionatore di linea e un interruttore di protezione del trasformatore con relè.  
Tale configurazione è presente negli aerogeneratori:

- WTG9
- WTG8
- WTG7
- WTG6
- WTG4
- WTG3
- WTG2
- WTG1

<b>TIPOLOGIA DI QUADRI MT INSTALLATI A BASE TORRE SCHEMI UNIFILARI MODULI QUADRO</b>	
<b>Aerogeneratori 10-5 (Posizione di fine linea)</b>	<b>Aerogeneratori 9-8-7-6-4-3-2-1 (Posizione intermedia)</b>
<b>N.1 SEZIONATORE LINEA + N.1 INTERR. PROTEZ. TRAF0</b>	<b>N.2 SEZIONATORI LINEA + N.1 INTERR. PROTEZ. TRAF0</b>



## 4 Linee MT

Le linee MT interne al parco eolico, di connessione tra gli aerogeneratori e tra questi e la SSE, saranno realizzate con cavi direttamente interrati. La posa interrata avverrà ad una profondità di 1,1- 1,2 m. L'utilizzo di cavi tipo airbag con doppia guaina in materiali termoplastici (PE e PVC) che migliora notevolmente la resistenza meccanica allo schiacciamento rendendoli equivalenti ai sensi della Norma CEI 11-17 a cavi armati, consentirà la posa interrata senza utilizzo di ulteriore protezione meccanica. Trattandosi di un cavidotto a 30 kV sarà classificato di Classe 2 ai sensi della CEI 11-4).

Per quanto concerne il tratto di collegamento tra parco eolico e SSE Utente, esaminato lo stato dei luoghi, si è scelto di ubicare il percorso del cavo, per quanto tecnicamente possibile, a ridosso della rete stradale pubblica esistente, invadendo il meno possibile terreni privati. Lungo le strade provinciali si procederà, per quanto possibile, alla posa in banchina, per non interferire con la pavimentazione stradale esistente.

La lunghezza complessiva dell'elettrodotta interno al Parco Eolico e tra il Parco e la SSE Utente è di circa 12,3 km.

Il cavidotto sarà alloggiato in un'apposita trincea. Lungo la proiezione superiore del cavidotto interrato sarà posizionato un apposito nastro segnaletico in PVC non biodegradabile, ad una distanza minima di 20 cm sopra lo stesso. Nello stesso scavo sarà posizionata, al di sopra dei cavi elettrici, la tubazione PEAD per il contenimento dei cavi di segnale (fibra ottica). Nel tratto di collegamento tra aerogeneratori è altresì prevista la posa di una corda di rame della sezione di 50 mmq, per il collegamento tra le reti di terra dei singoli aerogeneratori.

Ogni 500 metri, o a distanza diversa, dipendente dalle lunghezze commerciali dei cavi, si predisporranno delle vasche cavi, costituite da vasche di ispezione 200 cm x 150 cm, adatte ad eseguire le giunzioni necessarie fra le diverse tratte di cavi.

Le giunzioni elettriche saranno realizzate mediante l'utilizzo di connettori del tipo diritto, a compressione, adeguati alle caratteristiche e tipologie dei cavi sopra detti. Le giunzioni dovranno essere effettuate in accordo con la norma CEI 20-24 seconda edizione ed alle indicazioni riportate dal Costruttore dei giunti, con particolare attenzione alle seguenti indicazioni:

- verificare 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 per ciascun giunto in modo da poter individuare: l'esecutore, la data e le modalità di esecuzione.

Il collegamento della linea nelle celle MT di arrivo e partenza alle sue estremità sarà realizzato mediante apposita terminazione tripolare per interno di tipo retraibile, con idonei capicorda a compressione bimetallici per cavi in alluminio dello spessore previsto.

Tutti i cavi MT posati dovranno essere terminati da entrambe le estremità. Nell'esecuzione delle terminazioni all'interno delle celle dei quadri si realizzerà il collegamento di terra degli schermi dei cavi con trecce flessibili di rame stagnato, eventualmente prolungandole e dotandole di capocorda a compressione per l'ancoraggio alla presa di terra dello scomparto. Ogni terminazione sarà dotata di una targa di riconoscimento in PVC atta ad identificare:

- esecutore;
- data e modalità di esecuzione;
- indicazione della fase (R, S, T)

La messa a terra dei rivestimenti metallici ha lo scopo di rendere equipotenziale le masse metalliche che ricoprono il cavo, ponendole tutte a potenziale zero; dato l'elevato valore di tensione del conduttore (30kV), il materiale isolante (dielettrico) che ricopre il conduttore stesso sarà sede di correnti di

spostamento che dal conduttore fluiscono verso il rivestimento metallico; per effetto di queste correnti la massa metallica esterna (armatura) si troverà sotto tensione, ad un valore pericoloso per il corpo umano; qualora nella trincea fossero posati più cavi o coesistano cavi e altre condotte (telecomunicazioni, gas, acquedotti) il fenomeno può estendersi ad altre parti metalliche presenti; pertanto la messa a terra delle masse metalliche annulla questo fenomeno, evitando sollecitazioni dannose per l'isolante del cavo e offrendo maggiore sicurezza al personale tecnico ed elementi di altre reti.

Lo schermo dei cavi a MT sarà messo a terra ad entrambe le estremità della linea. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

Ad ulteriore sicurezza, nel tratto più lungo (verso la SSE), lo schermo del cavo sarà messo a terra in una posizione intermedia, per mezzo di un dispersore a picchetto (L=1,5 m) infisso nel terreno sul fondo dello scavo di posa.

Per quanto concerne il dimensionamento delle linee si veda la relazione specialistica (Calcoli Preliminari Impianti). Qui rammentiamo che saranno utilizzati cavi 18/30 kV, con conduttore in alluminio, semiconduttore esterno, isolamento, altro semiconduttore esterno, materiale per la tenuta all'acqua, schermo metallico, guaina interna in polipropilene, guaina esterna in PVC (doppia guaina per posa direttamente interrata), di sezione 3x1x185 mmq, 3x1x300 mmq e 3x1x500 mmq. In fase di progetto esecutivo queste sezioni potrebbero subire qualche variazione.

## 5 Fibra Ottica

L'intero parco sarà dotato di una rete dati in Fibra Ottica che verrà messa in opera all'interno del tubo in PEAD, posato all'interno dello scavo dei cavidotti.

Il collegamento dei singoli aerogeneratori con il sistema di controllo avverrà secondo il seguente schema:

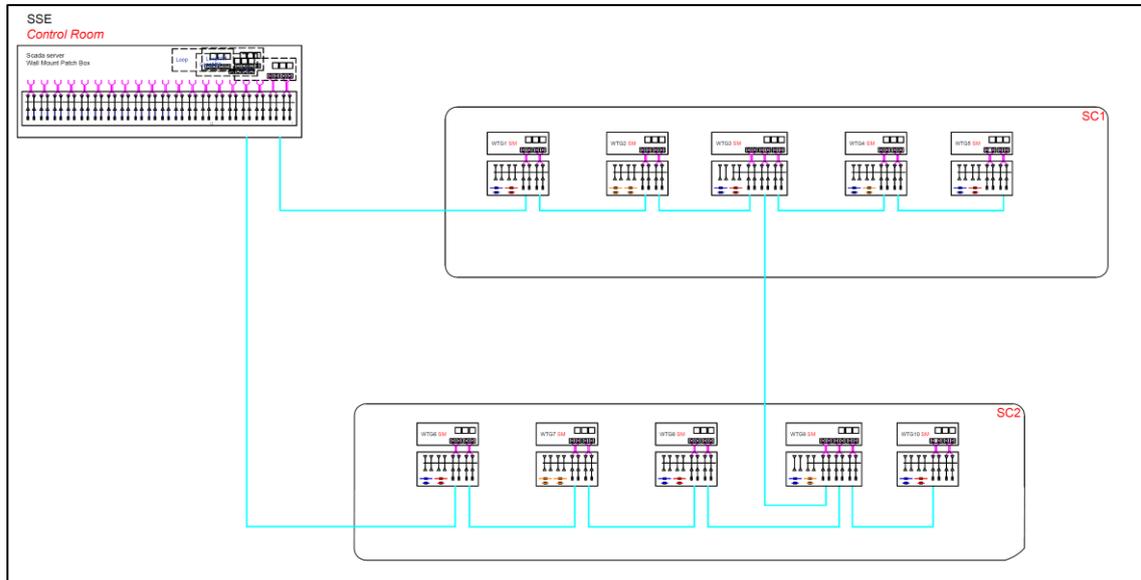


Figura 1 - Schema Fibra ottica

Le caratteristiche del cavo a fibre ottiche saranno:

- Numero delle fibre 12
- Tipo di fibra multimodale 62.5/125 □m
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm
- Banda 500 MHz/Km



## STC S.r.l.

Via V.M. Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm



## 6 *Stazione Elettrica Utente*

Come ampiamente ribadito, i 10 aerogeneratori saranno collegati elettricamente fra loro in “entra-esce” (suddivisi in due sottocampi) e l’energia prodotta verrà convogliata verso la Stazione Elettrica Utente, dove sarà effettuata la trasformazione di tensione (30/150 kV) e la consegna dell’energia.

È previsto che la connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale avvenga in corrispondenza del nodo rappresentato dalla SE TERNA di Erchie (in agro di Erchie - BR), nelle immediate vicinanze della quale sarà realizzata una Sottostazione Elettrica Utente (SSE) di trasformazione e consegna. La connessione tra SSE Utente - SE TERNA Erchie avverrà in cavo interrato AT a 150 kV ed avrà una lunghezza di circa 55 m.

I componenti elettrici principali della SSE Utente sono:

- il quadro MT;
- il trasformatore MT/AT – 30/150 kV;
- le apparecchiature AT di protezione, installate all’esterno della SSE.

### 6.1 *Quadro MT*

Sarà installato in apposito locale nell’ambito del edificio facente parte della SSE Utente e si compone di:

- interruttore Linea 1 – dal Campo Eolico;
- interruttore Linea 2 – dal Campo Eolico;
- protezione trasformatore ausiliari;
- interruttore generale;
- arrivo linea da trasformatore MT/AT (150/30 kV);
- scomparto misure/ TV sbarra.

Si tratta di un quadro MT 36 kV di tipo protetto a 6 scomparti (più una risalita sbarre). Per quanto riguarda il trasformatore dei Servizi Ausiliari (SA) è prevista l’installazione di un trasformatore da 100kVA.

Il quadro sarà in esecuzione da interno, di tipo protetto, realizzato in lamiera d’acciaio con spessore minimo 2 mm, saldata, ripiegata e rinforzata opportunamente, sarà completo di sbarre principali e di derivazione dimensionate secondo i carichi e le correnti di corto circuito.

Ciascuno scomparto sarà composto dalle seguenti celle segregate tra loro:

- cella interruttore MT, allacciamento cavi e sezionatore di terra con porta esterna di accesso cernierata;
- cella sbarre omnibus (comune per tutto il quadro);
- cella per circuiti ausiliari BT con porta esterna di accesso cernierata.

Nei quadri saranno inseriti tutti gli interblocchi necessari per prevenire errate manovre, che possano compromettere l’efficienza delle apparecchiature e la sicurezza del personale addetto all’esercizio dell’impianto.

A valle del trasformatore ausiliari sarà installato un quadro BT utilizzato per l’alimentazione di tutte le utenze BT della SSE Utente.



## 6.2 *Apparecchiature AT*

Le apparecchiature AT saranno collegate tra di loro tramite conduttori rigidi o flessibili in alluminio. La connessione tra la SSE utente e la Stazione Elettrica TERNA ERCHIE avverrà tramite linea interrata AT a 150 kV, della lunghezza di circa 55 m, in trincea di profondità 1,8 m e larghezza 1 m.

Sul lato utente, saranno installate le seguenti apparecchiature:

1. Sezionatore a doppia apertura con lame di terra
2. Trasformatori di tensione induttivi – n. 3
3. Interruttore tripolare in SF6
4. Trasformatori di corrente in SF6 (TA di misura e protezione) – n. 3
5. Scaricatori di tensione – n. 3

Per tutte le apparecchiature AT saranno considerati i seguenti dati di progetto:

### *Condizioni ambientali*

Tipo di installazione	Esterna 2
Zona sismica	ZONA 4
Elevazione del sito	< 1000 m.s.l.
Massima temperatura ambiente di progetto	40°C
Minima temperatura ambiente di progetto	-10°C
Umidità relativa progettuale di riferimento	max 95 %, media 90 %
Grado di inquinamento	Atmosfera non polluta

## 6.3 *Trasformatore MT/AT*

Per la trasformazione di tensione 30/150 kV sarà utilizzato un trasformatore trifase con avvolgimenti immersi in olio, da esterno, di potenza nominale non inferiore a 40 MVA, munito di variatore di rapporto sotto carico (150+/- 10 x 1,25%), con neutro ad isolamento pieno verso terra, gruppo vettoriale YNd11, esercito con il centro stella lato AT non collegato a terra, ma comunque accessibile e predisposto al collegamento futuro se necessario e/o richiesto.

## 6.4 *Gruppo elettrogeno*

I servizi ausiliari di stazione saranno alimentati solo dalla rete a 150 kV, per il tramite di trasformazioni AT/MT e MT/BT, e sarà presente un gruppo elettrogeno di emergenza da 20kVA. La commutazione rete gruppo avverrà in automatico in modo che nessun parallelo con la Rete possa verificarsi.



## 7 Protezioni

Come previsto dal Codice di Rete pubblicato sul sito Internet del gruppo TERNA ([www.terna.it](http://www.terna.it)) l'Utente produttore dovrà stipulare prima dell'entrata in esercizio dell'impianto un Regolamento di Esercizio che conterrà la regolamentazione tecnica di dettaglio del collegamento del proprio impianto alla Rete AT, nonché dei rapporti di tutti i soggetti interessati al collegamento stesso.

In conformità a quanto previsto nell'Allegato A17 del Codice di Rete saranno impostate le seguenti tarature delle protezioni di interfaccia, salvo diverse indicazioni di TERNA, comunque specificate nel Regolamento di Esercizio:

- Massima tensione (59):  $1,2 V_n - 1$  s;
- Minima tensione (27):  $0,85 V_n - 2$  s;
- Massima frequenza (81>):  $51,5 \text{ Hz} - 1$  s;
- Minima frequenza (81< - soglia 1):  $47,5 \text{ Hz} - 4$  s;
- Minima frequenza (81< - soglia 2):  $46,5 \text{ Hz} - 0,1$  s;
- Massima tensione omopolare (59Vo - soglia 1):  $0,1 V_{omax} - 2$  s;
- Massima tensione omopolare (59Vo - soglia 2):  $0,7 V_{omax} - 0,1$  s.

Le suddette determineranno l'apertura dell'interruttore lato AT (152 TR) del trasformatore.

Le protezioni 59, 27 e 81 saranno alimentate da tensioni concatenate. Di seguito si riporta un elenco sintetico delle protezioni previste, su quali interruttori agiscono e i relativi effetti (comandi) sugli interruttori stessi dell'impianto.

<i>ELEMENTO DI IMPIANTO</i>	<i>PROTEZIONI</i>	<i>COMANDI</i>
Trasformatore 30/150 kV <b>150 kV – montante 152 TR</b>	Differenziale trasformatore - 87T	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Massima corrente di fase – 50/51 AT	Apertura e blocco 152 TR
	Minima tensione concatenata – 27 AT	Apertura 152 TR
	Massima tensione concatenata – 59 AT	
	Massima tensione omopolare - 59N AT	
	Minima frequenza – 81<	
	Massima frequenza 81>	
Mancata apertura interruttore – 50BF AT	Apertura e blocco 152 TR e 52TR	
Trasformatore 30/150 kV <b>30 kV – montante 52 TR</b>	Massima corrente di fase – 50/51 MT	Apertura 52 TR
	Guasto verso TR – 67N	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Minima tensione concatenata – 27 MT	Allarme
	Massima tensione omopolare - 59N MT	Apertura e blocco 152 TR e 52TR
	Massima tensione concatenata – 59 MT	Apertura 152 TR e 52 TR
Linea arrivo campo eolico <b>30 kV – montante 52 L1</b>	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 L1
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Linea arrivo campo eolico <b>30 kV – montante 52 L2</b>	Massima corrente di fase – 50/51	Apertura 52 L2
	Guasto a terra verso linea – 67N	
	Massima tensione omopolare – 59 N	
Aerogeneratori <b>Vestas V136-3.45MW</b>	Minima tensione - 27	Apertura interruttore 690 V
	Massima tensione - 59	
	Minima frequenza – 81<	
	Massima frequenza – 81>	

Il coordinamento e la definizione delle tarature delle protezioni sarà definita di concerto con TERNA in sede di stesura del Regolamento di esercizio. Il Produttore sarà responsabile dei valori di taratura forniti e imposti da TERNA, ed in ogni caso varrà il principio che qualunque guasto e/o anomalia dell'impianto di produzione, che potrebbe avere ripercussioni pericolose sulla rete AT, dovrà provocare automaticamente l'esclusione della sezione di impianto guasto, nel minimo tempo compatibile con gli automatismi di



**STC S.r.l.**

Via V.M. Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

impianto. Inoltre in caso di cortocircuito sulla Rete AT i generatori del Produttore dovranno trovarsi predisposti con i loro sistemi di protezione in modo da separarsi dalla rete nei modi e nei tempi previsti dai piani di taratura.

Lo stato delle protezioni sarà periodicamente monitorato dal Produttore, allo scopo di garantire il corretto funzionamento delle apparecchiature.

## ***8 Esercizio dell'impianto***

Tutte le attività di gestione dell'impianto del Produttore saranno effettuate da personale specializzato e specificatamente addestrato, raggiungibile tramite numeri di telefonia fissa, eventuali dispositivi cellulari avranno funzione di riserva. Un elenco nominativo del personale sarà fornito dal Produttore a TERNA e tenuto costantemente aggiornato in caso di variazioni. L'impianto sarà condotto da detto personale 24 ore su 24, per tutti i giorni dell'anno.

In condizioni normali di esercizio i gruppi di generazione del produttore saranno eserciti in parallelo con la rete, pertanto i montanti 152TR, 52TR, 52L1, 52L2 saranno di norma chiusi, detti montanti, inoltre potranno essere telecomandati da personale del Produttore.

L'esercizio dell'impianto in stato di emergenza ed il relativo ripristino sarà dettagliatamente definito in sede di stesura del Regolamento di Esercizio.



## **9 Servizi di Sistema**

L'impianto eolico di generazione e i relativi macchinari e apparecchiature saranno progettati, costruiti ed eserciti per restare in parallelo in condizioni normali di esercizio, di emergenza e di ripristino della rete.

In tali condizioni l'impianto di generazione dovrà garantire:

- la regolazione di potenza attiva;
- la regolazione di potenza reattiva;
- l'inserimento graduale della potenza immessa in rete.

### **9.1 Regolazione di Potenza attiva**

Gli aerogeneratori del Produttore saranno in grado di non ridurre la potenza immessa in caso di sottofrequenza nei limiti previsti e di ridurla tempestivamente e automaticamente in caso di sovralfrequenza, senza disconnettersi dalla rete.

A tal fine, l'impianto del Produttore sarà dotato di un sistema di regolazione automatica della potenza immessa in rete, compatibilmente con le potenzialità correnti della fonte primaria, in funzione del valore della frequenza.

In particolare il sistema consentirà:

- l'immissione continua della potenza efficiente istantanea della centrale eolica per frequenze comprese tra 47,5 Hz e 50,3 Hz;
- la riduzione della potenza immessa in rete in funzione dell'entità di errore di frequenza positivo, con uno statismo pari al 2,4%.

Il sistema inoltre garantirà tempi di risposta che consentiranno la riduzione di metà della potenza disponibile in regolazione entro un tempo massimo di 15 s e dell'intera riserva di potenza entro 30 s dal manifestarsi della variazione di frequenza. Inoltre il regolatore non prevederà alcuna banda morta.

### **9.2 Regolazione di Potenza reattiva**

Gli aerogeneratori del Produttore saranno in grado di regolare la potenza reattiva, misurata ai morsetti del generatore. Inoltre sul punto di connessione del proprio impianto alla Rete AT il Produttore garantirà un fattore di potenza uguale ad 1.

### **9.3 Inserimento graduale della potenza immessa in rete**

In presenza di condizioni meteorologiche idonee la centrale eolica del Produttore dovrà effettuare il parallelo con la rete aumentando la potenza immessa in rete gradualmente.

Il Produttore garantirà l'inserimento graduale della potenza immessa in rete, durante l'avviamento della centrale, con un gradiente positivo non superiore al 20% della potenza efficiente al minuto.

L'entrata in servizio della centrale eolica con immissione di potenza sarà comunque condizionata a una frequenza di rete non superiore a 50,3 Hz.



**STC S.r.l.**

Via V.M. Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

#### ***9.4 Telescatto e Teleriduzione***

Il Capitolo 4 del Codice di Rete (Regole per il Dispacciamento) prevede che gli Utenti del Dispacciamento delle Unità di Produzione localizzate nei poli di produzione limitata debbano dotarsi di dispositivi di telescatto e/o teleriduzione. Pertanto, essendo la centrale in oggetto appartenente a un Polo di Produzione limitato, in caso di apertura su evento (scatto) delle linee afferenti al polo limitato, i gruppi generatori potranno essere automaticamente disconnessi e/o sottoposti a ridurre la propria produzione con interventi mirati a minimizzare le conseguenze dell'evento e a ripristinare la sicurezza del sistema elettrico.

In caso di anomalia di funzionamento o indisponibilità del sistema di telescatto e/o teleriduzione, il Produttore si impegna a notificare tempestivamente al personale addetto di TERNA l'indisponibilità temporanea al servizio e la previsione di durata, che comunque dovrà essere risolta nel più breve tempo possibile.



STC S.r.l.  
Via V.M. Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

## ***10 Controllo dell'impianto di produzione***

Per consentire a TERNA il controllo in tempo reale della rete elettrica, saranno installate le apparecchiature necessarie al prelievo e alla trasmissione al Sistema di controllo di TERNA delle teleinformazioni dettagliatamente definite in sede di Regolamento di Esercizio.

In caso di avaria del sistema di prelievo e/o trasmissione dati, su richiesta di TERNA, il Produttore invierà giornalmente, via e-mail o tramite fax, i valori orari della potenza attiva e reattiva misurati lato 150 kV.

In linea di massima e per quanto possa essere al momento previsto saranno inviate al Centro di controllo TERNA, le seguenti informazioni:

- Telesegnali: 152 criterizzato con 189U ed eventualmente 189C.
- Telemisure: I (una Fase), V (una concatenata),  $\pm P$  e  $\pm Q$  su montante AT 150kV TR e posizione della tacca del VSC del Trasformatore (scala assoluta da 1 a 21);
- Direzione e la velocità del vento da un anemometro ritenuto rappresentativo dell'intero parco.

Non è prevista l'installazione dell'oscillografoturbografo, in quanto la potenza del parco eolico è inferiore a 50 MW. Le oscillografoturbografie possono, se del caso, essere eventualmente scaricate dalle protezioni.

L'installazione dell'UPDM, sarà definita di concerto con TERNA.



## ***11 Misure e loro sistemi di trasmissione - RTU***

Il sistema di misura dell'energia prodotta e scambiata dalla centrale eolica in progettosa sarà articolato in più livelli di misura e verifica cui corrispondono differenti localizzazioni delle apparecchiature di misura. In particolare abbiamo:

- Un Gruppo di Misura su ciascun aerogeneratore per l'energia prodotta;
- Un Gruppo di Misura nel punto di consegna AT, installato nella SSE Utente, per l'energia ceduta;
- Un Gruppo di Misura per i consumi ausiliari della Stazione Utente.

In virtù di siffatta configurazione, sarà possibile rilevare direttamente il totale dell'energia lorda prodotta, di quella netta dispersa nonché infine dell'energia consumata per i servizi ausiliari. Indirettamente ovvero per differenza, grazie a tutti in campionamenti realizzabili dal sistema di misura descritto sarà possibile ricavare il valore dell'energia perduta nei vari collegamenti e nella trasformazione della tensione.

### ***11.1 Misura dell'Energia Prodotta***

I Gruppi di Misura installati alla base di ciascuna torre misureranno a meno delle perdite del trasformatore BT/MT installato sulla navicella e delle perdite dei cavi (cavi BT tra generatore e trasformatore e cavi MT tra trasformatore e quadro MT a base torre) l'energia prodotta da ciascun aerogeneratore.

Si prevedono per tutti e 10 i GdM le seguenti caratteristiche tecniche e modalità di inserzione dei componenti:

- contatore (AdM) di energia, classe di precisione 0,2, certificato UTF;
- n. 3 TA ad anello, rapporto di trasformazione 50/1A, potenza 1.4 VA, classe di precisione 0,2, certificato UTF, inseriti sulle sbarre del quadro MT a base torre;
- n. 3 TV, fattore di tensione  $1,9 U_n$  per 8 ore, livello di isolamento 36 kV, rapporti:  $30.000:\sqrt{3} / 110::\sqrt{3}-110:\sqrt{3}$ , potenza 20 VA, classe di precisione 0,2, certificato UTF. I tre TV (uno per fase) sono inseriti tramite cordoni di lunghezza inferiore a 10 m al quadro MT alla base di ciascuna torre dove prelevano la tensione tra ciascuna fase e terra.

### ***11.2 Misura dell'energia scambiata con la RTN***

Nella SSE Utente è installato il GdM bidirezionale per la misura dell'energia scambiata con la RTN.

Il Gruppo di Misura sarà costituito da:

- N.1 AdM principale;
- N. 1 AdM di riscontro;
- N.3 TA;
- N.3 TV;
- N.1 dispositivo di comunicazione.

La realizzazione complessiva del sistema di misura è conforme alle prescrizioni del documento TERNA INSPX3 "Specificazione Tecnica Funzionale e Realizzativa delle Apparecchiature di Misura".

Gli AdM sono installati in un quadro (Quadro Misure - QMIS), ubicato in locale dedicato (Locale Contatore) nell'ambito dell'edificio della SSE. Nel Quadro Misure sono installate le morsettiere UTF sigillabili.



I tre TA (uno per fase) sono inseriti in serie sulle sbarre principali AT della SSE Utente. Per ogni singolo TA si avranno fino a quattro secondari di cui uno esclusivamente utilizzato per le misure fiscali. Questo secondario sarà sigillabile nel quadro a bordo TA e sulla morsettiera del Quadro Misure. Saranno anche sigillate le tre resistenze zavorra utilizzate per le misure amperometri ed installate nel Quadro Misure.

I tre TV (uno per fase), obbligatoriamente di tipo induttivo ed ad uso esclusivo per le misure, saranno inseriti tra fase e terra sempre sulle sbarre principali AT della SSE.

I TV saranno sigillabili in tre punti:

- nella cassettona secondaria a bordo TV;
- sulla morsettiera del quadro ubicato alla base dei TV sul sostegno della fase centrale;
- sulla morsettiera del Quadro Misure.

I contatori saranno corredati di dispositivi di comunicazione che consentono la lettura da remoto ed il collegamento con il SAPR del Gestore di Rete.

### **11.3 Misura consumi ausiliari Stazione Utente**

Nella Stazione Utente sarà installato inoltre un GdM per la misura dei consumi degli ausiliari di Stazione, costituito da:

- N.1 AdM;
- N.3 TA.

Tutte le apparecchiature saranno installate all'interno del Quadro Servizi Ausiliari (QSA).

L'AdM è sigillabile, così come la morsettiera di prova e le calotte dei tre TA, che saranno inseriti in serie a valle del Trasformatore ausiliari e a monte dell'interruttore generale servizi ausiliari.

### **11.4 Teletrasmissione delle misure - RTU**

In ottemperanza ai dettami delle Guide Tecniche, TERNA acquisirà dall'impianto di produzione le informazioni che possono essere utili al fine del corretto funzionamento della rete AT, ovvero:

- Telemisure: Dal montante AT 150kV in partenza verso la SE Terna - I (una Fase), V (una concatenata presa dal TVP. che deve essere pari a 0 se è aperto il 152L ovvero il 189L),  $\pm P$  e  $\pm Q$ . Dal montante AT 150kV TR -  $\pm P$ ,  $\pm Q$  e posizione della tacca del VSC del Trasformatore (scala assoluta da 1 a 21). Relativamente ai versi delle potenze e secondo le usuali convenzioni di TERNA la potenza attiva e la potenza reattiva induttiva sono con segno positivo se uscenti dalla sbarra;
- Telesegnali: stato dell'interruttore AT 152TR criterizzato con il sezionatore 189TR e stato dell'interruttore AT 152L criterizzato con il sezionatore 189L.

Tali informazioni saranno trasmesse alle unità operative di TERNA, secondo quanto definito nel Regolamento di Esercizio.

Per poter effettuare la trasmissione è prevista una Unità Remota (RTU), installata nel locale quadri BT dell'edificio utente, avente il compito di gestire la comunicazione con TERNA, acquisire i dati locali di I/O. Le schede che solitamente la compongono, associate ad un doppio alimentatore, saranno installate in un cestello rack 19". La determinazione di P,Q,V avviene inserendo a bordo un trasduttore di misura che effettua il calcolo prendendo in ingresso i TA e TV. Sarà eventualmente possibile l'impiego di sistemi alternativi previo consenso di TERNA. L'unità comunicherà con postazioni remote attraverso i protocolli standard, studiati appositamente per le applicazioni nel settore elettrico, IEC870-5-104 ed IEC870-5-101.



## ***12 Rete di Terra***

Gli impianti di terra saranno progettati, in conformità alle prescrizioni della norma CEI 99-3 (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV, tenendo in considerazione i seguenti criteri:

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

I parametri che saranno presi in considerazione per il dimensionamento degli impianti di terra saranno, quelli forniti da TERNA (valore della corrente di guasto, durata del guasto).

Poiché gli impianti di terra saranno comuni ad impianti con diversi livelli di tensione, le prescrizioni precedenti saranno soddisfatte per ciascuno dei sistemi collegati.

Per quanto concerne il dispersore realizzato in corrispondenza di ciascuna torre esso sarà anche utilizzato dal sistema di protezione dalle fulminazioni, secondo quanto prescritto dalla norma specifica CEI EN 61400-24 (Turbine eoliche – protezione dalla fulminazione).

La SSE sarà dotata di un apposito impianto di terra, che servirà, fra l'altro, a collegare le masse di tutte le apparecchiature elettriche AT, MT e BT. Il dimensionamento dell'impianto sarà fatto in relazione ai valori della corrente di guasto monofase a terra e di tempo di eliminazione del guasto, forniti da TERNA per la AT e in conformità ai limiti imposti dalle norme CEI relative.

In linea di principio, il dispersore sarà costituito da una maglia, disposta in modo tale da formare quadrati con lato di circa 5 m, realizzata in corda di rame 50 mmq, interrata a profondità di circa 0,7 m, mentre i collegamenti alle apparecchiature saranno in corda di rame da 70 mmq.

La maglia di terra sarà posata ad intimo contatto con il terreno, prima dello strato di fondazione ad una profondità, come detto, di circa 0,7 m. Tale quota è sicuramente inferiore alla linea di gelo e ad essa la temperatura del terreno è pressoché costante a 20°C. La maglia sarà collegata in più punti ai ferri di fondazione sia dell'edificio sia dei plinti di fondazione delle apparecchiature AT, al fine di migliorare l'efficienza di dispersione di eventuali correnti di guasto.



## ***13 Impianto protezione scariche atmosferiche (LPS)***

Tutti gli aerogeneratori saranno dotati di un impianto di protezione dalle scariche avente le caratteristiche di seguito descritte. Le principali caratteristiche dell'aerogeneratore saranno:

- altezza del centro rotore e navicella 132 m;
- diametro rotore 136 m;
- materiali: torre tubolare in acciaio, pale in materiale composito non conduttore.

Tutte le torri saranno installate in zone non abitate. In relazione all'altezza del centro rotore le pale in fase di rotazione raggiungeranno un'altezza massima di 200 m.

L'LPS non sarà isolato dalla struttura da proteggere, e sarà fatto uso dello stessa torre tubolare quale componente naturale dell'LPS (calata). La torre sarà poi connessa al dispersore di terra tramite tre conduttori che assicureranno la continuità elettrica al sistema torre-dispersore di terra.

Trattandosi di captatori che di fatto sono in movimento e comunque, se fermi, in posizione non prevedibile, risulta difficile definire se l'angolo di protezione da essi offerto sia sufficiente ad assicurare la protezione della struttura (essenzialmente la protezione della navicella). Ad ogni modo il captatore posto sulla navicella (altezza 4 m circa) assicurerà in riferimento alla figura Sez. 2.2.2 Cap. II della norma CEI 81-1, un angolo di protezione di circa 60° (Livello di protezione I), sicuramente sufficiente a proteggere l'intera navicella.

### ***13.1 Calate***

Come detto è la stessa torre tubolare che funziona da calata (naturale) assicurando il più breve cammino verso terra.

### ***13.2 Dispersore***

Per disperdere la corrente di fulmine saranno utilizzati i ferri del plinto di fondazione (dispersore di fatto). Essi saranno collegati alla torre tubolare (calata naturale) tramite connessioni realizzate lungo la circonferenza di base della torre.

### ***13.3 Ancoraggi e giunzioni***

Captatori e calata saranno saldamente fissati di modo che sforzi meccanici elettrodinamici (vibrazioni, dilatazione termica) non possano provocare rotture o allentamento dei conduttori. Le giunzioni tra le parti componenti la torre saranno realizzate tramite saldatura, garantire continuità elettrica e meccanica, ed evitando accoppiamenti tra metalli diversi che possano provocare corrosione.

### ***13.4 LPS interno***

Allo scopo di evitare il verificarsi di scariche pericolose all'interno della struttura da proteggere sarà realizzato un impianto interno di protezione dai fulmini (LPS interno). Le scariche pericolose saranno evitate tramite collegamenti equipotenziali delle apparecchiature interne alla navicella con particolare riferimento ai supporti principali, alla scatola ingranaggi, alla stazione idraulica. Fanno eccezione i supporti del generatore che sono isolati per prevenire il passaggio della corrente di fulmine attraverso il generatore.

#### ***13.4.1 Collegamenti equipotenziali per corpi metallici interni***

Le apparecchiature installate all'interno della navicella saranno collegate ad un collettore equipotenziale, in posizione accessibile ed ispezionabile (cassetta), a sua volta collegata al dispersore. Le connessioni delle armature metalliche al collettore avverranno con conduttori in rame della sezione minima di 6 mmq. Il



**STC S.r.l.**

Via V.M. Stampacchia, 48 - 73100 Lecce  
Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio Calcarella

nodo equipotenziale sarà poi collegato alla struttura della navicella in corrispondenza dell'imbardata, e quindi al dispersore grazie alla continuità elettrica offerta dalla torre tubolare.

#### ***13.4.2 Collegamenti equipotenziali per impianti interni***

I collegamenti equipotenziali per gli impianti interni saranno realizzati analogamente a quanto descritto per i corpi metallici interni, tramite lo stesso collettore equipotenziale installato nel locale apparati. In particolare saranno collegate al collettore le estremità degli schermi delle linee, o delle condutture metalliche in cui sono installate le linee degli impianti interni. Si rammenta altresì che i conduttori di segnale o telecomunicazione non hanno una sezione sufficiente a trasportare la corrente di fulmine e pertanto per essi non saranno previsti particolari connessioni equipotenziali.