


TM.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da PEE	Documento 98102TMER001	Rev. 06
			Pag. 1 di 44	



RELAZIONE TECNICA IMPIANTO DI UTENZA PER LA CONNESSIONE




Cliente/Customer MILONIA S.R.L.	Commessa/Job 98102	Emesso da PE
---	---------------------------	---------------------

06	05/04/2017	Revisione 06	Inglese	Scafidi	Sammartano
05	05/12/2016	Revisione 05	Inglese	Montali	Sammartano
04	19/12/2013	Revisione 04	Inglese	Montali	Sammartano
03	25/06/2013	Revisione 03	Inglese	Montali	Sammartano
02	25/03/2013	Revisione 02	Inglese	Montali	Sammartano
01	12/12/2012	Revisione 01	Inglese	Montali	Sammartano
00	03/07/2012	Emissione	Inglese	Montali	Sammartano
REV	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato
Autorizzazione Emissione					

INDICE

PREMESSA	3
DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	5
NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
DESCRIZIONE IMPIANTO	9
<i>SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE 150/30 kV</i>	<i>10</i>
<i>CAVIDOTTO AT INTERRATO</i>	<i>11</i>
<i>SOTTOSTAZIONE DI CONSEGNA.....</i>	<i>13</i>
<i>OPERE ACCESSORIE SOTTOSTAZIONE DI CONSEGNA</i>	<i>14</i>
<i>QUADRI ELETTRICI SOTTOSTAZIONE DI CONSEGNA.....</i>	<i>15</i>
<i>QUADRI ELETTRICI SOTTOSTAZIONE DI TRASFORMAZIONE.....</i>	<i>18</i>
<i>LINEA MEDIA TENSIONE INTERRATA.....</i>	<i>25</i>
<i>QUADRI MEDIA TENSIONE DI TORRE</i>	<i>26</i>
<i>GENERATORI EOLICI.....</i>	<i>30</i>
<i>SISTEMA DI CONTROLLO (SCADA)</i>	<i>30</i>
CRITERI DI SCELTA DELLE PROTEZIONI E METODI DI CALCOLO	33
<i>PROTEZIONE CONTRO IL CORTO CIRCUITO.....</i>	<i>33</i>
<i>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....</i>	<i>35</i>
<i>PROTEZIONE CONTRO IL SOVRACCARICO</i>	<i>35</i>
<i>DIMENSIONAMENTO CONTRO LA CADUTA DI TENSIONE</i>	<i>37</i>
<i>DETERMINAZIONE DELLE CORRENTI DI CORTOCIRCUITO</i>	<i>39</i>

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 3 di 44	

PREMESSA

Il Parco Eolico di Montemilone, costituito da 17 aerogeneratori di potenza nominale pari a 3,53 MW per 16 aerogeneratori e 3,52 MW per 1 aerogeneratore, per una potenza complessiva del Parco pari a 60 MW, produrrà energia elettrica che verrà immessa nella RTN (Rete di Trasmissione Nazionale).

La struttura della rete del parco eolico sarà di tipo "Radiale", con N°4 linee radiali che collegano insieme più macchine come più precisamente di seguito indicato.

In considerazione della potenza installata e della volontà di garantire la maggiore flessibilità di funzionamento possibile, è stato deciso di suddividere il parco eolico in quattro gruppi di aerogeneratori.

La scelta sopra indicata consente pertanto di limitare la sezione delle linee MT di collegamento tra il parco eolico e la sottostazione di trasformazione e, al tempo stesso, consentire un maggiore livello di produzione durante i periodi di manutenzione o eventuali avarie di una parte del sistema.


Il parco eolico è quindi diviso in quattro gruppi come di seguito indicato:

Gruppo 1: costituito da n°7 generatori per una potenza complessiva pari a 24,70 MW.

Gruppo 2: costituito da n°1 generatore per una potenza complessiva pari a 3,53 MW

Gruppo 3: costituito da n°5 generatori per una potenza complessiva pari a 17,65 MW.

Gruppo 4: costituito da n°4 generatori per una potenza complessiva pari a 14,12 MW.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 4 di 44	

Di seguito è riportata la descrizione di tutto il sistema elettrico dalla Sottostazione di Consegna (connessione alla RTN) alla Sottostazione di Trasformazione 30/150 kV e fino al singolo aerogeneratore.

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- 98102TMID003 – Inquadramento su IGM impianto di connessione alla RTN
- 98102TMEE007 – Planimetria Catastale Sottostazione di Trasformazione
- 98102TMEE008 – Planimetria Sottostazione di Consegna e Stazione RTN
- 98102TMEE009 – Layout Sottostazione di Trasformazione
- 98102TMEE010 – Layout Sottostazione di Consegna
- 98102TMEE011 – Sezione Sottostazione di Consegna e Stazione RTN
- 98102TMEE012 – Schema elettrico unifilare di insieme impianto utente e stazione RTN
- Opere di Rete Nazionale (Elenco Elaborati Progettuali Costituenti il Progetto di Connessione)

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le opere in argomento, se non diversamente precisato nelle Prescrizioni o nelle Specifiche TERNA saranno in ogni modo progettate, costruite e collaudate in osservanza della seguente normativa di riferimento:


EUROPEE	INTERNAZIONALI	NAZIONALI CEI EN, CEI	TITOLO
		0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
HD 637 S1	-	11 - 1	Guida agli impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata.
-	-	11 - 4	Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
-	-	11 - 17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo
EN 60909-0	IEC 60909-0	60909 - 0 11 - 25	Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: calcolo delle correnti



EUROPEE	INTERNAZIONALI	NAZIONALI CEI EN, CEI	TITOLO
EN 60865-1	IEC 865-1	60865 - 1 11 - 26	Correnti di cortocircuito – Calcolo degli effetti. Parte 1: definizioni e metodi di calcolo.
-	-	11 - 27	Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
-	-	11 - 37	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra degli stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria.
-	-	11 - 62	Stazioni del cliente finale allacciate a reti di III categoria.
EN 61621	IEC 61621	61621 15 - 131	Materiali isolanti solidi asciutti – Prova di resistenza ad archi elettrici ad alta tensione e bassa corrente
HD 348 S6	IEC 56	17 - 1	Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V.
EN 60129	IEC 129	60129 17 - 4	Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1000V.
EN 60517	IEC 60517	60517 17 - 15	Apparecchiatura di manovra con involucro metallico con isolamento in gas per tensioni nominali uguali o superiori a 72,5kV
EN 60694	IEC 694	60694 17 - 21	Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione
EN 60427	IEC 60427	60427 17 - 42	Prove sintetiche per interruttori a corrente alternata ad alta tensione.
EN 61166	IEC 1166	61166 17 - 54	Interruttori in corrente alternata ad alta tensione. Guida alla qualificazione sismica di interruttori in corrente alternata ad alta tensione
EN 50052	-	50052 17 - 55	Involucri in lega di alluminio fusa per apparecchiature ad alta tensione contenenti gas in pressione
EN 50064	-	50064 17 - 56	Involucri saldati in alluminio e lega di alluminio per apparecchiature ad alta tensione contenenti gas in pressione

EUROPEE	INTERNAZIONALI	NAZIONALI CEI EN, CEI	TITOLO
		0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica
EN 50069	-	50069 17 - 58	Involucri saldati in lega d'alluminio composta da parti saldate e fuse per apparecchiature ad alta tensione contenenti gas in pressione.
EN 50089	-	50089 17 - 59	Scomparti in resina fusa per apparecchiature prefabbricate con involucro metallico ad alta tensione contenenti gas in pressione.
EN 61129	IEC 1129	61129 17 - 60	Sezionatori di terra a corrente alternata. Manovre (stabilimento e interruzione di correnti induttive).
-	IEC 61634	17 - 72	Apparecchiature ad alta tensione. Utilizzazione e manipolazione del gas esafloruro di zolfo nelle apparecchiature ad alta tensione.
HD 597 S1	IEC 358	33 - 2	Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi
-	IEC 506	36 - 7	Prove di sovratensione e impulso di manovra degli isolatori per alta tensione.
-	-	36 - 12	Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinate a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000V
EN 60099	IEC 99-1	60099 - 1 37 - 1	Scaricatori. Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata.
EN 60044-1	IEC 60044 - 1	60044 - 1 38 - 1	Trasformatori di misura. Parte 1: Trasformatori di corrente.
EN 60044-2	IEC 60044 - 2	60044 - 2 38 - 2	Trasformatori di misura. Parte 2: Trasformatori di tensione induttivi.
EN 60044-5	-	-	Trasformatori di tensione capacitivi.
-	IEC 52	42 - 1	Spinterometri a sfere (con una sfera a terra).
HD 588.1 S1	IEC 60 - 1	42 - 2	Tecniche di prova ad alta tensione. Parte 1: definizioni e prescrizioni generali relative alle prove.
-	-	57 - 2	Bobine di sbarramento per sistemi di corrente alternata


EUROPEE	INTERNAZIONALI	NAZIONALI CEI EN, CEI	TITOLO
-	-	57 - 3	Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate
-	-	64 - 8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua.
EN 60437	IEC 60437	60437 66 - 21	Prove di radio interferenza su isolatori per alta tensione.
-	-	60721 - 3 - 3 75 - 9	Classificazioni delle condizioni ambientali.
-	-	60721 - 3 - 4 75 - 10	Classificazioni delle condizioni ambientali.
-	-	60137	Isolatori passanti per tensioni alternate superiori ad 1Kv
-	-	60529	Gradi di protezione degli involucri
		DPR 547 27/04/1955	Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro
		Legge n°186 01/03/1968	Disposizione concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, impianti elettrici ed elettronici
		Legge n°37 22/01/2008	Norme per la sicurezza degli impianti Sostituisce legge 46/90
		DLS n°626 19/09/1994	Miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro
		DPR 462 22/10/2001	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti pericolosi

TM.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 9 di 44	

DESCRIZIONE IMPIANTO

Sostanzialmente il sistema elettrico è costituito da:

- n°17 aerogeneratori completi di tutte le apparecchiature necessarie al funzionamento, protezione e connessione in rete degli aerogeneratori stessi;
- Sistema di Controllo del Parco Eolico (SCADA);
- linee Media Tensione (30kV) per l'intercollegamento tra i vari aerogeneratori;
- n°4 linee Media Tensione (30 kV) Principali interrato, per il collegamento tra la Sottostazione di Trasformazione e i quadri MT di connessione dei gruppi di aerogeneratori;
- n°1 Sottostazione di Trasformazione 150/30 kV comprensiva di sistema di misura dell'energia elettrica immessa in rete;
- n° 1 linea Alta Tensione (150 kV) interrato per il collegamento tra la Sottostazione di Trasformazione e la Sottostazione di Consegna;
- n°1 Sottostazione di Consegna all'interno dell'Area Utenti della Stazione Elettrica TERNA 380/150 kV nel Comune di Genzano di Lucania (PZ), collegata in entra-esce alla linea RTN 380 kV "Matera – Bisaccia".

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 10 di 44	

Sottostazione di Trasformazione 150/30 kV

L'energia elettrica prodotta dal Parco Eolico viene trasportata attraverso 4 linee MT interrate fino alla Sottostazione di Trasformazione MT/AT, dove la tensione viene innalzata da 30 kV a 150 kV. La Sottostazione di Trasformazione MT/AT è posizionata nelle vicinanze del Parco Eolico ed è costituita da:


- n° 1 montante trasformatore (completo di trasformatore AT/MT);
- locali destinati al contenimento dei quadri di potenza e controllo della Sottostazione e all'alloggiamento delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

Il montante trasformatore, sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Trasformatore AT/MT da 95 MVA;
- Scaricatori di sovratensione AT;
- Trasformatori di corrente;
- Interruttore tripolare AT con comando motorizzato;
- Trasformatore di tensione capacitivo AT;
- Sezionatore tripolare AT con comando motorizzato;
- Supporto per cavo AT interrato.

Il trasformatore AT/MT provvederà ad elevare il livello di tensione della rete del Parco Eolico (30 kV) al livello di tensione, lato secondario, della Stazione Elettrica RTN (150 kV); detto trasformatore sarà di tipo con isolamento in olio e di potenza pari a 95 MVA.

Il trasformatore sarà dotato di sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e di dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio di isolamento; i segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviate al quadro di controllo della sottostazione e utilizzate per segnalazioni di allarme e blocco.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 11 di 44	

All'interno dell'area della Sottostazione di Trasformazione AT/MT, sarà realizzato un edificio atto a contenere le apparecchiature di potenza e controllo della Sottostazione stessa e le apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

L'edificio sarà composto dai i seguenti locali:

- Locale misure;
- Locale quadri ;
- Locale batterie;
- Locale servizi igienici;
- Locale SCADA.


Nel locale quadri verranno installati:

- Quadro di Media Tensione (completo di trasformatore MT/BT e relativo box metallico di contenimento) per alimentazione utenze ausiliarie;
- Quadro di distribuzione BT;
- Quadro di distribuzione tensione ininterrompibile 400/230Vca.;
- Quadro di distribuzione tensione ininterrompibile 110Vcc.;
- Quadro controllo e protezione sottostazione Impianto Utente.


Nel locale quadri della Sottostazione sarà previsto un locale per il contenimento del sistema SCADA completo del rack di automazione e della stazione di supervisione di tutto il parco eolico e dei servizi igienici.

Cavidotto AT interrato

Il collegamento tra la Sottostazione di Trasformazione, sita nel Comune di Montemilone, e la Sottostazione di Consegna, sita nel Comune di Genzano di Lucania in prossimità della Stazione Elettrica RTN 380/150 kV, verrà realizzato mediante cavo AT interrato di lunghezza pari a circa 30 km; il cavo AT interrato

TM.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 12 di 44	

andrà ad interessare i seguenti Comuni della provincia di Potenza (PZ):
Montemilone, Venosa, Palazzo San Gervasio, Banzi e Genzano di Lucania.

TM.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 13 di 44	

Sottostazione di Consegna

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede il collegamento in antenna a 150 kV con la sezione a 150 kV di una futura stazione elettrica della RTN 380/150 kV che è collegata in entra/esce sulla linea RTN a 380 kV "Matera-Bisaccia "

La Sottostazione di Consegna sarà condivisa da tre società, MILONIA SRL (CP 201100596), ALVANIA SRL (CP 090023682) e SORGENIA GREEN SRL (CP 090016270) conterrà al suo interno l'impianto di connessione condiviso dalle tre società e gli impianti di connessione separati, ciascuno dedicato alla singola società.

Impianto di connessione condiviso da MILONIA SRL, ALVANIA SRL e SORGENIA GREEN SRL:


- n° 1 montante di partenza per il collegamento in cavo interrato alla Stazione Elettrica RTN 380/150 kV;
- sistema sbarre con trasformatore di tensione induttivo .

Il montante di partenza, dell'impianto di consegna, sarà costituito dalle seguenti apparecchiature principali:

- n° 1 sezionatore tripolare AT con comando motorizzato;
- n° 1 interruttore tripolare AT con comando motorizzato.

L'impianto di connessione della MILONIA SRL sarà così costituito:

- n° 1 montante risalita cavi AT interrati;

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 14 di 44	

- locali destinati al contenimento dei quadri di potenza e controllo della Sottostazione e all'alloggiamento delle apparecchiature di misura dell'energia elettrica.

Il montante di risalita cavi AT interrati, sarà costituito dalle seguenti apparecchiature:

- Cavalletti di risalita cavi AT interrati;
- Sezionatore tripolare AT con comando motorizzato;
- Trasformatore di tensione induttivo;
- Trasformatore di corrente;
- Interruttore tripolare AT con comando motorizzato;
- Sezionatore tripolare AT con comando motorizzato;

Opere accessorie Sottostazione di Consegna


La Sottostazione di Consegna sarà opportunamente recintata e verranno previsti, come indicato in planimetria, n°2 ingressi carrai adeguatamente collegati al sistema viario più prossimo.

Sarà previsto un adeguato sistema di illuminazione esterna, realizzato con proiettori al sodio da 125W o 250W, installati su palo o altra struttura, secondo necessità. Il sistema di illuminazione esterna sarà gestito da un interruttore crepuscolare.

Tutta la sottostazione sarà provvista di un adeguato impianto di terra che collegherà tutte le apparecchiature elettriche e le strutture metalliche presenti nella sottostazione stessa.

Sarà prodotta una "Relazione di Verifica" allo scopo di accertare se sia necessario o meno adottare idonee misure di protezione, per la salvaguardia delle persone e dei beni esistenti sull'impianto, dai pericoli derivanti dalle scariche atmosferiche.

Per la verifica sarà impiegata la procedura prevista dalle Norme CEI 81-1, CEI 81-4.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 15 di 44	

In seguito ai risultati di detta "Relazione" sarà previsto o meno un adeguato sistema di protezione da scariche atmosferiche.

Tutti i locali saranno illuminati con plafoniere stagne, contenenti uno o due lampade fluorescenti da 18/36/58W secondo necessità.

Sarà inoltre previsto un adeguato numero di plafoniere stagne dotate di batterie tampone, per l'illuminazione di emergenza.

Quadri elettrici Sottostazione di Consegna

La tipologia e la quantità dei quadri elettrici relativi alla sottostazione sarà concordata con TERNA, in ogni caso di seguito sono indicati i principali armadi necessari per il corretto funzionamento della sottostazione:


➤ *Quadro di controllo*

Destinato al comando e controllo della sottostazione, detto quadro sarà completo di un sinottico operativo riportante le apparecchiature della sottostazione ed i relativi pulsanti e lampade di segnalazione per il comando degli interruttori e sezionatori.

Il quadro di controllo conterrà inoltre il relè multifunzione per le protezioni elettriche; oltre a quanto eventualmente richiesto da TERNA, saranno previste le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata (50 e 51).

Sul quadro di controllo saranno inoltre previsti dei convertitori di segnale per la ritrasmissione (segnale 4÷20mA) a SCADA e a TERNA delle principali grandezze elettriche quali:

- Tensione
- Potenza attiva
- Potenza reattiva
- Fattore di potenza
- Corrente

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 16 di 44	

A seguito di quanto verrà concordato con Terna, verranno resi disponibili a morsettiera dei contatti liberi da tensione per la ripetizione a Terna dello stato delle apparecchiature della sottostazione e dell'intervento protezioni ed allarmi.

Saranno inoltre previsti a morsettiera ulteriori contatti liberi da tensione per la ripetizione a SCADA dello stato delle apparecchiature della sottostazione e dell'intervento protezioni ed allarmi.


➤ *Quadro media tensione di Distribuzione Generale*

Sarà previsto un quadro di media tensione costituito da n°2 scomparti così come di seguito indicato:

- n°1 scomparto arrivo linea completo di sezionatore con messa a terra
- n°1 scomparto protezione trasformatore MT/BT ausiliari: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 17 di 44	

➤ *Trasformatore MT/BT*

Detto trasformatore, alimentato dal quadro di media tensione sopra descritto, sarà di tipo con isolamento in resina e di potenza pari a 63KVA; esso sarà utilizzato per trasformare la media tensione 30KV in bassa tensione (400V).

Il trasformatore sarà dotato di una centralina termometrica che riceverà i segnali provenienti dalle sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e provvederà, in caso di sovratemperature, a dare una segnalazione di allarme. Nel caso in cui la temperatura dovesse ulteriormente salire la centralina comanderà l'apertura dell'interruttore MT ad esso relativo.


Il trasformatore verrà installato in un adeguato box metallico di contenimento ubicato in prossimità del quadro di distribuzione BT.

➤ *Quadro di distribuzione BT*

Detto quadro riceverà alimentazione dal trasformatore sopra descritto e provvederà a distribuire l'alimentazione BT, tramite adeguati interruttori, a tutte le utenze elettriche (compresi gli impianti di illuminazione interna ed esterna) presenti nella sottostazione. Sarà inoltre previsto, sull'interruttore generale, un comando di "trascinamento" proveniente dall'interruttore sul quadro di media tensione, che determinerà (in caso di apertura di quest'ultimo) la conseguente apertura dell'interruttore generale BT.

➤ *Quadro UPS e distribuzione 400/230Vca*

Detto quadro riceverà alimentazione dal quadro di distribuzione e sarà del tipo a due "rami" ovvero adatto all'alimentazione dei carichi privilegiati 400/230Vca ed alla contemporanea carica (normalmente in tampone e periodicamente a fondo) di una batteria di accumulatori. Detti accumulatori saranno installati in un quadro dedicato e distinto dal quadro UPS e ubicato, come già indicato, in un apposito locale. Sul quadro sarà inoltre prevista una

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 18 di 44	

sezione di distribuzione contenente tutti gli interruttori necessari per le alimentazioni di tutte le utenze privilegiate a 400/230Vca presenti nella sottostazione.

➤ *Quadro raddrizzatore e distribuzione 110Vcc*

Detto quadro riceverà alimentazione dal quadro di distribuzione e sarà del tipo a due “rami” ovvero adatto all'alimentazione dei carichi in corrente continua ed alla contemporanea carica (normalmente in tampone e periodicamente a fondo) di una batteria di accumulatori.

Detti accumulatori saranno installati in un quadro dedicato e distinto dal quadro 110Vcc e posizionato, come già indicato, in un apposito locale. Sul quadro sarà inoltre prevista una sezione di distribuzione contenente tutti gli interruttori necessari per le alimentazioni di tutte le utenze a 110Vcc presenti nella sottostazione.

➤ *Misure fiscali*

I contatori fiscali consentiranno il computo dell'energia attiva e reattiva.


A corredo di detti contatori sarà previsto un modem GSM per la ritrasmissione a TERNA dei dati acquisiti.

Quadri elettrici Sottostazione di Trasformazione

Di seguito sono indicati i principali armadi necessari per il corretto funzionamento della sottostazione:

➤ *Quadro di controllo*

Destinato al comando e controllo della sottostazione, detto quadro sarà completo di un sinottico operativo riportante le apparecchiature della sottostazione ed i relativi pulsanti e lampade di segnalazione per il comando degli interruttori e sezionatori.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 19 di 44	

Il quadro di controllo conterrà inoltre il relè multifunzione per le protezioni elettriche; oltre a quanto eventualmente richiesto da TERNA, saranno previste le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata (50 e 51).

Sul quadro di controllo saranno inoltre previsti dei convertitori di segnale per la ritrasmissione (segnale 4÷20mA) a SCADA e a TERNA delle principali grandezze elettriche quali:

- Tensione
- Potenza attiva
- Potenza reattiva
- Fattore di potenza
- Corrente


A seguito di quanto verrà concordato con Terna, verranno resi disponibili a morsettiera dei contatti liberi da tensione per la ripetizione a Terna dello stato delle apparecchiature della sottostazione e dell'intervento protezioni ed allarmi.

Saranno inoltre previsti a morsettiera ulteriori contatti liberi da tensione per la ripetizione a SCADA dello stato delle apparecchiature della sottostazione e dell'intervento protezioni ed allarmi.

➤ *Quadro media tensione di Distribuzione Generale*

Allo scopo di convogliare l'energia prodotta (a 30kV) dai quattro gruppi di aerogeneratori sul trasformatore AT/MT, sarà previsto un quadro di media tensione costituito da n°6 scomparti così come di seguito indicato:

- n°1 scomparto protezione trasformatore AT/MT dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 20 di 44	

Inoltre su detta apparecchiatura saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.


- n°4 scomparti di arrivo dai gruppi dei generatori eolici: ciascuno dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata, massima corrente di guasto a terra, minima e massima tensione, massima tensione omopolare e minima e massima frequenza (50, 51, 51N, 27, 59, 59Vo, 81< e 81>). Le protezioni voltmetriche sopra indicate sono quelle prescritte da GRTN per gli impianti produttori .

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Ciascun scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n°1 scomparto protezione trasformatore MT/BT ausiliari: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione. Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N).

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.


T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 21 di 44	

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

Sul quadro di media tensione saranno previsti i seguenti interblocchi:

- Sistema di “rincalzo” per mancata apertura interruttore MT (152/L2, 152/L3, 152/L4 e 152/L5) per intervento protezioni voltmetriche: nel caso in cui si verificasse su una o più linee (relative ai suddetti interruttori), una anomalia tale da determinare l'intervento delle protezioni e, a seguito di detto intervento, non si verificasse l'apertura del relativo interruttore MT, è stato previsto un sistema di “rincalzo” che provoca (con un ritardo di 500ms) l'apertura dell'interruttore AT 252/E2. In tal modo viene garantito, con un doppio sistema di interruzione, l'isolamento del parco eolico dalla Rete Nazionale in caso di perturbazione elettrica.
- Sistema di “trascinamento” interruttore AT 252/E3 – interruttore MT protezione trasformatore (152/L1 e 152/L6): nel caso in cui si verificasse l'apertura di un interruttore AT è stato previsto un sistema di “trascinamento” che provoca l'apertura del relativo interruttore MT.

La scelta di prevedere le protezioni richieste da GRTN per gli impianti produttori, su ciascun interruttore MT relativo a ogni gruppo di generatori, consente una maggiore affidabilità di produzione, in quanto, al verificarsi di una perturbazione elettrica su un gruppo di generatori, l'intervento delle protezioni agisce solo sull'interruttore MT relativo al gruppo stesso, consentendo agli altri gruppi di continuare a funzionare e quindi ad immettere energia in Rete.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 22 di 44	


Al tempo stesso il sistema di “rincalzo” precedentemente descritto assicura che, in ogni caso, la perturbazione elettrica prodotta dal gruppo di generatori, non investa la Rete Nazionale.

➤ *Trasformatore MT/BT*

Detto trasformatore, alimentato dal quadro di media tensione sopra descritto, sarà di tipo con isolamento in resina e di potenza pari a 63KVA; esso sarà utilizzato per trasformare la media tensione 30KV in bassa tensione (400V).

Il trasformatore sarà dotato di una centralina termometrica che riceverà i segnali provenienti dalle sonde termometriche (PT100) installate sugli avvolgimenti secondari del trasformatore stesso e provvederà, in caso di sovratemperature, a dare una segnalazione di allarme. Nel caso in cui la temperatura dovesse ulteriormente salire la centralina comanderà l’apertura dell’interruttore MT ad esso relativo.

Il trasformatore verrà installato in un adeguato box metallico di contenimento ubicato in prossimità del quadro di distribuzione BT.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 23 di 44	

➤ *Quadro di distribuzione BT*

Detto quadro riceverà alimentazione dal trasformatore sopra descritto e provvederà a distribuire l'alimentazione BT, tramite adeguati interruttori, a tutte le utenze elettriche (compresi gli impianti di illuminazione interna ed esterna) presenti nella sottostazione. Sarà inoltre previsto, sull'interruttore generale, un comando di "trascinamento" proveniente dall'interruttore sul quadro di media tensione, che determinerà (in caso di apertura di quest'ultimo) la conseguente apertura dell'interruttore generale BT.


➤ *Quadro UPS e distribuzione 400/230Vca*

Detto quadro riceverà alimentazione dal quadro di distribuzione e sarà del tipo a due "rami" ovvero adatto all'alimentazione dei carichi privilegiati 400/230Vca ed alla contemporanea carica (normalmente in tampone e periodicamente a fondo) di una batteria di accumulatori. Detti accumulatori saranno installati in un quadro dedicato e distinto dal quadro UPS e ubicato, come già indicato, in un apposito locale. Sul quadro sarà inoltre prevista una sezione di distribuzione contenente tutti gli interruttori necessari per le alimentazioni di tutte le utenze privilegiate a 400/230Vca presenti nella sottostazione.

➤ *Quadro raddrizzatore e distribuzione 110Vcc*

Detto quadro riceverà alimentazione dal quadro di distribuzione e sarà del tipo a due "rami" ovvero adatto all'alimentazione dei carichi in corrente continua ed alla contemporanea carica (normalmente in tampone e periodicamente a fondo) di una batteria di accumulatori.

Detti accumulatori saranno installati in un quadro dedicato e distinto dal quadro 110Vcc e posizionato, come già indicato, in un apposito locale. Sul quadro sarà inoltre prevista una sezione di distribuzione contenente tutti gli


TM.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 24 di 44	

interruttori necessari per le alimentazione di tutte le utenze a 110Vcc presenti nella sottostazione.

➤ *Misure fiscali*

I contatori fiscali consentiranno il computo dell'energia attiva e reattiva.

A corredo di detti contatori sarà previsto un modem GSM per la ritrasmissione a TERNA dei dati acquisiti.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 25 di 44	

Linea Media Tensione interrata

Al fine di realizzare il collegamento tra la sottostazione di Trasformazione e il Parco Eolico, saranno previste quattro linee in media tensione interrata.

Le linee in oggetto oltre ad essere adeguatamente dimensionata per la portata di corrente che consente di limitare la caduta di tensione entro valori accettabili.

Per realizzare la linea in oggetto saranno utilizzati cavi con conduttore in rame o in alluminio e materiale isolante in gomma ad alto modulo, dotato di schermo a nastri di rame su ogni anima e protezione esterna in PVC di qualità RZ di colore rosso.


Il percorso sarà realizzato principalmente a bordo strada, i cavi verranno posati in un letto di sabbia e successivamente protetti da un "tegolo" prefabbricato. Detto "tegolo" verrà a sua volta ricoperto con terreno di riempimento compattato.

Il percorso del cavo sarà inoltre segnalato (in caso di attività di scavo successive alla posa stessa) da una rete di plastica forata di colore rosso-arancione e da un nastro di segnalazione in PVC opportunamente interrati.

All'interno di detto percorso verrà posato un cavo in fibra ottica a più fibre, per la trasmissione dei dati al sistema SCADA.

Anche per le connessioni tra i generatori eolici sarà prevista la realizzazione di linee interrate, utilizzando cavi con conduttore in rame o alluminio e materiale isolante in gomma ad alto modulo, dotato di schermo a nastri di rame su ogni anima e protezione esterna in PVC di qualità RZ di colore rosso.

I cavidotti di collegamento elettrico tra gli aerogeneratori fino alla sottostazione MT/AT, viaggiano interrati ad una profondità minima di 120cm,

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 26 di 44	

La realizzazione di un cavidotto interrato così come prospettato, permette il rispetto dei valori imposti dalla normativa (DPCM del 08/07/2003: 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".) sia in termini di intensità del campo elettrico che di induzione magnetica.


Quadri Media Tensione di Torre

Per quadri di media tensione di Torre si identificano tre configurazioni:

- Quadro MT “Entra-Esce”: quadri che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove sono ubicati, hanno la funzione di “entra-esce” all’interno del sottogruppo di generatori di cui fanno parte.
- Quadro MT “Inizio Sottogruppo”: quadri che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove sono ubicati, hanno la funzione inviare l’energia prodotta al quadro ubicato nella posizione successiva all’interno del sottogruppo stesso ma non ricevono energia da nessun altro generatore.
- Quadro MT “Entra-Esce” e invio energia a Quadro MT in Sottostazione MT/AT: Quadri che oltre a collegare il generatore relativo alla torre dove sono ubicati, hanno la funzione di “entra-esce” all’interno della sottogruppo di generatori di cui fanno parte e inviano l’energia prodotta da tutti i generatori che costituiscono il gruppo, al quadro MT di sottostazione MT/AT.

I quadri MT “Entra-Esce”, saranno costituiti da n°3 scomparti

- n°1 scomparto protezione trasformatore di torre: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione.
Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 27 di 44	

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n°1 scomparto invio energia al quadro ubicato nella posizione successiva all'interno del sottogruppo dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione.

Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore.

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.


Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n°1 scomparto di arrivo linea da altri generatori.

I quadri MT "Inizio Sottogruppo", saranno costituiti a n°2 scomparti:

- n°1 scomparto protezione trasformatore di torre: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione.

Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 28 di 44	

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n°1 scomparto invio energia al quadro ubicato nella posizione successiva all'interno del sottogruppo dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione.

Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore.

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.


Quadro MT “Entra-Esce” e invio energia a Quadro MT in Sottostazione MT/AT

Il quadro MT a tre scomparti è identico al quadro MT “Entra-Esce” e quindi vale quanto già descritto.

I quadri MT a quattro scomparti, sono costituiti da:

- n°1 scomparto protezione trasformatore di torre: dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione.

Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 29 di 44	

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione.

- n°1 scomparto invio energia al quadro di distribuzione MT in sottostazione MT/AT, dotato di interruttore MT in SF6 e del relativo relè di protezione multifunzione.


Detto relè avrà impostate almeno le protezioni di massima corrente, istantanea e ritardata e massima corrente di guasto a terra, (50, 51 e 51N). Potranno essere implementate ulteriori protezioni suggerite dal costruttore del generatore.

Inoltre, su detta apparecchiatura, saranno visualizzabili le seguenti grandezze elettriche: tensione, corrente, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva, energia attiva e reattiva, frequenza.

Lo scomparto sarà inoltre provvisto di un apposita cella estraibile per il contenimento dei fusibili MT e dei trasformatori di tensione ad un solo secondario utilizzato per il relè di protezione

- n°2 scomparti di arrivo linea da altri generatori.

La protezione dell'impianto è, come già indicato, ottenuta con protezioni di massima corrente. Al fine di risolvere le problematiche derivanti dall'utilizzo di una selettività di tipo "cronometrico" (che per un impianto come quello in oggetto, ovvero con molti "gradini", comporta un tempo di eliminazione del guasto non conforme ai limiti tecnici dei componenti dell'impianto) si è ipotizzato di utilizzare dispositivi a microprocessore strutturati per realizzare una selettività di tipo "logico" ovvero si fa intervenire, attraverso un'apposita logica, solo la protezione immediatamente a monte del guasto mentre le altre protezioni, pur rilevando il guasto, ricevono un segnale di blocco e pertanto non effettuano l'intervento.

TM.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 30 di 44	

Generatori eolici

Come indicato in premessa il parco eolico è costituito da quattro gruppi di generatori eolici.

All'interno di ciascuna torre dei generatori eolici, saranno installate tutte le apparecchiature e i quadri elettrici necessari al funzionamento del generatore ed alla sua connessione alla rete di distribuzione del parco eolico.

Oltre ai quadri di media tensione già descritti saranno previste le seguenti apparecchiature principali:


- Trasformatore di torre (elevatore)
- Trasformatore alimentazioni ausiliarie
- Convertitori AC/DC
- Sistema di controllo, protezione e sincronizzazione generatore

16 aerogeneratori avranno potenza pari a 3.53 MW cadauno e uno 3.52 MW in modo da ottenere una potenza totale dell'impianto di 60 MW, ad una tensione di 3.3kV ciascuno. La tensione sarà elevata, per essere immessa nella rete del parco eolico, a 30kV tramite un adeguato trasformatore elevatore MT/MT.

Sistema di Controllo (SCADA)

Per controllare l'intero parco eolico sarà impiegato un sistema SCADA pensato appositamente per il controllo e supervisione di impianti di notevoli dimensioni per poter garantire il più elevato livello di prestazioni ed affidabilità.

Lo scopo del sistema SCADA è quello di massimizzare l'erogazione della centrale eolica, nel rispetto dei suoi limiti operativi, per mezzo di un controllo e di una diagnostica perfetti.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 31 di 44	

Il compito principale del sistema SCADA consiste nel registrare i dati operativi sulla centrale e nel renderli disponibili non appena richiesto.

I dati saranno resi disponibili nella forma desiderata, alle persone interessate e nel momento giusto.

E' importante avere a disposizione, per esempio, tutti i dati storici relativi allo stato dei segnali di tensione, di corrente, di temperatura, velocità per il personale di intervento in caso di malfunzionamento di qualche apparecchiature o per il personale di manutenzione.


Il responsabile di impianto avrà a disposizione i dati statistici, le tabelle relative alle prestazioni dei generatori, il rendimento dell'impianto ecc.

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

Il sistema SCADA permette l'elaborazione dei dati trasformandoli in report personalizzati alle esigenze richieste dal responsabile di impianto e tecnici di centrale.

Nel caso di malfunzionamento che causa allarme, sarà immediatamente generato un segnale che sarà inviata a personale preposto al controllo o tramite SMS o E-Mail.

Considerato il crescente contributo energetico che le centrali eoliche forniscono ormai ai sistemi di tanti paesi, i sistemi di controllo degli impianti eolici, devono essere il più affidabili possibile, sottostare a regole severe garantire continuità di servizio e rispondere in tempo reale all'insorgere di qualsiasi problema di malfunzionamento allertando il personale tecnico.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 32 di 44	

Il sistema SCADA sarà configurato per massimizzare la rendita economica della centrale eolica garantendo la qualità dell'energia immessa nella rete di distribuzione.

Il sistema SCADA inoltre sarà configurato per essere interfacciato con unità esterne quali ad esempio il sistema di monitoraggio della qualità energetica, le stazioni meteorologiche, sistemi di previsione meteo ecc.

Il sistema SCADA è costituito essenzialmente da un Personal Computer di tipo industriale che ha la funzione di server della centrale eolica, posizionato nella sala controllo della sottostazione MT/AT, collegato alle turbine tramite cavi in fibra ottica.


Sarà realizzata inoltre la connessione con le sottostazioni elettriche di trasformazione per riportare al Server tutte le informazioni relative allo stato degli interruttori, correnti assorbite, valore di fattore di potenza ecc.

Tutti i dati relativi alle turbine e le sottostazioni 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. Il sistema sarà in grado di poter regolare l'energia immessa in rete, controllare il fattore di potenza, controllo della tensione ecc.

L'hardware del sistema SCADA è costituito come già detto in un server, da N° 1 stazioni operatore di cui utilizzabile anche come stazione di ingegneria, da N° 1 stampante laser A4/A3, da una linea in cavo a fibra ottica che collega i generatori e le sottostazioni.

La configurazione adottata permette la gestione dell'intero parco eolico offrendo garanzie di altissima affidabilità.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 33 di 44	

Criteria di scelta delle protezioni e Metodi di calcolo

Protezione contro il corto circuito


La protezione contro gli effetti del corto circuito sarà realizzata nell'intervento efficace degli organi di protezione, nel dimensionamento corretto delle apparecchiature e materiali ed inoltre nella resistenza agli sforzi elettrodinamici di quadri e quant'altro.

Per garantire l'interruzione automatica dell'alimentazione in Media Tensione (nei valori e tempi previsti dalla norma, coordinati con i dati caratteristici della rete MT), la corrente di intervento della protezione contro il cortocircuito deve essere accuratamente selezionata, tra le varie impostazioni offerte dall'apparecchiatura di protezione.

Le apparecchiature di MT e di BT dovranno resistere senza danneggiarsi, nel caso avvenga un corto-circuito, potendo riprendere il servizio normale (senza risentirne in modo grave) passato ed eliminato il guasto.

L'impianto e le apparecchiature che lo compongono, saranno in grado di resistere a:

- sforzi elettrodinamici che interessano i conduttori vicini, durante il passaggio di un elevato valore di corrente che si verifica durante un guasto;
- sollecitazioni termiche a cui viene sottoposto il conduttore e l'isolante che lo ricopre senza alterare le proprie caratteristiche;
- sollecitazioni dovute ad arco elettrico che interessano apparecchiature come interruttori (che dovranno essere in grado di estinguerlo senza diminuire le proprie prestazioni);
- sollecitazioni determinate dal passaggio di elevati valori di corrente che si verificano, in genere nei vari punti di una installazione, ogni volta che avviene un guasto con conseguente corto-circuito.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 34 di 44	

La protezione contro gli effetti del corto circuito su apparecchiature, distributori di energia e sistemi di sbarre sarà garantita dal costruttore delle stesse, a seguito di prove di laboratorio e dimensionamenti accurati, in particolare questi potrà garantire a catalogo le proprie apparecchiature.

Tali considerazioni sono riferite soprattutto agli interruttori automatici, ai quadri di distribuzione che li contengono, ai sistemi prefabbricati di distribuzione dell'energia elettrica all'interno dei quadri elettrici.

Per gli organi di protezione automatici dovrà essere verificata la condizione:

$$I_{CC} \leq P. di I.$$

Dove:

I_{CC} corrente di cortocircuito massima nel punto considerato [kA]

P.di I. potere di interruzione dell'interruttore automatico di protezione [kA]

La protezione contro gli effetti termici del corto circuito sui cavi avviene verificando che l'energia che l'organo di protezione lascia passare nel tempo, sia dissipabile dal cavo senza danneggiarsi secondo la proporzione:

$$I^2t \leq K^2S^2$$

Dove:

I^2t integrale di joule, energia sviluppata per la durata del cortocircuito [A^2s]


K^2S^2 fattore caratteristico del cavo, dipendente dalla sezione e dall'isolante [A^2s]

I corrente di cortocircuito [A]

t tempo di durata del cortocircuito [s]

K fattore caratteristico del cavo in PVC tra 115 e 143 se in GOMMA tra 143 e 176

S sezione conduttore [mm^2]

TM.E. S.p.A. <small>Termomeccanica Ecologia</small> 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 35 di 44	

Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti diretti delle parti in MT, deve essere di tipo totale, da attuarsi mediante isolamento e l'adozione di involucri con grado di protezione idoneo. In particolare, le parti attive sono accessibili solo aprendo alcune portelle dopo sicure operazioni interbloccate, oppure togliendo parti di involucri con l'uso di attrezzi, il tutto conformemente alle norme e leggi in vigore.


Il minimo grado di protezione deve raggiungere almeno IP2X conformemente alle prescrizioni della norma CEI 17-6.

La protezione contro i contatti diretti delle parti in BT, deve essere di tipo totale, da attuarsi mediante isolamento o l'adozione di involucri con grado di protezione almeno: IPXXD, per le superfici orizzontali superiori a portata di mano, e IPXXB per le altre superfici. In particolare, le parti attive sono accessibili solo togliendo parti di involucri con l'uso (almeno) di attrezzi.

Per le linee elettriche in cavo la protezione sarà di tipo totale, costituita dall'isolamento del conduttore, asportabile solo mediante distruzione, pertanto sicura contro i contatti diretti lungo tutto il suo percorso.

Protezione contro il sovraccarico

Per garantire l'interruzione automatica dell'alimentazione per sovraccarico, saranno adottate le protezioni di cui saranno fornite le apparecchiature di Media Tensione. Le tarature di queste saranno dettate dal tipo di apparecchiatura installata a valle. La curva caratteristica di intervento sarà scelta tra le varie opzioni disponibili dal sistema di protezione, cercando quella più adatta allo scopo. Il valore nominale di

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 36 di 44	

questi dovranno considerare i carichi a cui sarà sottoposta la rete MT; questi saranno dello stesso tipo sulle tre fasi, senza particolari applicazioni, data la natura ordinaria dell'impianto.

La protezione dal sovraccarico degli impianti di Bassa Tensione, sarà assicurata mediante l'adozione di interruttori automatici magnetotermici coordinati con la portata delle condutture installate a valle di essi.

La verifica della protezione dal sovraccarico avviene assicurando le seguenti relazioni:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \qquad I_f \leq 1,45 \times I_Z$$

Dove:


- I_B corrente di impiego del circuito [A]
- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione [A]
- I_Z portata a regime permanente della conduttura elettrica [A]
- I_f corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione [A]

La determinazione di I_Z viene riferita alle recenti tabelle CEI-UNEL 35024/1, per cavi isolati con materiale elastomerico, nei campi di applicazione previsti; per altri tipi di posa o di cavo valgono le normative specifiche. In base a questa normativa, maggiormente restrittiva rispetto alle precedenti edizioni, l'effettiva portata di un cavo è oggetto di diversificate considerazioni; per cui:

$$I_Z = I_0 \times k_1 \times k_2$$

Dove:

- I_Z portata a regime permanente della conduttura elettrica [A]
- I_0 portata alla temperatura ambiente di 30°C relativa al singolo cavo multipolare, o insieme di cavi unipolari che compongono un solo circuito (valori reperibili nelle tabelle della stessa norma) [A]

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 37 di 44	

k_1 fattore di correzione per temperatura ambiente diversa da 30 °C (valori reperibili nelle tabelle)

k_2 fattore di correzione per cavi installati in fascio od in strato

La determinazione del fattore di correzione denominato k_2 è frutto di considerazioni distinte e complesse, riguardanti il concetto secondo cui un cavo, posto in prossimità di altri circuiti, diminuisce la sua portata, in quanto viene riscaldato dagli altri e viceversa.

Per cavi raggruppati in fascio o strato è prevista l'applicazione del fattore quando i cavi considerati hanno sezioni simili (tre sezioni commerciali consecutive)

$$k_2 = 1 / \sqrt{n}$$


intendendo n come numero di circuiti (circuiti cautelativamente considerati percorsi dall'intera corrente di portata), trascurando da n i circuiti percorsi da una corrente:

$$I < 30\% I_z$$

Dimensionamento contro la caduta di tensione

Il fenomeno di abbassamento di tensione tra due punti, uno a monte e l'altro a valle, in una rete elettrica di distribuzione, viene denominato caduta di tensione. In tutti gli impianti elettrici occorre valutare che la differenza tra la tensione al punto d'origine dell'alimentazione e la tensione all'utilizzatore d'energia sia adeguatamente contenuta, nei limiti normativi e nei limiti di funzionamento dell'apparecchio utilizzatore.

Un'eccessiva differenza tra i due valori nuoce al funzionamento ed al rendimento degli impianti, inoltre elevate differenze di tensione tra monte e valle è sinonimo di perdite sulla linea elettrica, con conseguente cattivo dimensionamento e non ottimizzazione dell'impianto di trasmissione dell'energia.

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 38 di 44	

La caduta di tensione sarà contenuta mediante un corretto calcolo dimensionale delle linee.

Il valore della caduta di tensione può essere determinato mediante la formula:


$${}_D U = k \times I \times L \times (r_0 \cos\varphi + x_0 \sin\varphi)$$

Dove:

- ${}_D U$ caduta di tensione [V]
- I corrente efficace della linea [A]
- L lunghezza della linea [km]
- r_0 resistenza della linea (rif. 90°C) [Ω /km]
- x_0 reattanza della linea [[Ω /km]
- V tensione inizio linea [V]
- k sistema trifase $\Rightarrow \sqrt{3}$ sistema monofase $\Rightarrow 2$

la caduta di tensione percentuale sarà quindi:

$${}_D V\% = 100 \bullet {}_D U / V$$

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 39 di 44	

Determinazione delle correnti di cortocircuito

La presente sezione riporta la descrizione del metodo con cui è stato elaborato il procedimento per il calcolo delle correnti di cortocircuito.

La potenza di cortocircuito della Rete AT (P_r) è la potenza, espressa in MVA, che si ottiene dalla corrente di cortocircuito simmetrica (I_{cc_s}) alla tensione nominale.

Essa si calcola come:

$$P_r = c \times (\sqrt{3}) \times U_n \times I_{cc_s}$$

Dove:

P_r Potenza di corto circuito della Rete [MVA]

U_n Tensione nominale della Rete [kV]

I_{cc_s} Corrente di cortocircuito trifase simmetrica [kA]

c Coefficiente di margine indicato dalla Norma CEI per le reti AT e MT, che tiene conto del possibile aumento della tensione in rete (Valore = 1.1)

Per il computo corretto del contributo della rete AT, riferito alla tensione dei montanti MT, si deve calcolare la reattanza equivalente della Rete (X_r), riferita al lato MT dei trasformatori:


$$X_r = (U_{t_2})^2 / P_r$$

Dove:

X_r Reattanza equivalente della Rete riferita all'avvolgimento MT del trasformatore [Ω]

U_{t_2} Tensione riferita all'avvolgimento MT del trasformatore, con la maggiorazione del 10% (condizione limite) [kV]

P_r Potenza di corto circuito della Rete [MVA]

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 40 di 44	

Per determinare l'impedenza equivalente (e la relativa resistenza e reattanza) del trasformatore riferita all'avvolgimento MT, si sono utilizzate le seguenti formule:

$$Z_{t_2} = [(U_{t_2})^2 / P_{tn}] \times [U_{cc} / 100]$$

$$R_{t_2} = [(U_{t_2})^2 / P_{tn}] \times [P_{p(Cu)} / 100]$$

$$X_{t_2} = \sqrt{[(Z_{t_2})^2 - (R_{t_2})^2]}$$

Dove:

Z_{t_2} Impedenza equivalente riferita all'avvolgimento MT (U_{t_2}) del trasformatore [Ω]

R_{t_2} Resistenza equivalente riferita all'avvolgimento MT (U_{t_2}) del trasformatore [Ω]

X_{t_2} Reattanza equivalente riferita all'avvolgimento MT (U_{t_2}) del trasformatore, calcolata come differenza vettoriale tra l'impedenza e la resistenza [Ω]

U_{cc} Tensione di cortocircuito del trasformatore [%]

P_{tn} Potenza nominale del trasformatore [MVA]

$P_{p(Cu)}$ Perdite nel rame del trasformatore [%]

Per determinare il contributo fornito dai generatori alla corrente di cortocircuito, si è utilizzata la seguente formula:

$$X_{cc(s)g} = (c \times U_g) / [(\sqrt{3}) \times X''d]$$


Dove:

$X_{cc(s)g}$ Corrente simmetrica di cortocircuito (iniziale) prodotta dal Generatore [kA]

U_g Tensione nominale del trasformatore [kV]

c Coefficiente di margine indicato dalla Norma CEI per le reti AT e MT, che tiene conto del possibile aumento della tensione in rete (Valore = 1.1)

$X''d$ Reattanza subtransitoria diretta satura del generatore [Ω]

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 41 di 44	

A sua volta $X''d$ è calcolato come:

$$X''d = (U_g^2 \times X''d_{pu}) / [(\sqrt{3}) \times I_g \times U_g]$$

Dove:

$X''d_{pu}$ Reattanza subtransitoria diretta satura del generatore espressa in [per unit]

U_g Tensione nominale del trasformatore [kV]

I_g Corrente nominale del trasformatore [kA]

Il prodotto $(\sqrt{3}) \times I_g \times U_g$ rappresenta la potenza nominale apparente del generatore [MVA]

Le impedenze relative alle sbarre dei quadri e dei componenti di linea non vengono, nel calcolo in oggetto, considerate in quanto si ritengono di valore trascurabile.

Il valore simmetrico della corrente di cortocircuito " $I_{cc(s)_x}$ ", nel punto richiesto (x), viene calcolato come:

$$I_{cc(s)_x} = [c \times (U_{t_x})] / [(\sqrt{3}) \times Z_{xcc}]$$

Dove:

$I_{cc(s)_x}$ Valore simmetrico della corrente di corto circuito al punto di guasto (x) considerato [kA]


c Coefficiente di margine indicato dalla Norma CEI per le reti AT e MT, che tiene conto del possibile aumento della tensione in rete (Valore = 1.1)

U_{t_x} Valore di tensione al punto di guasto (x) considerato [kV]

Z_{xcc} Impedenza totale del circuito al punto di guasto considerato [Ω]

A sua volta Z_{xcc} è calcolata come:

$$Z_{xcc} = \sqrt{[(R_{xcc})^2 + (X_{xcc})^2]}$$

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 42 di 44	

Dove:

R_{xcc} Resistenza totale del circuito come somma delle resistenze delle apparecchiature fino al punto di guasto considerato (comprensivo anche delle resistenze delle linee elettriche) [Ω]

X_{xcc} Reattanza totale del circuito come somma delle reattanze delle apparecchiature fino al punto di guasto considerato (comprensivo anche delle reattanze delle linee elettriche) [Ω]

Il valore di cresta della corrente di cortocircuito "I_{cc(p)}_x" nel punto richiesto (x), viene calcolato come:

$$I_{cc(p)}_x = k(p) \times I_{cc(s)}_x$$

Dove:

I_{cc(p)}_x Valore di cresta della corrente di corto circuito al punto di guasto (x) considerato [kA]


I_{cc(s)}_x Valore simmetrico della corrente di corto circuito al punto di guasto (x) considerato [kA]

k(p) fattore di cresta, dipendente dalle caratteristiche del circuito (resistenza e reattanza) ove avviene il cortocircuito, che definiscono l'angolo di sfasamento dato da:

$$\tan\varphi = X_{xcc} / R_{xcc}$$

Data una certa sezione del conduttore, deve essere verificato che, nelle condizioni di corto circuito, la corrente passante non sia tale da danneggiare l'isolamento del cavo stesso. La massima corrente di corto circuito I_{cc(H)}_x, ammessa nel cavo del circuito (x), è data dalla relazione

$$I_{cc(H)}_x = (S \times C) / \sqrt{T}$$

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 43 di 44	

Dove:

- S Sezione del conduttore [mm²]
 T Durata del cortocircuito. Si assume il tempo di intervento delle protezioni che interrompono il cortocircuito [sec]
 C Coefficiente di tipo del cavo che tiene in considerazione il tipo di materiale e d'isolamento, la temperatura iniziale e finale ammessa, come da Norma CEI 11-17, tabella 2.02.02.

Nel caso di collegamento con più conduttori in parallelo per fase, il valore di I_{cc} di linea deve essere ridotto proporzionalmente per l'ottenimento del valore di I_{cc}(H)_x del conduttore da inserire nella formula, come:

$$I_{cc} / N_c = I_{cc}(H)_x$$

Dove:

- N_c Numero di conduttori in parallelo sulla stessa fase

La verifica della corrente minima di cortocircuito viene effettuata per stabilire la corrente sotto la quale la linea non può considerarsi protetta, ovvero la lunghezza massima protetta per una certa corrente di cortocircuito.


Come corrente di cortocircuito minima si considera quella corrispondente ad un cortocircuito che si produca tra le fasi, nel punto più lontano della linea protetta.

Per la determinazione della corrente di cortocircuito minima saranno utilizzate le seguenti formule:

$$I_{cc}(m)_x = [k\delta U_L \times (U_{c_x})] / \{1.5 \times \rho \times [(2 \times L) / S]\}$$

Dove:

- U_{c_x} Tensione concatenata di alimentazione del circuito (x) [V]
 ρ Resistività a 20°C del materiale dei conduttori (0.0179 per il rame) [Ωmm²/m]
 L Lunghezza della linea protetta [m]
 S Sezione del conduttore [mm²]

T.M.E. S.p.A. Termomeccanica Ecologia 	Preventivo	Emesso da	Documento	Rev.
	98102	PEE	98102TMER001	06
			Pag. 44 di 44	

$I_{cc(m)}$ Corrente di cortocircuito presunta [A]

$k\delta U_L$ Coefficiente di riduzione della tensione di alimentazione per effetto della corrente di cortocircuito, rispetto alla tensione di alimentazione, dato da:

$$k\delta U_L = 1 - [(\sqrt{3}) \times I_{cc(p)} \times Z_L] / U_{f_x}$$

Dove:

U_{f_x} Tensione di fase di alimentazione del circuito (x) [V]

$I_{cc(p)}$ Corrente di cortocircuito nella situazione di cresta (picco) [A]

Z_L Impedenza di linea [Ω]

Si può ricavare la massima lunghezza protetta di un cavo, con la seguente formula:

$$L = (k\delta U_L \times U_{c_x} \times S) / [1,5 \times \rho \times 2 \times I_{cc(m)_x}]$$

Nel caso di collegamento con più conduttori in parallelo per fase, il valore di I_{cc} di linea deve essere ridotto proporzionalmente per l'ottenimento del valore di $I_{cc(m)}$ del conduttore da inserire nella formula, come:

$$I_{cc} / N_c = I_{cc(m)_x}$$

Dove:

N_c Numero di conduttori in parallelo sulla stessa fase.