REGIONE LIGURIA

Provincia di Savona

COMUNE DI QUILIANO - COMUNE DI SAVONA



VALORIZZAZIONE DELLE FONTI ALTERNATIVE
PER SCOPI ENERGETICI

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Fattoria Eolica CIMA MONTA'

PROGETTISTI		PROPONENTE
STRUTTURE	**Ing. BONINO Ingrid** Via A.Diaz 1 - 17047 Vado ligure (SV) c.f. BNNNRD74C63I480S - p. IVA 01319220099 tel. 339.3373268 - email ingridbonino@libero.it	**LA FATTORIA DEL VENTO S.r.l.** Via Gramsci 38 r - 17100 Savona - c.f. 01456080090 - REA 147779 - tel. 019 821335 - PEC lafattoriadelvento@pec.it SIRITO Fabrizio amministratore delegato
TOPOG./ARCH.	**Geom. LUCON Stefano** Via Madonna della neve 6 - 17047 Quiliano (SV) c.f. LCNSFN70P29I480J - p. IVA 01099260091 tel. 393.9678644 - email lucon.stefano@gmail.com	
ELETTRICO ACUSTICA	**Ing. MASSA Enrico** Via Nazario Sauro 4/5A - 17100 Savona (SV) - c.f. MSSNRC73E09D969Q - p. IVA 002832290049 tel. 328.4503069 - email enrico.massa@tecgeo.net	
ARCHITETTURA	**Arch. MORAS Alberto** Via Quarda Sup. 4/5 - 17100 Savona (SV) c.f. MRS LRT 72L07 I480V - p. IVA 01257250090 tel. 347.2324222 - email alb.moras@awn.it	
GEOLOGIA	**Dott . Geol. PEIRONE Paolo** Via Barrili 4/1 - 1700 Savona (SV) c.f. PRNPLA63M28I480M - p. IVA 1052320098 tel. 347.2764854 - email paolopeirone.studio@gmail.com	
AMBIENTE	**Dott. For. Andrea Sambado** Via Scatti 7/7 - 17100 Savona (SV) c.f. SMBNDR84A17I480Z - p. IVA 01666630098 tel. 349.0721869 - email a.sambado@gmail.com	

01_108_RI

IMPIANTI ELETTRICI

ELABORATO						RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA OPERE ELETTRICHE	
revisione					data	emissione	scala
0	1	2	3	4	15 novembre 2021	PRIMA EMISSIONE	-

STRUTTURA DEL DOCUMENTO

PREMESSA

1 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO 2

2 DESCRIZIONE DEL GENERATORE EOLICO 3

3 IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA RETE DEL DISTRIBUTORE 4

3.1 OPERE NECESSARIE ALLA CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE NAZIONALE 6
3.2 SISTEMA DI PROTEZIONE GENERALE 8
3.3 IMPIANTO DI TERRA 9
3.4 SCARICATORI DI SOVRATENSIONE 9

4 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA DELLE OPERE 9

5 ELENCO DEGLI ELABORATI GRAFICI 10

PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto la definizione delle specifiche tecniche generali e particolari necessarie alla connessione alla rete di distribuzione ENEL di media tensione (15 kV) di una turbina eolica marca ENERCON modello E-138 EP3 E2 da 4.2 MW da realizzarsi ad opera della società proponente l'intervento LA Fattoria del Vento S.r.l. con sede legale in Savona, via Gramsci 38 r, c.f. 01456080090, REA 147779, telefono 019 821335, PEC lafattoriadelvento@pec.it.

Il sito oggetto dell'intervento è ubicato nel Comune di Quiliano, in provincia di Savona, e catastalmente identificato al foglio 12, mappale 48.

1 NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

Il presente progetto è stato redatto in conformità alla vigente normativa tecnica e legislazione di riferimento e in particolare:

- Legge 1 marzo 1968, n. 186 – "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici";
- D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28 – "Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE";
- D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462 – "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 elettrici pericolosi";
- D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – "Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro. Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Allegato I al D.P.R. 1 agosto 2011, n. 151 – "Elenco delle attività soggette alle visite e ai controlli di prevenzione incendi";
- D.M. 10 marzo 1998 – "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro";
- D.Lgs. 26 ottobre 1995, n. 504 - "Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative" e s.m. e i.
- Deliberazione 11 aprile 2007, n. 88/07 AEEG – "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione" e s.m. e i.

Norme di carattere generale dell'impianto

- CEI 0-16 - "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- CEI 64-8 – "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua";
- CEI EN IEC 61400-1 (CEI 88-1) – "Sistemi di generazione da fonte eolica – Parte 1: Prescrizioni di progettazione";
- CEI 82-25 – "Guida alla realizzazione di sistemi di generazione di energia fotovoltaica collegati alle reti elettriche dei sistemi di Media e Bassa Tensione";
- CEI EN 60909-0 – "Correnti di cortocircuito in sistemi trifase ac - Parte 0: Calcolo delle correnti";
- CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) – "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";

- CEI EN 50522 (CEI 99-3) – "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in corrente alternata";
- CEI 11-17 – "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica";
- CEI 64-14 – "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- CEI EN 50618 (CEI 20-91) – "Cavi elettrici per impianti fotovoltaici;
- CEI EN 62305-1 – "Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali";
- CEI EN 62305-2 – "Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio dovuto al fulmine";
- CEI EN 62305-3 – "Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- CEI EN 62305-4 – "Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL Distribuzione", Ed. 5.0 – A1/7 del marzo 2015;
- Codice di trasmissione dispacciamento, sviluppo e sicurezza della rete" di TERNA ex art. 1, comma 4, DPCM 11 maggio 2004, versione aggiornata al 23 novembre 2015

Si ritengono inoltre valide, ove applicabili:

- Altre Norme tecniche UNI, ISO, EN di riferimento.

I documenti normativi e/o guide di riferimento, congiuntamente alle varianti e/o errata corrige eventualmente intervenute, sono da intendersi applicabili nella loro edizione in vigore al momento di emissione del presente documento. L'applicazione di eventuali varianti e/o errata corrige che intervengano dopo l'emissione del presente documento ma prima della realizzazione delle opere potrà essere sottoposta all'attenzione del progettista da parte del soggetto responsabile della costruzione.

2 DESCRIZIONE DEL GENERATORE EOLICO

Il generatore eolico ENERCON E-139 EP3 E2 è un convertitore di energia eolica a trasmissione diretta con rotore a tre pale, controllo attivo del passo, funzionamento a velocità variabile e una potenza nominale di 4200 chilowatt.

Dotato di un diametro del rotore di 138,25 m presenta altezza del mozzo pari a circa 81 m.

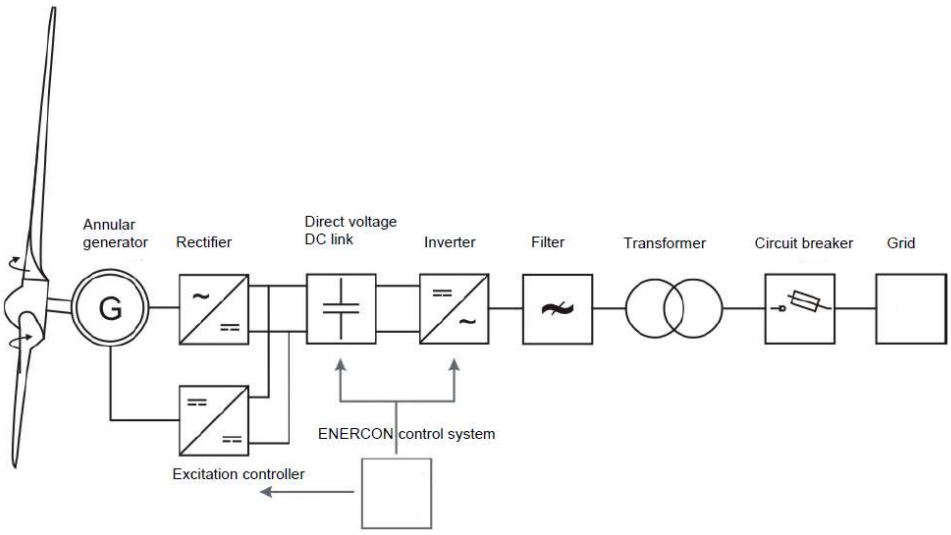


Figura 1 - Schema elettrico semplificato del convertitore di energia eolica.

Il sistema di controllo generale permette un funzionamento a velocità variabile consentendo la massimizzazione della potenza estratta dal vento e nello stesso tempo minimizzare i disturbi che tali sistemi possono causare alla rete. Il generatore elettrico è costituito da un motore sincrono a magneti permanenti dove sullo statore sono presenti sei avvolgimenti trifasi che costituiscono le sei sezioni di conversione collocate nella navicella. Il parallelo di tali sezioni avviene dopo la conversione DCAC alla tensione di 630 V e 50 Hz.

Alla base della torre sono installati il sistema di interfaccia utente HMI, che permette di analizzare il funzionamento della macchina ed intervenire sulle possibili anomalie evidenziate, ed il sistema di UPS in grado di erogare potenza per gestire e portare in condizioni di sicurezza l'impianto anche in caso di mancanza di alimentazione della rete esterna.

Tabella 2.1 – Principali caratteristiche del generatore eolico.

General	
Manufacturer	ENERCON GmbH Dreekamp 5 26605 Aurich Germany
Type designation	E-138 EP3 E2
Nominal power	4200 kW
Design service life	25 years
Rotor diameter	138.25 m
IEC wind class (ed. 3)[1]	IIIA (HH 160 m) SA (HH 81 m, HH 96 m, HH 111 m, NH 131 m and HH 149 m)
Extreme wind speed at hub height (10-minute mean) according to IEC (ed. 3)	37.50 m/s
	Corresponds to a load equivalent of approx. 52.50 m/s (3-second gust)
Annual average wind speed at hub height according to IEC (ed. 3)[1]	6.60 m/s (HH 81 m, HH 96 m, HH 111 m and HH 131 m) 7.50 m/s (HH 160 m) 7.63 m/s (HH 149 m)

3 IMPIANTO DI CONNESSIONE ALLA RETE DEL DISTRIBUTORE

La connessione alla rete di distribuzione in media tensione dell'impianto di generazione eolica avviene in una cabina secondaria che verrà costruita nelle vicinanze della torre, a 40 metri di distanza. Tale cabina sarà formata da tre locali denominati: locale consegna, locale misure e locale utente in conformità alla Specifica Tecnica e-distribuzione DG2092 Ed.03 del 15/09/2016 – "Cabine secondarie MT/BT fuori standard per la connessione alla rete elettrica e-distribuzione, prefabbricate o assemblate in loco, cabine in muratura e locali cabina situati in edifici civili. FUORI STANDARD BOX".

Le dimensioni utili di tale costruzione sono circa 2.5 x 6.7 x 2.5 metri (cfr. Figura 2 e Figura 3).

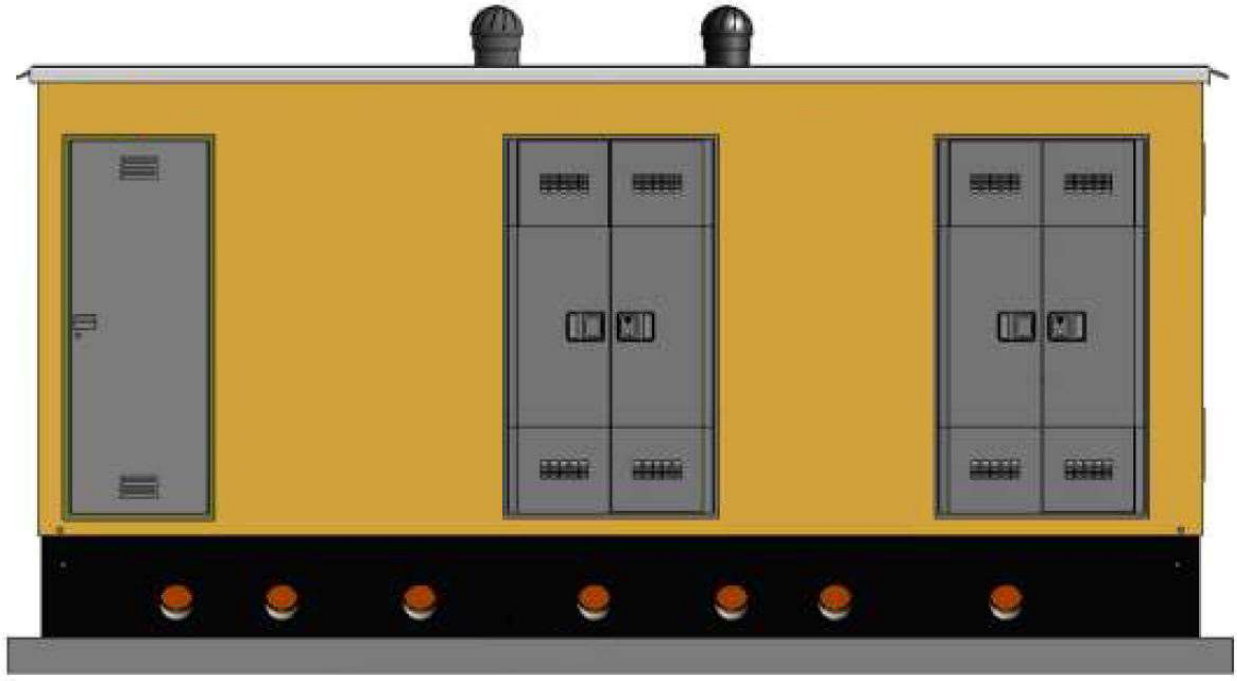


Figura 2 – Vista frontale cabina di consegna conforme alla Specifica Tecnica DG2092 Ed.03.

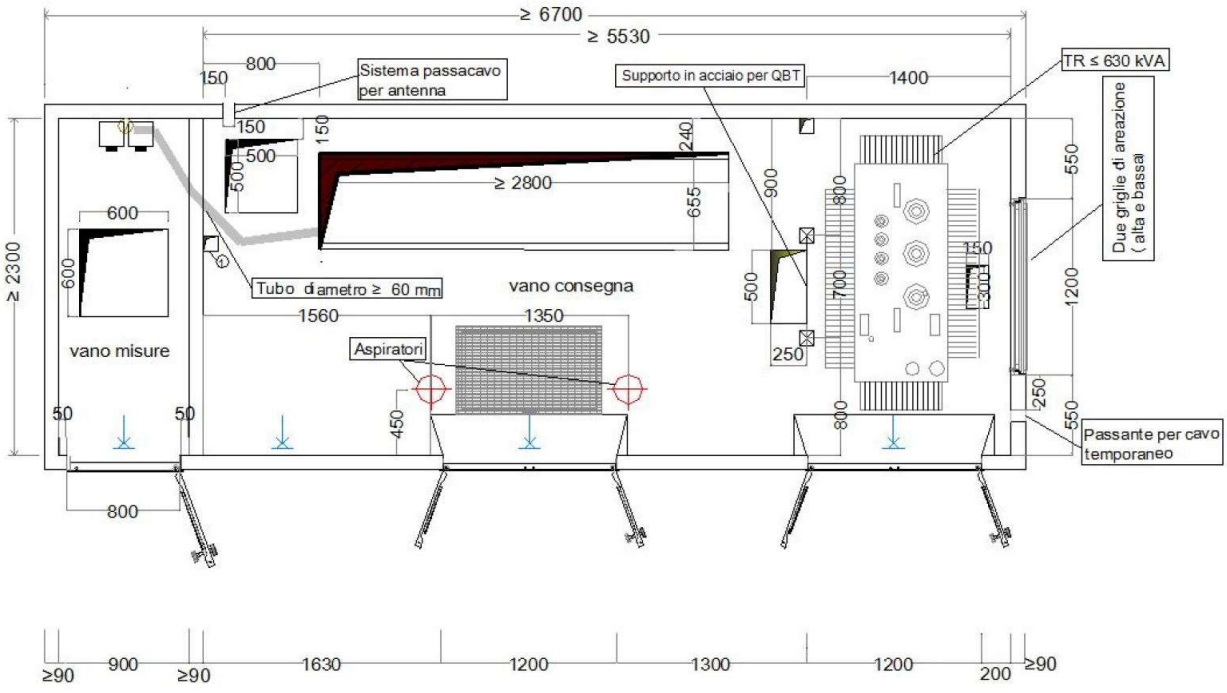


Figura 3 - Vista in pianta cabina di consegna conforme alla Specifica Tecnica DG2092 Ed.03.

Le prescrizioni di dettaglio per la realizzazione della cabina di consegna in media tensione sono contenute nella CEI 0-16.

3.1 Opere necessarie alla connessione alla rete di distribuzione nazionale

A seguito della richiesta inoltrata all'ente distributore (ENEL Distribuzione), in data 28 agosto 2012 è pervenuto il preventivo di connessione e le relative opere sulla rete di distribuzione nazionale necessarie per l'installazione dell'aereogeneratore da 4.2 MW. Come si evince dalla Figura 4, tali opere riguardano sia porzioni di linee adiacenti all'area oggetto di intervento, sia di zone che distano alcuni chilometri.

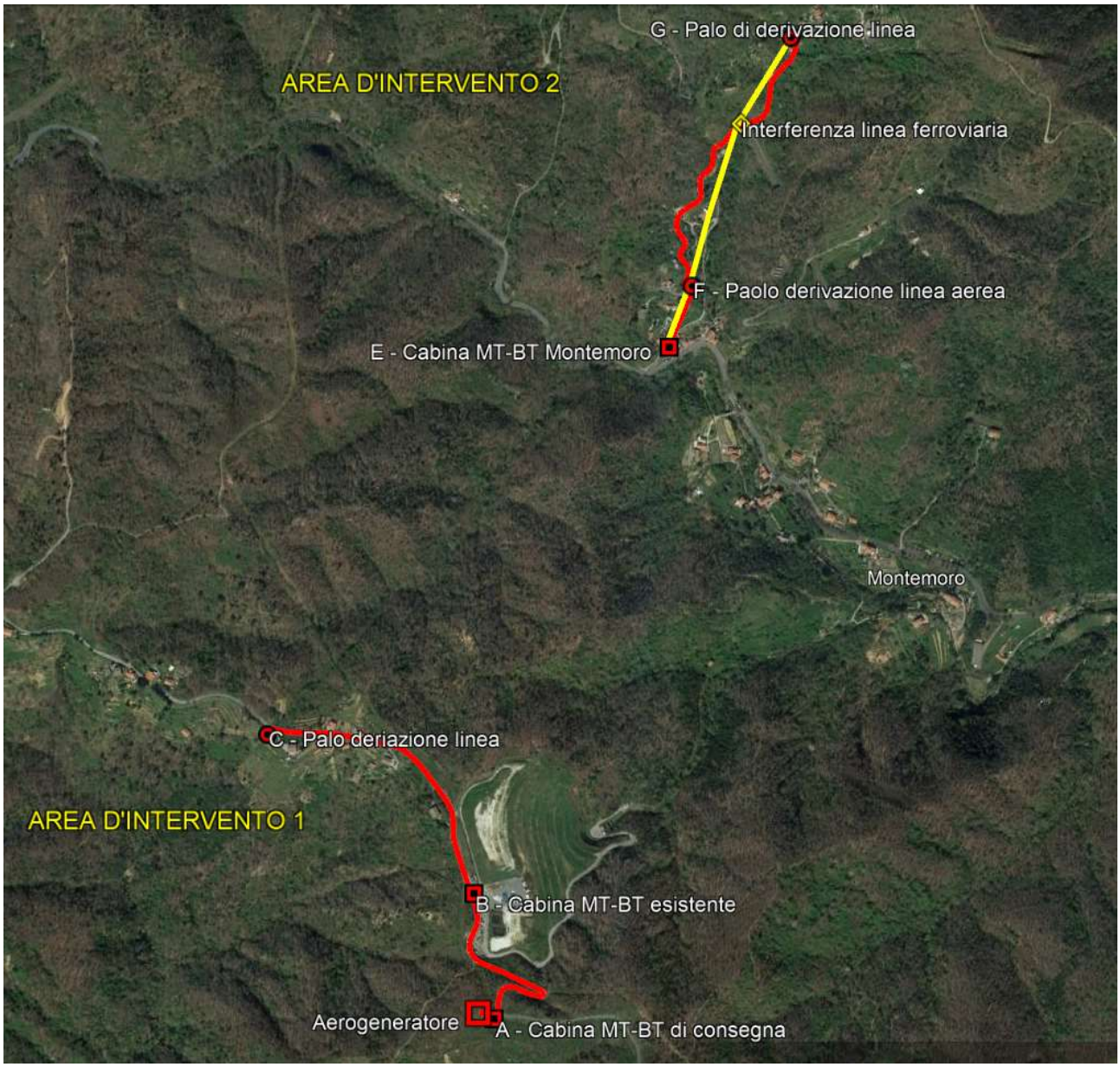


Figura 4 - Localizzazione interventi su rete di distribuzione nazionale

(in giallo le opere in dismissione e in rosso le opere in costruzione).

Principalmente le opere prevedono:

- la costruzione di una cabina secondaria di distribuzione adiacente alla torre eolica (punto A);

- l'installazione di un elettrodotto interrato (lungo S.P. 29) posto a profondità di circa 120 cm di connessione tra i punti A (cabina MT-BT di consegna) e B (cabina MT-BT esistente presso la discarica), di lunghezza circa 380 m, realizzato con cavo in alluminio di sezione paria a 185 mm²;
- il potenziamento dell'elettrodotto interrato che connette i punti B e C (palo esistente di derivazione linea elettrica aerea) mediante sostituzione dell'esistente cavo con nuovo in alluminio di sezione 185 mm²;
- rimozione di linea aerea di connessione tra i punti E (Cabina MT-BT esistente di Montemoro) e G (palo linea aerea esistente) di lunghezza pari a circa 590 m;
- installazione nuova linea aerea di lunghezza pari a circa 80 m, realizzata con cavo aereo in alluminio di sezione 150 mm² per la connessione tra i punti E ed F (palo linea aerea esistente);
- costruzione di un nuovo elettrodotto interrato a profondità pari a circa 120 cm per la connessione dei punti F e G, di lunghezza pari a circa 510 m realizzata con cavo in alluminio di sezione 185 mm².

Oltre alle opere pocanzi elencate, finalizzate all'adeguamento della rete di distribuzione nazionale, sarà necessario provvedere alla realizzazione del cavidotto di connessione tra torre eolica e la cabina di consegna (punto A). Tale elettrodotto avrà una lunghezza pari a circa 40 m, risulterà interrato a una profondità di almeno 80 cm e sarà costituito da tubo corrugato diametro ≥ 200 mm come raffigurato in Figura 5. La terna di cavi unipolari sarà in rame del tipo RG71H1R 12/20 kV (CPR Eca) con sezione pari a 120 mm².

Il cavo sarà idoneo a rispettare il vincolo:

$$I^2 \cdot t \leq K^2 \cdot S^2 \qquad [3.1]$$

con:
I^2t = integrale di Joule per la durata del corto circuito di intensità I pari a 12.5 kA e durata 1 s [A^2s];
S = sezione del conduttore in [mm^2];
K = 146 costante stabilita dalle norme in base al tipo dell'isolante del cavo.

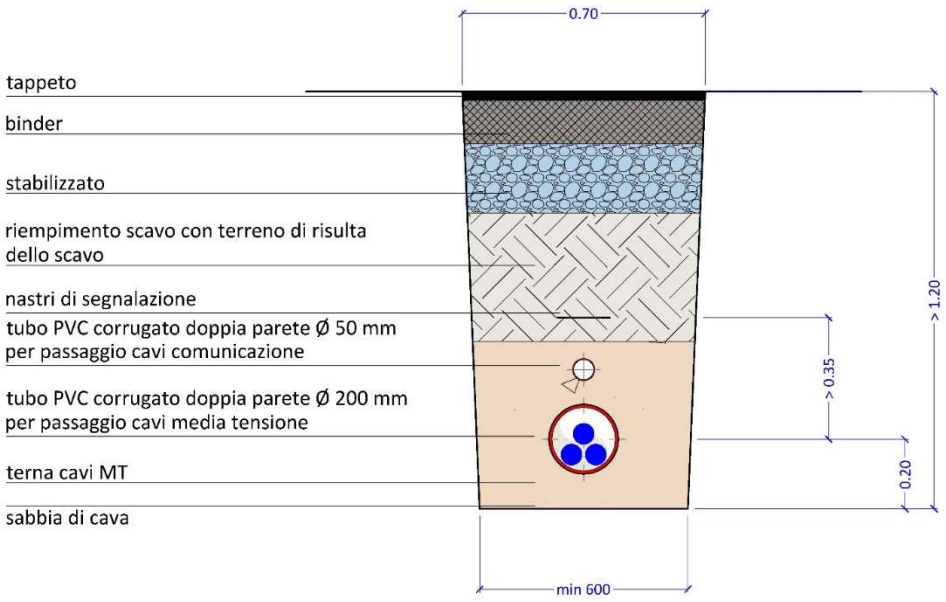


Figura 5 – sezione scavo per posa elettrodotto.

3.2 Sistema di protezione generale

Il Sistema di Protezione Generale (SPG) sarà costituito da relé (PG) di tipo statico o a microprocessore coadiuvati da dispositivi di misura del tipo TA, TV e TO. Le protezioni saranno alimentate da un sistema di alimentazione indipendente che ne assicurerà il funzionamento anche in caso di assenza di tensione di rete. Per il relè di protezione (PG) saranno previste le seguenti tipologie di protezione:

- relè di massima corrente a tempo inverso (51);
- relè di massima corrente istantaneo (50) e ritardato (51);
- relè di massima corrente omopolare ritardato (51N).

Pima della messa in servizio dell'impianto dovrà essere verificata la corretta funzionalità dei relè e l'efficienza dei relativi circuiti di sgancio degli interruttori.

Le tarature di tali dispositivi dovranno avvenire in accordo con le prescrizioni dell'ente distributore.

Il Dispositivo Generale (DG) di manovra e sezionamento, e la cui apertura (comandata dal Sistema di Protezione Generale), assicura la separazione dell'intero impianto dell'Utente dalla rete, sarà realizzato mediante un sistema composto da:

1. un sezionatore di linea e un interruttore;
2. oppure mediante un interruttore di tipo estraibile. Per parte estraibile è da intendersi una parte asportabile di un'apparecchiatura con involucro metallico, nella fattispecie l'interruttore, che può essere portato in una posizione nella quale assicuri una distanza di sezionamento o una segregazione metallica fra i contatti aperti, sempre rimanendo meccanicamente connessa all'involucro.

Tutti gli apparecchi dovranno essere realizzati in conformità alla rispettiva Norma di prodotto.

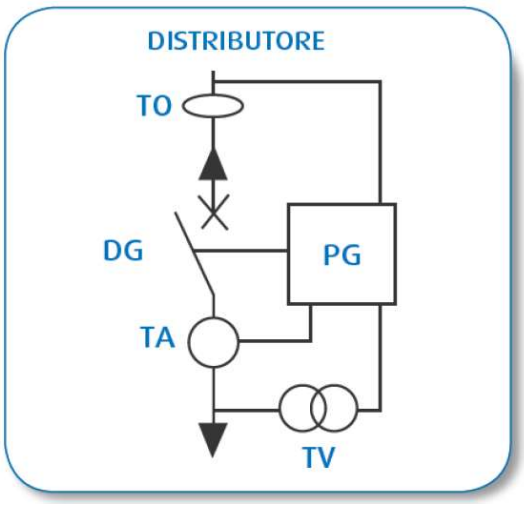


Figura 6 – Schema del Sistema di Protezione Generale.

Il Sistema di Protezione Generale (SPG), cui asservire il Dispositivo Generale, dovrà essere in grado di discriminare i guasti polifasi (massima corrente) e i guasti monofasi a terra (massima corrente omopolare o direzionale di terra, in conformità allo stato di esercizio del neutro) a valle del Dispositivo Generale, sarà composto da:

- trasduttori di corrente di fase (TA);

- trasduttori di corrente e di terra omopolare (TAT);
- eventuali trasduttori di tensione (TV);
- relè di protezione con relativa alimentazione (PG);
- circuiti di apertura dell'interruttore.

Il Sistema di Protezione Generale (SPG) dovrà funzionare correttamente in tutto il campo di variabilità delle correnti e delle tensioni che si possono determinare nelle condizioni di guasto per le quali è stato previsto.

Per Costruttore del Sistema di Protezione Generale (SPG) è da intendersi il soggetto che si assume la responsabilità di dichiarare la conformità del SPG, sulla scorta della documentazione fornita dai costruttori dei singoli componenti (TA, TAT, TV, PG etc.) e sulla scorta delle prove previste dalla Norma CEI 0-16.

Tale soggetto può essere tipicamente il costruttore del relè, ma non è esclusa la possibilità che il costruttore dei TA/TV, oppure il costruttore dei Quadri Elettrici, si assuma la responsabilità di suddetta dichiarazione.

La regolazione della Protezione Generale sarà effettuata dall'utente secondo il criterio di selettività, in conformità alle indicazioni fornite dall'ente distributore. L'utente sarà garante del mantenimento delle stesse regolazioni fino a successiva indicazione da parte del distributore.

3.3 Impianto di terra

L'impianto di messa a terra sarà dimensionato in funzione delle specifiche che e-distribuzione dichiarerà nel momento in cui emanerà l'autorizzazione alla connessione. Il valore della corrente di guasto a terra ed il tempo di intervento della protezione e della resistività del terreno, sono essenziali ai fini del dimensionamento dell'impianto di terra. In linea di massima si prevede di impiegare quali dispersori utili i ferri di armatura della base della torre (opportunamente connessi in modo da garantire la continuità elettrica) ed un reticolo rettangolare posto nella fondazione della cabina di consegna (base 4 metri ed altezza 8 metri) di corda di rame nudo sezione 50 mm² interrata ad una profondità di 0.5 m e con maglie interne 1 x 1 m. Tali impianti dovranno essere collegati da una corda di rame nudo di sezione 90 mm² e collegata al collettore di terra posto alla base della torre.

Tali geometrie dovranno verificare le seguenti relazioni:

resistenza di terra $R_E < R_{E,limite}$ resistenza di terra limite

tensione di contatto $U_T < U_{Tp}$ tensione di contatto ammissibile

tensione di passo $U_S < U_{Sp}$ tensione di passo ammissibile

3.4 Scaricatori di sovratensione

Al fine di mitigare gli impatti di sovratensioni di origine atmosferica sui sistemi di distribuzione elettrica e di controllo, saranno collocati all'interno dei quadri di distribuzione e degli armadi di controllo opportuni scaricatori di sovratensione tra loro coordinati.

4 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA DELLE OPERE

La popolazione ed i lavoratori sono esposti ai campi elettromagnetici prodotti da varie sorgenti che utilizzano l'energia elettrica a varie frequenze. Tali campi, variabili nel tempo, occupano la parte dello spettro elettromagnetico che si estende da 0 a 300 GHz. In questa gamma di frequenze i fenomeni di ionizzazione

nel mezzo interessato dai campi risultano trascurabili: pertanto le radiazioni associate a tali frequenze rientrano in quelle cosiddette radiazioni non ionizzanti. Alle più basse frequenze, come quelle industriali 50÷60 Hz o, più in generale quando l'esposizione dei campi elettromagnetici avviene a distanze piccole rispetto alla lunghezza d'onda, i campi elettrici e magnetici possono essere considerati indipendenti.

Per quanto riguarda l'impianto in oggetto, le possibili fonti di emissioni elettromagnetiche sono il sistema di conversione AC/AC, il trasformatore ed i cavi di connessione alla rete elettrica nazionale. Nel caso in oggetto, tuttavia le uniche fonti di emissioni che potrebbero verosimilmente presentare una qualche rilevanza sono costituite da quelle dei cavidotti in quanto tutte le componenti dell'impianto (tra cui il trasformatore ed i gruppi di conversione) saranno conformi alla normativa sulla compatibilità elettromagnetica IEC, serie 61000, in materia di limiti di emissione ed immunità ai disturbi elettromagnetici e in nessun caso provocheranno valori di campo al di sopra delle soglie imposte dalla normativa vigente.

Tenuto conto che, stante la tipologia di posa dei cavi, per le tensioni e le correnti dei cavidotti previste, il valore di induzione elettromagnetica massimo atteso non sarà superiore a 0.2 µT. In aggiunta la lunghezza del cavidotto è estremamente breve ed il suo percorso non interseca sorgenti preesistenti rilevanti quali ad esempio linee aeree in alta tensione.

Considerato altresì che il valore di campo elettrico inoltre decresce molto rapidamente all'esterno del cavo conduttore e che i luoghi oggetto dell'intervento non sono riconducibili né a luoghi di gioco per l'infanzia, né ad ambienti abitativi, né tantomeno ad ambienti scolastici o adibiti per attività lavorative per più di quattro ore consecutive, si può ragionevolmente concludere che il valore massimo di induzione magnetica è di circa tre ordini di grandezza inferiore ai limiti di esposizione dettati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 pari a 100 µT e 5 kV/m e pertanto la verifica dell'osservanza dei limiti di cui al citato D.P.C.M. è dunque da ritenersi soddisfatta.

5 ELENCO DEGLI ELABORATI GRAFICI

Si allega alla presente relazione:

- 01_108_RE – Relazione tecnica sugli elettrodotti;
- 01_108_RG – Relazione geologica posa elettrodotti;
- TAV 01_108_PE – Planimetria opere elettriche per connessione alla rete distribuzione MT;
- TAV 01_108_SE – Schema elettrico unifilare di connessione alla rete di distribuzione MT.

Savona, 03 dicembre 2021

Il progettista

Enrico ing. Massa

