

REGIONE
PUGLIA



COMUNE DI SPINAZZOLA (BAT)

Località "Masseria Colangelo"

REGIONE
BASILICATA



Provincia
B.A.T.



COMUNE DI GENZANO DI LUCANIA (PZ)

Località "Gambarda"

Provincia
Potenza



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 7 AEROGENERATORI E
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

Relazione preliminare degli impianti elettrici

ELABORATO

PR_14.2

PROPONENTE:



ITW SPINAZZOLA 2 S.R.L.

Sede Legale Via Del Gallitello, 89
85100 Potenza (PZ)
P.IVA 02054890765

CONSULENZA:



Via della Resistenza, 48 - 70125 Bari tel. 080 3219948 fax. 080 2020986

Dott. Ing. Alessandro Antezza



Arch. Bernardina Bocuzzi



Dott. Sc. Nat. Maria Grazia Fracca

II DIRETTORE TECNICO
Dott. Ing. Orazio Tricarico



EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
1	DIC 2019	B.B. - M.G.F.	A.A.	O.T.	Progetto definitivo

Progetto	PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 7 AEROGENERATORI E DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.				
Regione	<i>Puglia - Basilicata</i>				
Comune	<i>Spinazzola (Provincia BAT – Regione Puglia) – Genzano di Lucania (Provincia PZ – Regione Basilicata)</i>				
Proponente	<i>ITW SPINAZZOLA 2 S.R.L. Sede Legale Via Del Gallitello, 89 85100 Potenza (PZ)</i>				
Redazione	<i>ATECH S.R.L. – Società di Ingegneria e Servizi di Ingegneria Sede Legale Via della Resistenza 48 70125 Bari (BA)</i>				
Documento	<i>Relazione di calcolo preliminare degli impianti elettrici</i>				
Revisione	<i>00</i>				
Emissione	<i>Dicembre 2019</i>				
Redatto	<i>B.B. - M.G.F. – ed altri</i>	Verificato	<i>A.A.</i>	Approvato	<i>O.T.</i>

Redatto: Gruppo di lavoro	Ing. Alessandro Antezza Arch. Berardina Boccuzzi Ing. Alessandrina Ester Calabrese Ing. Sara Calabritta Arch. Claudia Cascella Dott. Naturalista Maria Grazia Fraccalvieri Ing. Emanuela Palazzotto Ing. Orazio Tricarico
Verificato:	Ing. Alessandro Antezza (Socio di Atech srl)
Approvato:	Ing. Orazio Tricarico (Amministratore Unico e Direttore Tecnico di Atech srl)

Questo rapporto è stato preparato da Atech Srl secondo le modalità concordate con il Cliente, ed esercitando il proprio giudizio professionale sulla base delle conoscenze disponibili, utilizzando personale di adeguata competenza, prestando la massima cura e l'attenzione possibili in funzione delle risorse umane e finanziarie allocate al progetto.

Il quadro di riferimento per la redazione del presente documento è definito al momento e alle condizioni in cui il servizio è fornito e pertanto non potrà essere valutato secondo standard applicabili in momenti successivi. Le stime dei costi, le raccomandazioni e le opinioni presentate in questo rapporto sono fornite sulla base della nostra esperienza e del nostro giudizio professionale e non costituiscono garanzie e/o certificazioni. Atech Srl non fornisce altre garanzie, esplicite o implicite, rispetto ai propri servizi.

Questo rapporto è destinato ad uso esclusivo di ITW SPINAZZOLA 2 S.R.L., Atech Srl non si assume responsabilità alcuna nei confronti di terzi a cui venga consegnato, in tutto o in parte, questo rapporto, ad esclusione dei casi in cui la diffusione a terzi sia stata preliminarmente concordata formalmente con Atech Srl.

I terzi sopra citati che utilizzino per qualsivoglia scopo i contenuti di questo rapporto lo fanno a loro esclusivo rischio e pericolo.

Atech Srl non si assume alcuna responsabilità nei confronti del Cliente e nei confronti di terzi in relazione a qualsiasi elemento non incluso nello scopo del lavoro preventivamente concordato con il Cliente stesso.



1.OGGETTO.....	3
2.DATI DI PROGETTO.....	3
3.NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	6
4.CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO.....	8
5.RETE MT DI VETTORIAMENTO.....	8
5.1. TRACCIATO DELL'ELETTRODOTTO	8
5.2. SCELTA DEL TIPO DI POSA	9
5.3. SCELTA DEL TIPO DI CAVO A MT	9
5.4. TEMPERATURA DI POSA	14
5.5. SEGNALAZIONE DELLA PRESENZA DEI CAVI	14
5.6. PROVA DI ISOLAMENTO	14
5.7. ESECUZIONE DEGLI SCAVI	14
5.8. ESECUZIONE DI POZZETTI E CAMERETTE	15
5.9. ESECUZIONE DELLE GIUNZIONI E DELLE TERMINAZIONI A MT	15
5.10. MESSA A TERRA DEI RIVESTIMENTI METALLICI	15
5.11. PARALLELISMI E INCROCI FRA CAVI ELETTRICI	16
5.12. PARALLELISMI E INCROCI FRA CAVI ELETTRICI E CAVI DI TELECOMUNICAZIONE	16
5.13. PARALLELISMI ED INCROCI FRA CAVI ELETTRICI E TUBAZIONI O STRUTTURE METALLICHE INTERRATE	17
5.14. COESISTENZA FRA CAVI DI ENERGIA E GASDOTTI	18
6.CABINA PRIMARIA DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA.....	18
6.1. APPARECCHIATURE AT	19
6.2. APPARECCHIATURE IN MT	19
6.3. TRASFORMATORE SERVIZI AUSILIARI	20
6.4. SERVIZI AUSILIARI ESSENZIALI	21
6.5. RETE DI TERRA	21
6.6. ILLUMINAZIONE ED IMPIANTO FM	22



1. OGGETTO

Il presente documento ha lo scopo di fornire una descrizione tecnica ed i calcoli preliminari degli impianti elettrici necessari alla realizzazione dell'elettrodotto MT a servizio del parco eolico proposto dalla società **ITW SPINAZZOLA 2 srl**, con sede in Via del Gallitello 89 in Potenza (PZ), P. IVA 02054880766 e l'installazione della relativa stazione di consegna AT/MT per la connessione alla rete elettrica nazionale da realizzarsi nel Comune di Montemilone in adiacenza alla Futura Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV da inserire in entra-esce sulla linea 380 kV Genzano-Bisaccia.

La centrale prevede l'installazione di 7 torri eoliche, ciascuna di potenza nominale pari a 6 MW, per una potenza complessiva di connessione pari a 45 MW.

In particolare, il progetto riguarda gli impianti necessari a connettere la centrale, attraverso la stazione di trasformazione e consegna AT/MT che verrà realizzata ad una distanza di circa 10,5 km, alla rete elettrica nazionale (RTN).

Tutti i calcoli di seguito riportati e la relativa scelta di materiali, sezioni e dimensioni andranno verificati in sede di progettazione esecutiva e potranno pertanto subire variazioni anche sostanziali per mantenere i necessari livelli di sicurezza.

2. DATI DI PROGETTO

PERSONA FISICA/GIURIDICA	
Richiedente	ITW SPINAZZOLA 2 srl
Sede legale	Via del Gallitello 89 - Potenza
SITO	
Ubicazione	Comune di Spinazzola (BT)
Uso	Terreno agricolo



Dati catastali	Comune di Spinazzola: fogli nn. 139-140-141-142-143 Comune di Genzano di Lucania: foglio n.18
Disponibilità di superficie per moduli	Terreno collinare, in parte piantumato
Altitudine	390-425 m s.l.m.
Coordinate UTM WGS84 Fuso 33	600240 E, 4531512 N (a centro parco)
Dati relativi al vento	Circolare 4/7/1996
Carico neve	Circolare 4/7/1996
Condizioni ambientali speciali	NO
DATI TECNICI	
Potenza nominale dell'impianto	45 MW
Range di tensione in corrente continua in ingresso ai trasformatori di ciascuna torre	<1000 V
Tipo di intervento richiesto: Nuovo impianto	SI
<i>Dati del collegamento elettrico</i> Descrizione della rete di collegamento Tensione nominale (Un) Vincoli della Società Distributrice da rispettare	MT neutro isolato Trasporto 30.000 V – consegna 150 kV Normativa Terna ed Enel
Misura dell'energia	Contatore proprio nel punto di consegna per misure GSE, UTF Contatore proprio e UTF sulla MT per la misura della produzione



Consulenza: **Atech srl**

Proponente: **ITW SPINAZZOLA 2 srl**

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto per la realizzazione di un impianto eolico costituito da 7 turbine e relative opere di connessione da realizzarsi nel comune di Spinazzola

Punto di Consegna	Cabina primaria da ubicarsi ubicata nel fg. 18 p.lla 312 del Comune di Genzano di Lucania (PZ).
-------------------	---



3. NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Il progetto elettrico definitivo oggetto della presente relazione tecnica è stato realizzato nel rispetto dei più moderni criteri della tecnica impiantistica, nel rispetto della "regola dell'arte", nonché delle leggi, norme e disposizioni vigenti, con particolare riferimento a:

- D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";
- Legge n. 186 del 1/3/1968 Costruzione di impianti a regola d'arte;
- D.M. 22-1-2008 n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici;
- DM 12/03/1998 Elenco riepilogativo di norme armonizzate adottate ai sensi del comma 2 dell'art. 3 del DPR 24 luglio 1996, n. 459: "Regolamento per l'attuazione delle direttive del Consiglio 89/392/CEE, 91/368/CEE, 93/44/CEE e 93/68/CEE concernenti il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine;
- Norma CEI 0-16 per il collegamento alla rete pubblica, la Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione Dicembre 2010 Ed. 2.1;
- Norma CEI 11-1 per le sezioni MT ed AT e per il collegamento alla rete pubblica, la CEI EN 61727 e le disposizioni del documento Terna "Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN" per il collegamento alla rete ad alta tensione di Terna S.p.A.;
- Norme CEI EN 61724 per la misura e acquisizione dati.
- Norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale (in particolare CEI 11-1, CEI 81-10);
- Norme e Raccomandazioni IEC;
- Prescrizioni e raccomandazioni della Struttura Pubblica di Controllo Competente (ASL/ISPESL);
- Norme di unificazione UNI e UNEL.

Il rispetto della normativa sopra specificata sarà inteso nel modo più restrittivo, nel senso che non solo la progettazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma vi sarà un'analogia rispondenza alle normative da parte di tutti i materiali ed apparecchiature che saranno impiegati.



Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle norme d'installazione degli impianti elettrici, saranno scelti materiali provvisti di marchio CE e Marchio Italiano di Qualità (IMQ) per tutti i prodotti per i quali il marchio è esistente e ammesso. Saranno, comunque, rispettate le prescrizioni delle presenti specifiche, ove sono previsti dimensionamenti in lieve misura eccedenti i limiti minimi consentiti dalle norme.

Gli impianti dovranno rispondere ai seguenti requisiti generali:

- sicurezza ed affidabilità;
- capacità di ampliamento;
- accessibilità;
- facilità di gestione.



4. CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO

Lo schema a blocchi dell'impianto sarà del tipo:

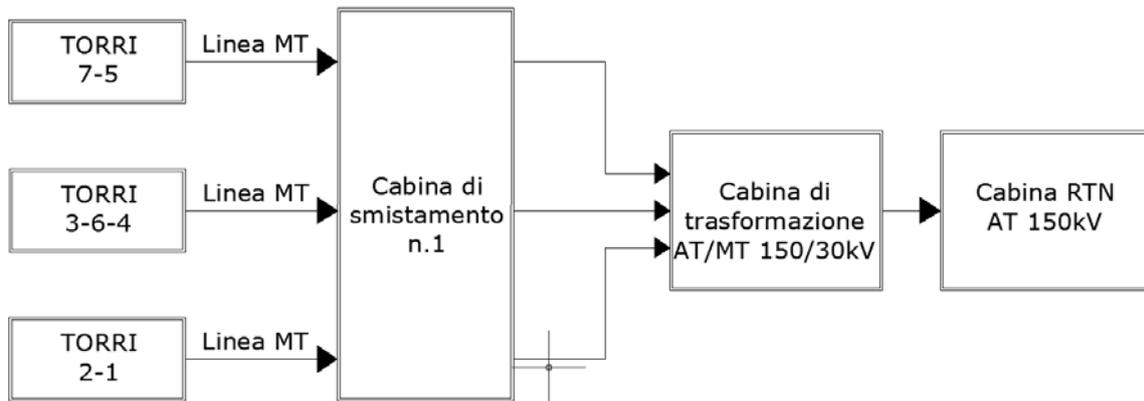


Fig. 4.1 – Schema a blocchi dell'impianto eolico

Nei paragrafi successivi saranno descritti in maniera più approfondita le varie componenti del ciclo produttivo sopra indicato oggetto del presente progetto, tralasciando per cui quanto non di competenza dello stesso.

5. RETE MT DI VETTORIAMENTO

5.1. Tracciato dell'elettrodotto

L'energia elettrica prodotta dall'impianto verrà trasferita mediante l'elettrodotto di media tensione, in esecuzione completamente interrata, partendo dalle torri e proseguendo alle cabine di smistamento, fino alla cabina primaria di trasformazione MT/AT.

Il percorso dell'elettrodotto è rappresentato nelle tavole grafiche allegate, tutto l'elettrodotto di media tensione risiede su strade pubbliche.

Il tracciato dell'elettrodotto sarà quanto più rettilineo possibile e parallelo all'asse della strada.



5.2. Scelta del tipo di posa

I cavi saranno direttamente interrati tranne nei casi in cui sia necessaria una maggiore protezione meccanica, realizzata con tubazioni in PVC. Le eventuali tubazioni saranno a loro volta rinfiancate con sabbia (o terra vagliata) e lo scavo sarà riempito con materiale di risulta (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

Il cavo direttamente interrato garantisce una maggiore portata a parità di sezione rispetto al caso di cavo in tubo. L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

5.3. Scelta del tipo di cavo a MT

Dovranno essere impiegate terne di cavi disposti ad elica visibile con isolamento estruso, tipo **ARE4H1RX 18/30 kV** di sezione pari a 185 mmq o 240 mmq come indicato nello schema unifilare di MT.

Le terne sono costituite dalla riunione di tre cavi unipolari cordati fra loro a elica visibile. Il conduttore è in alluminio a corda rigida rotonda e compatta di cui alla norma CEI 20-29. Tra il conduttore e l'isolante è interposto uno strato di semiconduttore estruso, di spessore minimo 0,3 mm. L'isolante è in polietilene reticolato (XLPE) rispondente alle norme HD 620 DIX8 e CEI 20-13 di spessore pari ad 8 mm.

Tra l'isolante e lo schermo metallico è interposto uno strato di semiconduttore estruso, di spessore compreso fra 0,3 e 0,6 mm, che, a sua volta è coperto da un nastro semiconduttore (eventuale) realizzato con nastri avvolti con sormonto min. 25%.



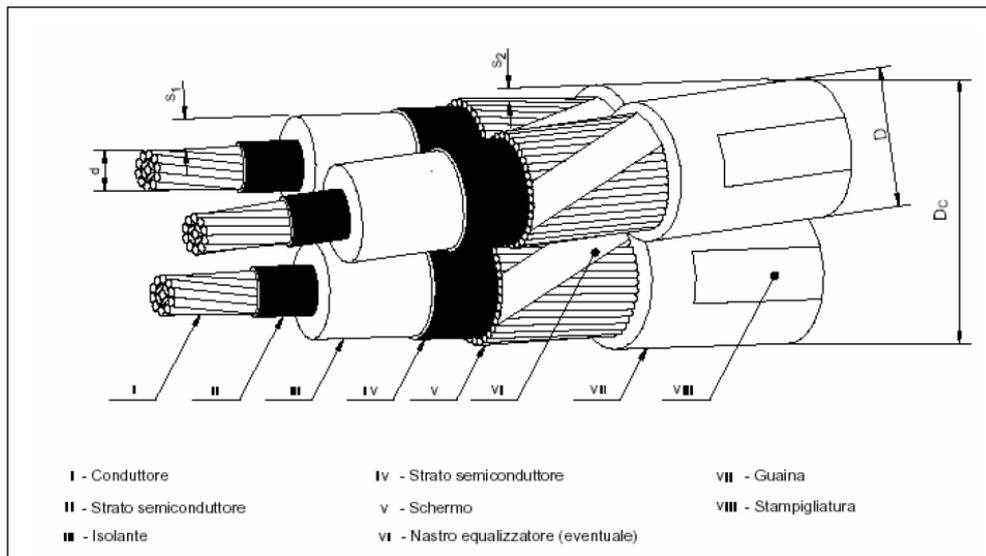


Fig. 5.1 – Terna di conduttori unipolari del tipo ARE4H1RX

Lo schermo metallico esterno è costituito da fili di rame ricotto non stagnato disposti secondo un'elica unidirezionale o a senso periodicamente invertito, con nastro equalizzatore di rame non stagnato oppure uno o più fili di rame disposti longitudinalmente.

Il rivestimento protettivo esterno è una guaina in PVC di qualità Rz/ST2 di colore rosso. Il cavo suddetto è definito a campo radiale in quanto, essendo ciascuna anima rivestita da uno schermo metallico, le linee di forza elettriche risultano perpendicolari agli strati dell'isolante.

La scelta dell'alluminio come materiale conduttore del cavo è stata determinata dalla più ampia reperibilità sul mercato e dal più basso costo, ma soprattutto da considerazioni di sicurezza tipicamente legate ad eventi locali. Infatti, l'esperienza in altri cantieri ha evidenziato l'improponibilità dell'utilizzo di cavi in rame a causa dei ripetuti furti e danneggiamenti subiti dai cavi in fase di posa che hanno reso estremamente difficoltoso il normale svolgimento della costruzione degli elettrodotti. La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando:

- le portate dei cavi per la tipologia di posa (norma CEI 20-21);
- il contenimento delle perdite di linea;
- il contenimento della caduta di tensione.

Data l'elevata potenza di ogni singolo aerogeneratore, si è provveduto a ripartire i circuiti opportunamente e ad impiegare più terne in parallele al fine di contenere la caduta di tensione entro il 4 %.

Infatti è possibile determinare la caduta tensione con la nota formula:

$$\Delta V = K \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi)$$

dove:

K è una costante che per i sistemi trifase vale 1,732;

L è la lunghezza del collegamento espresso in km;

I è la corrente trasportata, pari alla corrente di impiego, che dipende dal n. di torri collegate;

R è la resistenza del conduttore espressa in Ω/km ;

X è la reattanza di fase espressa in Ω/km ;

$\cos\varphi$ è il fattore di potenza del carico, convenzionalmente pari a 0,9.

Sostituendo i valori nella formula precedente, considerato che il contributo alla corrente nominale di ciascuna torre è pari a:

$$I_N = 128,30 \text{ A,}$$

è possibile costruire la tabella seguente che riepiloga le cadute di tensione dei singoli tratti, come riportate nella tavola dello schema unifilare di MT.

Tabella – Cadute di tensione sui singoli tratti di cavidotto

Torri n°	Sezione Cavi	L [km]	C.di T. % nel tratto	Formazione Cavi	C.di T. % fino a SSE.	L [km]	C.di T. % Totale
da 7 a 8	240 mmq	2,95	0,35%	3x185	2,98%	10,50	3,84%
da 8 a CS1	240 mmq	2,15	0,86%				
da 3 a 6	185 mmq	1,25	0,18%	3x185	2,24%	10,50	3,64%
da 6 a 4	185 mmq	3,30	0,94%				
da 4 a CS1	185 mmq	1,30	0,28%	2x(3x185)			
da 2 a 1	185 mmq	1,45	0,21%	3x185	2,98%	10,50	3,32%
da1 a CS1	185 mmq	0,45	0,13%				



Per quanto attiene, invece, i coefficienti di calcolo per la portata dei cavi (profondità di posa, condizioni termiche, ecc.) sono state assunte le seguenti ipotesi:

- resistività termica del terreno pari a $2 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{m}/\text{W}$ (in fase di progettazione esecutiva sarà effettuata una misura di resistività termica del terreno lungo il tracciato previsto, in modo tale da effettuare una correzione del valore se risultasse più alto); temperatura terreno pari a 20°C (CEI 20-21 A.3);
- coefficiente di variazione della portata per carico ciclico giornaliero;
- condizioni di posa con la situazione termica più critica.

Le singole sezioni individuate al punto precedente, sono state verificate considerando che il cavo deve avere una portata I_z uguale o superiore alla corrente di impiego I_B del circuito. E' stato così verificato ogni tratto del cavidotto in base al numero di terne affiancate nello stesso scavo e in base alla corrente che interessa ciascun circuito.

Innanzitutto è stata calcolata la portata termica del cavo prescelto, nelle condizioni di posa suddette che risulta essere pari a:

$I_z = 273 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 185 mmq

$I_z = 316 \text{ A}$ nel caso di terna di sezione pari a 240 mmq

Il calcolo suddetto è stato effettuato sulla base delle indicazioni della casa costruttrice, non sono state considerate riduzioni nel caso di più terne in parallelo avendo ritenuto le stesse posate a distanza sufficiente per non risentire della reciproca interazione termica.

La seguente tabella verifica che, in ogni singolo tratto, la portata termica in regime stazionario I_z risulta essere maggiore della corrente di impiego del carico I_B .



Tabella – Verifica della portata termica sui singoli tratti di cavidotto

Torri n°	Formazione Cavi	I _B [A]	I _Z [A]	Formazione Cavi da CS a Consegna	I _B [A]	I _Z [A]
da 7 a 8	3x240 mmq	128,30	316	1x(3x185)	256,60	273
da 8 a CS1	3x240 mmq	256,60	316			
da 3 a 6	3x185 mmq	128,30	273	2x(3x185)	384,90	543
da 6 a 4	3x185 mmq	256,60	273			
da 4 a CS1	2x(3x185) mmq	384,90	543			
da 2 a 1	3x185 mmq	128,30	273	1x(3x185)	256,60	273
da1 a CS1	3x185 mmq	256,60	273			

Per ciascuna sezione è anche ampiamente verificata la tenuta al cortocircuito degli isolanti, infatti a tal fine è da considerare la seguente relazione:

$$K^2 S^2 \geq I_{CC}^2 \times T$$

dove:

- I_{CC} è la massima corrente di corto circuito che, pur nell'ipotesi conservativa di disporre di potenza infinita a monte del trasformatore AT/MT e che il guasto avvenga nelle immediate vicinanze del trasformatore (dunque trascurando il contributo dell'impedenza dei cavi) sarebbe pari a 9,6 kA (essendo il trasformatore AT/MT caratterizzato dai seguenti valori V_{CC} = 16,0% e P_N = 80 MVA);
- K è una costante che, nel caso di conduttore in alluminio è pari a 92;
- T è la durata massima del cortocircuito che, nel caso di protezioni istantanee di massima corrente, si può assumere non maggiore di 100 ms;
- S è la sezione del conduttore che nel caso peggiore è pari a 1x185 mmq.

Sostituendo i valori nella formula, si ottiene:

$$8\,464 \times 34\,225 = 2,90 \cdot 10^8 \geq 9,2 \cdot 10^6$$

La formula precedente è verificata anche per i tratti iniziali, più lontani dalla cabina primaria, dove non è trascurabile il contributo all'impedenza di guasto degli oltre 10 km circa di cavidotto MT.



5.4. Temperatura di posa

Durante le operazioni di installazione, la temperatura dei cavi per tutta la loro lunghezza e per tutto il tempo in cui essi possono venir piegati o raddrizzati non deve essere inferiore a quanto specificato dal produttore del cavo.

5.5. Segnalazione della presenza dei cavi

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, a non meno di 20 cm dal tegolino di protezione più alto, un nastro di segnalazione in polietilene. Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotto interrato posizionando opportuna segnaletica.

5.6. Prova di isolamento

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a MT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le CEI 11-17. La tensione di prova dell'isolamento in corrente continua dovrà essere pari a quattro volte la tensione nominale stellata.

5.7. Esecuzione degli scavi

Per i cavi interrati, la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo debbano essere rispettivamente di:

- 0,5 m per le linee BT;
- 1,0 m per i cavi MT (su suolo privato tale profondità può essere ridotta fino a 0,6 m).

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata, devono essere applicate in generale le prescrizioni dell'art. 66 del Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della Strada (DPR 16/12/92, n. 945) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada.

Le sezioni di scavo includono, oltre ai cavi a MT, anche la corda di terra.



Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

5.8. Esecuzione di pozzetti e camerette

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette necessari in alcuni casi particolari, occorre tenere presente che essi dovranno rispettare alcune condizioni:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

5.9. Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni a MT

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi a MT deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare occorre:

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

5.10. Messa a terra dei rivestimenti metallici

Lo schermo dei cavi a MT deve essere 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.

Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi MT saranno sempre atterrati alle estremità e possibilmente nella mezzeria del tratto più lungo (non superiore a 5 km) o in corrispondenza dei giunti, collegandoli alla corda di terra presente nello scavo.



5.11. Parallelismi e incroci fra cavi elettrici

I cavi aventi la stessa tensione nominale possono essere posati alla stessa profondità utilizzando tubazioni distinte, a una distanza di circa 3 volte il loro diametro.

Tali prescrizioni valgono anche per incroci di cavi aventi uguale o diversa tensione nominale.

5.12. Parallelismi e incroci fra cavi elettrici e cavi di telecomunicazione

Nei parallelismi con cavi di telecomunicazione, i cavi di energia devono, di norma, essere posati alla maggiore possibile distanza, e quando vengono posati lungo la stessa strada si devono dislocare possibilmente ai lati opposti di questa.

Ove, per giustificate esigenze tecniche, non sia possibile attuare quanto sopra, è ammesso posare i cavi in vicinanza, purché sia mantenuta fra i due cavi una distanza minima non inferiore a 0,30 m. Qualora detta distanza non possa essere rispettata, è necessario applicare sui cavi uno dei seguenti dispositivi di protezione:

- cassetta metallica zincata a caldo;
- tubazione in acciaio zincato a caldo;
- tubazione in materiale plastico conforme alle norme CEI.

I predetti dispositivi possono essere omessi sul cavo posato alla profondità maggiore quando la differenza di quota tra i due cavi è uguale o superiore a 0,15 m.

Le prescrizioni di cui sopra non si applicano quando almeno uno dei due cavi è posato, per tutta la parte interessata, in appositi manufatti (tubazione, cunicoli ecc.) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione senza la necessità di effettuare scavi. Nel caso che i cavi siano posati nello stesso manufatto, non è prescritta nessuna distanza minima da rispettare, purché sia evitata la possibilità di contatti meccanici diretti e siano dislocati in tubazioni diverse.

La distanza fra i due cavi non deve essere inferiore a 0,30 metri ed inoltre il cavo posto superiormente deve essere protetto, per una lunghezza non inferiore ad 1 m, mediante un dispositivo di protezione identico a quello previsto per i parallelismi.



Tali dispositivi devono essere disposti simmetricamente rispetto all'altro cavo. Ove, per giustificate esigenze tecniche, non possa essere rispettato il distanziamento minimo di cui sopra, anche sul cavo sottostante deve essere applicata una protezione analoga a quella prescritta per il cavo situato superiormente.

Non è necessario osservare le prescrizioni sopraindicate quando almeno uno dei due cavi è posto dentro appositi manufatti (tubazioni, cunicoli, ecc...) che proteggono il cavo stesso e ne rendono possibile la posa e la successiva manutenzione, senza necessità di effettuare scavi.

5.13. Parallelismi ed incroci fra cavi elettrici e tubazioni o strutture metalliche interrate

La distanza in proiezione orizzontale fra i cavi di energia e le tubazioni metalliche interrate, adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, oleodotti e simili), posate parallelamente ai cavi medesimi non deve essere inferiore a 0,30 metri.

Si può tuttavia derogare dalla prescrizione suddetta previo accordo fra gli esercenti quando:

- a) la differenza di quota fra le superfici esterne delle strutture interessate è superiore a 0,50 metri;
- b) tale differenza è compresa fra 0,30 e 0,50 metri, ma si interpongono fra le due strutture elementi separatori non metallici nei tratti in cui la tubazione non è contenuta in un manufatto di protezione non metallico.

Non devono mai essere disposti nello stesso manufatto di protezione cavi di energia e tubazioni convoglianti fluidi infiammabili; per le tubazioni adibite ad altro uso tale tipo di posa è invece consentito, previo accordo fra gli soggetti interessati, purché il cavo di energia e la tubazione non siano posti a diretto contatto fra loro. Le superfici esterne di cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalle superfici esterne di serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili. L'incrocio fra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati delle tubazioni stesse.

Non si devono effettuare giunti sui cavi a distanza inferiore ad 1 m dal punto di incrocio.

Nessuna prescrizione è data nel caso in cui la distanza minima, misurata fra le superfici esterne di cavi di energia e di tubazioni metalliche o fra quelle di eventuali manufatti di protezione, è superiore a



0,50 m. Tale distanza può essere ridotta fino a un minimo di 0,30 metri, quando una delle strutture di incrocio è contenuta in manufatto di protezione non metallico, prolungato per almeno 0,30 metri per parte rispetto all'ingombro in pianta dell'altra struttura oppure quando fra le strutture che si incrociano venga interposto un elemento separatore non metallico (a esempio, lastre di calcestruzzo o di materiale isolante rigido); questo elemento deve poter coprire, oltre alla superficie di sovrapposizione in pianta delle strutture che si incrociano, quella di una striscia di circa 0,30 metri di larghezza ad essa periferica.

Le distanze sopraindicate possono essere ulteriormente ridotte, previo accordo fra i soggetti interessati, se entrambe le strutture sono contenute in manufatto di protezione non metallico.

Prescrizioni analoghe devono essere osservate nel caso in cui non risulti possibile tenere l'incrocio a distanza uguale o superiore a 1 m dal giunto di un cavo oppure nei tratti che precedono o seguono immediatamente incroci eseguiti sotto angoli inferiori a 60° e per i quali non risulti possibile osservare prescrizioni sul distanziamento.

5.14. Coesistenza fra cavi di energia e gasdotti

Le distanze da rispettare nei parallelismi e incroci fra cavi elettrici e tubazioni di cui al precedente paragrafo sono applicabili, ove non in contrasto con il D.M. 24.11.1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8", ai cavi direttamente interrati con le modalità di posa "L" (senza protezione meccanica) e "M" (con protezione meccanica) definite dalle Norme CEI 11-17 (art. 2.3.11 e fig. 1.2.06).

6. CABINA PRIMARIA DI TRASFORMAZIONE E CONSEGNA

La cabina primaria è il punto di connessione del parco eolico con la rete di trasmissione nazionale. Essa riceve l'energia prodotta dall'impianto attraverso la rete di vettoriamento interrata. Nella sottostazione la tensione viene innalzata da 30 kV a 150 kV e consegnata alla rete tramite il collegamento in antenna ad uno stallo a 150 kV della Sottostazione da realizzare in aria e da collegare in "entra-esce" sulla linea 380 kV Genzano-Bisaccia.



Le apparecchiature ed il trasformatore AT saranno dimensionate per sopportare la tensione massima nominale a frequenza industriale della sezione a 150 kV nel rispetto delle specifiche Terna e delle norme CEI, mentre il valore ipotizzato per la corrente nominale di corto circuito trifase, per le diverse sezioni di impianto, è di 31,5 kA. La durata nominale di corrente corto circuito trifase prevista è di 1 s.

Dal punto di vista meccanico, le apparecchiature AT saranno dimensionate in modo da poter sopportare in sicurezza le sollecitazioni meccaniche e termiche derivanti da dette correnti di corto circuito, in conformità a quanto indicato ai punti 3.1.4 e 3.2.6 della Norma CEI 11-1.

La sottostazione sarà composta in linea di massima da:

- un montante di trasformazione AT/MT;
- un edificio utente in cui sono ricavati: locali MT, locale BT, locale gruppo elettrogeno, locale misure, servizi igienici e magazzino.

6.1. Apparecchiature AT

Per la descrizione della apparecchiature in AT si rimanda all'allegato descrittivo PR14.1_Relazione Tecnica Generale.

6.2. Apparecchiature in MT

La sezione in MT della sottostazione include il montante MT di ciascun trasformatore MT/AT in uscita al rispettivo quadro elettrico MT di sottostazione, così composto:

- quadro elettrico MT di stazione con arrivi linea, partenza verso il trasformatore AT/MT di SSE, protezione dei TV di sbarra;
- n. 1 terna di scaricatori di sovratensione, per esterno, ad ossido di zinco, completi di dispositivo contascariche, attestati sulle sbarre a MT del trasformatore;
- n. 1 apparato per la connessione ai morsetti del trasformatore AT/MT, costituito da n. 3 sbarre in rame, sorrette mediante isolatori da un castelletto in acciaio zincato a caldo per la risalita cavi e la connessione alle suddette sbarre. E' necessario grigliare opportunamente il



perimetro del castelletto per impedire l'accesso ai cavi. Inoltre, si dovrà eseguire una nastratura di isolamento delle sbarre MT mediante guaina termoretraibile al fine di evitare incidenti dovuti alla presenza di animali selvatici.

Quadro generale MT di sottostazione

Il quadro generale MT di sottostazione, del tipo a tenuta d'arco interno, è realizzato in lamiera zincata con unità separate protette con interruttori e sezionatori in SF₆ e sarà composto da:

- n. 1 unità di protezione del trasformatore AT/MT lato MT;
- n. 1 unità di alimentazione servizi ausiliari di stazione;
- n. 3 o più unità di arrivo linea MT dal parco eolico con protezione;
- n. 1 unità di prelievo segnali di tensione di sbarra.

Il quadro MT di tipo protetto per interni è composto da unità modulari con funzioni di protezione e/o sezionamento, come riportato nello schema unifilare di progetto, con le seguenti caratteristiche comuni:

- tensione nominale: 36 kV;
- tensione di prova a 50 Hz: 70 kV;
- tensione di prova ad impulso: 170 kV;
- tensione di esercizio: 30 kV;
- corrente nominale termica: 1250 A;
- corrente ammissibile di breve durata: 16 kA;
- durata nominale del corto circuito: 1 s.

6.3. Trasformatore servizi ausiliari

Il trasformatore sarà posizionato in locale apposito dotato di idonea e sufficiente ventilazione. La porta di accesso al suddetto locale sarà interbloccata con il sezionatore di terra dello scomparto a MT di protezione, mediante chiave di blocco di tipo "AREL". Il trasformatore sarà accessibile al personale solo con il cavo a MT di alimentazione sezionato e a terra. Le distanze dei cavi BT e MT dalle pareti



degli avvolgimenti devono essere superiori o uguali a 120 mm. La distanza minima per l'accesso alle prese di regolazione del trasformatore è di 500 mm.

Il trasformatore sarà dotato delle necessarie protezioni termiche e di sonde PT100 con centrali di controllo per l'intervento sul dispositivo generale di bassa tensione.

6.4. Servizi ausiliari essenziali

Il sistema di distribuzione sarà così composto:

- raddrizzatore/caricabatteria;
- batteria ermetica di accumulatori al piombo;
- quadro BT servizi ausiliari.

Il raddrizzatore/caricabatteria svolge la duplice funzione di fornire l'alimentazione stabilizzata alle utenze a 110 V_{CC} e contemporaneamente di ricaricare la batteria.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata sarà invece previsto l'utilizzo di un trasformatore MT/BT, così come descritto nel paragrafo precedente, e di un gruppo elettrogeno a 400V e frequenza nominale a 50 Hz di potenza nominale pari ad almeno 25 kW (tale potenza verrà definita in maniera più puntuale in fase esecutiva), con serbatoio di gasolio incorporato, motorino di avviamento, marmitta residenziale, quadro di controllo manuale.

Il gruppo sarà destinato ad alimentare le utenze BT nel caso di mancata tensione dal trasformatore dei servizi ausiliari ed alimenterà le sole utenze essenziali individuate in fase di progettazione esecutiva.

6.5. Rete di terra

L'impianto di terra all'interno del recinto della sottostazione sarà costituito, conformemente alle prescrizioni del Cap. 9 della Norma CEI 11-1 ed alle prescrizioni della Guida CEI 11-37, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 120 mmq, interrati ad una profondità di almeno 0,6 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 35/50/70 mmq. Sarà posata nello scavo degli elettrodotti una corda di terra in rame elettrolitico



di sezione di 35/50 mmq per collegare l'impianto di terra della sottostazione con gli impianti di terra della centrale.

6.6. Illuminazione ed impianto FM

L'impianto di illuminazione esterno sarà realizzato con corpi illuminanti del tipo a tenuta stagna, grado di protezione IP65, con lampade al sodio alta pressione non inferiori a 400 W e verranno montati su pali in vetroresina di altezza adeguata, aventi alla base una casetta di derivazione. Il valore medio di illuminamento minimo in prossimità delle apparecchiature AT sarà di 30 lux. Sarà inoltre previsto l'utilizzo di un interruttore crepuscolare per l'accensione/spegnimento automatico dei corpi illuminanti.

Dovrà essere installata l'illuminazione interna dei locali in modo tale che sia garantito all'interno un illuminamento medio di 100 lux con organi di comando indipendenti per singoli locali.

Tutte queste utenze saranno alimentate da una linea derivata dal quadro BT dei servizi ausiliari della sottostazione. Tutti i locali utente dovranno essere dotati di impianto di FM che garantisca almeno due prese di corrente bivalenti 10/16A Std ITA/TED per locale, ad eccezione del locale magazzino che sarà dotato di un quadro prese costituito da una presa industriale 3P+N+T 16A 400V colore rosso, una 1P+N+T 16A 230V colore blu e una presa bivalente 10/16 A Std ITA/TED.

