

**IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE EOLICA
"Masseria Muro" DI POTENZA PARI A 90 MW**

**REGIONE PUGLIA
PROVINCIA di BRINDISI**

**PARCO EOLICO E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI:
Mesagne, Brindisi, San Donaci, San Pancrazio, Cellino San Marco**

**PROGETTO DEFINITIVO
Id AU ORE7Q71**

Tav.:

Titolo:

**R07
agg2**

Calcoli preliminari degli impianti

Scala:

Formato Stampa:

Codice Identificatore Elaborato:

n.a.

A4-A3

ORE7Q71_CalcoliPreImpianti_07-agg2

Progettazione:

Committente:

STC S.r.l.

Via V. M. STAMPACCHIA, 48 - 73100 Lecce
Tel. +39 0832 1798355
fablo.calcarella@gmail.com - fablo.calcarella@ingpec.eu

Direttore Tecnico: Dott. Ing. Fabio CALCARELLA

STC



wpd MURO s.r.l.

Viale Aventino, 102 - 00153 Roma
C.F. e P.I. 15443431000
tel. +39 06 960 353-00



Data	Motivo della revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
Marzo 2020	Prima emissione	STC S.r.l.	FC	wpd MURO s.r.l.
Luglio 2020	Aggiornamento 1-Integrazioni RP - Ufficio Energia	STCs S.r.l.	FC	wpd MURO s.r.l.
Gennaio 2021	Aggiornamento opere di connessione	STCs S.r.l.	FC	wpd MURO s.r.l.

Sommario

1. Generalità	2
2. Descrizione del progetto	2
3. Caratteristiche elettrodotto	2
Dimensionamento elettrico cavidotti MT	5
Portata dei Cavi	5
Perdite	8
Perdite nei conduttori MT	8
Perdite del trasformatore.....	9
4. Dimensionamento preliminare dell’Impianto di illuminazione (SSE Utente)	10
Protezioni contro i contatti diretti.....	12
Caduta di tensione.....	12
Impianto di terra.....	13
Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti	13
Cavidotti e pozzetti.....	14
Quadro elettrico – interruttori di protezione.....	15
Corpi illuminanti	15
Pali di sostegno.....	16
Fondazioni	16
Caratteristiche illuminotecniche	16
5. Dimensionamento preliminare dell’Impianto videosorveglianza e antintrusione (SSE).....	17

1. Generalità

La seguente relazione tecnica specialistica è riferita al progetto di un parco eolico da realizzarsi nel Comune di Mesagne (BR), di proprietà della società *wpd Muro s.r.l.*, con sede in Viale Aventino, 102 – 00153 Roma, C.F. e P.IVA 15443431000.

Il parco prevede la costruzione e la messa in esercizio, su torre tubolare in acciaio di altezza 165 m, di n. 15 aerogeneratori della potenza unitaria di 6,0 MW, per una potenza totale installata di 90 MW e potenza nominale di cessione alla rete di 90 MW. Gli aerogeneratori avranno rotore tripala del diametro di 170 m.

2. Descrizione del progetto

Il progetto elettrico dell'impianto eolico è descritto in dettaglio nella Relazione specialistica opere elettriche.

Ciascun generatore eolico produrrà energia elettrica alla tensione di 800 V c.a. All'interno di ciascuna torre sarà installato un trasformatore 0,8/30 kV per la trasformazione di detta corrente alla tensione di 30 kV. Gli aerogeneratori sono suddivisi, dal punto di vista elettrico, in quattro sottogruppi, detti sottocampi. L'energia prodotta da ciascun gruppo di aerogeneratori sarà convogliata verso la SSE.

La Sottostazione Utente sorgerà in una area più grande da condividere con altri Produttori. In particolare la Sottostazione si collegherà ad un sistema di Sbarre AT a 150 kV, dal quale poi partirà il cavidotto AT per il collegamento alla SE Terna. Il cavidotto AT avrà una lunghezza di circa 500 m.

Nella SSE ci sarà una ulteriore trasformazione con innalzamento della tensione a 150 kV ed allaccio alla RTN.

3. Caratteristiche elettrodotto

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

Più precisamente saranno utilizzati cavi 18/30 kV, con conduttore in alluminio,

semiconduttore esterno, isolamento, altro semiconduttore esterno, materiale per la tenuta all'acqua, schermo metallico, guaina interna in polipropilene, guaina esterna in PVC (doppia guaina per posa direttamente interrata), di sezione 3x1x95 mmq, 3x1x185 mmq e 3x1x300 mmq, 3x1x630 mmq In fase di progetto esecutivo queste sezioni potrebbero subire qualche variazione.

Le linee saranno realizzate in modalità "entra-esci" (suddivise in quattro sottocampi), secondo lo schema a blocchi di seguito riportato. Ciascun sottocampo sarà poi collegato alla SSE di connessione.

Sottocampo 1
MSG01 → MSG02 → MSG03 → SSE
Sottocampo 2
MSG4 → MSG09 <div style="text-align: right;">→ MSG13 → SSE</div> MSG8 → MSG09
Sottocampo 3
MSG05 → MSG06 → MSG07 → MSG12 → SSE
Sottocampo 4
MSG15 → MSG14 → MSG10 → MSG11 → SSE

Schema a blocchi Parco Eolico Lo sviluppo lineare dei cavidotti è di 19.600 ml. Si riporta in tabella la sezione di cavi utilizzati, unitamente alla stima delle lunghezze effettuate sulla base delle misurazioni su CAD, da confermare in campo in sede di progetto esecutivo.

SC 1	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG01-MSG02	3.055	95	254	203	117,83	0,63%
MSG02-MSG03	1.050	185	368	294	235,65	0,22%
MSG03-SSE	12.220	630	725	580	353,48	1,14%
						1,99%

SC 2	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG04-MSG09	2.088	95	254	203	117,83	0,43%
MSG08-MSG09	2.265	95	254	203	235,65	0,93%
MSG09-MSG13	2.145	300	486	389	353,48	0,42%
MSG13-SSE	8.140	630	725	580	471,31	1,01%

2,79%

SC 3	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG05-MSG06	1.760	95	254	203	117,83	0,36%
MSG06-MSG07	1.560	185	368	294	235,65	0,33%
MSG07-MSG12	2.100	300	486	389	353,48	0,41%
MSG12-SSE	9.580	630	725	580	471,31	1,19%

2,29%

SC 4	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG15-MSG14	2.120	95	254	203	117,83	0,44%
MSG14-MSG10	1.320	185	368	294	235,65	0,28%
MSG10-MSG11	1.310	300	486	389	353,48	0,26%
MSG11-SSE	10.860	630	725	580	471,31	1,35%

2,32%

Lunghezza e sezione cavi MT

Dimensionamento elettrico cavidotti MT

Portata dei Cavi

Per la determinazione della portata del conduttore di fase del cavo interrato sarà applicato il metodo descritto dalla tabella IEC 60364-5-52. Considerazioni di carattere commerciale fanno ipotizzare l'utilizzo di non più di 3 diverse sezioni, di cavi con conduttore in alluminio ed isolante in XLPE:

S₁: 1x3x**95** mmq per tratti di cavidotto con potenza fino a 6 MW (1 aerogeneratori);

S₂: 1x3x**185** mmq per tratti di cavidotto con potenza di 12 MW (2 aerogeneratori);

S₃: 1x3x**300** mmq per tratti di cavidotto con potenza di 18 MW (3 aerogeneratori).

S₄: 1x3x**630** mmq per tratti di cavidotto con potenza di 24 MW (4 aerogeneratori).

A partire dalla portata nominale, si calcola un fattore correttivo

$$K_{\text{tot}} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_5$$

Dove:

K₁ è il fattore di correzione da applicare se la temperatura del terreno è diversa da 20°C;

K₂ è il fattore di correzione da applicare in funzione delle modalità di posa;

K₃ è il fattore di correzione per resistività del terreno diversa dal valore di riferimento di 1,5 Km/W, valido per terreni asciutti;

K₄ è il fattore di correzione profondità di posa diversa da 0,7 m.

Nel caso in esame (con riferimento alle tabelle della richiamata CEI-UNEL 35026):

K₁ = 0,95 poiché si suppone una temperatura massima del terreno pari a 25°C;

K₂ = 0,85 poiché abbiamo nelle trincee cavi al più due circuiti, con cavi direttamente interrati, distanza tra i circuiti di circa 12,5 cm;

K₃ = 1 poiché la resistività termica del terreno si suppone pari al valore nominale di 1,5 km/W;

K₄ = 0,96 poiché la profondità di posa è di 1,2 m.

Inoltre, poiché la posa è direttamente interrata anziché in tubazione si considera $K_{\text{tubazione}} =$

1.

In definitiva, il fattore di riduzione della portata del cavo è pari a

$$K_{tot} = K_1 \times K_2 \times K_3 \times K_4 \times K_{tubazione} = 0,77$$

Nella tabella seguente si riporta, per le differenti sezioni, la portata effettiva del cavo nelle condizioni di posa previste a progetto (I_z) e la massima corrente che attraverserà il cavo (I_b). Rammentiamo che si tratta di cavi con conduttore in alluminio e isolante in XLPE.

Sezione	Portata I_z	Corrente I_b
S1: 1x3x 95 mmq	$I_{z-2} = 245 \times 0,77 = \mathbf{188,7 A}$	$I_{b-1} = \mathbf{117,83 A} < 188,7 A$
S2: 1x3x 185 mmq	$I_{z-3} = 353 \times 0,77 = \mathbf{271,8 A}$	$I_{b-2} = \mathbf{235,65 A} < 271,8 A$
S3: 1x3x 300 mmq	$I_{z-4} = 463 \times 0,77 = \mathbf{356,5 A}$	$I_{b-3} = \mathbf{353,48 A} < 356,5 A$
S4: 1x3x 630 mmq	$I_{z-4} = 943 \times 0,77 = \mathbf{726,1 A}$	$I_{b-4} = \mathbf{451,31 A} < 726,1 A$

Con

$$I_b = \frac{P_n}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\varphi}$$

Dove:

I_b = corrente massima che attraversa il cavo;

P_n = Potenza massima trasportata dal cavo

V_n = Tensione nominale di impianto (30 kV)

$\cos \varphi = 0,98$

Numero aerogeneratori	P_n	Corrente I_b
1	6 MW	$I_{b-1} = \mathbf{117,83 A} < 188,7 A$
2	12 MW	$I_{b-2} = \mathbf{235,65 A} < 271,8 A$
3	18 MW	$I_{b-3} = \mathbf{353,48 A} < 356,5 A$
4	24 MW	$I_{b-4} = \mathbf{451,31 A} < 726,1 A$

Caduta di tensione

Di seguito riportata la formula per il calcolo della caduta di tensione percentuale:

$$\Delta V\% = \frac{\Delta v \times L \times I}{V} \times 100$$

Dove:

V = tensione di linea [V]

Δv = caduta di tensione specifica, $\sqrt{3} \times (r \cos\phi + x \sin\phi)$ [V/A km]

L = lunghezza della linea [km]

I = corrente di carico [A]

r = resistenza specifica [Ω /km]

x = reattanza specifica [Ω /km]

Cos ϕ = fattore di potenza

Nel dettaglio risulta:

SC 1	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG01-MSG02	3.055	95	254	203	117,83	0,63%
MSG02-MSG03	1.050	185	368	294	235,65	0,22%
MSG03-SSE	12.220	630	725	580	353,48	1,14%
						1,99%

SC 2	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG04-MSG09	2.088	95	254	203	117,83	0,43%
MSG08-MSG09	2.265	95	254	203	235,65	0,93%
MSG09-MSG13	2.145	300	486	389	353,48	0,42%
MSG13-SSE	8.140	630	725	580	471,31	1,01%
						2,79%

SC 3	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG05-MSG06	1.760	95	254	203	117,83	0,36%
MSG06-MSG07	1.560	185	368	294	235,65	0,33%
MSG07-MSG12	2.100	300	486	389	353,48	0,41%
MSG12-SSE	9.580	630	725	580	471,31	1,19%
						2,29%

SC 4	Lunghezza tratta	Cavo	Portata nom. (A)	Portata effettiva (A)	Ib	$\Delta V\%$
MSG15-MSG14	2.120	95	254	203	117,83	0,44%
MSG14-MSG10	1.320	185	368	294	235,65	0,28%
MSG10-MSG11	1.310	300	486	389	353,48	0,26%
MSG11-SSE	10.860	630	725	580	471,31	1,35%
						2,32%

Perdite

Perdite nei conduttori MT

A partire dalla caduta di tensione potrà essere calcolata la perdita di potenza sulla rete MT, nel caso in cui il Parco eolico produca alla massima potenza (90 MW). Avremo per ciascun Sottocampo

$$\text{Perdite} = \text{C. d. T}\% \times \text{Pmax sottocampo}$$

Caduta di tensione complessiva $\Delta V_i\%$	Perdita di Potenza [kW]
0,63%	
0,22%	
1,14%	
1,99%	238,27

$\Delta V\%$	Perdita di Potenza [kW]
0,43%	
0,93%	
0,42%	
1,01%	
2,79%	669,10

$\Delta V\%$	Perdita di Potenza [kW]
0,36%	
0,33%	
0,41%	
1,19%	
2,29%	549,24

$\Delta V\%$	Perdita di Potenza [kW]
0,44%	
0,28%	
0,26%	
1,35%	
2,32%	555,91

Perdita Pot. TOT	2012,52
-------------------------	----------------

In pratica sulla sola rete MT abbiamo perdite, nel caso in cui gli aerogeneratori producano alla massima potenza di 2,012 MW. A queste perdite vanno aggiunte le perdite dei trasformatori MT/BT negli aerogeneratori, le perdite nel trasformatore MT/AT e le perdite sulla linea AT. Delle perdite dei trasformatori si dirà nel prossimo paragrafo, le perdite sulla linea AT (molto corta) sono di fatto trascurabili.

Perdite del trasformatore

Il rendimento di un trasformatore è definito come rapporto tra potenza resa e potenza assorbita. Sebbene il rendimento di un trasformatore sia sempre piuttosto elevato (generalmente non inferiore al 96%), le perdite sono essenzialmente di due tipi:

- perdite a vuoto
- perdite a carico

Le **perdite a vuoto** sono dette “perdite nel ferro”, poiché hanno sede nel nucleo ferromagnetico in cui è presente il flusso di induzione sinusoidale e sono dovute alla correnti parassite, dipendono dal quadrato della tensione e sono praticamente indipendenti dal carico. Esistono ogniqualevolta il trasformatore è alimentato.

Le **perdite a carico** (“perdite nel rame”) sono le perdite nei conduttori degli avvolgimenti, dette “perdite nel rame”. Dipendono dal quadrato della corrente che scorre nei conduttori stessi e quindi dipendono fortemente dal carico. Esistono solo se circola una corrente di carico e sono dovute principalmente alle perdite per effetto Joule nei conduttori. Ad esse si aggiungono le perdite addizionali, che sono dovute agli effetti dei flussi magnetici variabili nel tempo che investono i conduttori e le altre parti metalliche dei trasformatori.

Le perdite a vuoto a tensione nominale P_{Fe} e le perdite a carico a corrente nominale P_{cc} sono stabilite nel progetto del trasformatore e sono pertanto fornite dal costruttore.

Dal momento che le P_{cc} dipendono dalle caratteristiche dei trasformatori installati che al momento non sono a disposizione ci limitiamo a dire che esse vengono calcolate con la formula

$$P_{Cu} = P_{cc} (I / I_n)^2$$

Dove:

P_{Cu} è la perdita a carico quando il trasformatore è percorso dalla corrente I

P_{cc} è la perdita a carico quando il trasformatore è percorso dalla corrente nominale I_n , ed è un dato di targa del trasformatore.

Con semplici passaggi matematici la formula può anche essere scritta nella forma:

$$P_{Cu} = P_{cc} (S / S_n)^2$$

Dove

S è la potenza generata (sul secondario) dal trasformatore percorso dalla corrente I,

S_n è la potenza di targa del trasformatore.

Pertanto non avendo a disposizione il valore di P_{cc}, come detto, fornito dal costruttore, ci limitiamo a dire che le perdite sono comunque inferiori all'1% sia per i trasformatori MT/BT negli aerogeneratori sia per il trasformatore MT/AT in SSE.

È evidente pertanto che il parco eolico in progetto pur avendo una potenza installata di 90 MW potrà fornire nel punto di consegna alla RTN una potenza sicuramente non superiore a 88 MW.

4. Dimensionamento preliminare dell'Impianto di illuminazione (SSE Utente)

La Sottostazione Elettrica Utente (SSE), sarà dotata di un impianto di illuminazione perimetrale costituito da:

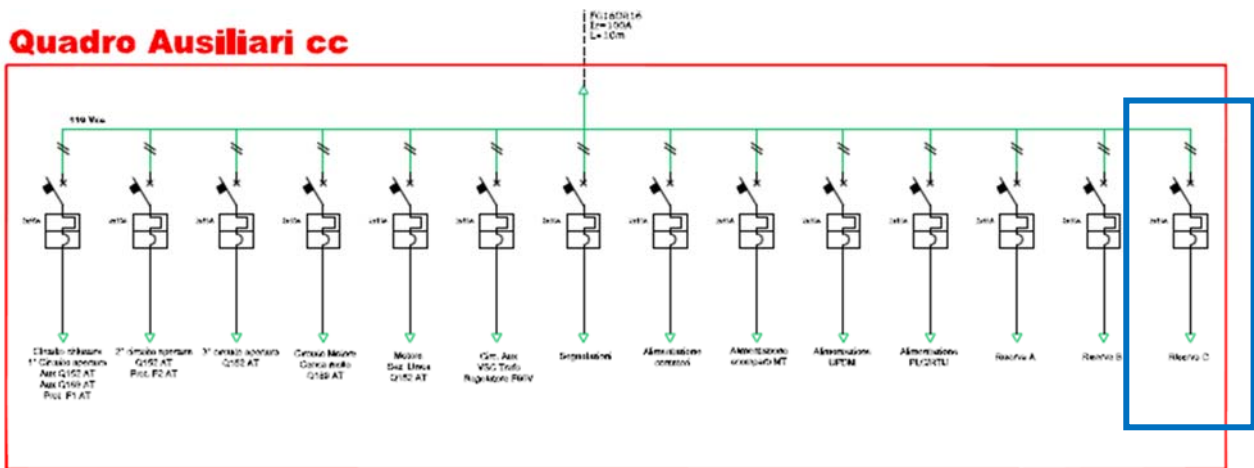
- Tipo lampada: Proiettori LED, P_n = 250W
- Tipo armatura: proiettore direzionabile
- Numero lampade: 10;
- Numero palificazioni: 5;
- Funzione: illuminazione interno impianto notturna e anti-intrusione;
- Distanza tra i pali: circa 20 m.

Il suo funzionamento sarà **esclusivamente legato alla sicurezza dell'impianto**. Ciò significa che qualora dovesse verificarsi una intrusione durante le ore notturne, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori a led, installati sugli stessi pali montanti le telecamere dell'impianto di videosorveglianza. Quindi sarà a funzionamento discontinuo ed eccezionale. Inoltre la direzione di proiezione del raggio luminoso, sarà verso il basso, senza quindi oltrepassare la linea dell'orizzonte o proiettare la luce verso l'altro.

Da quanto appena esposto si può evincere che detto impianto di illuminazione **è conforme a quanto riportato all'art.6 della L.R. N.15/05 "Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico", ed in particolare al comma 1, lettere a), b), e) ed f).**

Come detto, l'Impianto sarà costituito da proiettori a Led montati su pali zincati di altezza pari a 5,50 m. I proiettori faranno parte di un circuito, a partire dal Quadro Servizi Ausiliari posizionato nel Locale BT del Fabbricato Servizi, costituito da:

- 1 linea elettrica trifase a 400 V del tipo *FG16OR16* da 4 mm². La linea alimenterà 4 proiettori;
- 1 linea elettrica trifase a 400 V del tipo *FG16OR16* da 4 mm². La linea alimenterà 8 proiettori;
- 1 interruttore magnetotermico alloggiato nel Quadro Generale dei Servizi Ausiliari a sua volta posizionato all'interno del vano Quadri MT dell'Edificio Servizi.



Utilizzando la formula vista anche in precedenza per il dimensionamento delle linee MT, avremo per ogni proiettore luminoso da 250 W, una corrente necessaria pari a:

$$I_{b_max} = \frac{P_{max}}{\sqrt{3} V_n \cos \varphi} = \frac{250}{0,92 * \sqrt{3} * 400} = \mathbf{0,4 \text{ A}}$$

Il conduttore scelto da 4 mm² ha una portata nominale (per cavo interrato in tubo) pari a:

32 A. Quindi un tale conduttore è ben in grado di addurre la corrente necessaria ai proiettori per ciascuna delle 4 linee di alimentazione (v. schema sotto riportato).

4 conduttori con giallo/verde / 4 cores with yellow/green - tab. CEI-UNEL 35318												
1,5	1,5	0,7	13,4	200	13,3	23	19,5	20	19	30	26	121
2,5	2,0	0,7	16,6	260	17,98	32	26,0	26	25	40	36	131
4,0	2,5	0,7	16,0	330	4,95	42	35,0	33	32	51	45	144
6,0	3,0	0,7	17,5	430	7,30	54	44,0	43	41	66	56	157
10,0	3,9	0,7	19,8	640	1,91	75	60,0	59	55	88	78	178
16,0	5,0	0,7	22,4	900	1,21	100	80,0	76	72	114	101	202
25,0	6,4	0,9	26,8	1300	0,780	127	105,0	100	93	148	130	241
35+1G25	7,7	0,9	29,2	1650	0,554	158	128,0	122	114	178	157	263
50+1G25	9,2	1,0	32,4	2200	0,386	192	154,0	152	141	211	185	292
70+1G35	11,0	1,1	37,0	3000	0,272	246	194,0	189	174	259	227	333
95+1G50	12,5	1,1	42,0	3900	0,206	298	233,0	226	206	311	274	378
120+1G70	14,2	1,2	46,9	4700	0,161	346	268,0	260	238	355	311	422

Protezioni contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata dall'installazione di apparecchiature elettriche, in particolare i corpi illuminanti, con un grado di protezione non inferiore a IP44. Una ulteriore protezione è garantita dalla presenza di interruttori con modulo differenziale a alta sensibilità.

Caduta di tensione

Secondo norma CEI 64-8 sez.525 la caduta di tensione nel circuito non deve superare il 4%, e viene stimata utilizzando la relazione:

$$\Delta U = K \times I \times L \times (R \cos\phi + X \sin\phi)$$

con:

K = 2 per linee monofase (230 V);

K = 1.73 per linee trifase (400 V);

I = corrisponde alla corrente di impiego del circuito (Ib);

L = lunghezza della linea;

R = è la resistenza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso

X = è la reattanza del conduttore per unità di lunghezza (per km) e varia in relazione alla sezione del conduttore stesso

Nei calcoli si assumerà un valore per il fattore di potenza, pari a $\cos\phi = 0.92$ ($\sin\phi=0,39$).

Inoltre per semplificare il calcolo ed essere conservativi si farà l'ipotesi che tutto il carico sia concentrato a 2/3 della lunghezza della linea. Il carico ovviamente dipenderà dal numero di lampade che sono alimentate dal circuito.

La caduta di tensione percentuale sarà ottenuta con la formula

$$\Delta U\% = \Delta U / U \times 100$$

Dove U è la tensione di linea, ovvero 400 V.

Dalla tabella sotto riportata è evidente che la caduta di tensione sulla singola linea di alimentazione è per tutte le linee ampiamente inferiore al 4%. Pertanto le sezioni dei conduttori sono da considerare corrette.

<i>Linea</i>	<i>Sez. Linea</i>	<i>Sezione Derivazione</i>	<i>Num. Proiettori</i>	<i>Carico (kW)</i>	<i>Lunghezza Linea (km)</i>	<i>CdT</i>
L1	4x4 mm ²	2x4 mm ²	4	1	0,09	0,21%
L2	4x4 mm ²	2x4 mm ²	8	1	0,1	0,24%

Impianto di terra

L'impianto di terra dell'impianto di illuminazione sarà lo stesso dell'impianto fotovoltaico. In particolare sarà effettuato un collegamento in corrispondenza del quadro ausiliari di cabina (nodo di terra all'interno del quadro).

Per quanto attiene i corpi illuminanti questi saranno in classe II di isolamento (doppio isolamento) e pertanto non necessitano di collegamento a terra. Per quanto attiene i pali di illuminazione, qualora si utilizzino pali in pvc non sarà necessario il collegamento a terra. Nel caso in cui i pali siano del tipo in acciaio, verrà effettuato il collegamento a terra utilizzando il morsetto posto tipicamente alla base del palo. In particolare il collegamento sarà realizzato direttamente sul dispersore di terra dell'impianto fotovoltaico nel punto più vicino, tenendo conto che il dispersore di terra dell'impianto fotovoltaico è, tra l'altro, costituito da una corda di rame nuda della sezione di 35 mmq posta ad intimo contatto con il terreno ad una profondità di 0,6-0,8 m. Essa corre lungo tutto il perimetro dell'impianto e quindi è prossima al punto di installazione dei pali di illuminazione. Il collegamento di terra tra palo e dispersore sarà realizzato con corda di rame nuda o protetta della sezione di almeno 25 mmq.

Protezione da sovraccarichi e cortocircuiti

La difesa delle condutture rispetto a fenomeni di sovraccarico oppure di corto circuito viene espressamente richiamata dalla norma CEI 64-8 alla sezione 433 e seguenti. In esse viene prescritto che l'impianto soddisfi le seguenti due condizioni:

$$I_b < I_n$$

$$I_f < 1.45 I_z$$

Dove

I_b = corrente di impiego del circuito;

I_z = portata della condotta in regime permanente;

I_n = corrente nominale della protezione;

I_f = corrente di sicuro funzionamento della protezione.

La tipologia di protezione richiesta viene assicurata da interruttori di tipo magnetotermico e di tipo magnetotermico differenziale, scelti in modo tale da avere un potere di interruzione almeno pari alla corrente presunta di corto circuito nel punto di installazione e garantire un tempo di intervento inferiore a quello che condurrebbe la condotta al limite termico. La condizione che definisce l'energia specifica passante ammessa dalle protezioni viene esplicitata tramite la relazione:

$$I^2 t < k^2 S^2$$

Cavidotti e pozzetti

Il cavidotto per la posa dei cavi sarà realizzato con tubazioni corrugate a doppia parete in PE ad alta densità con superficie interna perfettamente liscia, a bassissima emissione di fumi e gas tossici, autoestingente, con resistenza allo schiacciamento superiore a 450 N, del diametro di 63 mm e comunque almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dal fascio di cavi, conforme alle Norme CEI 23-55 -. CEI 64-8/5, art. 522.8.1.1.

La tubazione sarà posta all'interno di trincee predisposte ad una profondità non inferiore a 0,6 m dal piano di campagna, il rinterro sarà effettuato con materiale vagliato rinvenente dagli stessi scavi, esente da pietre di grosse dimensioni. Il raggio di curvatura sarà tale da non danneggiare i cavi in esso contenuti (circa tre volte il diametro esterno dei cavi).

Alla base di ciascun palo e lungo il percorso dei cavidotti (ad una distanza massima di 40 m circa) saranno posizionati dei pozzetti realizzati in cemento prefabbricato (40x40x60) cm, provvisti di chiusino in plastica, carrabile. Dovranno essere murati a terra con coperchio posto al livello del piano di calpestio senza sporgenze; dovranno essere raccordati al cavidotto e al sostegno per consentire il passaggio dei conduttori.

Da pozzetto verrà prolungato il cavo di alimentazione fino all'asola con portello di chiusura, dove verranno effettuate le giunzioni fra le linee interrate e le alimentazioni dei corpi illuminanti con idonei morsetti.

Cavi

Saranno utilizzati conduttori multipolari di FROR con isolamento e guaina in pvc non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di fumi e gas tossici, con tensione nominale di riferimento 0,6/1 kV, norme di riferimento CEI 20-11 - CEI 20-14 - CEI 20-22 II - CEI 20-35 - CEI 20-37 parte I - tabelle UNEL 35752-55-56-57 - non propaganti l'incendio secondo le norme CEI 20-22

I cavi tipo FROR saranno e posati nelle tubazioni predisposte, sopra descritte, che assicureranno idonea protezione meccanica. Le tubazioni faranno capo a pozzetti d'ispezione e di infilaggio con fondo pendente di adeguate dimensioni.

Le condutture dovranno essere generalmente a tratti rettilinei orizzontali e verticali. Nel caso in cui le linee elettriche di potenza e le linee a tensione diversa da quella di rete abbiano lo stesso percorso, si dovrà provvedere ad installarle in modo da non generare disturbi reciproci.

Le giunzioni e le derivazioni saranno realizzate con idonei morsetti in policarbonato in corrispondenza del portello per asola d'ispezione sul palo.

Quadro elettrico – interruttori di protezione

Gli interruttori di protezione delle linee di alimentazione dell'impianto di illuminazione saranno installati all'interno del Quadro BT Ausiliari delle Cabine. Saranno interruttori quadripolari 4x16 A magnetotermici differenziali con potere di interruzione minimo di 6 kA, $I_d=0,3$ A, curva C.

Per permettere l'azionamento automatico comandato dall'impianto di antintrusione saranno dotati di contattore.

Corpi illuminanti

Saranno utilizzati proiettori a doppio isolamento, grado di protezione IP 66, classe energetica A++, con led modulari per complessivi 250 W, per permettere la sostituzione dei singoli moduli led. Completo di staffa di orientamento, sarà installato su appositi pali ad un'altezza di 3,5 m circa dal piano campagna. Le caratteristiche dell'ottica con fascio di 60° e l'orientamento verso il basso limiteranno l'inquinamento luminoso.



Proiettore a led 250 W

Pali di sostegno

I pali di sostegno saranno in acciaio a sezione circolare conica. Equipaggiati con staffe testa palo per l'installazione e sostegno di due proiettori per ciascun palo, di altezza fuori terra pari a 5,5 m. Saranno dotati di morsettiera con asola di ispezione ad un'altezza di 1,4 m circa, e morsetto di messa a terra base palo. In alternativa saranno utilizzati pali in pvc aventi stesse caratteristiche.

Fondazioni

Saranno realizzate delle fondazioni in opera, costituite da un blocco di calcestruzzo, con un foro al centro. La sigillatura tra sostegno e fondazione sarà eseguita con sabbia finissima bagnata e superiormente sigillata con una corona di calcestruzzo dello spessore di 5 cm. I sostegni saranno interrati nel plinto per circa 60 cm.

Caratteristiche illuminotecniche

É evidente che l'obiettivo dell'impianto di illuminazione è quello di assicurare un adeguato livello di sicurezza antintrusione dell'impianto, questo il motivo per cui l'installazione dei corpi illuminanti è limitata al perimetro dell'impianto stesso. Come detto l'impianto si attiverà automaticamente in caso di allarme generato dall'impianto antintrusione.

L'impianto di illuminazione potrà essere utilizzato, qualora attività di manutenzione straordinaria si protraggano eccezionalmente nelle ore serali.

Il livello di illuminamento nella parte centrale dell'impianto anche in considerazione dell'ombreggiamento prodotto dagli stessi moduli fotovoltaici sarà molto scarso (pochi lux), nella parte periferica potranno essere raggiunti valori medi intorno ai 20 lux.

La scelta di lampade led ad alta efficienza con temperatura di colore superiore a 4.500 K, farà sì che la luce emessa sarà del tipo bianca e fredda.

5. Dimensionamento preliminare dell'impianto videosorveglianza e antintrusione (SSE)

L'accesso all'area recintata sarà sorvegliato automaticamente da un sistema di Sistema integrato Anti-intrusione composto da:

- N. 6 telecamere TVCC tipo fisso *Day-Night*, per visione diurna e notturna, con illuminatore a IR, ogni 20 m circa.

Queste saranno installate su pali in acciaio zincato di altezza pari a m 5,50 ed ancorati su opportuno pozzetto di fondazione porta palo e cavi;

- cavo *alfa* con anime magnetiche, collegato a sensori microfonici, aggraffato alle recinzioni a media altezza, e collegato alla centralina d'allarme in cabina;
- barriere a microonde sistemate in prossimità della muratura di cabina e del cancello di ingresso;
- N.1 badge di sicurezza a tastierino, per accesso alla cabina;
- N.1 centralina di sicurezza integrata installata nel fabbricato servizi.

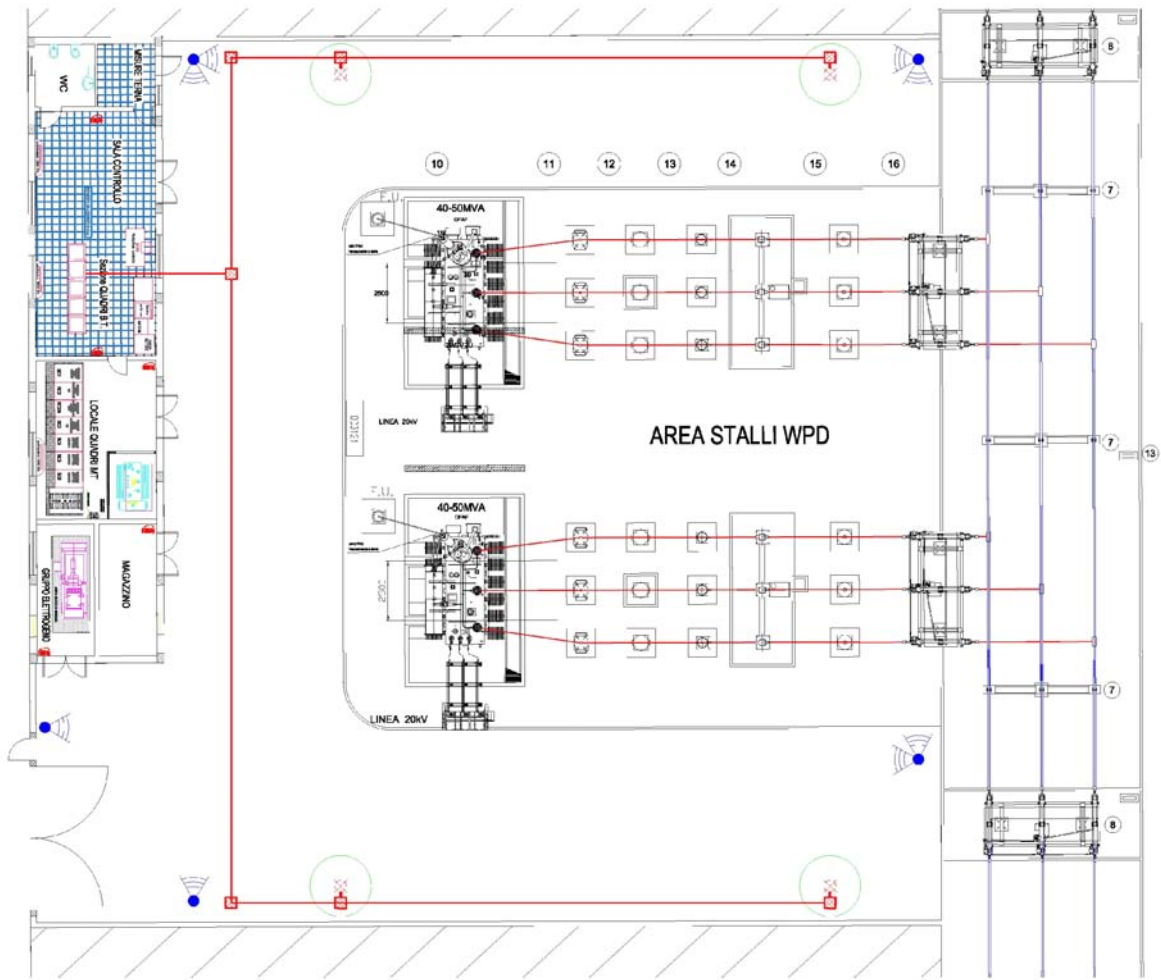
I sistemi appena elencati funzioneranno in modo integrato.

Il cavo *alfa* sarà in grado di rilevare le vibrazioni trasmesse alla recinzione esterna in caso di tentativo di scavalco o danneggiamento.





Le barriere a microonde rileveranno l'accesso in caso di scavalco o effrazione nelle aree del cancello e/o della cabina. Le telecamere saranno in grado di registrare oggetti in movimento all'interno del campo, anche di notte; la centralina manterrà in memoria le registrazioni.

I badge impediranno l'accesso alla cabina elettrica e alla centralina di controllo ai non autorizzati. Al rilevamento di un'intrusione, da parte di qualsiasi sensore in campo, la centralina di controllo, alla quale saranno collegati tutti i sopradetti sistemi, invierà una chiamata alla più vicina stazione di polizia e al responsabile di impianto tramite un combinatore telefonico automatico e trasmissione via antenna *gsm*.

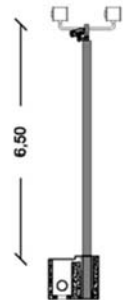
Parimenti, se l'intrusione dovesse verificarsi di notte, il campo verrà automaticamente illuminato a giorno dai proiettori.

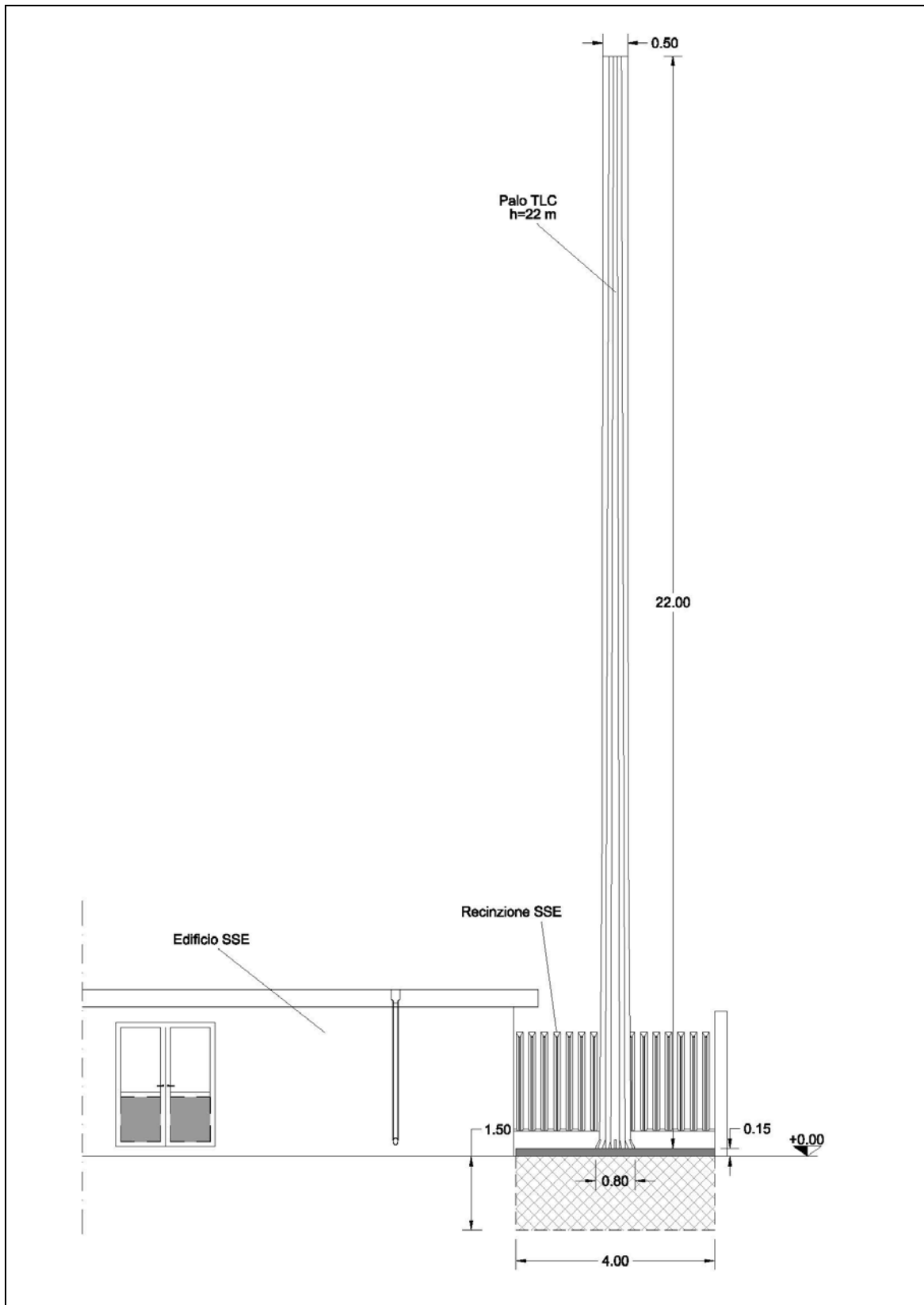


LEGENDA

-  Cavldotto Interrato Ø63 con cavo elettrico 2x4 mmq e derivazioni 2x4 mmq
-  Cavo segnale schermato per videocamere
-  Barriere a microonde
-  Palo Illuminazione con telecamera

PALO DI ILLUMINAZIONE PERIMETRALE SSE
 CON n. 2 PROIETTORI LED DA 250 W
 E n. 1 TELECAMERA TVCC TIPO FISSO





Palo per telecomunicazioni all'interno della SSE – H = 22 m