



REGIONE MOLISE

COMUNE DI TERMOLI

(PROVINCIA DI CAMPOBASSO)



PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE DI 24 MWE CON IMPIANTI ED OPERE DI CONNESSIONE SITE IN ZONA INDUSTRIALE DEL COMUNE DI TERMOLI (CB)

Relazione tecnica DPA

ELABORATO

A.2ter_R0

PROPONENTE:

STEFANA SOLARE S.R.L.



Via Giuseppe Barbato n. 20
86100 CAMPOBASSO (CB)
P.IVA 01846370706

PROGETTO E SIA:

CONSULENZA:

wwwire Electro
Technical
Engineering
Consultancy & Projects
Via Corsica, 169 - 86039 Termoli (Cb) - Italy
T. +39 0875751452 - M. +393294130607 - E-Mail wirestudiosrls@gmail.com

Firmato digitalmente da:

PASQUALE PISTILLI

REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE
0	08/08/2023	LP	LP	LP	Progetto Definitivo



Sommario

1. PREMESSA.....	5
2. DEFINIZIONI.....	7
3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	14
3.1.1. NORMATIVA COMUNITARIA.....	14
3.1.2. NORMATIVA NAZIONALE	14
3.1.3. NORME CEI.....	14
4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISIMA FREQUENZA	15
4.1.1. INTRODUZIONE	15
4.1.2. NORMATIVE.....	15
4.1.3. ART. 4. OBIETTIVI DI QUALITÀ.....	16
4.1.4. ART. 6 "PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO PER GLI ELETTRODOTTI" ...	16
5. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISIMA FREQUENZA	17
5.1. INTRODUZIONE	17
5.2. FORMULE ANALITICHE APPROSSIMATE (CE 106-11)	19
5.3. LINEE AEREE TRIFASE A SEMPLICE TERNA (CEI 106-11 – RIF. 6.2.1)	20
6. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	21
6.1. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA	21
6.2. UBICAZIONE DELL'IMPIANTO	22
7. IMPIANTO – SORGENTI DI CEM.....	24
8. CALCOLO DELLA DPA.....	33
8.1. CALCOLO DELLA DPA 'CABINA' TRASFORMATORE (MT/BT)	33
8.2. CALCOLO DPA CONDUTTURE	36
8.3. CALCOLO DPA TRASFORMATORE	38

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 2 di 59



8.4. TRATTO AT – COLLEGAMENTO TRA S.E. UTENTE CONDIVISA E SE TERNA A 150 kV (INTERRATA SEZ. 1000 MM²)	41
8.5. CAMPO FOTOVOLTAICO - CANALIZZAZIONE ENTRA ED ESCI A 30 kV (INTERRATA SEZ. 240MM²)	43
8.6. CAMPO FOTOVOLTAICO - CANALIZZAZIONE ENTRA ED ESCI A 30 kV (INTERRATA SEZ. 240MM²) DUE LINEE INTERRATE	44
8.7. CANALIZZAZIONE DA QMT SS UTENTE A TR ELEVATORE 30/150kV - CANALIZZAZIONE A 30 kV (INTERRATA SEZ. 500MM²)	46
8.8. ELETTRODOTTI CHE COSTEGGIANO IL PERIMETRO OVEST DELLA SOTTOSTAZIONE UTENTE 150 kV	48
8.9. SOTTOSTAZIONE UTENTE IN ELEVAZIONE AT BARRE OMNIBUS (CONDUTTORI IN LEGA DI ALLUMINIO 40/30 MM PORTATA A 65° 540 A)	49
8.10. TRASFORMATORE 150/30 kV –SOTTOSTAZIONE UTENTE	50
8.11. TRASFORMATORE 30/0,640 KV –CABINE INVERTER	52
9. CONCLUSIONI	54
10. APPENDICE	57
10.1. GRANDEZZE, CONVENZIONI E SIMBOLI	57
10.2. NOZIONI DI BASE (CEI 106-11)	58



Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico connesso alla rete elettrica nazionale della potenza massima di immissione di 24 MWE con impianti ed opere di connessione site in zona industriale del comune di Termoli (CB)

Regione	<i>Molise</i>			
Comune	<i>Termoli</i>			
Proponente	<i>Stefana solare S.r.l. via Giuseppe Barbato n.20 86100 Campobasso P.IVA 01846370706</i>			
Redazione Progetto elettrico	<i>Wire Studio Srls Via Corsica, 169 86039 – Termoli (Cb)</i>			
Documento	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)			
Revisione	<i>00</i>			
Emissione	<i>8 agosto 2023</i>			
Redatto	<i>Lino Pistilli</i>	Verificato		Approvato

Redatto: Gruppo di lavoro	<i>Wire Studio Srls</i>			
Verificato:	<i>Lino Pistilli</i>			
Approvato:	<i>Lino Pistilli</i>			

<i>Redazione:</i> Wire Studio Srls <i>Proponente: SKI 05 S.r.l.</i>	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)			
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>			
	<i>Pagina 4 di 59</i>			



1. PREMESSA

In questo documento si andrà a calcolare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), valutata con la metodologia generale della Guida CEI 106-11 per una situazione di progetto per la realizzazione di un nuovo impianto per la produzione di energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico sito in zona Industriale del comune di Termoli (CB)

La relazione afferisce la linea in cavo in Alta tensione a 150 kV che collega la sottostazione S.E Terna con la SE condivisa Utente e la rete di distribuzione a 30 kV del campo fotovoltaico.

I tratti in cui è suddiviso il cavidotto sono i seguenti:

Alta Tensione

- Cavidotto S.E. Terna - S.E. condivisa
- Condotta sbarre S.E. condivisa
- Trasformatore in elevazione 30kV/150kV da 25 MVA;

Media Tensione

- linea interrata 1 di collegamento tra cabina MT in S.E. Condivisa con cabina di smistamento in M.T. C1
- Linea 2 di collegamento tra cabina di smistamento C1 e cabina fotovoltaico C2
- Linea 3 tra cabina fotovoltaico C2 e cabina fotovoltaico C3
- Linea 4 tra cabina fotovoltaico C3 e cabina fotovoltaico C4
- Linea 5 tra cabina fotovoltaico C4 e cabina fotovoltaico C5
- Linea 6 tra cabina fotovoltaico C5 e cabina fotovoltaico C6
- Linea 7 di collegamento tra cabina di smistamento C1 e cabina fotovoltaico C10
- Linea 8 tra cabina fotovoltaico C10 e cabina fotovoltaico C9
- Linea 9 tra cabina fotovoltaico C9 e cabina fotovoltaico C8
- Linea 10 tra cabina fotovoltaico C8 e cabina fotovoltaico C7
- Linea 11 tra cabina fotovoltaico C7 e cabina fotovoltaico C6

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 5 di 59</i>



- I trasformatori da 2500 kVA presenti nelle cabine denominate C1- C10

La linea in alta tensione collega la sottostazione Utente condivisa con la sottostazione S.E Terna, il conduttore previsto sarà del tipo A2X(F)KLD2Y in alluminio di sezione 1000 mm² il cavidotto partendo dalla sottostazione utente condivisa attraversa i confini di proprietà Stefana Solare e si connette ai terminali AT presenti nello stallo Terna.

L'architettura del campo è composta da due circuiti derivati dal quadro di distribuzione in media tensione posto in cabina C1. Ogni ramo è costituito da 5 cabine di distribuzione MT/BT per un totale di 10. Le Cabine sono collegate con schema entra-esce, il dimensionamento dei cavi è stato realizzato in modo tale da sopportare l'intera energia prodotta dalle sezioni di campo. Si specifica che i cavidotti si sviluppano principalmente lungo perimetro dell'impianto. I cavi saranno interrati a non meno di 1m di profondità rispetto al piano di campagna (vedasi particolari).

Per la soluzione tecnica di posa in opera in questi tratti vedasi particolari.

In uscita dalla S.E. Utente in elevazione la potenza verrà convogliata alla cabina di smistamento C1, e da questa tramite due linee composte ognuna da una terna di cavi di sezione 240 mm² alle diverse sezioni di impianto.

Su tali documenti è basato il risultato di calcolo dalla DPA.

<i>Redazione:</i> Wire Studio Srls <i>Proponente: SKI 05 S.r.l.</i>	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 6 di 59</i>

2. DEFINIZIONI

Campo elettrico (E)

Si definisce campo elettrico una quantità vettoriale che, in ogni punto di una data regione di spazio, rappresenta il rapporto tra la forza esercitata su una carica elettrica di prova q ed il valore della carica medesima. L'unità di misura del campo elettrico nel sistema S.I. è il volt/metro (V/m).

Campo magnetico (H)

Si definisce campo magnetico una quantità vettoriale-assiale definita in ogni punto di una data regione di spazio in modo tale che il suo rotore sia eguale alla densità di corrente elettrica totale, compresa la corrente di spostamento. L'unità di misura del campo magnetico nel sistema S.I. è l'ampere/metro (A/m).

Campi a frequenza multipla

Sovrapposizione di due o più campi elettromagnetici di fase arbitraria e di frequenza diversa.

Conducibilità

Rapporto tra la densità di corrente di conduzione in un mezzo e l'intensità del campo elettrico. La conducibilità è espressa in Siemens per metro (S/m).

Corrente di contatto

Corrente che passa attraverso il corpo quando quest'ultimo viene in contatto con un oggetto conduttore immerso in un campo elettromagnetico.

Densità di corrente

Corrente indotta da un campo elettromagnetico nell'unità di superficie all'interno del corpo umano.

La densità di corrente si esprime in ampere per metro quadrato (A/m²).

Densità di energia

Energia incidente su un'area unitaria normale alla direzione di propagazione dell'onda elettromagnetica. È espressa in Joule per metro quadrato (J/m²).

Densità di potenza (S)

Potenza che fluisce nell'unità di superficie posta perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda elettromagnetica. È normalmente espressa in watt per metro quadro (W/m²).

Densità di potenza media nel tempo

Valore istantaneo della densità di potenza, mediato nel tempo, definito dalla formula:

$$S_m = \frac{1}{T} \int_T S(t) dt$$

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 7 di 59

Dove:

T è il periodo del segnale generato dalla sorgente.

Densità di potenza, picco

Densità di potenza istantanea massima che si manifesta quando si trasmette potenza.

Densità di potenza, di onda piana equivalente

Termine di uso comune associato a qualsiasi onda elettromagnetica, uguale in ampiezza alla densità di potenza di un'onda piana che ha la stessa intensità dei campi elettrico (E) e/o magnetico (H).

Effetto diretto dell'esposizione

Conseguenza di una interazione diretta dei campi elettromagnetici con il corpo umano esposto.

Effetto indiretto dell'esposizione

Conseguenza di una interazione indiretta che si manifesta quando il corpo umano viene a contatto con oggetti metallici in campi elettromagnetici.

Esposizione breve

Tempi di esposizione più brevi del corrispondente tempo di media.

Esposizione continua

Esposizione per periodi di tempo più lunghi del corrispondente tempo di valutazione della media.

Esposizione non uniforme

Livelli di esposizione non uniforme si determinano quando i campi non sono uniformi su volumi di dimensioni paragonabili alle dimensioni del corpo umano considerato nella sua interezza. Questa situazione può essere causata da onde stazionarie, da radiazione diffusa oppure può verificarsi in zona di campo vicino.

Esposizione parziale del corpo

L'esposizione parziale ha luogo quando si ha una deposizione localizzata di energia.

Frequenza (f)

Numero di cicli o periodi nell'unità di tempo. L'unità di misura nel sistema S.I. è l'hertz (Hz).

Impedenza d'onda del vuoto

Rapporto tra l'intensità del campo elettrico e quella del campo magnetico di un'onda elettromagnetica che si propaga. Per un'onda piana che si propaga nel vuoto, l'impedenza d'onda intrinseca del vuoto è circa 377 Ohm.

Induzione elettrica (D)

Modulo di un vettore, pari al prodotto dell'intensità del campo elettrico (E) per la costante dielettrica (ϵ):

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 8 di 59</i>

$$D = \varepsilon \times E.$$

L'induzione elettrica è espressa in coulomb per metro quadrato (C/m²).

Induzione magnetica (B)

Modulo di un vettore, pari al prodotto dell'intensità del campo magnetico (H) per la permeabilità magnetica (μ) del mezzo:

$$\mu = \frac{B}{H}$$

L'induzione magnetica si esprime in tesla (T).

Livello di esposizione

Valore della grandezza considerata quando una persona è esposta a campi elettromagnetici.

Lunghezza d'onda (λ)

La lunghezza d'onda (λ) di un'onda elettromagnetica è legata alla frequenza (f) ed alla velocità di propagazione (c) dall'espressione $c = f \times \lambda$. Nel vuoto la velocità di un'onda elettromagnetica è uguale alla velocità della luce. La lunghezza d'onda si esprime in metri (m).

Media temporale della potenza assorbita (P_m)

Tasso di trasferimento di energia, mediato nel tempo, definito dalla formula seguente:

$$P_m = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} P(t) dt$$

Dove:

t₁ e t₂ sono i tempi di inizio e fine dell'esposizione. Il periodo t₂ - t₁ rappresenta la durata dell'esposizione.

NIR

campi elettromagnetici non ionizzanti (fra 300 kHz e 300 GHz)

Obiettivi di qualità

Sono valori di campo elettromagnetico da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, usando tecnologie e metodiche di risanamento disponibili, al fine di minimizzare l'esposizione della popolazione.

Onda piana

É una distribuzione di campo elettromagnetico propagativo, in cui in ogni punto i vettori campo elettrico e campo magnetico sono perpendicolari fra loro e giacciono su piani perpendicolari alla direzione di propagazione.

Permeabilità magnetica (μ)

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 9 di 59

La permeabilità magnetica di un materiale è definita dal rapporto fra il valore dell'induzione magnetica (B) e l'intensità del campo magnetico (H):

$$\mu = \frac{B}{H}$$

La permeabilità magnetica μ si esprime in henry per metro (H/m).

Permettività, o costante dielettrica (ϵ)

Proprietà di un materiale dielettrico (ad esempio un tessuto biologico) definita dal rapporto fra l'intensità dell'induzione elettrica (D) e l'intensità del campo elettrico (E)

$$\epsilon = \frac{D}{E}$$

La costante dielettrica si esprime in farad per metro (F/m).

Polarizzazione

Caratteristica dei campi elettromagnetici che descrive la direzione e l'ampiezza, variabili nel tempo, del vettore di campo elettrico; in particolare, indica la figura tracciata, in funzione del tempo, dall'estremità del vettore campo elettrico in un punto fisso nello spazio come è vista lungo la direzione di propagazione.

Popolazione

Tutti i non esposti a campi elettromagnetici per ragioni professionali.

Punti caldi

Zona o volume molto localizzati di irraggiamento o assorbimento di energia elettromagnetica, prodotto da radiazione diffusa, da effetti focalizzanti o da altre disomogeneità.

Radiazione diffusa

Campo elettromagnetico risultante da correnti indotte in un oggetto secondario, conduttore o dielettrico, da onde elettromagnetiche incidenti sull'oggetto stesso da una o più fonti primarie. L'oggetto diffondente è talvolta chiamato "re-irradiatore" o "irradiatore secondario".

Radio frequenza (RF)

È l'intervallo di frequenza da 10 kHz – 300 GHz.

Rapidità di variazione dell'induzione magnetica

Derivata rispetto al tempo dell'induzione magnetica.

Regione di campo lontano

Regione di spazio, sufficientemente lontano dalla sorgente, nella quale il campo elettromagnetico ha una distribuzione caratteristica dell'onda piana. L'estensione di questa regione dipende dalle dimensioni massime lineari D del sistema d'antenna e dalla lunghezza d'onda λ del campo stesso. Si assume

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 10 di 59

convenzionalmente che la regione di campo lontano inizi ad una distanza dalla sorgente maggiore della quantità r eguale alla maggiore fra le quantità λ e $\frac{D^2}{\lambda}$.

Regione di campo vicino

Regione in prossimità di un'antenna o di altra struttura radiante, in cui i campi elettrico e magnetico non presentano la caratteristica dell'onda piana, ma variano notevolmente da punto a punto. La regione di campo vicino si suddivide ancora in regione reattiva ($r < \frac{\lambda}{10}$), che è la più vicina alla struttura radiante e che contiene buona parte dell'energia immagazzinata e la regione radiante in cui il campo di radiazione predomina su quello reattivo, ma si scosta sostanzialmente dall'onda piana e ha configurazione complessa.

Tempo di media (tm)

Intervallo di tempo su cui è mediata l'esposizione allo scopo di determinare il rispetto dei limiti.

Valore efficace (root-mean-square [rms])

Valore efficace di una grandezza fisica, $a(t)$, che varia nel tempo con periodo T . Esso si ottiene calcolando la radice quadrata del valore medio rispetto al tempo del quadrato della funzione che descrive la grandezza stessa nel modo seguente:

$$A_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \times \int_T a^2(t) dt}$$

Asse della linea elettrica

è il piano verticale passante per i punti centrali delle basi dei due sostegni di estremità di ogni campata costituente la linea ovvero per il conduttore centrale di una linea aerea a bandiera o di una terna di cavi interrati.

Centro geometrico dei conduttori

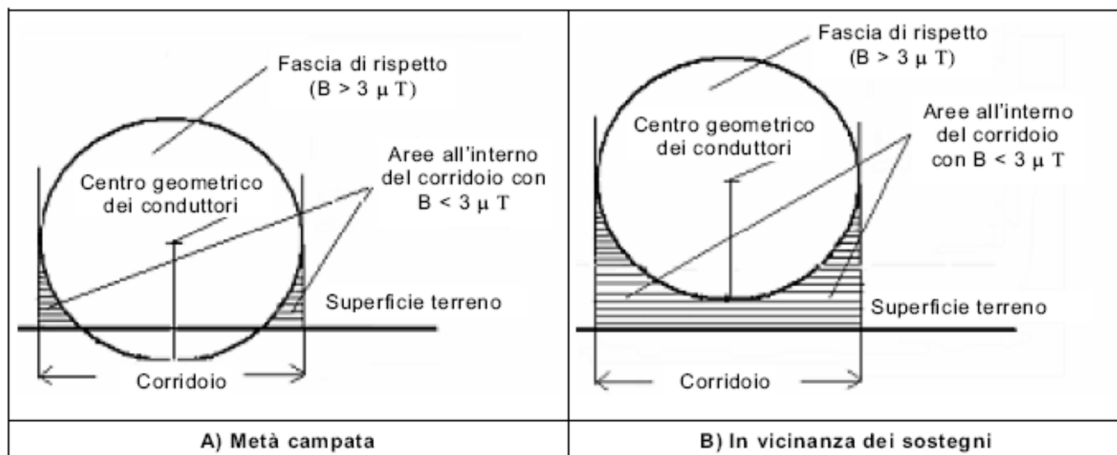
si assume come centro geometrico dei conduttori il baricentro del triangolo determinato dall'intersezione di un piano (x, y) ortogonale ai tre conduttori di fase della linea e avente come vertici i centri di tali conduttori o dei fasci nel caso di conduttori a fascio. Nella Figura 1 è schematizzata la costruzione di detto centro geometrico, richiamando, per comodità, le formule che esprimono le sue coordinate $G(x_G, y_G)$ in funzione delle coordinate dei vertici del triangolo $A(x_1, y_1)$, $B(x_2, y_2)$, $C(x_3, y_3)$.

Fascia di rispetto

È lo spazio circostante i conduttori di una linea elettrica aerea, o in cavo interrato, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un valore prefissato, in particolare all'obiettivo di qualità.

Salvo situazioni particolari, nel caso di linee elettriche aeree in conduttori nudi e di cavi interrati unipolari, i conduttori si mantengono tra di loro paralleli; quindi, lo spazio comprendente tutti i punti caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale ad un determinato valore definiscono attorno ai conduttori un volume, centrato sul baricentro dei conduttori stessi, la cui sezione trasversale ha forma e dimensione dipendenti dalla geometria della linea, dall'intensità della corrente e dal valore dell'induzione magnetica prescelto. Ad esempio, la Figura 2 illustra come nell'intorno di una linea a 380 kV a semplice terna, per il valore di corrente considerato, la suddetta sezione trasversale tende a diventare sempre più simile ad un cerchio col diminuire del valore prescelto per l'induzione magnetica.

Si noti che, anche per effetto della disposizione dei conduttori secondo una catenaria, la proiezione al suolo lungo tutta la linea, dei punti più esterni dell'isolinea relativa al valore dell'induzione magnetica di $3 \mu\text{T}$, delimita una striscia di terreno (o corridoio) che presenta al suo interno non solo zone interessate da valori di induzione magnetica superiori all'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ ma anche aree, più o meno estese a seconda dell'altezza da terra dei conduttori, in cui l'induzione magnetica è inferiore a tale valore.



Fasce di rispetto, corridoi e aree all'esterno delle fasce di rispetto ma all'interno dei corridoi con valori di induzione magnetica inferiori all'obiettivo di qualità: confronto tra le situazioni a metà campata e in vicinanza dei sostegni (CEI 106-11).

Questo aspetto va tenuto presente qualora si volesse, per motivi di praticità ed in via preliminare (ad esempio per individuare più semplicemente e rapidamente le possibili situazioni critiche), calcolare l'ampiezza di tale striscia di terreno quale indice conservativo della fascia di rispetto. Sul piano pratico-applicativo si potrebbe suggerire un approccio a due livelli che consenta da un lato di utilizzare il calcolo della suddetta striscia di terreno come proiezione al suolo della fascia di rispetto (larghezza costante ecc.)

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 12 di 59



e dall'altro di evitare misure eccessivamente ed ingiustificatamente penalizzanti per l'uso del territorio, demandando la verifica precisa dei valori di campo ad una successiva, più accurata, valutazione.

Tratte omogenee di una linea

insieme di campate successive di una linea aerea caratterizzate dalla stessa tipologia e disposizione reciproca dei conduttori nello spazio (realizzate con lo stesso tipo di sostegno), ovvero di tratte di cavo interrato caratterizzate dalla stessa tipologia e disposizione di posa dei cavi.

3. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

3.1.1. **Normativa Comunitaria**

Raccomandazione del Consiglio 519/1999/CE del 12 Luglio 1999 recante "Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300GHz".

Con essa il Consiglio fornisce agli stati membri i valori relativi ai limiti base ed ai livelli di riferimento, così come definiti dall'ICNIRP (International Commission Non Ionizing Radiation Protection) nelle proprie linee guida.

3.1.2. **Normativa Nazionale**

- D.P.C.M. 23 Aprile 1992 "Limiti massimi d'esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
- D.M. 10 Settembre 1998 n. 381 "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".
- Documento interministeriale, di cui al Decreto del Ministero dell'Ambiente 2 giugno 1997, relativo alle linee guida applicative del D.M. 10 Settembre 1998 n. 381.
- Legge 22 Febbraio 2001 n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- D.P.C.M. 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti d'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 (50Hz) generati dagli elettrodotti.
- DM 29 maggio 2008, GU n.156 del 5 luglio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

3.1.3. **Norme CEI**

- Norma CEI 211-4 del 1996 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche"
- Norma CEI 211-6 del 2001 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz— 10kHz.
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art.6). Parte I"

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 14 di 59

4. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA

4.1.1. *Introduzione*

È ben noto che l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) e l'Associazione Internazionale per le Protezioni Radiologiche (IRPA) definiscono con l'acronimo "ELF" (Extremely Low Frequency) i campi elettromagnetici sinusoidali a frequenze comprese fra 30 e 300 Hz, il cui campo magnetico alle basse frequenze viene usualmente espresso come densità di flusso magnetico in tesla (T) o meglio in sottomultipli millitesla e microtesla (mT, μ T).

In tale ambito è altrettanto noto, in considerazione di possibili effetti sanitari attribuibili all'esposizione ai campi elettrici e magnetici presenti nelle vicinanze di linee di trasmissione ad alta tensione, che la frequenza di maggiore rilevanza protezionistica è quella di 50 Hz (frequenza di rete) adottata in Italia e in Europa e quella di 60Hz in uso negli Stati Uniti e in Canada.

4.1.2. *Normative*

Alle basse frequenze, e precisamente per quella di rete 50 Hz, per i lavoratori le raccomandazioni dell'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) indicano un limite di 500 μ T (microtesla) per l'induzione magnetica, mentre per quanto riguarda la popolazione si può fare riferimento ai livelli previsti nella Raccomandazione Europea del 12/7/1999 e al limite di esposizione pari a 100 μ T stabilito dal "D.P.C.M. 8 luglio 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". È da tener presente che quest'ultimo è espressamente riferito al problema della esposizione a campi derivanti dalla generazione, trasformazione e trasporto dell'energia elettrica.

Sempre nello stesso decreto, nell'art. 3 al comma 2. A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume **per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T**, da intendersi come **mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio**.

4.1.3. **Art. 4. Obiettivi di qualità**

1. Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato **l'obiettivo di qualità di 3 μ T** per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

4.1.4. **Art. 6 "Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti"**

1. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni, per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV. I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorità competenti.
2. L'APAT, sentite l'ARPA, definirà la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio.

5. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI A BASSISSIMA FREQUENZA

Per il calcolo della fascia di rispetto così come definita precedentemente occorre che si conoscano i seguenti dati (che dovranno essere acquisiti per tratte omogenee di linea):

- portata in corrente in servizio normale (che deve essere dichiarata dal gestore della linea);
- numero e tipologia dei conduttori aerei o dei cavi interrati, loro disposizione relativa e sistema di riferimento rispetto all'asse della linea;
- condizioni di fase relativa delle correnti elettriche.

Inoltre, anche se non strettamente indispensabili per la determinazione della fascia di rispetto, ma allo scopo di verificare con precisione il rispetto dell'obiettivo di qualità, ove necessario all'interno delle fasce di rispetto, è necessario conoscere anche i seguenti parametri.

- altezza dei conduttori all'attacco ai sostegni e lunghezza delle campate;
- altezza dei conduttori sul suolo nelle condizioni di temperatura di progetto di cui al DM 21 marzo 1988 n°449 e norma CEI 11-4, Articolo. 2.2.04, ipotesi 3 (55 °C per le linee in zona A e 40 °C per le linee in zona B), con catenaria verticale.

Per ciò che attiene esclusivamente alla metodologia di calcolo per la determinazione della striscia di terreno precedentemente citata, risulta possibile desumere le indicazioni geometriche sul posizionamento reciproco dei conduttori anche avvalendosi di una misurazione strumentale diretta.

5.1. Introduzione

Il modello normalizzato per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto nella norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot e Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

1. tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 17 di 59</i>



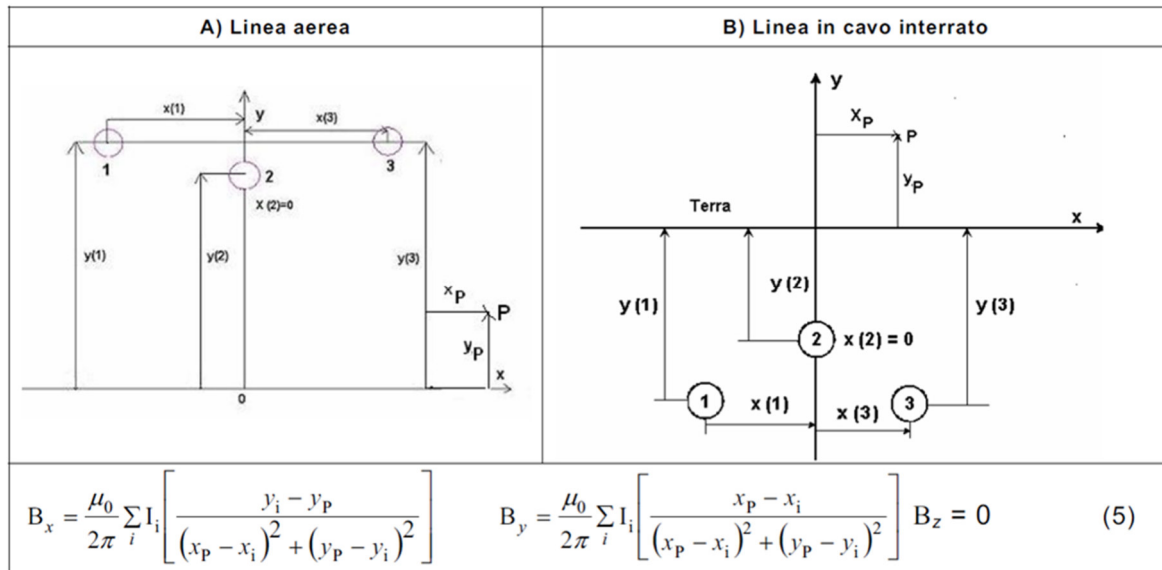
2. le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei sub conduttori dei fasci;
3. per le linee aeree non vengono considerate le correnti indotte nelle funi di guardia in quanto il loro effetto sull'induzione magnetica è ritenuto trascurabile; analogamente per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
4. il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate;

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili per la maggior parte delle situazioni riscontrabili per le linee aeree e in cavo.

L'algoritmo di calcolo, implementabile con codici relativamente semplici, considera in sintesi i seguenti passi:

- a) i valori efficaci e le fasi delle correnti sinusoidali sui conduttori sono rappresentati attraverso fasori (numeri complessi): I_i è il fasore della corrente i ; sul conduttore i ;
- b) con riferimento ad un generico punto di coordinate (x_P, y_P) sul piano ortogonale ai conduttori si calcolano i fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica totale B_x e B_y attraverso le formule riportate nella Figura 4, nella quale è anche illustrato il significato dei simboli usati nelle formule stesse, con riferimento alle linee aeree e a quelle in cavo interrato; per queste ultime la profondità di posa dei cavi (coordinata del centro geometrico di ciascun cavo) va introdotta con il segno negativo; per semplicità e maggior chiarezza, gli schemi riportati si riferiscono a linee a semplice terna, ma ovviamente le formule sotto riportate valgono per linee a doppia terna, introducendo opportunamente i fasori delle correnti in modo da rappresentare la disposizione delle fasi;
- c) il valore efficace dell'induzione B magnetica viene ottenuto con la formula già sopra illustrata:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$



Schematizzazione delle linee aeree e in cavo interrato e formule per la determinazione dei fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica

5.2. Formule analitiche approssimate (CE 106-11)

In alternativa all'utilizzazione del modello di calcolo normalizzato sopra descritto, che richiede l'uso di codici di calcolo, seppur relativamente semplici, si può ricorrere a formule analitiche approssimate, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal centro geometrico dei conduttori della linea elettrica o reciprocamente la distanza da tale centro geometrico a cui si verifica un prefissato valore di induzione magnetica: esse sono pertanto molto utili per valutazioni approssimate e immediate delle fasce di rispetto delle linee aeree e in cavo interrato.

Tali formule derivano dalla considerazione che l'induzione magnetica generata da un sistema di conduttori di lunghezza infinita e tra di loro paralleli può essere espresso dalla scomposizione in serie della legge di Biot-Savart e che, per punti relativamente lontani dai conduttori, quali quelli di interesse per la valutazione delle fasce di rispetto a 3 µT, lo sviluppo in serie può essere troncato al primo termine con un'approssimazione tanto più accettabile tanto più è elevata la distanza dai conduttori. Con questa approssimazione le curve isolivello dell'induzione magnetica sono le circonferenze aventi per centro il centro geometrico dei conduttori.



5.3. Linee aeree trifase a semplice terna (CEI 106-11 – Rif. 6.2.1)

Formule approssimate per una terna di conduttori disposti a triangolo

Per una terna di conduttori disposti ai vertici di un triangolo equilatero con distanza tra i conduttori pari a S [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A], l'induzione magnetica B [μ T] in un punto distante R [m] dal baricentro dei tre conduttori, con $R \gg S$, è data dalla seguente equazione approssimata:

$$B = 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{S \times I}{R^2} \quad [\mu T]$$

Dalla equazione suddetta si ricava la distanza R' corrispondente ad un valore di B pari a 3μ T (microtesla):

$$R' = 0,286 \times \sqrt{S \times I} \quad [m]$$

Nel caso di linee reali con disposizione geometrica dei conduttori assimilabile alla disposizione a triangolo, come parametro S si assume la media delle distanze tra i tre conduttori ($SA, B; SB, C; SA, C$)

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 20 di 59</i>

6. LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

L'impianto sarà ubicato nella Regione Molise, ed interesserà il Comune di Termoli (CB)

6.1. Inquadramento geografico dell'area



Figura 1 – area interessata dalla installazione

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 21 di 59

6.2. Ubicazione dell'impianto

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto per la produzione di energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico costituito da 46292 pannelli da 670 Watt cadauno per una potenza di picco pari a 31.015,64 kWp. I sopra citati pannelli saranno connessi a 10 cabine elettriche di inveter complete ognuna di sistema di accumulo. L'impianto è situato in più zone catastalmente assegnate:

- Foglio n° 50 particelle 180-178-179-176-154-174;
- Foglio n° 52 particelle 256-168-146;
- Foglio n° 53 particelle 467-354;
- Foglio n° 54 particelle 251-159-110-111-252-44-89-112-176-253-210.

La SS condivisa Utente è ubicata in una singola zona catastalmente assegnata al foglio n° 50 Particella 180 sub 1.

I tratti in cui è suddiviso il cavidotto sono i seguenti:

Alta Tensione

Cavidotto S.E. Condivisa- S.E. Terna (Linea)

Il tracciato del cavidotto è stato scelto in modo da essere il più breve possibile così da avere un basso impatto ambientale e allo stesso tempo minimizzare le possibili interferenze presenti lungo il percorso. I cavi saranno interrati a non meno di 1,6m di profondità per il tratto in alta tensione, 1 m per i tratti in media tensione, rispetto al piano di campagna. La linea in alta tensione collega la sottostazione Utente condivisa con la sottostazione S.E Terna, il conduttore previsto sarà del tipo A2X(F)KLD2Y in alluminio di sezione 1000 mm² il cavidotto partendo dalla sottostazione utente condivisa attraversa i confini di proprietà Stefana Solare e si connette ai terminali AT presenti nello stallo Terna.

L'architettura del campo è composta da due circuiti derivati dal quadro di distribuzione in media tensione posto in cabina C1. Ogni ramo è costituito da 5 cabine di distribuzione MT/BT per un totale di 10. Le Cabine sono collegate con schema entra-esce, il dimensionamento dei cavi è stato realizzato in modo tale da sopportare l'intera energia prodotta dalle sezioni di campo. Si specifica che i cavidotti si sviluppano principalmente lungo perimetro dell'impianto. I cavi saranno interrati a non meno di 1m di profondità rispetto al piano di campagna (vedasi particolari).

Per la soluzione tecnica di posa in opera in questi tratti vedasi particolari.

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 22 di 59



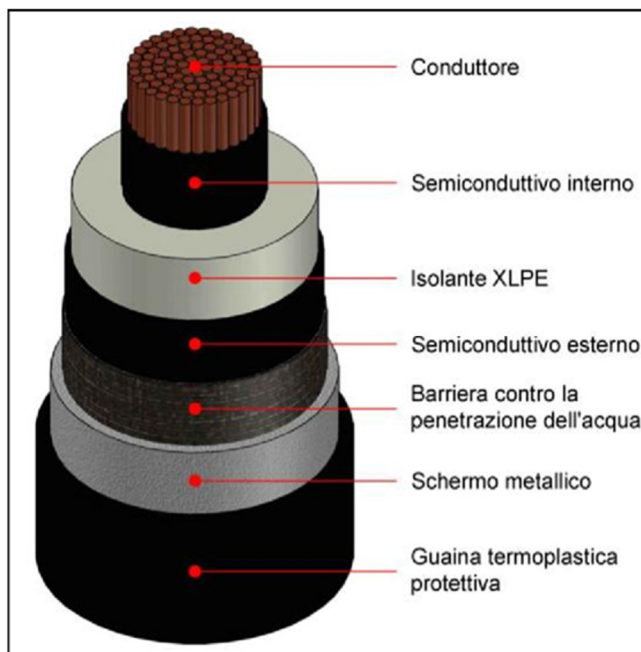
In uscita dalla S.E. Utente in elevazione la potenza verrà convogliata alla cabina di smistamento C1, e da questa tramite due linee composte ognuna da una terna di cavi di sezione 240 mm² alle diverse sezioni di impianto.

7. IMPIANTO – SORGENTI DI CEM

Di seguito, sono riportate le caratteristiche tecniche ed i valori specifici relativi ai cavi TF Cable tipo A2X(F)KLD2Y in accordo a IEC 60840, Prysmian RG7H1R, RG26H1M16 e ARE4H5E, in base ai quali sono stati effettuati i calcoli di progetto. (N.B. la marca dei cavi è solo indicativa)

In base ai calcoli preliminari fatti, abbiamo:

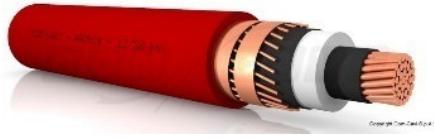
- Collegamento da S.E. utente in elevazione a S.E. Terna (150 kV) realizzato con una linea trifase composta da un conduttore per fase di sezione pari a 1000 mm² in alluminio



I cavi sono stati dimensionati valutando la piena potenza nominale del trasformatore (carico=100%), anche se accade raramente che questo funzioni a potenza nominale. Tale criterio è stato adottato come motivo precauzionale; infatti, in caso si dovesse verificare tale situazione, non si hanno problemi di sovraccarico sui conduttori, e quindi diminuzione della vita utile del cavo.

La canalizzazione per il collegamento tra il trasformatore di potenza nella sottostazione utente in elevazione al quadro di distribuzione sarà del tipo interrato con due conduttori per fase RG26H1M16 18/30 KV di sezione 240 mm².

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 24 di 59</i>



- RG26H1M16

-

Le canalizzazioni per il collegamento entra ed esci tra le 10 cabine sanno realizzate con posa interrata In alcuni casi con due cavi per fase in altri con un cavo per fase tipo RG26H1M16 18/30KV di sezione 240mm² posato a trifoglio.



HV XLPE CABLE WITH LEAD ALLOY SHEATH

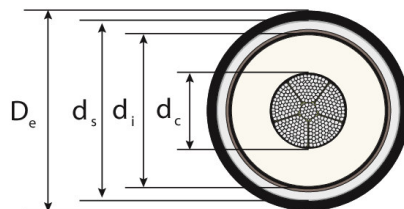
87/150 ÷ 161 (170) kV

A2X(F)K2Y according to IEC 60840

NA2X(F)K2Y according to DIN VDE 0276-632

ALUMINIUM CONDUCTOR

110



Cross section of conductor	Diameter of conductor	Insulation		Metallic screen		D _e Outer diameter of cable	Cable weight	Maximum pulling force	Minimal bending radius
		Nominal thickness	Diameter over insulation	Cross section	Diameter over screen				
mm ²	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	kg/km	kN	m
240RM	17.9 ^{+0.10}	21.0	62.9	425	69.8	78	9290	8.4	1.6
300RM	20.0 ^{+0.30}	20.5	63.8	425	70.7	79	9540	10.5	1.6
400RM	22.9 ^{+0.30}	19.5	64.3	430	71.2	79	9770	14.0	1.6
500RM	25.7 ^{+0.40}	19.0	66.1	440	73.0	81	10310	17.5	1.6
630RM	29.3 ^{+0.50}	19.0	69.9	470	76.8	85	11280	22.1	1.7
800RM	33.0 ^{+0.50}	19.0	73.6	490	80.5	89	12300	28.0	1.8
1000RM	38.0 ^{+0.50}	19.0	78.6	520	85.5	94	13650	35.0	1.9
1200RM	42.5 ^{+0.60}	19.0	83.1	550	90.0	99	14970	42.0	2.0
1200RMS	43.0 ^{+0.80}	19.0	85.2	565	92.1	101	15390	42.0	2.0
1400RMS	45.1 ^{+0.80}	19.0	87.3	575	94.2	104	16280	49.0	2.1
1600RMS	48.5 ^{+1.2}	19.0	90.7	600	97.6	107	17390	56.0	2.1
1800RMS	52.7 ^{+1.0}	19.0	94.9	625	101.8	112	18750	63.0	2.2
2000RMS	54.5 ^{+1.0}	18.0	94.7	625	101.6	112	19040	70.0	2.2
2500RMS	59.0 ^{+1.0}	18.0	100.2	660	107.5	118	21150	87.5	2.4
3000RMS	67.0 ^{+1.0}	18.0	108.2	710	115.5	127	24370	100.0	2.5

HV XLPE CABLE WITH LEAD ALLOY SHEATH

87/150 ÷ 161 (170) kV

Electrical data

D_e – Cable diameter

Cables in flat formation, the distance between the cable axes = $2 \times D_e$



Cables in trefoil formation, the distance between the cable axes = D_e



111

Cross section of conductor	Resistance of conductor 90°C	Electrical field stress at the		Capacitance	Zero reactance	Inductance	
		conductor	insulation screen				
mm ²	Ω/km	kV/mm		μF/km	Ω/km	Ω/km	
240RM	0.1610	7.60	2.55	0.125	0.103	0.215	0.155
300RM	0.1291	7.45	2.65	0.130	0.097	0.205	0.150
400RM	0.1009	7.40	2.90	0.145	0.089	0.200	0.140
500RM	0.0792	7.25	3.10	0.160	0.083	0.195	0.135
630RM	0.0622	7.00	3.20	0.170	0.078	0.190	0.130
800RM	0.0498	6.75	3.30	0.185	0.073	0.185	0.125
1000RM	0.0408	6.50	3.40	0.205	0.068	0.180	0.120
1200RM	0.0359	6.35	3.45	0.220	0.064	0.175	0.115
1200RMS	0.0319	6.25	3.50	0.230	0.065	0.175	0.115
1400RMS	0.0275	6.20	3.50	0.235	0.064	0.175	0.115
1600RMS	0.0242	6.10	3.55	0.250	0.061	0.170	0.115
1800RMS	0.0216	6.00	3.60	0.265	0.059	0.170	0.110
2000RMS	0.0195	6.20	3.85	0.280	0.056	0.165	0.110
2500RMS	0.0168	6.10	3.95	0.300	0.055	0.165	0.105
3000RMS	0.0130	6.00	3.95	0.330	0.051	0.160	0.105

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 27 di 59



ALUMINIUM 64/110 ÷ 115 (123) kV, 87/150 ÷ 161 (170) kV

Current rating for single-core cables – amperes

Cross section of conductor	Configurations															
	SPP; CB		Both-ends		SPP; CB		Both-ends		SPP; CB		Both-ends		SPP; CB		Both-ends	
	Cables in earth								Cables in air							
	mm ²	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C	90°C	65°C
150RM	280	335	265	320	265	320	260	315	300	400	285	385	270	365	265	360
185RM	315	380	295	355	300	360	295	355	345	460	325	435	310	415	305	410
240RM	370	440	330	400	350	420	340	410	410	545	375	510	365	490	355	480
300RM	420	500	370	450	395	475	385	465	470	630	430	580	415	560	405	550
400RM	480	575	400	490	455	545	430	520	550	735	480	655	485	655	465	635
500RM	550	660	435	535	520	625	485	590	640	855	535	735	560	760	535	730
630RM	635	760	475	585	595	715	545	665	745	1000	600	825	650	885	610	840
800RM	720	865	510	630	670	810	605	740	860	1155	660	920	750	1015	695	955
1000RM	810	980	540	670	750	905	665	815	990	1335	725	1010	855	1165	780	1075
1200RM	885	1065	560	695	810	980	705	865	1095	1475	770	1080	935	1275	840	1165
1200RMS	925	1110	575	710	865	1040	740	905	1140	1530	790	1105	1000	1355	890	1225
1400RMS	1005	1205	590	735	935	1125	785	960	1250	1675	830	1160	1090	1475	955	1320
1600RMS	1080	1295	650	815	1005	1205	870	1065	1360	1820	915	1285	1180	1600	1060	1465
1800RMS	1155	1390	620	775	1070	1285	865	1065	1475	1980	900	1270	1280	1735	1080	1505
2000RMS	1220	1465	630	790	1130	1355	895	1100	1560	2100	925	1305	1350	1840	1130	1575
2500RMS	1330	1600	650	815	1220	1470	945	1165	1720	2310	970	1370	1485	2020	1210	1695
3000RMS	1535	1850	680	850	1395	1685	1020	1265	2025	2730	1035	1475	1735	2365	1355	1905

125

SPB – Single Point Bonding; CB – Cross-bonding Both-ends; BE – Both-ends bonding

MEDIA TENSIONE - CAVI A NORMA CPR / MEDIUM VOLTAGE - CPR-COMPLIANT CABLES

RG26H1M16 Afumex™
MV Power 105 PLUS

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



Norma di riferimento
CEI UNEL 35334

Descrizione del cavo

Anima

Conduttore a corda rotonda compatta di rame rosso

Semiconduttivo interno

Elastomerico estruso

Isolante

Miscela speciale di gomma ad alto modulo di qualità G26

Semiconduttivo esterno

Elastomerico estruso pelabile a freddo

Schermatura

A filo di rame rosso

Rivestimento interno

Riempitivo/guainetta di materiale non igroscopico

Guaina

Termoplastica speciale di qualità M16, colore rosso

Marcatura

PRYSMIAN(**) RG26H1M16 AFUMEX MV POWER 105 PLUS

<tensione> <sez.> CEI UNEL 35334

Cca - s1b, d1, a1 <anno>

(**) sigla sito produttivo

Standard

CEI UNEL 35334

Cable design

Core

Compact stranded bare copper conductor

Inner semi-conducting layer

Extruded elastomeric compound

Insulation

Special high module rubber compound, G26 type

Outer semi-conducting layer

Extruded cold strippable elastomeric compound

Screen

Bare copper wire

Bedding

Filler/sheath non hygroscopic material

Sheath

Special thermoplastic, M16 type, colour red

Marking

PRYSMIAN(**) RG26H1M16 AFUMEX MV POWER 105 PLUS

<rated voltage> <cross-sect.> CEI UNEL 35334

Cca - s1b, d1, a1 <year>

(**) production site label

Conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11).

Compliant with the requirements of European Construction Product Regulation (CPR UE 305/11).

Applicazioni

Temperatura di sovraccarico massima 140 °C

Coefficiente K per temperature di corto circuito di 300 °C: K=152
Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Idonei in ambienti a rischio d'incendio ove sia fondamentale garantire la salvaguardia delle persone e preservare gli impianti e le apparecchiature dall'attacco dei gas corrosivi (esempio: scuole, ospedali, alberghi, supermercati, metropolitane, cinema, teatri, discoteche, uffici, ecc.).

Applications

Overload maximum temperature 140 °C

K coefficient for short-circuit temperatures at 300 °C: K=152
Cables suitable for electrical power systems in constructions and other civil engineering buildings, in order to limit fire and smoke production and spread, in accordance with the European Construction Product Regulation (CPR).

Suitable for environments with high fire hazards risk, where it's essential to guarantee the safety of people and preserve systems and equipments from the corrosive gases (e.g. schools, hospitals, public premises, hotels, supermarkets, tubes, cinemas, theatres, discotheques, public offices).

Accessori idonei

Terminali

ELTI, ELTI-1C, ELTO-1C, STI RR, STI GT, STE GT, FMCS 250, FMCE, FMCTS-400, FMCTXs-630/C

Giunti

ECOSPEED™, RETRACFIT

Suitable accessories

Terminations

ELTI, ELTI-1C, ELTO-1C, STI RR, STI GT, STE GT, FMCS 250, FMCE, FMCTS-400, FMCTXs-630/C

Joints

ECOSPEED™, RETRACFIT



Condizioni di posa / Laying conditions



Prysmian Group

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 29 di 59



Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto solare fotovoltaico connesso alla rete elettrica nazionale della potenza massima di immissione di 24 MWE con impianti ed opere di connessione site in zona industriale del comune di Termoli (CB)

MEDIA TENSIONE - CAVI A NORMA CPR / MEDIUM VOLTAGE - CPR-COMPLIANT CABLES

RG26H1M16 Afumex

MV Power 105 PLUS

Unipolare 12/20 kV e 18/30 kV
Single core 12/20 kV and 18/30 kV



Unipolare - conduttore di rame / Single core - copper conductor - RG26H1M16

sezione nominale	diametro indicativo conduttore	diametro indicativo sull'isolante	diametro esterno massimo	massa indicativa del cavo	raggio minimo di curvatura(*)
conductor cross-section	approximate conductor diameter	approximate insulation diameter	maximum outer diameter	approximate cable mass	minimum bending radius(*)
(mm ²)	(mm)	(mm)	(mm)	(kg/km)	(mm)

sezione nominale	posa in aria		posa interrata			
	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio	in piano	a trifoglio
conductor cross-section	open air installation flat	trefoil	flat	trefoil	flat	trefoil
(mm ²)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)	(A)

Dati costruttivi / Construction charact. - 12/20 kV

70	9,8	19,2	32,8	1590	430
95	11,4	20,6	34,5	1880	450
120	12,9	22,1	36,4	2200	480
150	14,2	23,6	37,0	2520	500
185	15,9	25,5	39,5	2974	539
240	18,3	27,9	42,4	3600	570

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 12/20 kV

70	364	326	295	285	226	219
95	443	396	353	342	269	261
120	510	457	400	389	304	295
150	577	519	447	436	339	330
185	659	596	504	493	381	372
240	776	704	582	571	438	430

Dati costruttivi / Construction charact. - 18/30 kV

95	11,4	26,0	40,0	2340	530
120	12,9	26,9	41,1	2590	550
150	14,2	27,8	42,5	2920	560
185	15,9	29,1	44,1	3300	580
240	18,3	31,5	45,1	3950	620
300	20,5	34,3	48,6	4720	660
400	22,9	36,9	51,8	5670	700
500	26,2	40,4	56,0	6950	760
630	30,0	45,0	61,7	8680	830

Caratt. elettriche / Electrical charact. - 18/30 kV

95	435	396	349	338	269	261
120	502	456	397	385	304	296
150	568	518	444	433	339	331
185	651	594	501	490	381	373
240	765	701	578	568	438	430
300	869	802	648	640	490	484
400	994	925	731	726	550	548
500	1135	1069	820	822	615	618
630	1288	1228	915	924	685	693

(*) durante la posa / during laying

All'interno dell'area della sottostazione utente, sarà installato un Trasformatore 25 MVA - AT/MT 150/30KV, Vcc ±12%



All'interno delle cabine di trasformazione, saranno installati dei Trasformatore Mt/Bt 30/0,640 kV da 2,5 MVA - MT 30KV



All'interno del locale quadri MT in S.E. Utente, sarà installato un Trasformatore Mt/Bt 30/0,4 kV 100 kVA per le utenze degli ausiliari.



8. CALCOLO DELLA DPA

Detto calcolo previsionale è stato effettuato attraverso il calcolo della DPA di cui al DM 29/05/2008 (ove applicabile) e delle Norma CEI di riferimento (CEI 116-11).

Le cabine di smistamento e nella sottostazione utente saranno predisposte per il sezionamento delle linee e conterranno solo il trasformatore di piccola taglia per gli ausiliari (160 kVA).

8.1. Calcolo della DPA 'cabina' trasformatore (MT/BT)

La presente valutazione ha lo scopo di effettuare il calcolo previsionale del campo magnetico a frequenza di rete 50 Hz emesso dalle canalizzazioni in media tensione e dai componenti della cabina di trasformazione MT/ BT per l'impianto da realizzare.

La Dpa, distanza di prima approssimazione, per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa, che garantisce che ogni punto, la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del perimetro di cabina più di DPA, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

Per fascia di rispetto si intende, in questo caso, lo spazio circostante il locale cabina che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica d'intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 µT).

Questa indicazione può valere nel caso di cabine 'standard' prefabbricate e di dimensioni contenute (rif. 5.2.1 DM 29/05/2008).

Nel caso di tipologie di cabine differenti da quelle sopra, come i locali in oggetto, **la struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la DPA è un sistema trifase BT, percorso dalla corrente nominale di bassa in uscita dal trasformatore, nell'ipotesi che la distanza tra le fasi fosse pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.**

Tale determinazione si basa sulla corrente di bassa tensione del trasformatore e considerando una distanza dalle fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore. Per determinare le DPA si applica quanto esposto nel cap.5.2.1 e cioè:

$$\frac{DPA}{\sqrt{I}} = 0,40942 \times x^{0,5242}$$

dove:

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 33 di 59



DPA = distanza di prima approssimazione (m)

I = corrente nominale del trafo (A)

x = diametro dei cavi (m)

In questo caso si valutano le emissioni dovute ai trasformatori di potenza 100 kVA 0,4/30 kV collocati nelle cabine di trasformazione.

Per il calcolo è stato considerato per le fasi come diametro dei conduttori un valore pari a 0,016 m (formazione dei cavi BT rame 1x95 e una corrente pari a 144 A (corrente nominale secondaria del trasformatore)).

Pertanto, servendoci della corrente nominale di bassa tensione del trasformatore e del diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore e applicando la formula riportata sul DM 29/05/08 è stato calcolato il rapporto $\frac{DPA}{\sqrt{I}}$. detto rapporto moltiplicato per e approssimato al mezzo metro successivo restituisce DPA.

$$DPA = \sqrt{I} \times 0,40942 \times 0,0126^{0,5241} = 0,4963 \text{ m}$$

che approssimato al mezzo metro superiore diventa:

DPA trasformatore 1,00 m

Relativamente alla nuova metodologia di calcolo definita nel decreto 29 Maggio 2008, la distanza di prima approssimazione, ovvero la distanza minima al di sopra della quale si ottiene l'obiettivo di qualità dei 3 μ T per la 'cabina' risulta pari a DPA = 1,0 m dalla proiezione in pianta del trasformatore.

Si possono prendere comunque le indicazioni di 2 metri dalle pareti della cabina come indicato in letteratura.

Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08

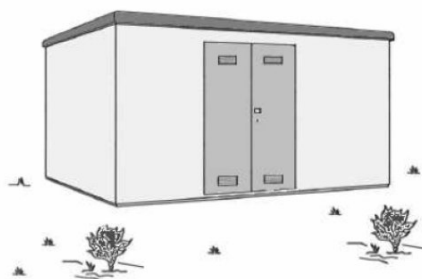
Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche



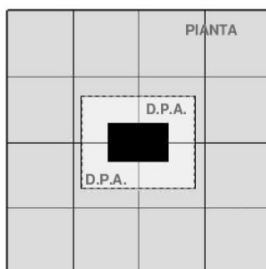
L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE INFRASTRUTTURE E RETI
QSA/TUN

B10 – CABINA SECONDARIA TIPO BOX O SIMILARI, ALIMENTATA IN CAVO SOTTERRANEO – TENSIONE 15 KV O 20 KV



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



$< 3 \mu T$

$> 3 \mu T$

DIAMETRO DEI CAVI (m)	TIPOLOGIA TRASFORMATORE (KVA)	CORRENTE (A)	DPA (m) filo parete esterna	RIF.TO
Da 0,020 a 0,027	250	361	1,5	B10a
	400	578	1,5	B10b
	630	909	2,0	B10c

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 35 di 59

D'altra parte, nel caso in questione la cabina è posizionata all'aperto e normalmente non è permanentemente presidiata.

8.2. Calcolo Dpa condutture

Per la realizzazione dei cavidotti di collegamento, saranno considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre, la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio" o a elica) fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo in prossimità dei cavi.

Secondo quanto riportato nel DM del 29.05.2008, il calcolo delle fasce di rispetto può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a $3 \mu\text{T}$.

Considerando la posa dei **conduttori a trifoglio**, la formula da applicare è la seguente:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \quad [\mu\text{T}] \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [\text{m}]$$

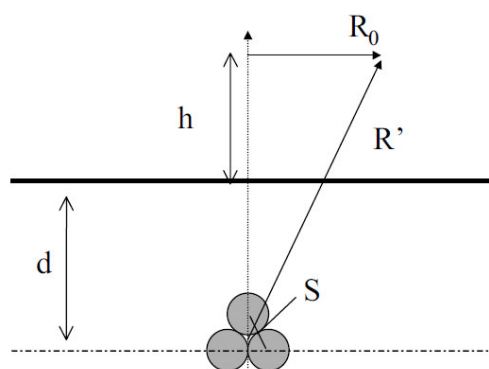


Figura 12 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (d è la profondità del centro del conduttore)

E per R_0

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 36 di 59

$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

nel caso i cavi siano posati in piano alla profondità d e spazati di S si ricorre alle seguenti formule approssimate per **conduttori in piano**:

l'induzione magnetica vale:

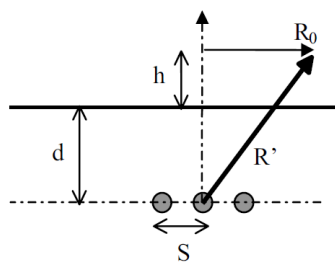
$$B = 0,2 \cdot \sqrt{3} \cdot \frac{S \cdot I}{R'^2} \quad [\mu T] \quad R' = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I} \quad [m]$$

Assegnando a $B=3,0 \mu T$

Si ha la seguente formula:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{S \cdot I}$$

dove



In alcuni casi può essere conveniente calcolare - al posto della distanza dal baricentro dei conduttori che può risultare fin troppo conservativa - la distanza R_0 dall'asse della linea al livello del suolo ($h = 0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto di un valore prefissato ($3 \mu T$). In questa ipotesi, la profondità di posa diviene un ulteriore parametro per poter ottenere la distanza dall'asse della linea. R_0 può quindi essere calcolato applicando la formula semplificata per il calcolo di R' e tenendo conto della profondità di posa d :

$$R_0 = \sqrt{R'^2 - d^2} \quad [m] \quad R_0 = \sqrt{0,115 \cdot S \cdot I - d^2} \quad [m]$$

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 37 di 59

8.3. Calcolo Dpa trasformatore

Normalmente la distanza di approssimazione ai 3 μ T si esaurisce nelle immediate vicinanze del trasformatore in quanto il valore dell'induzione magnetica decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore.

Formula approssimata ed empirica per la valutazione del campo di **induzione magnetica prodotto da un trasformatore**:

$$B(d) = B_0 \frac{u_{cc\%}}{6} \sqrt{\frac{S}{630}} \left(\frac{3}{d}\right)^{2.8} \quad [\mu T]$$

dove S è la potenza nominale del trasformatore in kVA, ucc% è la tensione di corto circuito percentuale, d la distanza dal centro del trasformatore (in metri) e B₀ vale 5 μ T per trasformatori a secco e 3 μ T per trasformatori a olio.

La distanza d_{3 μ T} dal centro del trasformatore alla quale il campo di induzione magnetica è pari a 3 μ T è data dalla formula inversa (per trasformatori a olio):

$$DPA = (0,24 \times Ucc \% \times \sqrt{Sr})^{0,35714}$$

Dove:

Sr potenza apparente nominale trasformatore [kVA];

Ucc % tensione di cortocircuito percentuale del trasformatore

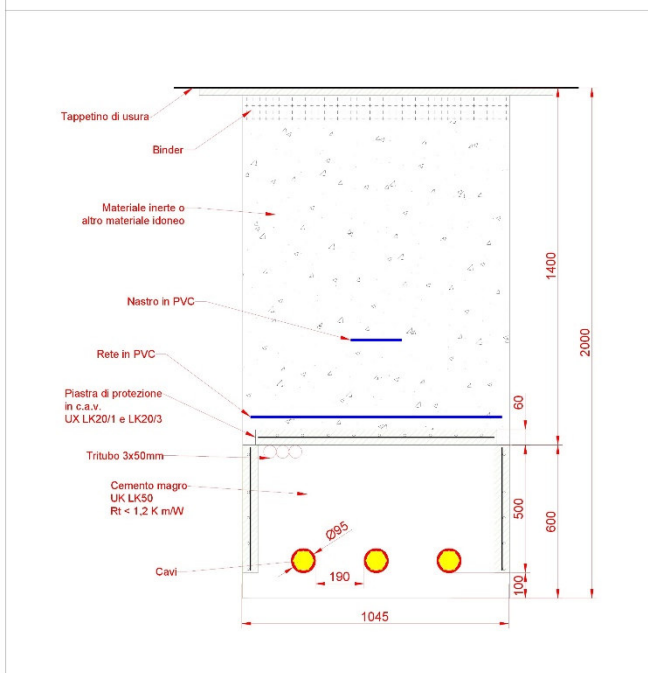
Dpa distanza di prima approssimazione [m]



PARTICOLARE CAVIDOTTO AT

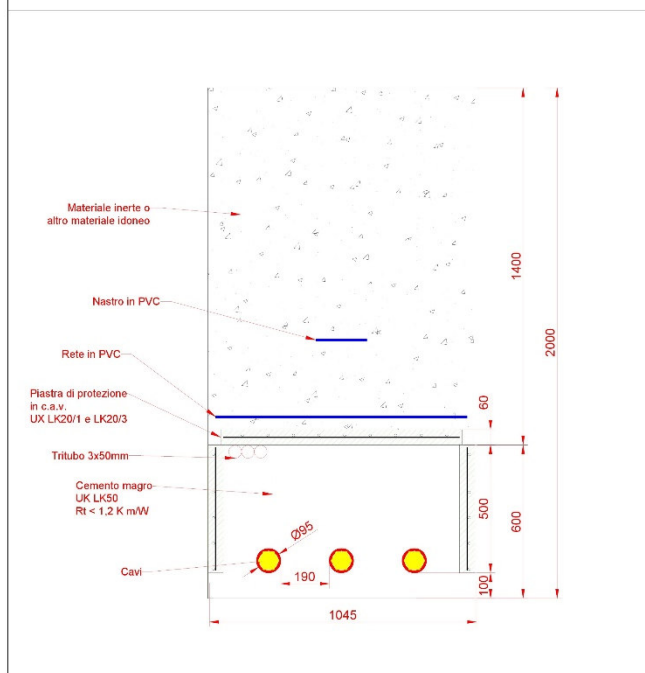
DETTAGLIO CAVIDOTTO - STRADA

SEZIONE TIPICA DI POSA DELLA LINEA CAVO 1 TERNA IN PIANO



DETTAGLIO CAVIDOTTO - TERRENO

SEZIONE TIPICA DI POSA DELLA LINEA CAVO 1 TERNA IN PIANO



Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

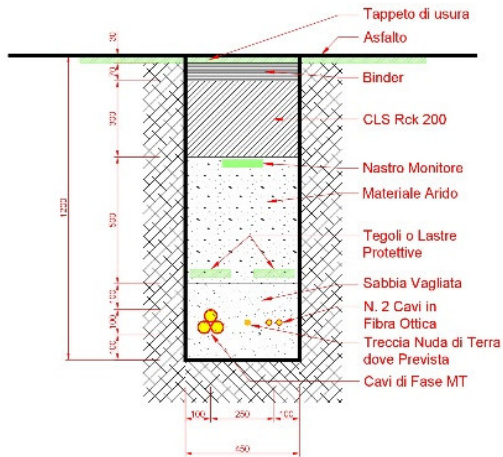
Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 39 di 59

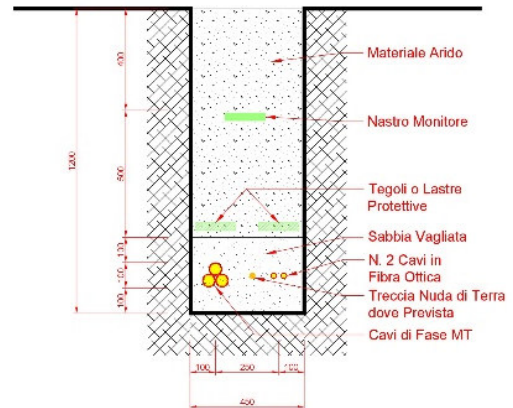
DETTAGLIO CAVIDOTTO - STRADA

SEZIONE TIPICA DI POSA DELLA LINEA CAVO 1 TERNA



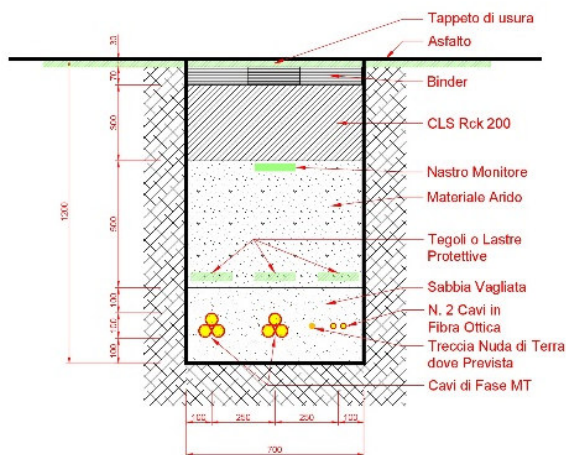
DETTAGLIO CAVIDOTTO - TERRENO

SEZIONE TIPICA DI POSA DELLA LINEA CAVO 1 TERNA



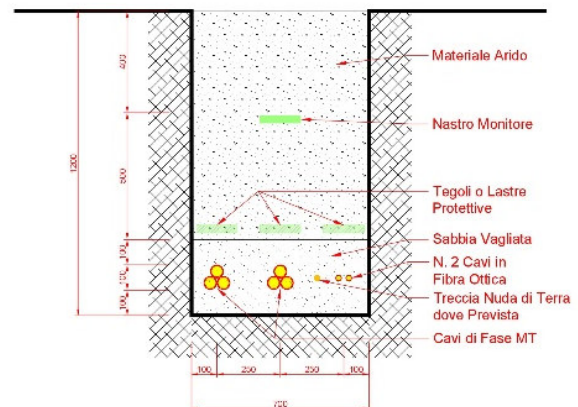
DETTAGLIO CAVIDOTTO - STRADA

SEZIONE TIPICA DI POSA DELLA LINEA CAVO 2 TERNE



DETTAGLIO CAVIDOTTO - TERRENO

SEZIONE TIPICA DI POSA DELLA LINEA CAVO 2 TERNE





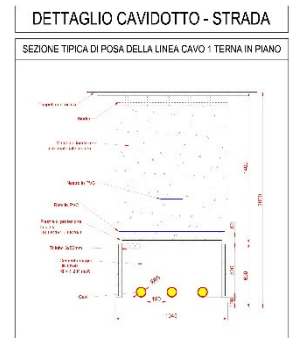
8.4. TRATTO AT – collegamento tra S.E. Utente Condivisa e SE Terna a 150 kV (interrata sez. 1000 mm²)

Per quanto riguarda la DPA in corrispondenza del percorso della canalizzazione a 150000 Volt interrata, nel campo fotovoltaico, la geometria di posa prevede un cavidotto con all'interno tre conduttori del tipo A2X(F)KLD2Y 98/170 KV posati in piano.

Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17. Di seguito sono indicare le portate tabellate per sezione di alcuni cavi:

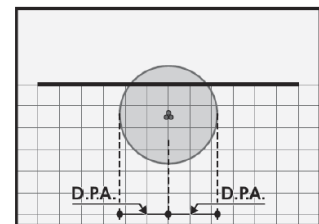
DATI DELLA LINEA

GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	CANALIZZAZIONE AT
TENSIONE	150 kV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	815 A (portata cavo regime permanente)
CONDUTTORI	1 PER FASE
GEOMETRIA	IN PIANO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=0,195 m
TIPOLOGIA SOSTEGNO	CAVIDOTTO INTERRATO



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.

- < 3μT
- > 3μT



d = 1,6 m

h = 0 m

Si ottiene:

$$R' = 0,34 \times \sqrt{(0,195 \times 815)} = 4,286 \text{ m}$$

$$R_0 = \sqrt{0,115 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

$$R_0 = \sqrt{4,286^2 - 1,6^2} = 3,976 \quad [m]$$



Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 4 m, rispetto all'asse del cavidotto. DPA 8 m

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 42 di 59

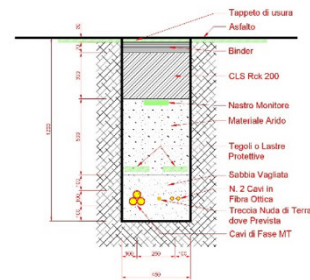
8.5. CAMPO FOTOVOLTAICO - canalizzazione entra ed esci a 30 kV (interrata sez. 240mm²)

Per quanto riguarda la DPA in corrispondenza del percorso della canalizzazione a 30000 Volt interrata, nel campo fotovoltaico, la geometria di posa prevede un cavidotto con all'interno tre conduttori del tipo RG26H1M16 18/30 KV posati a trifoglio.

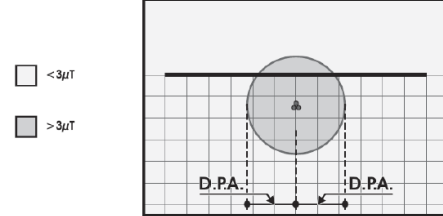
Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17. Di seguito sono indicare le portate tabellate per sezione di alcuni cavi:

DATI DELLA LINEA

GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	CANALIZZAZIONE MT
TENSIONE	30 kV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	403 A (portata cavo regime permanente)
CONDUTTORI	1 PER FASE
GEOMETRIA	A TRIFOGLIO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=0,036 m
TIPOLOGIA SOSTEGNO	CAVIDOTTO INTERRATO



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



d = 1,0 m

h = 0 m

Si ottiene:

$$R' = 0,286 \times \sqrt{(0,036 \times 403)} = 1,089 \text{ m}$$

$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

$$R_0 = \sqrt{1,089^2 - 1^2} = 0,431 \quad [m]$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 1 m, rispetto all'asse del cavidotto.

DPA 2 m

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 43 di 59

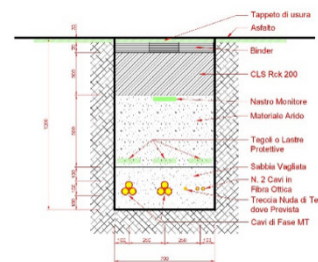
**8.6. CAMPO FOTOVOLTAICO - canalizzazione entra ed esci a 30 kV (interrata sez. 240mm²)
due linee interratae**

Per quanto riguarda la DPA in corrispondenza del percorso della canalizzazione a 30000 Volt interrata, nel campo fotovoltaico, la geometria di posa prevede un cavidotto con all'interno tre conduttori del tipo RG26H1M16 18/30 KV posati a trifoglio

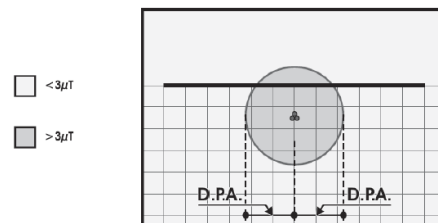
Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17. Di seguito sono indicare le portate tabellate per sezione di alcuni cavi:

DATI DELLA LINEA

GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	CANALIZZAZIONE MT
TENSIONE	30 kV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	403 A (portata cavo regime permanente)
CONDUTTORI	1 PER FASE
GEOMETRIA	DUE LINEE A TRIFOGLIO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=0,036 m
DISTANZA TRA LE LINEE	dl=0,250 m
TIPOLOGIA SOSTEGNO	CAVIDOTTO INTERRATO



RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



d = 1,0 m

h = 0 m

Si ottiene:

$$R' = 0,286 \times \sqrt{(0,036 \times 403)} = 1,089 \text{ m}$$

$$R_0 = \sqrt{0,082 \times S \times I - d^2} \quad [m]$$

$$R_0 = \sqrt{1,089^2 - 1^2} = 0,431 \quad [m] \text{ una linea}$$

$$R_0 = \sqrt{1,089^2 - 1^2} = 0,431 + 0,25 = 0,681 \quad [m] \text{ per due linee distanti 0,25m}$$

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 44 di 59



Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 1 m, rispetto all'asse del cavidotto.

DPA 2 m

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	Rev. 0 – 08 agosto 2023
	Pagina 45 di 59

8.7. CANALIZZAZIONE DA QMT SS UTENTE A TR ELEVATORE 30/150kV - canalizzazione a 30 kV (interrata sez. 500mm²)

Per quanto riguarda la DPA in corrispondenza del percorso della canalizzazione a 30000 Volt interrata, nella SS utente, la geometria di posa prevede un cavidotto con all'interno un conduttore per fase del tipo RG26H1M16 18/30 KV posati a trifoglio.

Per le linee in cavo la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17. Di seguito sono indicare le portate tabellate per sezione di alcuni cavi:

DATI DELLA LINEA

GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	CANALIZZAZIONE MT
TENSIONE	30 kV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	828 A (portata cavo regime permanente)
CONDUTTORI	3 PER FASE
GEOMETRIA	1 linea A TRIFOGLIO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=0,045 m
TIPOLOGIA SOSTEGNO	CAVIDOTTO INTERRATO

d = 1,0 m

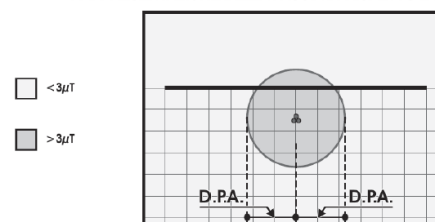
h = 0 m

Si ottiene:

$$R' = 0,286 \times \sqrt{(0,045 \times 828)} = 1,745 \text{ m}$$

$$R_0 = \sqrt{1,745^2 - 1^2} = 1,43 \text{ [m]}$$

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.





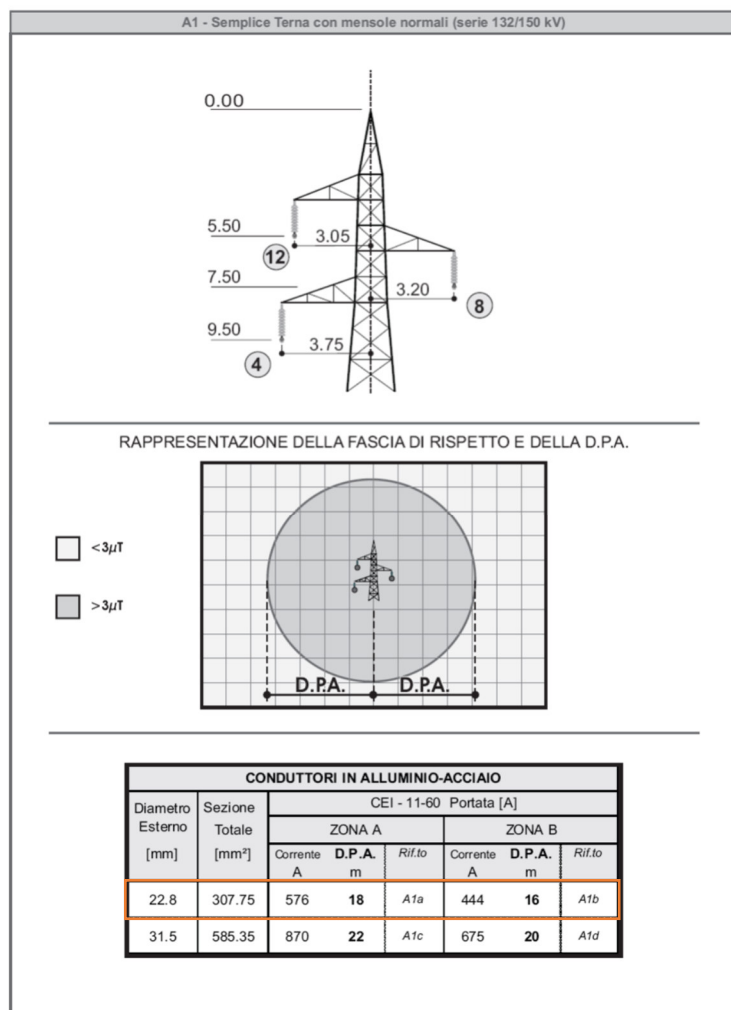
Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 2 m, rispetto all'asse del cavidotto.

DPA 4 m

8.8. Elettrodotti che costeggiano il perimetro ovest della sottostazione utente 150 kV

Per quanto afferisce l'elettrodotto AT che costeggia il lato ovest della SE Utente sono prese come riferimento le linee guida di E Distribuzione identificate:

Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche



La scheda sintetica allegata con le DPA per la tipologia di traliccio utilizzata sulle linee in alta tensione che alimentano la S.E Terna possono essere prese a riferimento anche per gli elettrodotti in esercizio. Dette distanze sono state calcolate in conformità al procedimento semplificato per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008.

Nella scheda sintetica, allegata al presente punto, è tabellata la DPA, in relazione alla geometria dei conduttori e alla portata di corrente in servizio normale.

8.9. Sottostazione Utente in elevazione AT barre Omnibus (Conduttori in lega di alluminio 40/30 mm Portata a 65° 540 A)

Per quanto riguarda la DPA in corrispondenza delle Barre Omnibus in alta Tensione che congiungono le varie apparecchiature, la geometria di posa prevede dei conduttori solati in aria ad una distanza di 2,2 mt su un unico piano.

Per i conduttori rigidi in lega di alluminio la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella Norma CEI 11-17.

DATI DEL SISTEMA

GESTORE	UTENTE PRIVATO
ELETTRODOTTO	SISTEMA OMNIBUS AT
TENSIONE	150 kV
FREQUENZA	50 Hz
CORRENTE	540 A (portata conduttore rigido in lega di alluminio 65°)
CONDUTTORI	1PER FASE
GEOMETRIA	3 linee IN PIANO
DISTANZA TRA LE FASI (S)	S=2,2 m
TIPOLOGIA SOSTEGNO	ISOLATORI PORTANTI

Si ottiene:

$$R' = 0,286 \times \sqrt{S \times I} \quad [m]$$

$$R' = 0,286 \times \sqrt{(2.2 \times 540)} = 9,85 \text{ m}$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto in superficie pari a 10m, rispetto all'asse del cavidotto.

DPA 20 m

8.10. TRASFORMATORE 150/30 kV –SOTTOSTAZIONE UTENTE

Normalmente la distanza di approssimazione ai 3 μ T si esaurisce nelle immediate vicinanze del trasformatore in quanto il valore dell'induzione magnetica decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore.



CARATTERISTICHE TRASFORMATORE

Potenza:	25 MVA
Tensione	150 \pm 10 x 1,2 % / 30 kV
Collegamento:	Dyn11
Livello isolamento MT:	36 kV
Tensione di cortocircuito:	12%



Tuttavia, visto le potenze in gioco, si è provveduto al calcolo approssimato delle DPA.

$$DPA = (0,24 \times U_{cc} \% \times \sqrt{Sr})^{0,35714}$$

Dove:

Sr potenza apparente nominale trasformatore [kVA];

Ucc % tensione di cortocircuito percentuale del trasformatore

Dpa distanza di prima approssimazione [m]

$$DPA = (0,24 \times 12 \times \sqrt{25000})^{0,35714} = 8,900$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 9 m dalla proiezione in pianta del trasformatore.

DPA trasformatore SOTTOSTAZIONE UTENTE 9 m

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 51 di 59</i>

8.11. TRASFORMATORE 30/0,640 KV –CABINE INVERTER

Normalmente la distanza di approssimazione ai 3 μ T si esaurisce nelle immediate vicinanze del trasformatore in quanto il valore dell'induzione magnetica decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore.



CARATTERISTICHE TRASFORMATORE

Potenza:	2,5 MVA
Tensione	30 \pm 2 x 2,5 % / 0,64 kV
Collegamento:	Dyn11
Livello isolamento MT:	36 kV
Tensione di cortocircuito:	6%

Tuttavia, visto le potenze in gioco, si è provveduto al calcolo approssimato delle DPA.

$$DPA = (0,24 \times U_{cc} \% \times \sqrt{S_r})^{0,35714}$$

Dove:

S_r potenza apparente nominale trasformatore [kVA];

$U_{cc} \%$ tensione di cortocircuito percentuale del trasformatore



Dpa distanza di prima approssimazione [m]

$$DPA = (0,24 \times 6 \times \sqrt{(2,50)})^{0,35714} = 1,6959$$

Che arrotondato al metro superiore, fornisce un valore della fascia di rispetto pari a 2 m dalla proiezione in pianta del trasformatore.

DPA trasformatore SOTTOSTAZIONE UTENTE 2 m

9. CONCLUSIONI

Le opere in progetto consistono nell'installazione di un impianto fotovoltaico da realizzarsi nel comune di TERMOLI e destinato ad operare in parallelo alla rete elettrica di distribuzione mediante la connessione alla Rete di Distribuzione Nazionale di Terna Spa mediante la sottostazione AT 380/150 kV.

L'andamento della isolinea a 3 μ T (microtesla) dell'induzione magnetica, è stata calcolata considerando le Norme CEI 106-11 e il DM 29/05/2008 dove applicabile.

Lungo il cavidotto interrato in alta tensione che si estende dalla cabina Utente condivisa alla cabina utente in elevazione, la fascia di rispetto della isolinea a 3 μ T dell'induzione magnetica (B) calcolata in prossimità del suolo a partire dal baricentro del cavidotto ha distanza pari a 8 metri.

La fascia di rispetto della isolinea a 3 μ T dell'induzione magnetica (B) calcolata a partire dalla proiezione in pianta del trasformatore 30/0,4 kV da 100KVA ha un valore pari a 1,0 metro. Tuttavia, si è scelto di applicare l'indicazione generica di DPA per le Cabine standard che è pari a 2 metri dalle pareti della cabina MT.

Il cavidotto interrato che si estende lungo il perimetro dell'impianto e che alimenta in entra ed esci le 10 cabine inverter in sottostazione utente in elevazione ai pannelli solari, la fascia di rispetto della isolinea a 3 μ T dell'induzione magnetica (B) calcolata in prossimità del suolo a partire dal baricentro dei cavidotti da 240 mm² ha distanza pari a 2 metri.

Lungo il cavidotto interrato che si estende dalla cabina di distribuzione in sottostazione utente in elevazione alla cabina N° 1 di distribuzione all'interno del campo fotovoltaico, la fascia di rispetto della isolinea a 3 μ T dell'induzione magnetica (B) calcolata in prossimità del suolo a partire dal baricentro dei due cavidotti da 240 mm² ha distanza pari a 2 metri.

Lungo il cavidotto interrato che si estende dal trasformatore AT/MT ai quadri a 30 kV in cabina SS, la fascia di rispetto della isolinea a 3 μ T dell'induzione magnetica (B) calcolata in prossimità del suolo a partire dal baricentro dei cavidotti da 500 mm² ha distanza pari a 4 metri.

La fascia di rispetto della isolinea a 3 μ T dell'induzione magnetica (B) calcolata a partire dalla proiezione in pianta del trasformatore 150/30 kV da 25 MVA ha un valore pari a 9 metri.

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 54 di 59</i>



La fascia di rispetto della isolinea a 3 μ T dell'induzione magnetica (B) calcolata dal centro delle sbarre omnibus in alta tensione presenti in sottostazione Utente in elevazione ha un valore pari a 10 metri per una DPA di 20 mt

Pertanto, analizzando l'estensione della DPA dell'induzione magnetica calcolata, dovuta alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, si può concludere che:

la DPA delle sorgenti presenti nel campo fotovoltaico hanno estensioni che si esauriscono nelle immediate vicinanze delle sorgenti e non andranno ad interessare il fondo di campo magnetico eventualmente già presente;

la DPA relativa al cavidotto in AT interrato da realizzarsi dalla sottostazione utente condivisa che attraversa i confini di proprietà Stefana Solare e si connette ai terminali AT presenti nello stallo Terna,

lungo il tracciato si esaurisce nelle immediate vicinanze del cavidotto e non andrà ad interessare il fondo di campo magnetico eventualmente già presente nelle aree esterne per più 8 metri a partire dall'asse del cavidotto stesso. Sovrapponendo la fascia di rispetto al percorso della canalizzazione interrata da realizzarsi dalla S.E. Utente in condivisione alla S.E Utente in elevazione non sono stati individuati recettori sensibili all'interno della fascia stessa.

la DPA relativa al trasformatore da 25 MVA 150/30 kV da installarsi nella sottostazione utente si esaurisce nelle immediate vicinanze del trasformatore e non andrà ad interessare il fondo di campo magnetico eventualmente già presente nelle aree esterne al perimetro della sottostazione.

la DPA relativa Agli elettrodotti AT che costeggiano la SE Utente Condivisa e si connette ai terminali AT presenti nello stallo Terna, lungo il tracciato si esaurisce nelle immediate vicinanze dell'elettrodotto e non andrà ad interessare il fondo di campo magnetico eventualmente già presente nelle aree esterne per più 16 metri a partire dall'asse dell'elettrodotto stesso. Sovrapponendo la fascia di rispetto al percorso dell'elettrodotto che costeggia la S.E. Utente in condivisione non sono stati individuati recettori sensibili all'interno della fascia stessa.

Sovrapponendo la fascia di rispetto al percorso della canalizzazione interrata da realizzarsi nel campo fotovoltaico dalla sottostazione utente non sono stati individuati recettori sensibili all'interno della fascia stessa.

Come prescritto dall'articolo 4, comma i lettera h della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale,

Redazione: Wire Studio Srls Proponente: SKI 05 S.r.l.	Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)
	<i>Rev. 0 – 08 agosto 2023</i>
	<i>Pagina 55 di 59</i>



scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore (valido per la 'popolazione' e non è applicabile nei luoghi di lavoro dove sono interessati lavoratori impiegati per specifica attività).



10. APPENDICE

10.1. *Grandezze, convenzioni e simboli*

μ	permeabilità magnetica del mezzo [H/m]
μ_r	permeabilità magnetica relativa del mezzo [p.u.]
μ_0	permeabilità magnetica del vuoto = $4\pi \cdot 10^{-7} \cdot \text{H/m}$
\vec{u}	versore (vettore spaziale di lunghezza unitaria nella direzione della corrente)
$\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z$	versori nelle direzioni dei tre assi x, y, z
$i(t)$	valore istantaneo della corrente [A]
$\vec{H}(t)$	valore istantaneo del campo magnetico
$H(t)$	ampiezza istantanea dell'induzione magnetica [A/m]
$\vec{B}(t)$	valore istantaneo dell'induzione magnetica
$B(t)$	ampiezza istantanea dell'induzione magnetica [T]
$B_x(t), B_y(t), B_z(t)$	componenti spaziali istantanee del vettore induzione magnetica
I, B, B_x, B_y, B_z	valori efficaci della corrente, del vettore induzione magnetica e delle sue componenti spaziali
$\mathbf{I}, \mathbf{B}_x, \mathbf{B}_y, \mathbf{B}_z$	fasori (valori complessi) della corrente e delle componenti spaziali del vettore induzione magnetica
\vec{B}	vettore fasoriale dell'induzione magnetica

10.2. Nozioni di base (CEI 106-11)

Il campo magnetico si stabilisce nello spazio quando in esso sono presenti poli magnetici o correnti elettriche. Al generico istante t esso può essere rappresentato dal vettore campo magnetico $\vec{H}(t)$ o, in alternativa, dal vettore induzione magnetica (detta anche densità di flusso magnetico) $\vec{B}(t)$.

La densità di flusso magnetico $\vec{B}(t)$ viene definita attraverso la forza $\vec{F}(t)$ esercitata dal campo magnetico su un conduttore di lunghezza unitaria attraversato da una corrente $i(t)$:

$$\vec{F}(t) = \vec{B}(t) \times i(t)\vec{u} \quad (\text{prodotto vettoriale}) \quad (1)$$

Il campo magnetico può essere derivato dall'induzione magnetica attraverso la considerazione della permeabilità magnetica del mezzo.

$$H(t) = \frac{B(t)}{\mu} \quad (2)$$

dove:

$\mu = \mu_0 \cdot \mu_r$ è la permeabilità del mezzo;

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m è il valore della permeabilità assoluta del vuoto;

μ_r è la permeabilità relativa del mezzo in cui si esercita il campo (nel caso dell'aria vale $\mu_r = 1$).

L'intensità del vettore campo magnetico $H(t)$ si esprime in ampere al metro [A/m], mentre quella del vettore induzione magnetica $B(t)$ in tesla [T]: 1 tesla equivale a 1 weber al metro quadrato [Wb/m²], cioè a 1 volt secondo al metro quadrato [V·s/m²].

Ai fini della presente Guida si farà soprattutto riferimento all'induzione magnetica, espressa nel sottomultiplo 10⁻⁶ del tesla (il microtesla, μT). Dall'equazione (1) si ricava facilmente che:

$$1 \text{ A/m} \text{ corrisponde a } 1,257 \mu\text{T}; \quad 1 \mu\text{T} \text{ corrisponde a } 0,796 \text{ A/m}$$

Il vettore induzione magnetica può essere descritto mediante le sue componenti spaziali lungo tre assi mutuamente ortogonali nel modo seguente:

$$\vec{B}(t) = B_x(t) \cdot \vec{u}_x + B_y(t) \cdot \vec{u}_y + B_z(t) \cdot \vec{u}_z \quad (3)$$

Nel caso di campi magnetici dovuti a sistemi di correnti alternate trifase, il vettore induzione magnetica totale $\vec{B}(t)$ descrive al variare di t un'ellisse in un piano ortogonale ai conduttori percorsi da corrente, supposti paralleli, (come mostrato nella Norma CEI 211-4), per cui il campo si dice polarizzato ellitticamente.



11. ALLEGATI

A.20bis – Planimetria DPA

A.20.1 – Planimetria Cavidotti

A.20.2 – Disegni di dettaglio

Redazione:

Wire Studio Srls

Proponente: SKI 05 S.r.l.

Relazione tecnica studio di impatto elettromagnetico (DPA)

Rev. 0 – 08 agosto 2023

Pagina 59 di 59