

Regione
**EMILIA
ROMAGNA**

Provincia di
Ravenna

Progetto per la
realizzazione di un
impianto fotovoltaico,
denominato **"Fossatone"**,
con potenza nominale di
64.674,48 kW da realizzarsi
nei Comuni di **Massa
Lombarda, Lugo, Conselice**

Comune di
**Massa
Lombarda**

Comune di
Lugo

Comune di
Conselice

C-r03
CONNESSIONE

REV 00

**RELAZIONE DI CALCOLO
DISTANZE DI PRIMA
APPROSSIMAZIONE**

data 08/07/2025

RICHIEDENTE

STM26 srl

Via Nenni 6E, Imola (BO)

COORDINAMENTO

STEMM
Sviluppo e Progettazione
www.stemm.solar

Via Nenni 6E, Imola (BO)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Progetto agronomico



**UNISG Università degli Studi di scienze
gastronomiche di Pollenzo (CN)**

Progetto elettrico

Rodolfo Ciani

ING. ELETTRICO Via Leonardo da Vinci, 7 - 47122 FORLÌ
Tel: 349 2669483 - Fax: 0543 404810

Progetto strutturale

Giovanni Cancian

ING. CIVILE Via Largo Trieste, 74/d - 30029 S. STINO DI LIVENZA
Tel: 338 4193110 studiocancian@virgilio.it

Verifica compatibilità idraulica

Marco Lasen

ING. CIVILE Via Delle Alte, 60 - 31044 MONTEBELLUNA
Tel: 3477288783 marco.lasen@gmail.com

Valutazione di Impatto ambientale



TERRA srl

Consulenza ambientale-Pianificazione-Ingegneria forestale

Galleria Progresso, 5 San Donà di Piave 30027 - VE
www.terrasrl.com info@terrasrl.com tel. 0421 332784

Valutazione paesaggistica



DOTT. AGR. ANNA LETIZIA MONTI

Agronomo del paesaggio

Viale Oriani 42/2 - 30020 BOLOGNA
studio@annaletiziamonti.it

Verifica preventiva interesse archeologico



DOTT. CHRISTIAN PELACCI

Archeologo

Coordinamento progettuale richiesta A.U.



DANIELE BECCARO
Architetto

Corso Milano, 94 - 35139 PADOVA
arch.danielebeccaro@gmail.com

PROFESSIONISTI

Dott. Ing. Agide Maria Borelli

Loc. Valle Benedetta n.23 - 14100 ASTI (AT)

P.IVA: 01219240056 · PEC: agidemaria.borelli@ingpec.eu



Proprietà riservata. È vietata la riproduzione totale e parziale e/o la comunicazione a terzi del presente elaborato e calcolo ad esso relativo che non siano espressamente autorizzate. In mancanza di rispetto gli interessati si riservano il diritto di procedere a termini di legge.

File: C-R03-DPA.pdf

INDICE

1. PREMESSA	3
1.1. Disposizione Legislative	3
1.2. Dati generali di progetto	5
1.3. Inquadramento Impianto Fotovoltaico	6
2. CALCOLO DELLE DPA	7
2.1. Metodologia di Calcolo	7
<i>Formule di calcolo della DPA per linee elettriche interrate a semplice terna</i>	<i>7</i>
<i>Formule di calcolo della DPA per le Cabine</i>	<i>8</i>
3. Calcolo delle DPA per i cavidotti MT a 30 kV interni al Campo Fotovoltaico	8
4. Calcolo delle DPA per i cavidotti AT a 132 kV Collegamento con Terna	10
5. Soluzioni di riduzione DPA nelle aree dei Giunti di Linea	11
6. Calcolo delle DPA per le CABINE DI CAMPO (SKID)	12
7. Calcolo delle DPA per la Sottostazione Elettrica Utente	12
8. CONCLUSIONI	13

1. PREMESSA

Il D. Lgs. n. 199 dell'8 novembre 2021 "Attuazione della direttiva (UE) 2018/2001 del Parlamento europeo e del Consiglio, dell'11 dicembre 2018, sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili", con l'obiettivo di accelerare il percorso di crescita sostenibile del Paese, reca le disposizioni in materia di energia da fonti rinnovabili, in coerenza con gli obiettivi europei di decarbonizzazione del sistema energetico al 2030 e di completa decarbonizzazione al 2050.

In linea con gli indirizzi di politica energetica nazionale ed internazionale relativi alla promozione dell'utilizzo delle fonti rinnovabili alla riduzione delle emissioni di gas climalteranti, STEMM SRL si propone di avviare un progetto per la realizzazione di un "impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica)", da realizzarsi nei comuni di Lugo (RA), Massa Lombarda (RA) e Conselice (RA).

Al fine di cedere energia elettrica alla rete (si tratta di un impianto grid-connected) è prevista una connessione in AT 132 kV alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) così come inoltrato a Terna per la richiesta di connessione.

Le aree in oggetto sono nella disponibilità della STEMM SRL.

Dal punto di vista elettrico il campo fotovoltaico sarà costituito da quattro parti principali:

- collegamenti in corrente continua (produzione);
- trasformazione in corrente alternata BT/MT;
- collegamento con la Sottostazione Utente e trasformazione in AT;
- collegamento con la Stazione Terna (trasporto in AT).

La prima si estende dai moduli fotovoltaici fino agli inverter, la seconda dagli inverter fino all'allacciamento alla rete interna MT e la terza è la trasformazione in AT nella Sottostazione Elettrica Utente.

L'ultima parte dell'impianto riguarda il collegamento mediante linea AT 132 kV in partenza dalla Sottostazione sino alla Stazione Terna di nuova costruzione.

1.1. Disposizione Legislativa

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel DPCM 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", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare, negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

1) "Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

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." [art. 3, comma 2];

3) "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". [art. 4]

L'obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell'impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 μ T come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione (30MW).

Come detto, Il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz. Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabelle 1:

Tabella 1 Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.

Intervallo di FREQUENZA (MHz)	Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)	Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)	DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m ²)
0.1-3	60	0.2	-
>3 - 3000	20	0.05	1
>3000 - 300000	40	0.01	4

1.2. Dati generali di progetto

Nella tabella seguente sono riepilogate in forma sintetica le principali caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto

Tabella 1: Tabella sinottica dati di progetto

STEMM s.r.l.	
Luogo di installazione:	Parco FV e Sottostazione Utente: Via Predola, Comune di Conselice, Provincia di Ravenna; Via Casazze, Comune di Massa Lombarda, Provincia di Ravenna; Via Brusa, Comune di Lugo, Provincia di Ravenna.
Denominazione impianto:	Fossatone
Dati area di progetto:	Potenza di picco: 64.678,48 kWp; Linea di alimentazione Campo-Sottostazione Utente: Linea MT a 30 kV; Innalzamento tensione tramite sottostazione Utente: trasformazione a 132 kV.
Informazioni generali del sito:	Parco FV: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade sterrate di proprietà privata. Cavidotto AT: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade asfaltate di proprietà pubblica.
Caratterizz. -urbanistico/vincolistica:	Piano Regolatore Territoriale dei Comuni di Lugo, Massa Lombardo e Conselice
Impatto visivo:	Impatto visivo contenuto con inserimento dei moduli FV in strutture di sostegno a bassa visibilità.
Tipo strutture di sostegno:	Strutture in materiale metallico e zincate a caldo
Informazioni generali del sito:	Parco FV: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade sterrate di proprietà privata. Cavidotto AT: Zona prevalentemente rurale a basso tasso di inurbamento. Il cavidotto passerà per la maggior parte su strade asfaltate di proprietà pubblica.
Impatto visivo:	Impatto visivo contenuto con inserimento dei moduli FV in strutture di sostegno a bassa visibilità. Inclinazione piano dei moduli (Tilt): vedi elaborato tipico installazione pannelli Azimut di installazione: vedi elaborato tipico installazione pannelli
Rete di collegamento:	MT 30 kV (interna al campo) AT 132 kV (connessione con Terna)
Coordinate SSE Utente:	44°29'01.6"N 11°44'12.6"E
Coordinate SE Terna (approssimate):	44°28'43.3"N 11°44'12.6"E
Coordinate Parco FV:	44°29'03.8"N 11°51'07.5"E

1.3. Inquadramento Impianto Fotovoltaico

L'intervento in oggetto riguarda la realizzazione dell'impianto fotovoltaico da realizzarsi nei comuni di Lugo (RA), Massa Lombarda (RA) e Conselice (RA).

Nell'ambito di questo progetto, si propone la realizzazione di:

- Un impianto fotovoltaico della potenza installata pari a circa 64,68 MWp (potenza in immissione pari a 58,56 MW);
- Cavi interrati MT 30 kV per il vettoriamento dell'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico fino alla cabina di raccolta MT ubicata nella Sottostazione Utente e da questa al trasformatore MT/AT;
- Una Sottostazione Utente a 132 kV con 1 stallo di trasformazione AT/MT ed uscita mediante linea in cavo;
- Un cavidotto AT interrato, per la connessione della SSE Utente alla nuova Stazione Elettrica Terna, della lunghezza di circa 12 km;
- Uno stallo di trasformazione AT/MT connesso ad un sistema di doppie sbarre a 132 kV, che si configura come opere di rete per la connessione.

2. CALCOLO DELLE DPA

“La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), oggetto della presente Istruzione. Detta DPA, nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μT del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti.

In riferimento alla normativa vigente dovranno essere valutati i seguenti limiti:

- 100 μT esposizione istantanea, valore imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 3;
- 3 μT obiettivo di qualità imposto dal DPCM 8 Luglio 2003 – Art. 4 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 negli ambienti ad esposizione prolungata di persone (superiore alle quattro ore giornaliere).

All'interno dei confini di proprietà relative alle opere d'impianto i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8 luglio 2003 non si applicano ai lavoratori esposti per ragioni professionali. Dalle informazioni ricevute dalla committenza, non risultano esistenti aree accessibili da popolazione all'interno della proprietà.

2.1. Metodologia di Calcolo

Formule di calcolo della DPA per linee elettriche interrate a semplice terna

Ai fini del calcolo della fascia di rispetto si prende come riferimento la norma CEI 106-12 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”, che riporta il metodo semplificato per il calcolo dell'induzione magnetica per linee in cavo interrato a semplice terna.

Da essa si ricava la seguente formula:

$$B(\mu\text{T}) = 0,2 \times \sqrt{3} \times \frac{I}{D} \times \frac{S}{D}$$

Dove:

B = induzione magnetica (microT)

I = corrente che percorre i conduttori (A)

S = distanza fra le fasi (mt)

D = distanza dalla terna di conduttori dove si vuole calcolare il valore di induzione magnetica (m)

Utilizzando la formula inversa avremo che la distanza D per cui $B=3\mu T$ sarà:

$$D = \sqrt{\frac{0.2 \times 1,73 \times I \times S}{3}}$$

In analogia a quanto previsto dal DM 29/05/2008 si può considerare la distanza fra le fasi "S" pari al diametro reale dei cavi (conduttore+isolante).

Formule di calcolo della DPA per le Cabine

Nel caso delle cabine elettriche, ai sensi del paragrafo 5.2 dell'allegato al DM 29.05.08, la fascia di rispetto è intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della cabina e va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dall'inverter applicando la seguente relazione:

$$Dpa = \sqrt{I} \cdot 0,40942 \cdot x^{0,5241} [\mu T]$$

Dove:

I = corrente nominale BT in ingresso / uscita del trasformatore (A)

D = distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (m)

3. Calcolo delle DPA per i cavidotti MT a 30 kV interni al Campo Fotovoltaico

Caratteristiche del cavo di progetto:

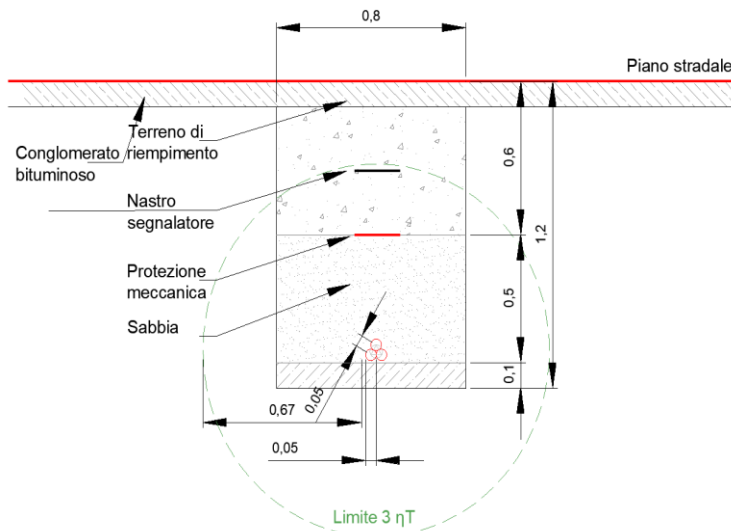
Caratteristiche tecniche/Technical characteristics U max: 36 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct. Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating A			
					in aria In air		interrato* buried*	
					a trifoglio trefoil	in piano flat	a trifoglio trefoil	in piano flat
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km				
1 x 50	8,1	8,0	34,1	1400,0	229,0	250,0	214,0	222,0
1 x 70	9,7	8,0	36,2	1700,0	285,0	316,0	263,0	272,0
1 x 95	11,4	8,0	38,2	1950,0	347,0	387,0	314,0	325,0
1 x 120	12,9	8,0	40,0	2230,0	401,0	445,0	358,0	370,0
1 x 150	14,3	8,0	41,0	2550,0	452,0	505,0	400,0	415,0
1 x 185	16,0	8,0	43,1	3000,0	520,0	580,0	453,0	469,0
1 x 240	18,3	8,0	45,0	3600,0	615,0	680,0	525,0	540,0
1 x 300	21,0	8,0	47,0	4300,0	705,0	775,0	593,0	606,0
1 x 400	23,2	8,0	51,1	5200,0	815,0	895,0	671,0	685,0
1 x 500	26,1	8,0	53,0	6300,0	943,0	1030,0	761,0	775,0
1 x 630	30,3	8,0	60,2	7800,0	1085,0	1170,0	880,0	875,0

Per la determinazione della DPA dalle linee in media tensione interrate è stata considerata la posa interrata di una singola terna con cavo in rame da 630 mmq.

Per i tratti di collegamento tra le singole cabine (Skid) all'interno del campo e la Cabina di raccolta in Sottostazione Utente, la corrente di linea (per una potenza massima del trafo di 4000 kVA) risulta essere di circa 77 A con una DPA pari a 0,67 m per lato (sia a destra che a sinistra dell'asse della linea).

Non occorre calcolare la Fascia di Rispetto al livello del suolo (affiorante il piano di calpestio), in quanto la DPA è nettamente inferiore all'altezza di interro del cavo pari a 1,2 m.



CALCOLO DPA:

$$B(\mu T) = 0,2 \times \sqrt{3} \times \frac{I}{D} \times \frac{S}{D}$$

CALCOLO FASCIA DI RISPETTO:

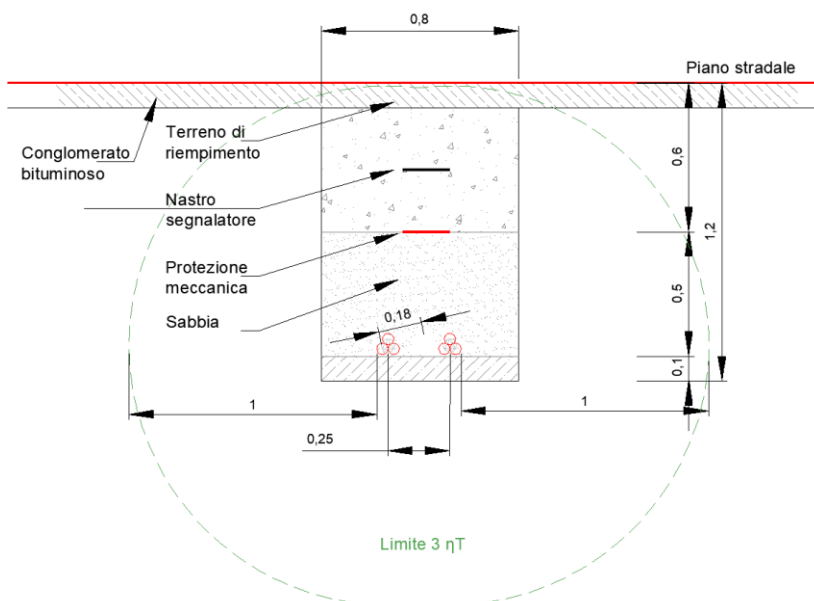
$$D = \sqrt{\frac{0,2 \times 1,73 \times I \times S}{3}}$$

INSERIMENTO VALORI:

V=	30000 V	Tensione nel punto di verifica
P=	4000,00 KW	Potenza nel punto di verifica
I=	76,98 A	Corrente transitante
S=	0,050 m	Distanza tra i vari conduttori
D=	0,67 m	Fascia di rispetto laterale (<3mT)

* = valore di riferimento B = 3 microTesla

Per un cavidotto composto da n.2 terne, considerato il caso più più critico dal punto di vista dell'impatto elettromagnetico, l'obiettivo di qualità dato dalla risultante delle DPA è garantito ad una distanza di circa 1,0 m dal punto di proiezione del centro del cavidotto sul piano di calpestio. Anche in questo caso è inferiore all'altezza di interro del cavo pari a 1,2 m.



CALCOLO DPA:

$$B(\mu T) = 0,2 \times \sqrt{3} \times \frac{I}{D} \times \frac{S}{D}$$

CALCOLO FASCIA DI RISPETTO:

$$D = \sqrt{\frac{0,2 \times 1,73 \times I \times S}{3}}$$

INSERIMENTO VALORI:

V=	30000 V	Tensione nel punto di verifica
P=	4000,00 KW	Potenza nel punto di verifica
I=	153,96 A	Corrente transitante
S=	0,050 m	Distanza tra i vari conduttori
D=	0,94 m	Fascia di rispetto laterale (<3mT)

* = valore di riferimento B = 3 microTesla

Tutte le fasce considerate non interferiscono con locali e/o zone di lavorazione aventi presenza continuativa di personale in quanto installate all'interno del Campo Fotovoltaico.

Tratta	Sezione (mmq)	Tensione (kV)	Corrente Ib (A)	DPA (m)
Collegamento SKID/raccolta	240	30	77	0,67

Tratta	Sezione (mmq)	Distanza fasi (m)	Distanza tra terne (m)	DPA (m)
Collegamento SKID/raccolta	2x240	0,045	0,250	0,95

Per quanto riguarda le linee interrate a tensione 30kV del tipo a singola o doppia terna, che collegano le varie cabine, si prescrive una fascia di rispetto laterale pari a 2.0mt (sia a destra che a sinistra dell'asse linea); tale fascia di rispetto è da asservire all'elettrodotto ai fini ispettivi e manutentivi.

4. Calcolo delle DPA per i cavidotti AT a 132 kV Collegamento con Terna

Caratteristiche del cavo di progetto:

XDRCU-ALT Single-core Cable 132/76 (145) kV

132/76 kV

Technical data

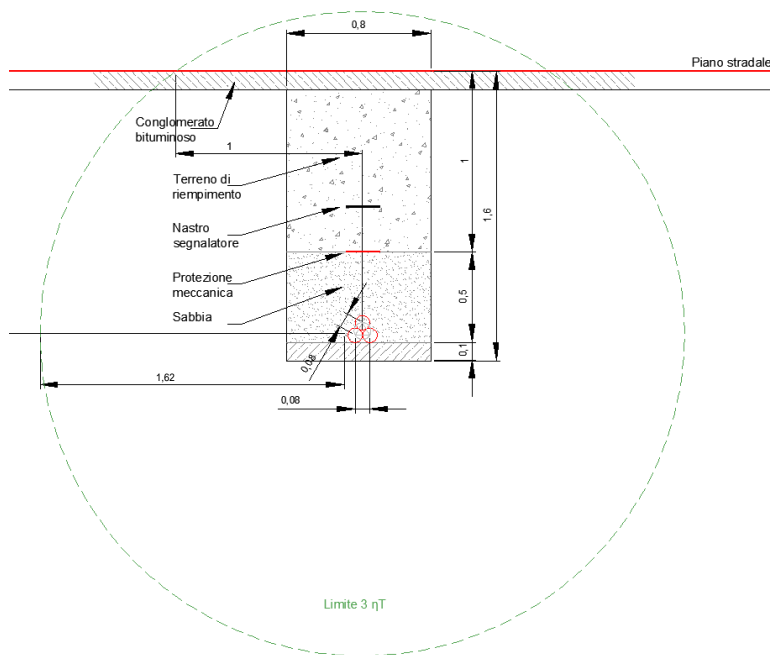
Conductor cross-section	Outer diameter (approx.)	Cable weight (approx.)	AC resistance	AC resistance	Reactance	Reactance	Capacitance	Min. bending radius	Max. pulling force
mm ²	mm	kg/m	mΩ/km	mΩ/km	mΩ/km	mΩ/km	μF/km	mm	kN
240	74	6.3	161.0	161.0	146	249	0.136	1500	7.2
300	74	6.4	129.0	129.0	140	242	0.150	1500	9.0
400	77	6.8	101.0	101.0	132	232	0.169	1600	12.0
500	77	6.9	79.1	78.7	126	227	0.189	1600	15.0
630	79	7.4	62.3	61.5	119	217	0.219	1600	19.0
800	83	8.3	49.9	48.8	114	209	0.240	1700	24.0
1000	86	8.8	41.0	39.5	109	203	0.271	1800	30.0
1200	90	9.7	36.0	34.3	106	197	0.289	1800	36.0
1400	97	11.0	27.7	27.5	103	188	0.325	2000	42.0
1600	101	12.0	24.5	24.2	101	185	0.338	2100	48.0
2000	106	14.0	19.9	19.5	100	180	0.349	2200	60.0
2500	112	15.0	17.3	16.8	96	173	0.381	2300	75.0



Per la determinazione della DPA dalla linea in alta tensione interrata è stata considerata la posa interrata di una singola terna con cavo in rame da 1600 mmq.

Per il tratto di collegamento tra la Sottostazione Utente e la Stazione Elettrica Terna di nuova costruzione, la corrente di linea (per una potenza massima dell'impianto pari a 64,68 MW risulta essere di circa 282,89 A con una DPA pari a 1,62 m per lato (sia a destra che a sinistra dell'asse della linea).

La Fascia di Rispetto al livello del suolo (affiorante il piano di calpestio), per un interro di 1,6 m, è pari a 1,8 m per lato.



CALCOLO DPA:

$$B(\mu T) = 0,2 \times \sqrt{3} \times \frac{I}{D} \times \frac{S}{D}$$

CALCOLO FASCIA DI RISPETTO:

$$D = \sqrt{\frac{0,2 \times 1,73 \times I \times S}{3}}$$

INSERIMENTO VALORI:

V=	132000 V	Tensione nel punto di verifica
P=	64678,48 kW	Potenza nel punto di verifica
I=	282,89 A	Corrente transiente
S=	0,080 m	Distanza tra i vari conduttori
D=	1,62 m	Fascia di rispetto laterale (<3mT)

* = valore di riferimento B = 3 microTesla

Tratta	Sezione (mmq)	Tensione (kV)	Corrente Ib (A)	DPA (m)
Collegamento Sottostazione/SE Terna	630	132	282,89	1,7

5. Soluzioni di riduzione DPA nelle aree dei Giunti di Linea

Il percorso della linea di alimentazione si trova all'interno della sede stradale, il cui percorso si trova per la quasi sua totalità al di fuori di aree residenziali/commerciali e comunque in un'area al di fuori della presenza di persone per un tempo di permanenza superiore a 4 ore. La linea non verrà interrotta da pozzetti ma sicuramente sono inevitabili le cosiddette buche giunti: zone della linea in cui sono presenti delle connessioni (giunti) tra i diversi tratti. La presenza dei giunti comporta un allontanamento dei conduttori della linea a cui consegue il superamento dei livelli di campo magnetico ammissibili.

Tali aree saranno interessate dalle giunzioni dei cavi, che verranno poste al di fuori di qualsivoglia nucleo abitativo. Al fine di ridurre l'impatto elettromagnetico in questi tratti verranno adottate soluzioni presenti in commercio che consentono di ridurre l'impiego del materiale, il tempo di installazione e di aumentare le prestazioni ossia il fattore di schermatura.

Tutte le fasce considerate non interferiscono con locali e/o zone di lavorazione aventi presenza continuativa di personale o sono adibite a circolazione di veicoli.

6. Calcolo delle DPA per le CABINE DI CAMPO (SKID)

La realizzazione dell'impianto prevede l'impiego di SKID cabinet con potenza massima di 4000 kVA, equipaggiati con n.1 trasformatore elevatore 0,63/30 kV di pari potenza, trasformatore ausiliari ed i quadri di sezionamento e manovra.

Per quanto riguarda la valutazione della distanza di prima approssimazione si considera la distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) dei cabinati in quanto le stesse al loro interno non sono considerate luogo di lavoro stabile ma occupato dal personale tecnico in modo saltuario per una durata giornaliera inferiore alle 4 ore o durante i momenti in cui la tensione è assente.

Per le cabine di campo, la DPA da considerare è quella relativa alla trasformazione (lato BT), per le quali si è preso come riferimento il diametro dei cavi in ingresso al trasformatore pari a circa 56 mm, la potenza massima di 3300 kVA e la corrente massima in BT pari a circa 3024 A.

La corrispondente DPA sarà pertanto pari a circa 4,5 m; oltre tale distanza dalla cabina il livello di induzione magnetica è sicuramente inferiore all'obiettivo di qualità di 3 μ T.

Tratta	Sezione (mmq)	Distanza fasi (m)	Distanza tra terne (m)	DPA (m)
Collegamento SKID/raccolta	2x240	0,045	0,250	4,43

Per quanto le cabine di trasformazione a tensione 30kV, all'interno del campo fotovoltaico, si prescrive una fascia di rispetto laterale pari a 5.0mt (sia a destra che a sinistra dell'asse linea); tale fascia di rispetto è da asservire alla cabina ai fini ispettivi e manutentivi.

7. Calcolo delle DPA per la Sottostazione Elettrica Utente

All'interno del Campo Fotovoltaico verrà installata una Sottostazione Utente per l'innalzamento della tensione da 30 kV a 132 kV della Stazione Terna alla quale l'impianto verrà connesso.

I contributi maggiori al campo elettromagnetico intorno ad una sottostazione derivano dalle linee di potenza entranti ed uscenti dalla sottostazione stessa e dalle sbarre AT.

Le linee/sbarre AT sono assimilabili ad una linea aerea trifase 132 kV, con conduttori posti in piano ad una distanza reciproca di 2,2 m, ad un'altezza di circa 4,6 m al suolo, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate.

Nel caso in esame si ha:

- S (distanza tra i conduttori) = 2,2 m;
- I = corrente massima dell'impianto in progetto in uscita dalla SSE Utente = 282,89 A;
- Vn = Tensione nominale delle linee/sbarre AT

Utilizzando la formula di approssimazione proposta al paragrafo 6.2.1 della norma CEI 106-11,

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

si avrà: nel nostro caso, con $I=282,89$ A, una distanza di prima approssimazione pari a **8,48 metri**

La distanza minima, misurata in pianta, delle linee/sbarre dal perimetro della stazione di trasformazione è di circa 12 m, superiore alla distanza $R' = 8,48$ m.

In conclusione, pertanto, si può ritenere che:

- in conformità a quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 la Distanza di Prima Approssimazione (Dpa) e, quindi, la fascia di rispetto rientra nei confini dell'area di pertinenza della cabina di trasformazione AT/MT in progetto;
- la sottostazione di trasformazione è comunque realizzata in un'area agricola, con assenza di edifici abitati per un raggio di almeno 100 m.
- all'interno dell'area della sottostazione non è prevista la permanenza di persone per periodi continuativi superiori a 4 ore con l'impianto in tensione.

Per quanto sopra riportato, si può quindi affermare che l'impatto elettromagnetico su persone, prodotto dalla realizzazione della stazione di trasformazione, si potrà ritenere trascurabile.

8. CONCLUSIONI

Considerando i vari componenti facenti parte dell'impianto in oggetto, le parti assoggettabili al DM 29.05.08 sono costituite da:

- cabine di trasformazione (SKID) all'interno del campo fotovoltaico;
- cavidotti interrati a 30 kV per il collegamento delle cabine trasformazione interne dell'impianto alla Sottostazione Elettrica Utente;
- Sottostazione Utente AT/MT con tensioni 132/30 kV;
- cavidotto interrato a 132 kV per la connessione della Sottostazione Utente alla Stazione Elettrica di Terna.

La determinazione delle Distanze di Prima Approssimazione è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. Da quanto riportato nei precedenti paragrafi, nonché nei calcoli sopra eseguiti, risulta evidente che i campi generati sono tali da rientrare nei limiti di legge.

Dal punto di vista del calcolo delle fasce di rispetto dalle opere assoggettabili al DM 29.05.08 si può concludere che:

- Per le linee in cavo a 30 kV della tipologia ad elica visibile per le sezioni utilizzate nell'impianto, la DPA ha un'ampiezza ridotta e le relative fasce di rispetto sono nulle; ciò

significa che per questa tipologia di cavidotti non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo di qualità è rispettato ovunque nel terreno;

- Per il cavidotto a 30 kV formato da 1 o 2 terna di cavi elicordati di sezione pari a 240 mm², si assume una DPA pari a 2 m;
- Nel caso delle cabine elettriche di trasformazione dei sottocampi, la DPA si può assumere pari a 5 m;
- Per la cabina colletttrice di impianto e la cabina elettrica di utenza, tenuto conto dell'assenza di trasformatori, ad esclusione di quelli dedicati ai servizi ausiliari, si assume comunque un valore cautelativo di DPA pari a 2 m.
- Per il cavidotto a 132 kV formato da 1 terna di cavi elicordati di sezione pari a 630 mm², si assume una Fascia di Rispetto al livello del suolo (affiorante il piano di calpestio), per un interro di 1,6 m, è pari a 1 m per lato.

Dalla verifica di tutta la linea elettrica interrata e in prossimità della Sottostazione Elettrica utente 30/132 kV non esistono recettori sensibili all'interno delle fasce di rispetto come sopra definite.

In particolare, non si ravvisano pericoli per la salute dei lavoratori eventualmente presenti nelle aree interessate in quanto le zone che rientrano nel limite di attenzione ma non nell'obiettivo di qualità non richiedono la presenza umana per più di 4 h giornaliere, rientrando quindi nei limiti di legge.

Si evidenzia inoltre che, in caso sia eventualmente necessaria la presenza umana in aree che non soddisfano l'obiettivo di qualità di 3 μ T, si rimanda al documento di valutazione del rischio del D.Lgs. 81/2008 che sarà a cura dell'impresa interessata.

Non si ritiene pertanto necessario adottare misure di salvaguardia particolari in quanto il parco fotovoltaico in oggetto si trova in zona agricola e sia i moduli fotovoltaici che le opere connesse (linee elettriche interrate e stazioni elettriche isolate in aria) sono state posizionate in modo da osservare le relative fasce di rispetto dai possibili ricettori sensibili presenti.

All'interno delle succitate DPA, alcune ricadenti all'interno di aree entro la quale non è consentito l'accesso al pubblico, non sono previste destinazioni d'uso che comportino una permanenza prolungata di persone oltre le quattro ore giornaliere (quali scuole, aree di gioco per l'infanzia, ecc.). Dai risultati della simulazione si evince che i valori elevati di campo magnetico sono confinati all'interno della stazione elettrica ed in prossimità della stessa decresce rapidamente.

Si evidenzia inoltre che sia il limite di attenzione di 10 μ T che l'obiettivo di qualità di 3 μ T sono valori intesi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio; ciò

significa che i valori precedentemente calcolati in base ai valori nominali sono di gran lunga superiori e cautelativi rispetto a quelli effettivi, in quanto gli impianti fotovoltaici lavorano alla loro potenza nominale solo in brevi periodi della giornata mentre nelle restanti ore lavorano a potenza ridotta o addirittura nulla (ad esempio durante le ore notturne).

Pertanto, si può concludere che per il parco fotovoltaico e le infrastrutture di rete elettrica in esame non si ravvisano pericoli per la salute pubblica per quanto riguarda i campi elettromagnetici.

Il Tecnico
Ing. Agide Maria Borelli

